



UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR

Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente

Carrera de Agronomía

TEMA:

EFICIENCIA QUÍMICA A LA APLICACIÓN DE CUATRO TIPOS DE FERTILIZANTES EN LA PRODUCCIÓN DE TRES HÍBRIDOS DE BRÓCOLI (*Brassica oleracea var. Italica*) EN VINCHOA, PROVINCIA BOLÍVAR.

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 Agronomía

Autores:

Eduardo Domingo Castro Mora

Yauri Andres Yumbay Cacuango

Tutora:

Ing. Sonia Fierro Borja Mg.

Guaranda – Ecuador

2023

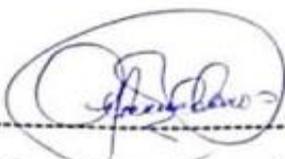
EFICIENCIA QUÍMICA A LA APLICACIÓN DE CUATRO TIPOS DE FERTILIZANTES EN LA PRODUCCIÓN DE TRES HÍBRIDOS DE BRÓCOLI (*Brassica oleracea var. Italica*) EN VINCHOA, PROVINCIA BOLÍVAR.

REVISADO Y APROBADO POR:



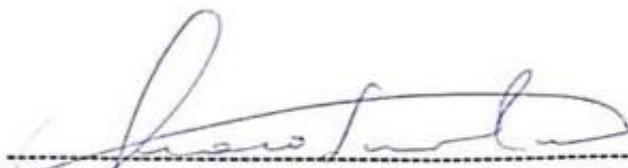
Ing. Sonia Fierro Borja Mg.

TUTORA



Ing. Nelson Monar Gavilanez M.Sc.

PAR LECTOR



Dr. Olmedo Zapata Illanez Ph.D

PAR LECTOR



CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros, Eduardo Domingo Castro Mora, con CI: 1727117325 y Yauri Andres Yumbay Cacuango, con CI: 0250297199, declaramos que el trabajo y los resultados presentados en este informe, no han sido previamente presentados para ningún grado o calificación profesional; y que las referencias bibliográficas que se incluyen han sido consultadas y citadas con su respectivo autor(es).

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

.....
Eduardo Domingo Castro Mora
Autor
CI: 1727117325

.....
Yauri Andres Yumbay Cacuango
Autor
CI: 0250297199

.....
Ing. Sonia Fierro Borja Mg.
Tutora
CI: 0201084712



Notaria Tercera del Cantón Guaranda
Msc. Ab. Henry Rojas Narvaez
Notario



No. ESCRITURA	20230201003P01360
---------------	-------------------

DECLARACION JURAMENTADA

OTORGADA POR:

YUMBAY CACUANGO YAURI ANDRES Y CASTRO MORA EDUARDO DOMINGO

CUANTIA: INDETERMINADA

FACTURA: 001-006-000003859

DI: 2 COPIAS

En la ciudad de Guaranda, capital de la provincia Bolívar, República del Ecuador, hoy día veinte de junio de dos mil veintitres, ante mi Abogado HENRY ROJAS NARVAEZ, Notario Público Tercero del Cantón Guaranda, comparece YUMBAY CACUANGO YAURI ANDRES, estado civil soltero, domiciliado en esta ciudad de Guaranda, con celular número 0992917596; por sus propios derechos. Comparece el señor CASTRO MORA EDUARDO DOMINGO, estado civil soltero, domiciliado en Quito y de paso por esta ciudad de Guaranda, con celular número 0969488383, por sus propios derechos. Los comparecientes son de nacionalidad ecuatoriana, mayores de edad, hábiles e idóneos para contratar y obligarse a quien de conocerles doy fe en virtud de haberme exhibido sus documentos de identificación y con su autorización se ha procedido a verificar la información en el Sistema Nacional de Identificación Ciudadana, bien instruida por mí el Notario con el objeto y resultado de esta escritura pública a la que procede libre y voluntariamente, advertida de la gravedad del juramento y las penas de perjurio, me presentan su declaración Bajo Juramento que dice: **Declaramos que el presente trabajo de investigación titulado: "EFICIENCIA QUÍMICA A LA APLICACIÓN DE CUATRO TIPOS DE FERTILIZANTES EN LA PRODUCCIÓN DE TRES HÍBRIDOS DE BRÓCOLI (*Brassica oleracea var. Italica*) EN VINCHOA, PROVINCIA BOLÍVAR".** Previo la obtención del título de Ingenieros Agrónomos, de la Facultad de Ciencias Agropecuarias Recursos Naturales y del Ambiente, de la Universidad Estatal de Bolívar, es de nuestra autoría, este documento no ha sido previamente presentado por ningún grado de calificación profesional y que las referencias bibliográficas que se incluyen han sido consultadas por la autora. Es todo cuanto puedo declarar en honor a la verdad, la misma que la hago para los fines legales pertinentes. **HASTA AQUÍ LA DECLARACIÓN JURADA.** La misma que queda elevada a escritura pública con todo su valor legal. Para el otorgamiento de la presente escritura pública se observaron todos los preceptos legales del caso, leída que les fue a los comparecientes por mí el Notario en unidad de acto, aquellos se afirman y se ratifican de todo lo expuesto y firma conmigo en unidad de acto, quedando incorporado al protocolo de esta Notaria, la presente declaración, de todo lo cual doy fe. -

YUMBAY CACUANGO YAURI ANDRES
 C.C. 0250297199

CASTRO MORA EDUARDO DOMINGO
 C.C. 1727117325

MSC. AB. HENRY ROJAS NARVAEZ
Notario Tercero
del Cantón Guaranda

AB. HENRY ROJAS NARVAEZ
NOTARIO PUBLICO TERCERO DEL CANTON GUARANDA

Document Information

Analyzed document	TESIS - CASTRO EDUARDO - YUMBAY YAURI.pdf (D18165201)
Submitted	6/15/2023 11:08:00 AM
Submitted by	edcastro@mailes.ueb.edu.ec
Submitter email	9.5%
Similarity	victorbarcenes2021@analysis.arkund.com
Analysis address	

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.



DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación dedico especialmente a mis queridos padres, a mis hermanos, hermanas, sobrinas, sobrino y a mi familia en general, quienes con entusiasmo e interés incondicional depositaron su apoyo y confianza en mí, ya que gracias a todos ellos pude atravesar y culminar una importante etapa de mi vida.

Para mis docentes quienes día a día han impartido su conocimiento y pudieron enseñar de la mejor manera a sus estudiantes, para que algún día sean útiles en la sociedad.

Para todos ellos.

YY

DEDICATORIA

A Dios por permitirme llegar a este punto importante de mi vida, siempre agradecido con todo lo que él me ha dado en la vida tanto personal como académica.

A mis padres que son un pilar fundamental que gracias a ellos he logrado cumplir todas mis metas propuestas, a mi hermana que siempre me ha dado un ejemplo de superación y por estar siempre pendiente de mí. Y para toda mi familia que han estado presente en mi vida.

EC

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Estatal de Bolívar, a la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente, carrera de Agronomía, a todos los docentes quienes nos han impartido sus conocimientos de la mejor manera en estos 5 años de carrera, Así mismo, a la ingeniera Sonia Fierro Borja Mg., quien, con sus conocimientos, su experiencia, nos guio desde el principio hasta la culminación de este proyecto.

También un agradecimiento al ingeniero David Silva Mg. y Kleber Espinoza Mg. miembros de la Unidad de Integración Curricular, a los Docentes lectores de nuestro proyecto al Dr. Olmedo Zapata Illáñez Ph.D. Ing. Nelson Monar M.Sc. por el apoyo y los aportes en nuestra investigación.

¡A todos ellos gracias por tanto y perdón por tan poco!

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CONTENIDO	PAG.
CAPÍTULO I.....	1
1.1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.2. PROBLEMA	3
1.3. OBJETIVOS.....	4
1.3.1. Objetivo General	4
1.3.2. Objetivos Específicos	4
1.4. HIPÓTESIS	5
CAPÍTULO II	6
2.1. MARCO TEÓRICO	6
2.1.1. Generalidades	6
2.1.2. Origen.....	6
2.1.3. Taxonomía.....	7
2.1.4. Características botánicas	7
2.1.4.1. Tamaño	7
2.1.4.2. Raíz	7
2.1.4.3. Tallo	7
2.1.4.4. Hojas	8
2.1.4.5. Flores	8
2.1.4.6. Frutos	8
2.1.4.7. Semillas.....	9
2.1.5. Fases del cultivo	9
2.1.5.1. Crecimiento.....	9
2.1.5.2. Inducción floral.....	9
2.1.5.3. Formación de pellas	9
2.1.5.4. Floración	9
2.1.5.5. Fructificación	9
2.1.6. Requerimientos edafoclimáticos	10
2.1.6.1. Suelo	10
2.1.6.2. Temperatura	10
2.1.6.3. Clima.....	10
2.1.6.4. Precipitación y humedad relativa.....	11

2.1.6.5.	Altitud	11
2.1.7.	Híbridos en estudio.....	11
2.1.7.1.	Avenger.....	11
2.1.7.2.	Maracaibo	12
2.1.7.3.	Zafiro	13
2.1.8.	Manejo del cultivo.....	14
2.1.8.1.	Análisis del suelo	14
2.1.8.2.	Siembra	14
2.1.8.3.	Preparación del suelo	14
2.1.8.4.	Trasplante.....	14
2.1.8.5.	Densidad de siembra.....	15
2.1.8.6.	Riego.....	15
2.1.8.7.	Fertilización	15
2.1.9.	Nutrientes en la planta	16
2.1.9.1.	Nitrógeno en la planta.....	16
2.1.9.2.	Deficiencia de nitrógeno.....	16
2.1.9.3.	Exceso de nitrógeno.....	16
2.1.9.4.	Fósforo en la planta.....	16
2.1.9.5.	Deficiencia de fósforo.....	17
2.1.9.6.	Exceso de fósforo.....	17
2.1.9.7.	Potasio en la planta	17
2.1.9.8.	Deficiencia de potasio.....	17
2.1.9.9.	Exceso de potasio.....	17
2.1.10.	Fertilizantes en estudio	18
2.1.10.1.	Fertilizante DAP (18-46-00).....	18
2.1.10.2.	Fertilizante 10-30-10.....	18
2.1.10.3.	Fertilizante 15-15-15.....	19
2.1.10.4.	Fertilizante YaraMila COMPLEX.....	19
2.1.11.	Plagas.....	20
2.1.11.1.	Pulgón (<i>Brevicoryne brassicae</i> y <i>Myzus persicae</i>).....	20
2.1.11.2.	Gusanos cortadores (<i>Agrotis sp</i>).....	20
2.1.11.3.	Minadores (<i>Lyriomiza sp.</i>)	21
2.1.11.4.	Polillas de las crucíferas (<i>Plutella xylostella L.</i>).....	21
2.1.12.	Enfermedades	21
2.1.12.1.	Mancha angular (<i>Xanthomonas campestris</i>)	21

2.1.12.2.	Alternaría (<i>Alternaria brassicae</i>)	22
2.1.12.3.	Podredumbre blanda (<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>).....	23
2.1.12.4.	Mancha bacteriana (<i>Pseudomonas syringae</i>).....	23
2.1.12.5.	Mildiu (<i>Peronospora parasitica</i>)	24
2.1.12.6.	Hernia de las crucíferas (<i>Plasmodiophora brassicae</i>)	24
2.1.13.	Fisiopatías.....	25
2.1.13.1.	Heladas y bajas temperaturas.....	25
2.1.13.2.	Aparición de hojas bracteiformes	25
2.1.13.3.	Formación prematura de cogollos preflorales	25
2.1.13.4.	Deformaciones en las inflorescencias.....	25
2.1.13.5.	Decoloraciones de las inflorescencias	26
2.1.13.6.	Granos marones	26
2.1.14.	Cosecha	26
2.1.15.	Postcosecha	27
CAPÍTULO III.....		28
3. MARCO METODOLÓGICO.....		28
3.1. UBICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LA INVESTIGACIÓN....		28
•	Localización de la investigación	28
•	Situación geográfica y edafoclimática	28
•	Zona de Vida.....	28
3.2. METODOLOGÍA		29
3.2.1. Material experimental.....		29
3.2.2. Factores en estudio		29
3.2.3. Tratamientos		30
3.2.4. Tipo de Diseño experimental.....		30
3.2.5. Manejo del experimento en campo.....		31
•	Toma de muestras del suelo	31
•	Preparación del suelo	31
•	Delimitación y surcado	31
•	Desinfección del suelo	31
•	Trasplante.....	31
•	Fertilización química.....	32
•	Riego	32
•	Control de plagas y enfermedades	32

• Control de malezas	33
• Aporque.....	33
• Cosecha	33
• Postcosecha	33
3.2.6. Métodos de evaluación (variables respuesta)	33
• Porcentaje de prendimiento (PP).....	33
• Días a la formación de la pella (DFP).....	34
• Incidencia de plagas y enfermedades (IPE)	34
• Altura de la planta (AP)	34
• Número de hojas por planta (NHP).....	34
• Diámetro del tallo (DT).....	34
• Días a la cosecha (DC).....	35
• Número de pellas cosechadas (NPC)	35
• Diámetro ecuatorial de la pella (DEP)	35
• Número de corimbos por pella (NCP)	35
• Peso kg por parcela (PKP)	35
• Rendimiento kg/ha (Rto Kg/ha).....	35
3.2.7. Análisis de datos.....	36
CAPÍTULO IV.....	37
4.1. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	37
4.1.1. Variables agronómicas para el factor A (Híbridos de brócoli)	37
4.1.2. Variables agronómicas para el factor B (Fertilizantes químicos)	45
4.1.3. Interacción de factores: Híbridos de brócoli por fertilización química.....	50
4.1.4. Análisis de correlación y regresión lineal	56
4.1.5. Análisis de la relación beneficio costo.....	58
4.2. COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS	60
CAPÍTULO V	61
5.1. CONCLUSIONES	61
5.2. RECOMENDACIONES	62
BIBLIOGRAFÍA	63
ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

N°	Detalle	Pág.
1	Resultados promedios de la prueba de Tukey al 5% en el Factor A (Híbridos de brócoli) en las variables: Porcentaje de prendimiento (PP); Altura de la planta (AP); Número de hojas por planta (NHP); Diámetro del tallo (DT); Días a la formación de la pella (DFP); Diámetro ecuatorial de la pella (DEP); Número de corimbos por pella (NCP); Días a la cosecha (DC); Número de pellas cosechadas (NPC); Peso kg por Parcela (PKP); Rendimiento Kg por ha (Rto kg/ha).	37
2	Resultados promedios de la prueba de Tukey al 5% en el Factor B (Fertilizantes químicos) en las variables: Porcentaje de prendimiento (PP); Altura de la planta (AP); Número de hojas por planta (NHP); Diámetro del tallo (DT); Días a la formación de la pella (DFP); Diámetro ecuatorial de la pella (DEP); Número de corimbos por pella (NCP); Días a la cosecha (DC); Número de pellas cosechadas (NPC); Peso kg por Parcela (PKP); Rendimiento Kg por ha (Rto kg/ha).	45
3	Resultados de la Prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de la interacción de FA*FB en las variables: Porcentaje de prendimiento (PP); Altura de la planta (AP); Número de hojas por planta (NHP); Diámetro del tallo (DT); Días a la formación de la pella (DFP); Diámetro ecuatorial de la pella (DEP); Número de corimbos por pella (NCP); Días a la cosecha (DC); Número de pellas cosechadas (NPC); Peso kg por parcela (PKP); Rendimiento Kg/ha (Rto kg/ha).	50
4	Resultados del análisis de correlación y regresión lineal de las variables independientes (Xs), que tuvieron una significancia estadística positiva con el rendimiento (variable dependiente - Y).	56
5	Costo de producción del cultivo de brócoli en Vinchoa 2022.	58

ÍNDICE DE FIGURAS

Nº	Detalle	Pág.
1	Promedios de la variable Altura de la Planta en tres Híbridos de brócoli.	38
2	Promedios de la variable Días a la formación de la pella en tres Híbridos de brócoli.	39
3	Promedios de la variable Días a la cosecha en tres Híbridos de brócoli.	40
4	Promedios de la variable peso kg por parcela en tres Híbridos de brócoli.	41
5	Promedios de la variable Rendimiento en kg/ha en tres Híbridos de brócoli.	42
6	Promedios de la variable Incidencia de Plagas y enfermedades en tres Híbridos de brócoli.	43
7	Promedios de la variable Altura de la Planta como efecto de los fertilizantes químicos.	46
8	Promedios de la variable Días a la cosecha como efecto de los fertilizantes químicos.	47
9	Promedios de la variable peso kg por parcela como efecto de los fertilizantes químicos	48
10	Promedios de la variable Rendimiento kg/ha como efecto de los fertilizantes químicos.	49
11	Resultados promedios de la variable Altura de planta (AP) en la interacción de factores Híbridos de brócoli por fertilización química (AxB).	51
12	Resultados promedios de la variable Días a la formación de la pella (DFP) en la interacción de factores Híbridos de brócoli por fertilización química (AxB).	52
13	Resultados promedios de la variable Días a la cosecha (DC) en la interacción de factores Híbridos de brócoli por fertilización química (AxB).	53

- 14** Resultados promedios de la variable Peso kg por Parcela (PKP) en la **54**
interacción de factores Híbridos de brócoli por fertilización química
(AxB).
- 15** Resultados promedios de la variable Rendimiento Kg/ha (Rto kg/ha) en **55**
la interacción de factores Híbridos de brócoli por fertilización química
(AxB).

ÍNDICE DE ANEXOS

N° Detalle

- 1 Mapa de ubicación de la investigación
- 2 Croquis del ensayo
- 3 Análisis fisicoquímico del suelo
- 4 Base de datos
- 5 Fotografías
- 6 Glosario de términos técnicos

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se ejecutó para evaluar la “Eficiencia química a la aplicación de cuatro tipos de fertilizantes en la producción de tres híbridos de brócoli (*Brassica oleracea var. Italica*) en Vinchoa, provincia Bolívar”. Los objetivos planteados fueron: i) Evaluar el efecto de los cuatro tipos de fertilizantes químicos sobre el rendimiento del brócoli. ii) Identificar el híbrido de brócoli con mejor respuesta agronómica y productiva. iii) Determinar en cuál de los tratamientos se obtiene una mayor eficiencia económica. Los tratamientos en estudio fueron para el FA tres (Híbridos de brócoli) para el FB cuatro (fertilizantes químicos) y un testigo (Sin fertilización). Se utilizó el diseño de bloques completos al azar DBCA, con arreglo factorial 3x5x3. El tipo de análisis que se realizó fue, prueba de Tukey al 5% para comparar promedios del factor A, factor B e interacción de los factores A x B, análisis de correlación y regresión lineal simple y análisis de la relación beneficio costo. Los componentes agronómicos que se evaluó fueron: Porcentaje de prendimiento (PP), Altura de la planta (AP), Número de hojas por planta (NHP), Diámetro del tallo (DT), Días a la formación de la pella (DFP), Diámetro ecuatorial de la pella (DEP), Número de corimbos por pella (NCP), Días a la cosecha (DC), Número de pellas cosechadas (NPC), Peso kg por Parcela (PKP), Rendimiento Kg por Ha (Rto kg/ha) e Incidencia de plagas y enfermedades (IPE). Los resultados estadísticos demuestran que los híbridos de brócoli en cuanto al rendimiento, dependieron significativamente de la fertilización química, los tratamientos que obtuvieron el mayor promedio de rendimiento fueron: A2B4 (Zafiro-YaraMila COMPLEX) con 31977 kg/ha, A1B4 (Avenger-YaraMila COMPLEX) con 30263,7 kg/ha, A2B3 (Zafiro-15-15-15) con 29069 kg/ha y A1B3 (Avenger-15-15-15) con 289916,3 kg/ha, A1B1 (Avenger-10-30-10) con 23779,7 kg/ha, A3B3 (Maracaibo-18-46-00) con 22389,3 kg/Ha y A3B4 con 22245 kg/ha registrando con el menor rendimiento a los testigos (Sin fertilización). Las variables que contribuyeron a incrementar el rendimiento de brócoli fueron: Altura de la planta (AP), Diámetro ecuatorial de la pella (DEP) y Peso kg por parcela (PKP). Y las que redujeron el rendimiento de brócoli fueron: Días a la formación de la pella (DFP) y Días a la cosecha (DC). Los tratamientos que generaron mayor ingreso económico fueron: A2B4 (Zafiro-YaraMila COMPLEX), A1B4 (Avenger-YaraMila COMPLEX), A2B3 (Zafiro-15-15-15) y A1B3 (Avenger-15-15-15) con una ganancia de \$1,23 \$1,11 y \$1,04.

PALABRAS CLAVES: Híbridos, tratamientos, fertilizantes, producción.

SUMMARY

The present research work was carried out to evaluate the "Chemical efficiency of the application of four types of fertilizers in the production of three hybrids of broccoli (*Brassica oleracea var. Italica*) in Vinchoa, Bolívar province". The proposed objectives were: i) Evaluate the effect of the four types of chemical fertilizers on broccoli yield. ii) Identify the broccoli hybrid with the best agronomic and productive response. iii) To determine in which of the treatments a greater economic efficiency is obtained. The treatments under study were for the FA three (broccoli hybrids) for the FB four (chemical fertilizers) and a control (without fertilization). The DBCA randomized complete block design was used, with a 3x5x3 factorial arrangement. The type of analysis that was carried out was Tukey's test at 5% to compare means of factor A, factor B and interaction of factors A x B, correlation analysis and simple linear regression and analysis of the benefit-cost relationship. The agronomic components that were evaluated were: Engagement percentage (PP), Plant height (AP), Number of leaves per plant (NHP), Stem diameter (DT), Days to pellet formation (DFP), Equatorial diameter of the pellet (DEP), Number of corymbs per pellet (NCP), Days to harvest (DC), Number of pellets harvested (NPC), Weight kg per Plot (PKP), Yield Kg per Ha (Rto kg/ ha) and incidence of pests and diseases (IPE). The statistical results show that the broccoli hybrids in terms of yield, depended significantly on chemical fertilization, the treatments that obtained the highest yield average were: A2B4 (Zafiro-YaraMila COMPLEX) with 31977 kg/ha, A1B4 (Avenger-YaraMila COMPLEX) with 30263.7 kg/ha, A2B3 (Zafiro-15-15-15) with 29069 kg/ha and A1B3 (Avenger-15-15-15) with 289916.3 kg/ha, A1B1 (Avenger-10- 30-10) with 23779.7 kg/ha, A3B3 (Maracaibo-18-46-00) with 22389.3 kg/Ha and A3B4 with 22245 kg/ha registering the lowest yield to the controls (without fertilization). The variables that contributed to increase the broccoli yield were: Plant height (AP), Equatorial diameter of the pellet (DEP) and Weight kg per plot (PKP). And those that reduced the broccoli yield were: Days to pellet formation (DFP) and Days to harvest (DC). The treatments that generated the highest economic income were: A2B4 (Zafiro-YaraMila COMPLEX), A1B4 (Avenger-YaraMila COMPLEX), A2B3 (Zafiro-15-15-15) and A1B3 (Avenger-15-15-15) with a gain of \$1.23 \$1.11 and \$1.04.

KEY WORDS: Hybrids, treatments, fertilizers, production.

CAPÍTULO I

1.1. INTRODUCCIÓN

El brócoli es una hortaliza fuente de calcio y fósforo, consumida principalmente en los países de Oriente y conocida por sus propiedades para la salud, entre ellas su acción anticancerígena. Se encuentra dentro del grupo de las plantas brassicas. A nivel mundial el consumo de este tipo de plantas per cápita es de 105 kg en promedio, aunque en China el consumo bordea los 300 kg per cápita. (Jerez, 2022)

De acuerdo a la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura FAO por sus siglas en inglés, la producción de brócoli a nivel mundial en 2018 fue de 37.241388 toneladas, de las cuales, el 81% se concentra en tres países, China, China continental e India. México ocupa el quinto lugar con el 2% y Ecuador el veintitresavo puesto con 0,29% (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. FAO, 2020).

En cuanto a hectáreas sembradas, China, India y Estados Unidos siguen ocupando los primeros puestos, mientras que Ecuador sube al 13avo lugar en el listado de 98 países. Esto quiere decir que, Ecuador necesita de más hectáreas de terreno para poder producir brócoli, frente a otros países que producen más en menores extensiones de terreno (Bayer, 2019).

Los cultivos de brócoli son transitorios en Ecuador, entre 2017 y 2019, se siembran en promedio más de 9000 hectáreas de esta hortaliza, consiguiendo una cosecha equivalente al 99,8% de la siembra. El tiempo entre siembra y cosecha lleva de 90 a 100 días. A nivel provincial, Cotopaxi produce casi el 90% de brócoli en todo el país, apenas el 4,7% le corresponde a Chimborazo y el 2,6% a Tungurahua, le siguen Imbabura, Pichincha, Azuay, Cañar y Loja (Sánchez, A. 2019).

La producción de brócoli en la provincia de Bolívar se encuentra en forma transitoria especialmente en huertos familiares. Sin embargo, existen factores que se deben considerar dentro del cultivo, para obtener mejores rendimientos en la

producción; entre ellos, es importante que el productor disponga de variedades o híbridos para cada zona agroecológica (Fertilab, 2010).

La fertilización juega un papel fundamental en la salud de los cultivos. Tanto su carencia como, especialmente, un exceso en su aplicación puede provocar que una planta sea más susceptible a ciertas enfermedades. El exceso de fertilizante tiene como consecuencia que las plantas crezcan débiles y se espiguen demasiado. Además, las puntas de las raíces pueden quemarse por el alto nivel de sales que contienen estas sustancias. En definitiva, la sobre fertilización de cualquier cultivo puede hacer que las plantas estén mucho más comprometidas ante la presencia de alguna enfermedad (Probelte, 2019).

Los programas de fertilización racional en cultivos hortícolas deben incluir, entre otros, los puntos siguientes: el cálculo o estimación de las necesidades en fertilizantes para cada cultivo o rotación de cultivos, el fraccionamiento a lo largo del ciclo vegetativo del cultivo, la forma de aplicación más conveniente y los tipos de fertilizantes más adecuados. (García, F. 2019)

Las hortalizas como el repollo *Brassica oleracea var. Capitata L*, la coliflor *Brassica oleracea var. Botritys L* y el brócoli *Brassica oleracea var. Italica*, son exigentes en N, P y K para producir 23 t de brócoli el cultivo extrae 68 kg ha N, 23 kg ha P 56 kg ha (Jaramillo, J. 2021).

1.2. PROBLEMA

Uno de los factores limitantes de la producción y calidad de los productos agrícolas es la fertilización, de no optimizarse su aplicación en cantidades, dosificaciones, fuentes y épocas oportunas en función del desarrollo de cada cultivo, se incurre en el uso irracional de este insumo, en detrimento del medio ambiente, de la economía de los productores y del nivel de producción y calidad de las cosechas que ingresan a un mercado altamente competitivo.

La mayoría de los agricultores aplican su fertilización solo a base de nitrógeno, el brócoli responde bien, pero el exceso del mismo puede notarse en la formación de tallos huecos, esto merma la productividad y como consecuencia de esto causa pérdidas en los productores, por lo cual se debe tener un balance de nitrógeno, fósforo y potasio para un mejor rendimiento.

La producción del brócoli en el sector de Vinchoa no existe, debido al desconocimiento del manejo del cultivo, ya que los agricultores no pretenden cambiar sus cultivos tradicionales como son: el maíz, el trigo, cebada, esto debido al desconocimiento de diferentes cultivos.

El mercado actual ofrece una inmensidad de variedades e híbridos de brócoli, los cuales tienen características muy buenas tanto en adaptación, resistentes a problemas fitosanitarios y también en rendimiento las cuales deben ser validadas en la zona de estudio.

La presente investigación de diferentes tipos de fertilizantes químicos, busca evaluar el mejor fertilizante sobre el cultivo de brócoli, bajo la aplicación de cuatro fertilizantes químicos principalmente NPK, al hacer la evaluación diferencial en los híbridos de brócoli se está buscando el mejor fertilizante completo adecuado para elevar el rendimiento productivo del cultivo de brócoli en esta zona agroecológica.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo General

- Determinar la eficiencia química a la aplicación de cuatro tipos de fertilizantes en la producción de tres híbridos de brócoli.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Evaluar el efecto de los cuatro tipos de fertilizantes químicos sobre el rendimiento del brócoli.
- Identificar el híbrido de brócoli con mejor respuesta agronómica y productiva.
- Determinar en cuál de los tratamientos se obtiene una mayor eficiencia económica.

1.4. HIPÓTESIS

H0= La eficiencia química del cultivo de brócoli no depende del híbrido, el tipo de fertilizante y su interacción genotipo ambiente.

H1= La eficiencia química del cultivo de brócoli depende del híbrido, el tipo de fertilizante y su interacción genotipo ambiente.

CAPÍTULO II

2.1. MARCO TEÓRICO

2.1.1. Generalidades

El brócoli es una planta herbácea muy vigorosa, su producto comestible es la inflorescencia, pertenece la familia de las crucíferas (*Brassica oleraceae*). Es un cultivo de clima templado frío, tiene una planta vigorosa con alto contenido de fibra y agua, regularmente tiene un porte intermedio alrededor de los 55 a 65 cm. Raíces profundas y una zona radicular amplia que le permite un buen anclaje, alta capacidad de absorción de agua y nutrientes. Se adapta casi a cualquier tipo de suelos (Hernández, E. 2019).

2.1.2. Origen

El brócoli es originario de las costas del Mediterráneo Oriental y Oriente Próximo, donde actualmente se encuentran Grecia, Turquía o Siria. Su diseminación por el mundo se le atribuye a los comerciantes y navegantes del Mediterráneo (griegos, romanos y musulmanes entre otros), llegando posteriormente a España, Inglaterra y al resto de países donde hoy se cultiva esta hortaliza. (García, F. 2019)

Sajones y celtas fueron los primeros en cultivarlo en el norte de Europa. Previamente a ser cultivado y utilizado como alimento, fue usado con propósitos medicinales contra la sordera, la diarrea y el dolor de cabeza, entre otros.

En Ecuador el cultivo de brócoli se inicia hace poco tiempo, siendo introducido como cultivo comercial en la década de los ochenta y rápidamente se ha constituido en una hortaliza de exportación ya que está generando divisas y fuentes de trabajo (Bayer, T. 2020).

2.1.3. Taxonomía

- Reino:** Plantae
División: Magnoliophyta
Clase: Magnoliopsida
Orden: Crucíferas (*Brassicales*)
Familia: Cruciferae (*Brassicaceae*)
Género: Brassica (*Brassica*)
Especie: (*B. oleracea*)
Subespecie *Brassica oleracea* var. *Italica*

Fuente: (InfoAgro, 2019)

2.1.4. Características botánicas

2.1.4.1. Tamaño

Son plantas de mayor tamaño que la coliflor y el repollo, ya que pueden alcanzar los 50 cm de altura (Pino, M. 2020).

2.1.4.2. Raíz

La raíz es pivotante, poco profunda, leñosa, con raíces secundarias y superficiales, formando una cabellera ramificada y superficial de raíces que pueden alcanzar los 80 cm de profundidad (Baron, C. 2020).

2.1.4.3. Tallo

El tallo es relativamente grueso (2-6 cm diámetro) y de 20 a 80 cm de alto donde se disponen las hojas de forma helicoidal, con entrenudos cortos. La planta tiene un aspecto arrosado en sus inicios, pero luego los entrenudos se elongan. El tallo termina en una inflorescencia principal y, a excepción de algunas inflorescencias secundarias en las yemas de hojas axilares, no presenta ramificaciones (D'Alessandro, M. 2020).

2.1.4.4. Hojas

Las hojas son grandes, glabras, de coloración verde grisácea azulada. Pueden alcanzar los 40 a 50 cm de largo y 30 cm de ancho, son lobuladas, con un pecíolo más largo que la coliflor y el repollo y nervaduras marcadas, erguidas, extendidas en forma horizontal y abierta. En las bases de las hojas, a ambos lados del pecíolo, pueden presentar pequeños fragmentos de lámina a modo de folíolos. Son más alargadas que las hojas de las otras variedades (coliflor, repollo). La superficie foliar está recubierta de ceras epicuticulares que dificultan el mojado y causan escurrimiento del agua (Pino, M. 2020).

El órgano de consumo está constituido por una masa globosa de primordios florales o flores inmaduras, con las flores dispuestas en un corimbo principal o primario, denominado pan o pella que es el órgano de consumo. Este órgano se encuentra en el extremo superior del tallo (pella principal), o en algunos cultivares, en ramificaciones de las yemas axilares, como pellas secundarias, generalmente después de la cosecha de la pella principal. Las "pellas" mantienen la estructura compacta por poco tiempo, hasta que se elongan los pedúnculos y evolucionan las flores verdaderas (Borrego, M. 2019).

2.1.4.5. Flores

Las flores del brócoli son pequeñas, perfectas, en forma de cruz (crucíferas), con 4 pétalos libres de color amarillo. Son plantas alógamas, y a pesar de tener flores perfectas, posee una acentuada incompatibilidad con su propio polen, por lo que presenta polinización cruzada, que se realiza por insectos, principalmente abejas y moscas (Pino, M. 2020).

2.1.4.6. Frutos

El fruto es una silicua de valvas ligeramente convexas con un solo nervio longitudinal, que contiene unas 10 semillas. Produce abundantes semillas redondas y de color pardo rojizo, de 2 mm de diámetro (Bayer, T. 2019).

2.1.4.7. Semillas

El número de semillas por gramo es de 250 a 350, con una capacidad germinativa promedio de unos 4 años. Las semillas son aptas para germinar desde su recolección (D'Alessandro, M. 2021).

2.1.5. Fases del cultivo

En el desarrollo del brócoli se pueden considerar las siguientes fases:

2.1.5.1. Crecimiento

La planta desarrolla solamente hojas.

2.1.5.2. Inducción floral

Después de haber pasado un número determinado de días con temperaturas bajas la planta inicia la formación de la flor; al mismo tiempo que está ocurriendo esto, la planta sigue brotando hojas de tamaño más pequeño que en la fase de crecimiento (Infoagro, 2019).

2.1.5.3. Formación de pellas

La planta en la yema terminal desarrolla una pella y, al mismo tiempo, en las yemas axilares de las hojas está ocurriendo la fase de inducción floral con la formación de nuevas pellas, que serán bastante más pequeñas que la pella principal (Baron, C. 2021).

2.1.5.4. Floración

En la fase de floración, los tallos que sustentan las partes de la pella inician un crecimiento en longitud, con apertura de las flores. En la fructificación se forman los frutos (silicuas) y semillas (Borrego, M. 2020).

2.1.5.5. Fructificación

Se forman los frutos (silicuas) y semillas (Fahs, B. 2021).

2.1.6. Requerimientos edafoclimáticos

2.1.6.1. Suelo

Las hortalizas crecen en diferentes tipos de suelos, pero su mejor desarrollo y producción se obtiene cuando se cultivan en suelos francos y profundos. Se requiere que los suelos tengan un alto porcentaje de materia orgánica, puesto que cuando carecen de esta, existen problemas en el desarrollo radicular de la planta (López, J. 2019).

El brócoli es propenso a demostrar deficiencias de boro cuando la reacción del suelo está cerca de un pH neutro. En tanto que los suelos muy ácidos pueden aparecer síntomas de deficiencias de magnesio.

El brócoli requiere suelos francos con muy buen drenaje ya que tiene un sistema radicular particularmente sensible al exceso de agua. Su pH óptimo está entre 5.5 y 6.5, por lo que en la mayoría de las principales zonas brocoleras, los suelos requieren enmiendas de pH (Borrego, M. 2019).

2.1.6.2. Temperatura

Las crucíferas son especies que requieren, por lo general, climas frescos y húmedos, aunque son capaces de soportar temperaturas relativamente bajas, sobre todo las variedades tardías. No soportan bien el calor, siendo, por tanto, los cultivos de otoño e invierno los más fáciles y rentables. Las condiciones de iluminación, humedad y temperatura influyen enormemente en las diferentes fases de la germinación, floración y maduración. De aquí la importancia de saber elegir las épocas más convenientes para el cultivo del brócoli, (Quintero, F. 2021)

2.1.6.3. Clima

El brócoli se desarrolla bien en los valles interandinos de la sierra, prospera en climas moderados, frescos y húmedos; con una adaptación climática muy amplia lo que hace posible su cultivo durante todo el año (Lardizábal, R. 2019).

2.1.6.4. Precipitación y humedad relativa

El brócoli se desarrolla bien en lugares templados y fríos, cuya humedad relativa óptima es del 80% y mínima del 70%. La precipitación anual requerida está comprendida entre 800 a 1200 mm (D'Alessandro, M. 2021).

2.1.6.5. Altitud

Es un cultivo primordialmente de zonas altas, su mejor desarrollo y calidad se obtiene en zonas arriba de los 1,500 msnm (Infoagro, 2020).

2.1.7. Híbridos en estudio

2.1.7.1. Avenger

Ficha técnica

Descripción: Avenger conquista a los consumidores, ya que presenta un color verde azulado, cabezas grandes, compactas y pesadas, así como floretes bien definidos y de grano fino. El cultivar también tiene una excelente durabilidad posterior a la cosecha, lo que permite que el color y la calidad del producto se mantengan en el estante durante mucho más tiempo (Sakata, 2020).

Ciclo del cultivo Con un ciclo medio de 105 días (Arg-Agro, 2022).

Características:

- Cabezas grandes, compactas y pesadas, redondas, muy uniformes
- Cabeza de domo perfecto
- Mínima presencia de brotes laterales
- Grano fino a medio
- Cabeza grande, pesada y compacta
- Florete uniforme de tamaño pequeño
- Distancia de Siembra: 0,7 x 0,25m
- Densidad de Plantas/Ha: 50.000 a 55.000 (Arg-Agro, 2022)

- Ventajas:**
- Mayor aprovechamiento de nutrientes
 - Menor pérdida en la industria del congelado
 - Mayor productividad y versatilidad para industria y mercado fresco
 - Mayor rendimiento en la industria para el congelado
 - Mantiene el color deseado en el proceso de congelado (Sakata, 2020).

2.1.7.2. Maracaibo

Ficha técnica

Descripción: Maracaibo se destaca por su alta densidad de la cabeza, forma y cierre de la base perfectos. Posee un buen sistema radicular y es de un color verde intenso, con cabeza densa y pesada. Es muy uniforme y de buen tamaño en brotes. Ideal para fresco y proceso. Tiene una conservación post cosecha muy por encima de los híbridos del mercado. Densidades de siembra más altas que las otras variedades sobre todo en época seca.

Ciclo del cultivo Con un ciclo medio de 95 días.

- Características:**
- Alta densidad de cabeza y peso
 - Color verde intenso.
 - Buen tamaño de brotes.
 - Muy uniforme.
 - Excelente conservación post cosecha.
 - Alta densidad de cabeza y peso.
 - Época de siembra: Todo el año
 - Producción para campo abierto, clima templado.

Ventajas:

- Resistencias a hongos: Alta (HR): Foc 1 - *Fusarium oxysporum f.sp* (Zwaan, R. 2021).

2.1.7.3. Zafiro

Ficha técnica

- Descripción:** Es un híbrido de brócoli que genera altos rendimientos por hectárea, superiores a los de la competencia, y se ha distinguido por su calificación sobresaliente en las evaluaciones de las procesadoras en temporada de calor. Este híbrido de ciclo intermedio es ideal para cosechar durante los meses de calor seco, produce frutos de tallo sólido, cabeza domada y floretes con grano mediano a fino color verde azulado, apto para todo tipo de proceso. Además, genera cabezas uniformes y, debido a su baja incidencia de tallo hueco, reduce los gastos de cosecha (Faxdeo, 2018).
- Ciclo del cultivo** El ciclo de cultivo de este híbrido es a partir de los 95 días.
- Características:**
- Cabezas compactas y pesadas, de 700 a 1.000 gramos, en forma de domo, con granos finos y de color verde azulado.
 - Ideal para el mercado fresco y la industria de congelados.
 - Se adapta a climas intermedios y fríos (Sakata, 2020).
- Ventajas:**
- Permite comercialización en fresco y procesado.
 - Facilidad de comercialización por mayor post-cosecha y por la retención del color.
 - Productividad relativa alta. Rendimiento competitivo por su mayor uniformidad a cosecha (Faxdeo, 2020).

2.1.8. Manejo del cultivo

2.1.8.1. Análisis del suelo

El análisis de suelo antes del establecimiento del cultivo es lo más recomendable para poder conocer el grado de suministro nutrimental y otros factores importantes como el pH, la conductividad eléctrica del suelo, contenidos de sodio y materia orgánica que aportarán información sobre las condiciones en que se desarrollará el cultivo y así poder estimar un rendimiento esperado.

El análisis del suelo es importante para saber antes de la siembra o trasplante lo que debe aplicar en una fertilización de fondo y la distribución del resto del fertilizante durante el ciclo (Proain, 2020).

2.1.8.2. Siembra

El brócoli se inicia por almácigo y trasplante. Si bien es un cultivo que tolera bien el trasplante a raíz desnuda, por el costo de la semilla que es relativamente alto y los amplios marcos de plantación, actualmente se realiza almácigo en bandejas multiceldas (speedlings). Es un cultivo que presenta altas exigencias en abono nitrogenado (aproximadamente entre 100 y 250 Kg/ha). Es también un elemento que suele causar serios problemas si se agrega en exceso causando el ahuecado de la planta (Borrego, M. 2020).

2.1.8.3. Preparación del suelo

El suelo debe estar bien mullido para la cual se debe manipular implementos agrícolas disponibles, no existe una sola forma de preparar los suelos, solo debe utilizarse los medios disponibles para realizarlo adecuadamente (Wikifarmer, 2020).

2.1.8.4. Trasplante

Se debe realizar a raíz desnuda cuando las plántulas presentan de 5 a 6 hojas verdaderas es decir de 0,15 a 0,20 m de altura o de 35 a 42 días de siembra. De una forma más tecnicada la plántula se lleva al campo con pan de tierra, para

evitar el estrés producido por el "saque" de la misma. Se toma en cuenta que la edad de la plántula no debe sobrepasar la sexta semana (Baron, C. 2021).

2.1.8.5. Densidad de siembra

Los marcos de plantación dependen del tamaño del cultivar, pero varían entre líneas o surcos de 0,7 a 0,8 m y 0,35 a 0,45 m entre plantas (Infoagro, 2019).

2.1.8.6. Riego

El riego debe ser abundante y regular en la fase de crecimiento. Se debe realizar riego al momento del trasplante y a los dos días posteriores, no se debe permitirle sufrir por necesidad de agua, ya que puede alterar el desarrollo fisiológico de la planta y causar formación prematura de cabezas pequeñas. En ambiente meridional con trasplante de mediados de verano el consumo hídrico total para los tres meses hasta la cosecha es de más o menos 4000 m³ /ha (400 mm). La humedad del suelo debe oscilar entre 60% de la capacidad de campo como mínimo, y el 80% como máximo, si la humedad desciende del 50% de la capacidad de campo, la producción puede reducirse entre el 25 y el 30%. En la fase de inducción floral y formación de pella conviene que el suelo esté sin excesiva humedad (Zamora, E. 2020).

2.1.8.7. Fertilización

Muchos productores de brócoli aplican un fertilizante equilibrado (N-P-K 20-20-20) a una tasa total de 800 kg por hectárea durante todo el período de crecimiento. Aplican hasta 400 kg por hectárea en el trasplante o siembra directa, 200 kg por hectárea aproximadamente 3-4 semanas después y 200 kg por hectárea aproximadamente 6 o 7 semanas después de la siembra. Podemos agregar los fertilizantes granulares directamente a la superficie del suelo e irrigar. Es crucial que los gránulos no entren en contacto con las plantas jóvenes, porque existe el riesgo de quemarlas (Wikifarmer, 2020).

2.1.9. Nutrientes en la planta

2.1.9.1. Nitrógeno en la planta

La toma de N más importante del brócoli ocurre entre los 28 y los 56 días después de trasplante, llegando a su pico de demanda alrededor del día 40 después de trasplante, momento en el que llega a requerir hasta 11 kg N/ha/día y que coincide con los momentos de crecimiento más rápido del cultivo (Escobar, E. 2021).

2.1.9.2. Deficiencia de nitrógeno

Se da a notar una deficiencia de nitrógeno en brócoli cuando las plantas son raquílicas y hay una maduración acelerada también se ha dado caso que en algunas plantas puede observarse una coloración púrpura en los pecíolos y nervios de las hojas, debido a la formación de pigmentos antociánicos. (PennState, 2020)

2.1.9.3. Exceso de nitrógeno

Un exceso de disponibilidad nitrogenada que cause un crecimiento en forma rápida, puede ser responsable de la aparición de zonas ahuecadas en los tallos y tálamos florales. Otros factores que pueden incidir en este ahuecado de los tallos pueden ser un marco de plantación demasiado amplio o una elevada temperatura que propicie un crecimiento muy rápido de las plantas (Escobar, E. 2021).

2.1.9.4. Fósforo en la planta

El fósforo no se encuentra en estado de "pureza química", sino que se combina constituyendo los compuestos orgánicos e inorgánicos. Entre los compuestos orgánicos se encuentran los fosfolípidos, ácidos nucleicos, fitina e inositol, pertenecientes a la composición de la materia orgánica de vegetales y animales. Los compuestos inorgánicos proceden además de la descomposición bacteriana del material orgánico, de los minerales del suelo del grupo del apatito y de fosfatos específicos como los del calcio, hierro y aluminio, además de otros sin una identificación química clara (Zamora, E. 2020).

2.1.9.5. Deficiencia de fósforo

Las plantas con deficiencia de fósforo son más pequeñas y crecen más lentamente que las plantas con cantidades adecuadas de fósforo. La deficiencia de fósforo normalmente es visible en plantas más jóvenes, porque el nutriente se moviliza y se desplaza fácilmente en la planta. Las plantas afectadas tienen un color verde oscuro y las puntas y los márgenes de las hojas más viejas tienen un color rojizo-morado. Las hojas nuevas no tendrán esta coloración. Además, el número de brotes disminuye, formando tallos finos y cortos con hojas pequeñas (Rizo, E. 2020).

2.1.9.6. Exceso de fósforo

Indican que el exceso de fósforo puede acelerar unilateralmente la madurez a costo del crecimiento vegetativo. Además de ello, las deficiencias de elementos menores particularmente zinc y hierro han sido atribuidas en ciertos casos a un exceso de fosfatos que origina depresiones en el rendimiento (Agroware, 2021).

2.1.9.7. Potasio en la planta

El potasio es absorbido por las plantas en forma de ión K^+ , pero desde hace mucho tiempo el contenido de potasio de un suelo y de los fertilizantes se expresa en forma de K_2O . El potasio es uno de los tres cationes principales que utilizan las plantas (Arg-Agro, 2022).

2.1.9.8. Deficiencia de potasio

Indica que el síntoma más característico, es la aparición de moteado de manchas cloróticas, seguido por el desarrollo de zonas necróticas en la punta y borde de las hojas. Estos síntomas suelen aparecer primero en las hojas maduras debido a la gran movilidad de este elemento en la planta (Vidal, L. 2019).

2.1.9.9. Exceso de potasio

Varios estudios señalan que las plantas de brócoli pueden asimilar la cantidad de potasio sin mermar sus resultados.

2.1.10. Fertilizantes en estudio

Los fertilizantes utilizados en esta investigación son:

2.1.10.1. Fertilizante DAP (18-46-00)

El fosfato diamónico (DAP) es el fertilizante sólido aplicado directamente al suelo con la más alta concentración de nutrientes primarios 18-46-00, se considera un complejo químico por contar con 2 nutrientes en su formulación. Es una fórmula muy apreciada por los agricultores ya que tiene una relación costo-beneficio muy positiva en cuanto a aporte de nutrientes (64%) y por consiguiente por el costo de la tonelada transportada por concentración de nutrientes.

El Fosfato Diamónico (DAP), se clasifica primordialmente como una fuente de Fósforo y como complemento secundario de Nitrógeno, sin embargo, la presencia del 18% de Nitrógeno en esta fórmula, influye favorablemente en la absorción y aprovechamiento del Fósforo, este efecto es debido que el Amonio (NH_4) influye significativamente sobre la disponibilidad y absorción del Fósforo (P_2O_5). El Amonio en altas concentraciones reduce las reacciones de fijación del Fósforo, igualmente, la absorción del Amonio ayuda a mantener condición de acidez en el contorno de la raíz, condición que mejora la absorción del fósforo, gracias a esta sinergia del N-P, la fórmula del DAP 18-46-00 es de alta eficiencia como fertilizante (Fertinova, 2019).

La dosis de aplicación se debe realizar evaluando el estado nutricional y condiciones fisiológicas de la planta, así como también las condiciones de clima y propiedades físico-químicas del suelo. Por lo tanto, se recomienda utilizar esta cantidad: Arroz: 50 kg/ha Maíz: 50 kg/ha Banano: 100 kg/ha Palma: 100 kg/ha Cacao: 100 kg/ha Brócoli: 125 kg/ha Papa: 500 kg/ha Rosa: 150 kg/ha (Agripac, 2021).

2.1.10.2. Fertilizante 10-30-10

El fertilizante 10-30-10 complejo granular con una alta proporción de fósforo y contenidos complementarios de nitrógeno y potasio. Tiene un grado de uso

tradicional en muchos cultivos anuales y de ciclo corto; así como en las fases iniciales de crecimiento en las especies perennes.

Los altos contenidos de fósforo estimulan el crecimiento de raíces, por lo que normalmente se recomienda aplicarlo en etapas tempranas durante el ciclo de producción. Los aportes de nitrógeno y potasio complementan la acción del fósforo, haciéndolo ideal para cultivos de papa, hortalizas; tomate y para el aporte de elementos mayores con énfasis en fósforo en la etapa de trasplante o renovación de varios tipos de frutales (Agroactivo, 2020).

Se recomienda aplicar en una amplia gama de cultivos, como son: Arroz: 200 kg/ha Maíz: 200 kg/ha Banano: 100 kg/ha Brócoli: 200 kg/ha Palma: 150 kg/ha (Agripac, 2021).

2.1.10.3. Fertilizante 15-15-15

Fertilizante complejo granular con los tres elementos mayores contenidos en un solo gránulo. Se recomienda aplicarlo en condiciones de suelo o cultivos que requieran un alto aporte de nitrógeno, fósforo y potasio.

Debido a que contiene los tres elementos mayores es apto para muchos tipos de cultivos en diferentes etapas de desarrollo, incluyendo papa, maíz, café, arroz, frutales y hortalizas. Los contenidos de nitrógeno estimulan el crecimiento de hojas y ramas, mientras que el fósforo estimula el crecimiento de raíces y la floración, y el potasio es esencial para el llenado de frutos, semillas, tubérculos y otros órganos de almacenamiento (Agripac, 2020).

2.1.10.4. Fertilizante YaraMila COMPLEX

N	12%	MgO	2.7%
Nitrato N	5%	Fe	0.2%
P ₂ O ₅	11%	SO ₃	20%
K ₂ O	18%	Mn	0.02%

Fuente: (Yara, 2022)

Contiene potasio soluble y asimilable procedente de sulfato, por lo que tiene un muy bajo contenido en cloro. El potasio es un elemento esencial en la calidad de las frutas y hortalizas, ya que está estrechamente relacionado con la generación de azúcares. Composición: N 12% + P₂O₅ 11% + K₂O 18% (Megagro, 2019).

Es un fertilizante NPK equilibrado con micronutrientes específicos que mejoran la calidad. Todos los nutrientes están totalmente disponibles y asimilables. Las dosis recomendadas:

- Hortícolas: 300- 500 kg/ha
- Patatas: 700- 800 kg/ha
- Frutales: 350- 450 kg/ha
- Cítricos: 300- 400 kg/ha (Yara, 2020).

2.1.11. Plagas

2.1.11.1. Pulgón (*Brevicoryne brassicae* y *Myzus persicae*)

Los compuestos volátiles que desprenden las crucíferas atraen a este pulgón, atacando a sus hospederos en cualquier etapa de crecimiento, lo cual lo distingue por ejemplo de pulgones de *Myzus persicae*. Prefieren alimentarse de la parte inferior de las hojas, flores jóvenes y en el centro de la cabeza del repollo y coles de Bruselas. Las colonias de estos áfidos se encuentran en la parte inferior y superior de las hojas, en los pliegues de las hojas, en el tallo y cerca de las axilas de las hojas. Los principales ingredientes activos para combatir son benzoato de emamectina, piretroides (cipermetrina, lambda cihalotrina, bifentrina, deltametrina) y neonicotinoides (imidacloprid, acetamiprid y tiamethoxam) (Intagri, 2019).

2.1.11.2. Gusanos cortadores (*Agrotis sp*)

Los gusanos cortadores son las larvas de ciertas especies de polillas de la familia Noctuidae. Estas plagas mastican la base de las plantas jóvenes de brócoli, cortándolas y matándolas para su control se lo puede hacer con Lorsban 75WG. En la siembra o post siembra: 0.8-2.15 oz/ 1000 pies por cama (Zamora, E. 2020).

2.1.11.3. Minadores (*Lyriomiza sp.*)

Se trata de una plaga muy polífaga y peligrosa. Labran galerías en las hojas, dentro de las cuales hacen la muda larvaria y la ninfosis. Los frutos y los tallos no se ven afectados. Tratar cuando se observen los primeros síntomas con Diazinon, Fosalone, Triclorfon o mezclas de piretroides con abonos foliares a base de aminoácidos, etc (Intagri, 2019).

2.1.11.4. Polillas de las crucíferas (*Plutella xylostella L.*)

Se trata de un microlepidóptero, cuyo daño es realizado por sus larvas que dejan las hojas totalmente cribadas. El tratamiento se efectuará cuando se observen las orugas recién eclosionadas con *Bacillus thuringiensis*. 0,25-0,5 kg/ha (Webb, 2019).

2.1.12. Enfermedades

Las principales enfermedades del brócoli son:

2.1.12.1. Mancha angular (*Xanthomonas campestris*)

Es la enfermedad bacteriana más severa que afecta este cultivo. Puede penetrar por aperturas naturales de la planta o raíces, y/o por heridas causadas por daño mecánico. Los síntomas pueden aparecer en cualquier etapa del desarrollo de las cabezas de repollo. Si la infección ocurre en etapa de plántulas estas se amarillan y eventualmente mueren. Estos síntomas de amarillamiento pueden confundirse con deficiencia nutricional. Ocasionalmente se podrían observar en los cotiledones manchas negras y ennegrecimiento de las venas. En plantas adultas, las lesiones comienzan típicamente con marchitamiento en el margen de las hojas externas seguido de amarillamiento. A medida que progresa la enfermedad, la lesión amarilla se extiende del borde de la hoja hacia la vena central en forma de "V". Las venas en el área afectada se van ennegreciendo, dando la apariencia de una redecilla negra, y con el tiempo el tejido de la hoja se torna color marrón y muere. El ennegrecimiento de las venas es un síntoma que siempre está presente en esta enfermedad (Agroware, 2021).

- **Manejo de la enfermedad**

Utilice semilla certificada libre de la enfermedad. Se recomienda usar prácticas culturales como la rotación de cultivos (por al menos tres años con cultivos que no sean Brassicas), el uso de riego por goteo, sembrar en bancos y en suelos con buen drenaje. Incorpore los residuos de las plantas tan pronto termine la cosecha para acelerar su descomposición y elimine las malezas hospederas (Márquez, E. 2021).

2.1.12.2. Alternaria (*Alternaria brassicae*)

Los primeros síntomas de la enfermedad aparecen en hojas senescentes y tallos. Se presentan como pequeñas manchas circulares de color amarillento y con apariencia acuosa en ocasiones. También es típico encontrar anillos concéntricos en los que se alternan tonalidades más oscuras con tonalidades más claras. Conforme avanza la enfermedad, las hojas se tornan de color marrón oscuro y aparece un halo alrededor de la lesión. En este momento, el tejido vegetal afectado se desprende de la hoja, quedando únicamente la perforación. Si la humedad relativa es elevada, pueden observarse en la parte central de la lesión pequeños puntos de color negro que se corresponden con las esporas del hongo patógeno. Para esta enfermedad se recomienda las siguientes prácticas:

- Rotación de cultivos, con la incorporación de especies no pertenecientes a la familia Brassicas ya que son hospederos y la enfermedad seguirá presente en la explotación. Se recomienda que durante 2-3 campañas, no haya cultivo de crucíferas en la parcela.
- Favorecer una correcta ventilación de las plantas para evitar la presencia de agua libre sobre las mismas. Para ello, es necesario conocer la dirección de los vientos dominantes en la zona de cultivo y determinar la correcta orientación de las filas, así como utilizar marcos de plantación adecuados para evitar el hacinamiento de las plantas.

- Eliminación de malas hierbas, principalmente de aquellas pertenecientes a la familia *Brassicaceae* para reducir la cantidad de inóculo, ya que pueden funcionar como hospederos alternativos de estos hongos.
- Realización de tratamientos fungicidas foliares para combatir la enfermedad una vez presente, así como también pueden realizarse de modo racional como método preventivo junto con el resto de prácticas comentadas (Infoagro, 2019).

2.1.12.3. Podredumbre blanda (*Sclerotinia sclerotiorum*)

Los síntomas aparecen primero como manchas empapadas de agua sobre las hojas superiores o inferiores del repollo. Estas manchas se alargan, los tejidos infectados se vuelven blandos y las hojas externas comienzan a marchitarse. A medida que la enfermedad progresa se hace evidente un crecimiento de moho blanco algodonoso sobre las hojas. Finalmente, la cabeza del repollo se recubre con el moho algodonoso seguido de un desarrollo de esclerocios en la cabeza (Borrego, M. 2020).

El manejo del moho blanco supone una gestión complicada a nivel mundial, es inconsistente y cara debido a la presencia de un amplio rango de huéspedes y a la supervivencia de los propágulos del hongo. Como métodos culturales se usan la rotación de cultivos y una labranza mínima de la tierra. Aunque, se hallan disponibles varios fungicidas para su uso en campo, su eficacia depende fuertemente del tiempo de aplicación, el desarrollo de la planta, y las condiciones ambientales (Rodríguez, V. 2019).

2.1.12.4. Mancha bacteriana (*Pseudomonas syringae*)

Esta enfermedad considerada como devastadora para los productores una vez establecida, es más dañina en climas húmedos y en situaciones donde la humedad que se acumula en el exterior de las plantas no se seca por completo. Este es un problema común cuando se usa el riego por aspersión en los cultivos. La prevención en las brasicáceas empieza con la semilla. Todos los expertos recomiendan comprar semillas de alta calidad. El control de malezas es otro paso

importante en la protección de estos cultivos, ya que la enfermedad también puede afectar a las malezas de la familia de las brasicáceas. Los procedimientos de manejo integrado de plagas son el mejor método que tienen los productores para evitar esta enfermedad (McGrath, M. 2021).

2.1.12.5. Mildiu (*Peronospora parasitica*)

La enfermedad se presenta en el envés de hojas jóvenes, donde es posible observar manchas negras, mientras que en el haz de la hoja son visibles manchas irregulares del mismo color o amarillentas. En hojas viejas, las lesiones crecen rápidamente y puede haber coalescencia, lo cual termina en manchas grandes hundidas y de color papel. Cuando las hojas están húmedas en el envés se produce un crecimiento algodonoso de color blanco grisáceo.

- **Recomendaciones**

Realizar un análisis físico del suelo para determinar la capacidad de éste para conservar humedad que favorezca la proliferación de hongos. Realizar análisis foliares con el fin de conocer el estatus nutrimental de la planta y evitar confusiones con alguna deficiencia. Periódicamente realizar recorridos por las parcelas y revisar el estado físico de las plantas (Fertilab, 2020).

2.1.12.6. Hernia de las crucíferas (*Plasmodiophora brassicae*)

Esta enfermedad ataca a las raíces que se ven afectadas de grandes abultamientos o protuberancias. Las plantas con hernias casi siempre se quedan pequeñas y sus hojas se vuelven marchitas y amarillas. Las hojas que están más cerca del suelo se caen (defoliación). A veces las plantas enfermas no presentan alteraciones en las hojas, pero al sacarlas del suelo en sus raíces se ven pequeñas hernias.

- **Control**

Rotación de cultivos de al menos 4 años. Evitar el movimiento de suelo de un área infectada a otra. Desinfección de suelos. Enmendar pH del suelo. Suelos con buen drenaje. Eliminación de malezas crucíferas cercanas a la plantación (MAG, 2019).

2.1.13. Fisiopatías

2.1.13.1. Heladas y bajas temperaturas

Los cultivos de ciclo más largo son en general más resistentes a las bajas temperaturas que los de ciclo más corto. Las inflorescencias más jóvenes son más sensibles al congelamiento o daño por heladas. La inflorescencia se congela por debajo de 1, 1° C bajo cero, causando necrosis en las inflorescencias de la pella (Baron, C. 2021).

2.1.13.2. Aparición de hojas bracteiformes

En brócoli la aparición de hojas bracteiformes en las inflorescencias es debido a temperaturas excesivamente elevadas al inicio de la formación de la pella o cabeza.

2.1.13.3. Formación prematura de cogollos preflorales

Este accidente suele producirse cuando se inicia la formación del cogollo prefloral antes de que la planta haya alcanzado un desarrollo vegetativo normal. El sistema más eficaz de combatir este desorden es con la adecuación de cada cultivar a un determinado programa de siembra (López, J. 2019).

2.1.13.4. Deformaciones en las inflorescencias

Son muy frecuentes en brócoli, aparecen las pellas irregularmente onduladas o bien abriendo excesivamente algunos brotes florales. La causa de estas deformaciones parece ser el exceso de calor durante la formación de las inflorescencias.

En general los cultivares precoces suelen verse menos afectados por todo tipo de alteraciones morfológicas que los cultivares semitardíos o tardíos (Baron, C. 2021).

2.1.13.5. Decoloraciones de las inflorescencias

En brócoli puede ser bastante frecuente la aparición sobre las inflorescencias de amarillamiento debido a sobre maduración, deshidratación y/o una deficiente conservación frigorífica.

2.1.13.6. Granos marrones

Fisiopatía muy frecuente en producciones en el que se registran elevaciones fuertes y súbitas de temperatura, sobre determinados cultivares. Consiste en la aparición de botones florales de color marrón que posteriormente pueden llegar a desprenderse de la inflorescencia y que deprecian la calidad comercial del producto.

En términos generales un estadio más avanzado de madurez de las inflorescencias y también pueden predisponer hacia una mayor incidencia de granos marrones (Infoagro, 2019).

2.1.14. Cosecha

La cosecha debe realizarse cuando las inflorescencias presentan su tamaño máximo, pero aún permanecen compactas y no inician la apertura de las flores. El tamaño de las pellas es variable, de unos pocos gramos a más de un kilo según el cultivo. La cosecha se realiza con cuchillo, con pedúnculo más o menos largo, según el mercado destino y la variedad. El brócoli de buena calidad debe tener las inflorescencias cerradas, pella compacta (firme a la presión de la mano), de color verde, y el tallo bien cortado y de la longitud requerida. La mayoría de los cultivares requieren varias pasadas, cada día y medio o 3 días, para poder cosechar todas las inflorescencias (Zamora, E. 2020).

La floración es una fase bastante inmediata al momento de cosecha (más rápida que en la coliflor), por lo cual en plena recolección de brócoli es frecuente observar alguna flor abierta, es muy común verlo cuando no se cosecha con la frecuencia adecuada, o con temperaturas elevadas.

El rendimiento varía según la variedad, la época del año y las condiciones productivas, pero pueden estimarse rendimientos normales entre 15.000 y 35.000 kg/ha (Wikifarmer, 2020).

2.1.15. Postcosecha

Tras la cosecha, las condiciones de almacenamiento son las que van a definir la vida útil del brócoli. Entre los métodos para conservar productos frescos, la refrigeración es el más indicado, ya que, en el caso del brócoli, ralentiza la velocidad de respiración de las inflorescencias y la posible producción de etileno (Díaz, 2019).

Se requiere una temperatura de 0 °C y una humedad relativa superior al 95 % para que la vida útil alcance los 28 días. Si se almacena a 5 °C, se reduce a la mitad, mientras que a 10 °C solo llega a los cinco días (López, J. 2019).

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. UBICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LA INVESTIGACIÓN

- **Localización de la investigación**

Esta investigación se realizó en la provincia Bolívar, cantón Guaranda, parroquia Veintimilla, sector Vinchoa.

- **Situación geográfica y edafoclimática**

Descripción	Valor
Altitud	2725 msnm
Latitud	01°36´ S
Longitud	78°59´W
Temperatura máxima	21°C
Temperatura mínima	5°C
Temperatura media anual	14°C
Precipitación media anual	1100 mm
Heliofanía media anual	900 hora/luz/año
Humedad relativa media	70%

Fuente: (INAMHI, 2022).

- **Zona de Vida**

De acuerdo con las zonas de vida de L. Holdridge, Vinchoa se encuentra ubicado en el Bosque Seco Montano Bajo (bs-MB) (Holdridge, 1979).

3.2.METODOLOGÍA

3.2.1. Material experimental

El material experimental utilizado para esta investigación fueron las plántulas de los tres híbridos en estudio:

- Avenger
- Zafiro
- Maracaibo

Fertilizantes químicos:

- 10-30-10.
- 18-46-00.
- 15-15-15.
- YaraMila COMPLEX.

3.2.2. Factores en estudio

Factor A: Híbridos de brócoli

- A1: Avenger
- A2: Zafiro
- A3: Maracaibo

Factor B: Fertilizantes químicos

- B1:10-30-10
- B2: 18-46-00
- B3: 15-15-15
- B4: YaraMila COMPLEX
- B5: Sin fertilización

3.2.3. Tratamientos

No Tratamiento	Código	Descripción
T1	A1B1	Avenger-10-30-10
T2	A1B2	Avenger-18-46-00
T3	A1B3	Avenger-15-15-15
T4	A1B4	Avenger-YaraMila COMPLEX
T5	A1B5	Avenger-Testigo
T6	A2B1	Zafiro-10-30-10
T7	A2B2	Zafiro-18-46-00
T8	A2B3	Zafiro-15-15-15
T9	A2B4	Zafiro-YaraMila COMPLEX
T10	A2B5	Zafiro-Testigo
T11	A3B1	Maracaibo-10-30-10
T12	A3B2	Maracaibo-18-46-00
T13	A3B3	Maracaibo-15-15-15
T14	A3B4	Maracaibo-YaraMila COMPLEX
T15	A3B5	Maracaibo-Testigo

3.2.4. Tipo de Diseño experimental

Se utilizó el diseño de bloques completos al azar DBCA, en arreglo factorial 3x5x3.

- Análisis de varianza (ADEVA) según el siguiente detalle:

Fuentes de variación	Grados de libertad	C M E *
Bloques (r-1)	2	/2e + 15/2 bloques
Factor A (a-1)	2	/2e + 15 02 A
Factor B (b-1)	4	/2e+ 9 02 B
AxB (a-1) (b-1)	8	/2e + 3 02 AXB
Error (axb-1) (r-1)	28	/2e
Total (axbxr)-1	44	

3.2.5. Manejo del experimento en campo

Para la implementación del experimento se realizaron las siguientes actividades:

- **Toma de muestras del suelo**

Un mes antes de realizar el trasplante de las plántulas, se extrajo 10 submuestras del suelo a una profundidad de 0-30 cm, utilizando el método de zigzag, seguidamente se homogenizó las muestras, se pesó 1 kilogramo y posteriormente se envió las muestras al laboratorio de suelos.

- **Preparación del suelo**

La preparación del suelo y las labores culturales se realizó un mes antes de la siembra de las plántulas. Como se practica una agricultura convencional en la zona se realizó un arado y luego su respectivo pase de dos rastras con un tractor.

- **Delimitación y surcado**

La distribución de las repeticiones y los tratamientos se realizó según el croquis de DBCA, en arreglos factoriales establecidos para este proyecto. Para trazar las parcelas y caminos se utilizó estacas y piolas. Los surcos se realizaron manualmente con la ayuda de un azadón.

- **Desinfección del suelo**

Esta actividad se realizó 5 días antes del trasplante para prevenir el ataque de enfermedades. Se aplicó cal agrícola con una dosis de 2,5 toneladas por ha.

- **Trasplante**

El trasplante se lo hizo de forma manual en hileras con una distancia de 70 cm entre hileras y con una distancia de 40 cm entre plantas. En cada tratamiento se sembraron 40 plantas, la distancia entre tratamientos de fueron de 1 m. Se utilizaron plántulas de 3 a 4 hojas verdaderas, vigorosas, libres de plagas y enfermedades.

- **Fertilización química**

La fertilización química se aplicó a los 30 y 60 días a partir del día del trasplante de una forma localizada. Posteriormente se lo tapó con la finalidad de evitar la volatilización. Se aplicaron los siguientes fertilizantes: 10-30-10; 18-46-0; 15-15-15 y YaraMila COMPLEX con las siguientes dosis por planta.

Fertilizante	Gramos/Planta
10-30-10	3,9
18-46-00	2,5
15-15-15	5,8
YaraMila COMPLEX	3,6

- **Riego**

El riego se aplicó de acuerdo con las condiciones climáticas del lugar en estudio y según el requerimiento hídrico del cultivo con una frecuencia de riego de 3 veces por semana.

- **Control de plagas y enfermedades**

Trozador (*Agrotis sp*)

En el control fitosanitario se aplicó Kañon (Clorpirifos + Cipermetrina) en una dosis de 200ml/ha. Se hicieron dos aplicaciones a los 8 días y 20 días después del trasplante.

Pulgones (*Macrosiphum rosae*)

Para el control de este insecto plaga se aplicó Imidacloprid que es un insecticida sistémico y de contacto con una dosis de 200ml/ha. Se hicieron dos aplicaciones a los 30 y 60 días lo recomendado en brócoli dos aplicaciones por ciclo de cultivo.

Alternaria (*Alternaria brassicae*)

Para esta enfermedad se aplicó un fungicida y bactericida que es preventivo y curativo Phyton (sulfato de cobre monohidratado) con una dosis de 1L/ha. Se repitió la aplicación cada vez que fue necesario.

- **Control de malezas**

Esta actividad se realizó manualmente con la ayuda de un azadón cada vez, que había presencia de malezas en el cultivo.

- **Aporque**

Se realizó a los 60 días después del trasplante, esto se desarrolló para anclar a la planta, dar soltura y aireación al suelo para un buen desarrollo de las raíces.

- **Cosecha**

Se realizó manualmente con el uso de un cuchillo o una hoz, cuando el cultivo estaba en la etapa de madurez comercial.

- **Postcosecha**

Esta actividad se realizó clasificando las pellas por su tamaño, según la siguiente escala:

- ✓ Pequeño
- ✓ Mediano
- ✓ Grande

3.2.6. Métodos de evaluación (variables respuesta)

- **Porcentaje de prendimiento (PP)**

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

- **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.

- **Incidencia de plagas y enfermedades (IPE)**

Esta variable se tomó en la cosecha de la planta mediante la siguiente fórmula:

$$IPE = \frac{PI \times 100}{PA}$$

Dónde:

IPE: % incidencia. PA: Plantas analizadas. Pi: Plantas afectadas.

Escala:

10% a 30% Baja incidencia

40% a 60% Mediana incidencia

70% a 100% Alta incidencia (CIMMYT, 2019).

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

Esta variable se la realizó seleccionando 10 plantas al azar de cada parcela, al momento de la cosecha y con la ayuda de flexómetro se midió desde la base del tallo hasta la parte apical de la planta y su medida fue expresada en cm.

- **Número de hojas por planta (NHP)**

Variable que fue evaluada contabilizando el número de hojas, en 10 plantas seleccionadas al azar de cada tratamiento al momento de la cosecha.

- **Diámetro del tallo (DT)**

Con un calibrador vernier, se midió el diámetro de tallo en cm, efectuando la medida a nivel medio del mismo, de 10 plantas tomadas al azar de cada

tratamiento. Las lecturas se tomaron al momento de la cosecha y fue expresado en cm.

- **Días a la cosecha (DC)**

Se contabilizó los días transcurridos desde el trasplante hasta que el cultivo alcanzó la madurez comercial en cada uno de los tratamientos evaluados.

- **Número de pellas cosechadas (NPC)**

En el momento de la cosecha se contó el total de pellas cosechadas por unidad experimental. Después se procedió a clasificar las pellas por categorías; grande, mediano y pequeño para su comercialización.

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

Con la ayuda de un calibrador de vernier, se midió el diámetro ecuatorial de la pella (inflorescencia), de 10 plantas tomadas al azar de la parcela neta. La medición se hizo al momento de la cosecha y sus resultados se expresaron en cm.

- **Número de corimbos por pella (NCP)**

Variable que se evaluó tomando 10 pellas al azar de cada uno de los tratamientos y se contabilizó el número de corimbos y se calculó el promedio por tratamiento.

- **Peso kg por parcela (PKP)**

Con la ayuda de una balanza digital se procedió a pesar todas las pellas cosechadas de cada uno de los tratamientos y sus valores fueron expresados en kg/parcela.

- **Rendimiento kg/ha (Rto Kg/ha)**

El rendimiento en kg/ha se calculó mediante la siguiente fórmula matemática:

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

Donde:

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

3.2.7. Análisis de datos

- Prueba de Tukey al 5% para comparar promedios del factor A, factor B e interacción de los factores A x B.
- Análisis de correlación y regresión lineal simple.
- Análisis de la relación beneficio costo.

CAPÍTULO IV

4.1. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.1. Variables agronómicas para el factor A (Híbridos de brócoli)

Tabla N° 1

Resultados promedios de la prueba de Tukey al 5% en el Factor A (Híbridos de brócoli) en las variables: Porcentaje de prendimiento (PP); Altura de la planta (AP); Número de hojas por planta (NHP); Diámetro del tallo (DT); Días a la formación de la pella (DFP); Diámetro ecuatorial de la pella (DEP); Número de corimbos por pella (NCP); Días a la cosecha (DC); Número de pellas cosechadas (NPC); Peso kg/Parcela (PKP); Rendimiento Kg/Ha (Rto kg/ha). Vinchoa 2022.

Variables	A1	Rango	A2	Rango	A3	Rango	MG	CV
PP(NS)	97,33	A	97	A	95,5	A	96,61 %	2,66%
AP (*)	28,69	A	30,65	B	28,39	A	29,24 cm	5,84%
NHP (NS)	17	A	16	A	15	A	16 hojas	14,04%
DT (NS)	3,93	A	3,93	A	4,67	A	4,18 cm	12,35%
DFP (**)	77	B	74	A	79	C	77 días	3,52%
DEP(NS)	12,01	A	12,29	A	12,24	A	12,18 cm	6,60%
NCP(NS)	14	A	14	A	14	A	14 corimbos	4,79%
DC (*)	92	A	93	A	99	B	95 días	4,23%
NPC (NS)	38	A	38	A	38	A	38 pellas	1,24%
IPE (NS)	100	A	100	A	100	A	100%	1%
PKP (*)	18,48	A	18,32	A	15,35	B	17,38 kg/parcela	16,12%
Rto kg/ha (*)	23576,5	B	23363,9	B	19573,1	A	22171,2 kg/ha	13,12%

*=Significativo **=Altamente significativo NS=No significativo

CV= Coeficiente de variación (%) MG= Media general

Promedios con letras diferentes es estadísticamente diferente

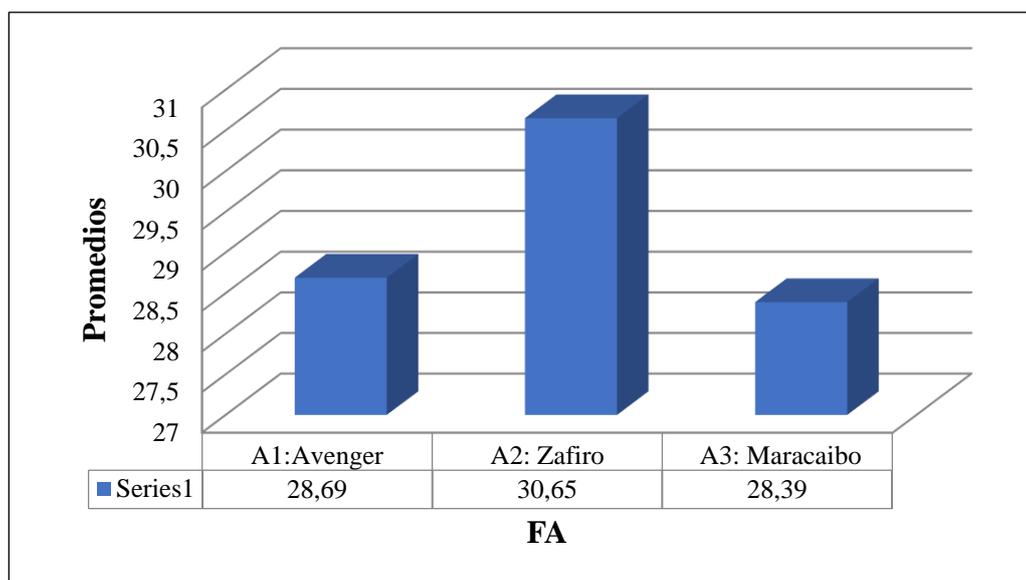
Factor A (Híbridos de brócoli)

La respuesta de los híbridos de brócoli, en relación a la variable: DFP presentó diferencias estadísticas altamente significativas (**), mientras que para las variables; AP, DC, PKP y Rto kg/ha fue diferente (*) (Tabla N° 1).

Sin embargo, las variables; PP, NHP, DT, DEP, NCP, IPE y NPC fueron estadísticamente similares (NS) (Tabla N° 1). Estos resultados permiten inferir que los componentes agronómicos son características de cada uno de los híbridos que no depende de su interacción genotipo ambiente.

Figura N° 1

Promedios de la variable Altura de la Planta en tres Híbridos de brócoli. Vinchoa 2022.



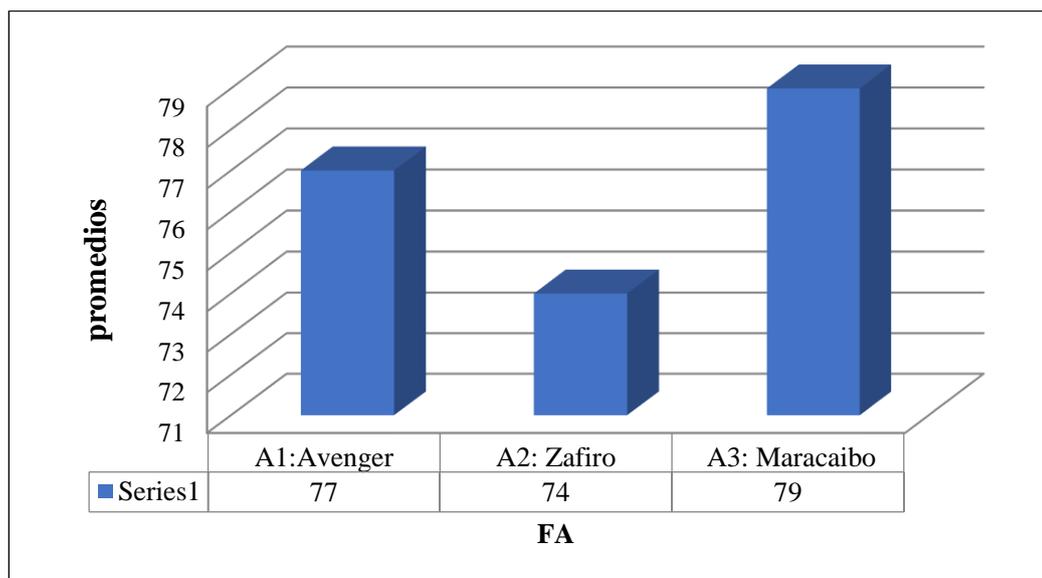
La variable Altura de planta (AP) registró una media general de 29,24 cm y un coeficiente de variación de 5,84 %. El mayor promedio de altura se registró en el híbrido A2: Zafiro con 30,65 cm, mientras que A3: Maracaibo registró el menor promedio de altura con 28,39 cm (Tabla N° 1 y figura N° 1).

La interacción genotipo ambiente influyeron en las características de las plantas, las condiciones climáticas de esta zona agroecológica fueron favorables para el buen desarrollo del híbrido Zafiro, Vinchoa tiene un suelo franco arenoso por ello el híbrido Maracaibo y Avenger no presentaron un buen desarrollo morfológico.

Sin embargo, los resultados registrados en esta investigación son iguales a los datos presentados por (Mora & Chongo, 2022) donde se expone que el híbrido Maracaibo no presentan buen desarrollo en suelos franco arenoso.

Figura N° 2

Promedios de la variable Días a la formación de la pella en tres Híbridos de brócoli. Vinchoa 2022.



La respuesta de los híbridos de brócoli en cuanto a la variable Días a la formación de la pella (DFP), fue muy diferente (**) según el análisis de varianza, registrando una media general de 77 días y un coeficiente de variación de 3,52 %. El híbrido más precoz fue A2: Zafiro con 74 días y el más tardío A3: Maracaibo con 79 días (Tabla N° 1 y figura N° 2).

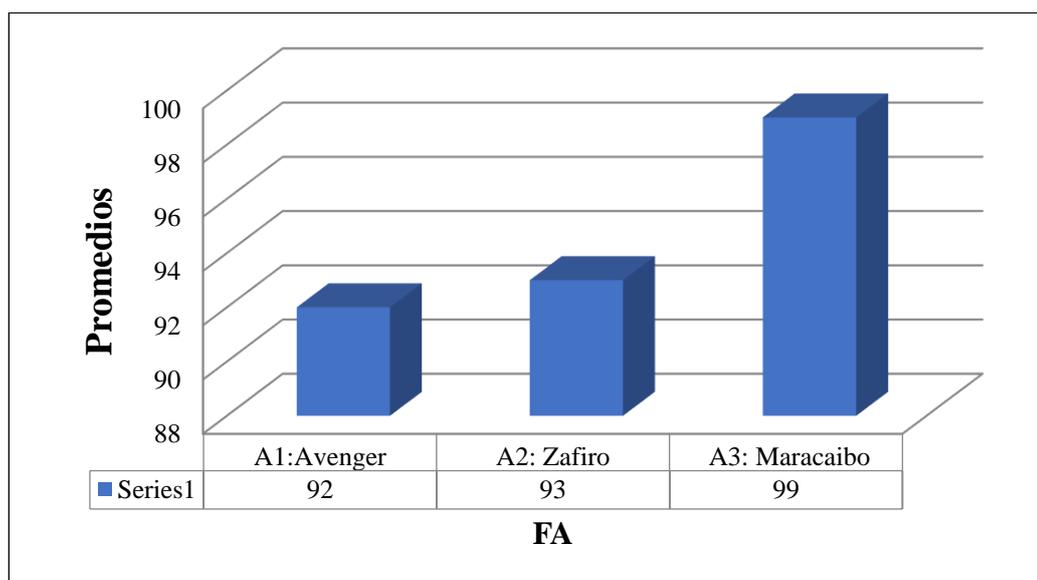
Estos resultados permiten inferir que hubo una influencia de interacción del genotipo-ambiente, sobre cada uno de los híbridos.

Además (López, J. 2019) menciona que las condiciones medioambientales de temperatura, humedad, tipo de suelo y altura, influyen en el proceso de formación de la pella.

Por lo tanto, al comparar los resultados de la presente investigación con la investigación realizada por Chimbolema y Agualongo en la localidad de Tagma en el año 2018, se pudo mencionar que el componente agronómico DFP en el híbrido Avenger fue diferente, es decir que en la localidad Tagma fue más tardío con 90 días mientras que en Vinchoa resulto ser más precoz con 77 días.

Figura N° 3

Promedios de la variable Días a la cosecha en tres Híbridos de brócoli. Vinchoa 2022.



Para la variable Días a la cosecha (DC) se registró una media general de 95 días y un coeficiente de variación de 4,23 %. Los híbridos más precoces fueron A1: Avenger con 92 días y A2: Zafiro con 93 días, mientras que el más tardío fue A3: Maracaibo con 99 días (Tabla N° 1 y figura N° 3).

La ficha técnica mencionó que el ciclo de cultivo del híbrido Avenger es de 105 días, de Zafiro y Maracaibo 95 días. Sin embargo, en esta investigación el ciclo de cultivo de los híbridos en estudio varía, Avenger con -13 días y Maracaibo con

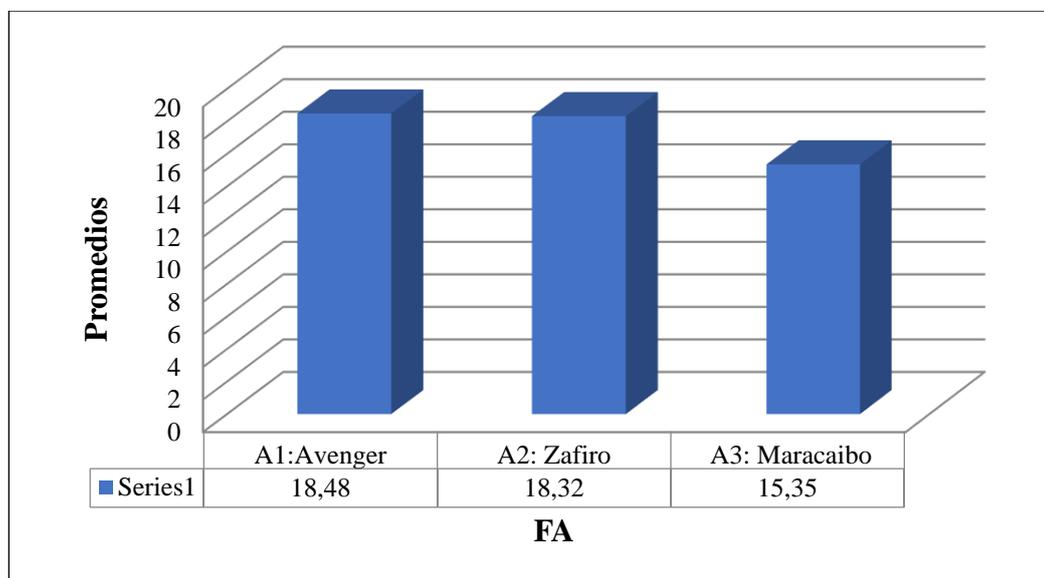
4 días más de su ciclo de cultivo, concluyendo que las condiciones ambientales y el tipo de suelo influyen en este componente agronómico. Además, teniendo en cuenta que el brócoli tiende a empellar más rápido en temperaturas altas lo cual corrobora con la fecha de siembra de esta investigación la cual se la realizo en épocas de temperaturas más elevadas.

Sin embargo (Borrego, M. 2017) menciona que el ciclo de cultivo es un atributo varietal y depende de su interacción genotipo ambiente, siendo determinante la altitud, temperatura, calor, horas luz, cantidad y distribución de la precipitación, humedad relativa y el manejo agronómico especialmente en relación a la nutrición y sanidad del cultivo.

Los datos obtenidos en esta investigación en relación a la variable DC para el híbrido Avenger es igual a los reportado por Mora y Chongo 2022.

Figura N° 4

Promedios de la variable peso kg/parcela en tres Híbridos de brócoli. Vinchoa 2022.



La respuesta de los híbridos de brócoli en cuanto a la variable peso kg por parcela (PKP) registró una media general de 17,38 kg/parcela y un coeficiente de variación de 16,12 %. El híbrido que registró el mayor promedio del peso en

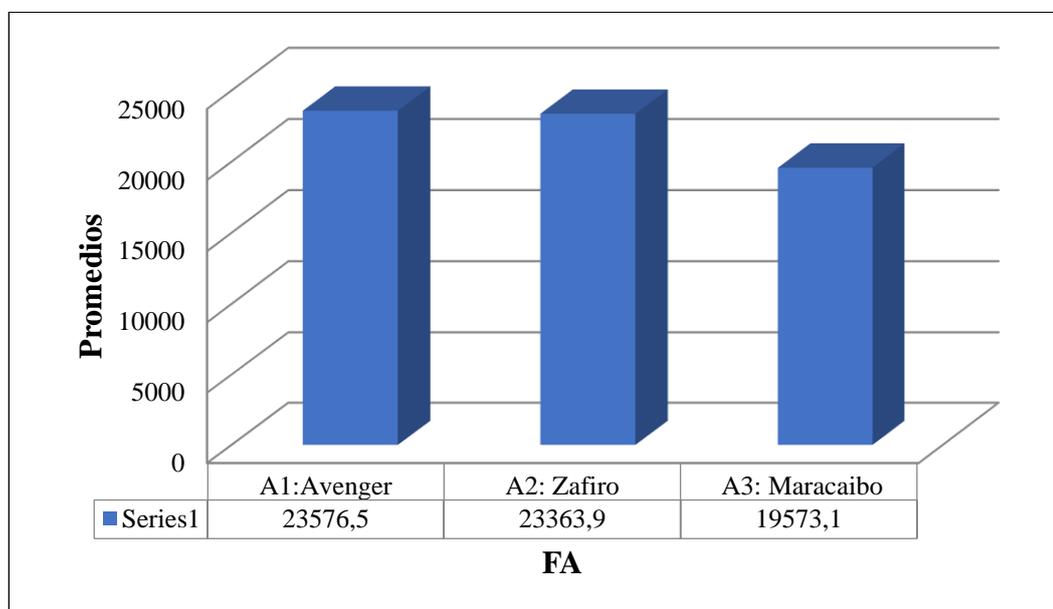
kg/parcela fue A1: Avenger con 18,48 kg/parcela; sin embargo, el menor promedio del peso en kg/parcela se registró en el A3: Maracaibo con 15,35 kg/parcela (Tabla N° 1 y figura N° 4).

El peso de cada pella depende de él híbrido y las condiciones de crecimiento y en particular de la cantidad y calidad de luz solar y de temperatura. Además (InfoAgro, 2015) menciona, otros factores determinantes que inciden en la reducción del peso de la pella como: sanidad de las plantas, nutrición, eficiencia de la tasa de fotosíntesis, índice de área foliar, vientos, evapotranspiración, tasa de respiración, temperaturas muy bajas y muy altas, estrés por sequía.

Sin embargo, los resultados registrados en esta investigación se corroboran con los datos presentados por (Mora & Chongo, 2022) que el híbrido Maracaibo es exigente en cuanto a condiciones agroecológicas y tipo de suelo.

Figura N° 5

Promedios de la variable Rendimiento en kg/ha en tres Híbridos de brócoli. Vinchoa 2022.



El Rendimiento en kg/ha (Rto kg/ha) registró una media general de 22171,2 kg/ha y un coeficiente de variación de 13,12%. El mayor rendimiento en kg/ha registró

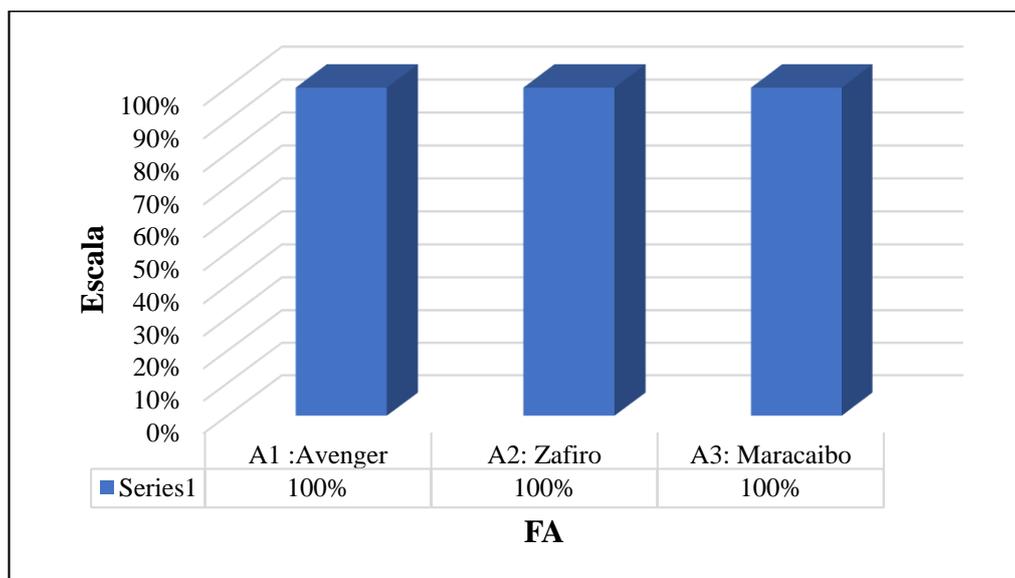
el híbrido A1: Avenger con 23576,5 kg/ha, seguido del A2: Zafiro con 23363,9 kg/ha, mientras que el A3: Maracaibo registró el menor promedio con 19573,1 kg/ha (Tabla N° 1 y figura N°5). Este atributo de cada híbrido dependió del manejo agronómico en relación a la nutrición y sanidad del cultivo.

(Jerez, D. 2022), manifiesta que Avenger es el híbrido favorito de los productores. Esto se debe a que tiene diferentes características que lo hacen único. Su vigoroso sistema de raíces garantiza una alta productividad y un excelente rendimiento en el campo.

Por lo tanto, al comparar los resultados de la presente investigación con la investigación realizada por Chimbolema y Agualongo 2018. Se logró determinar que para el híbrido Avenger, Vinchoa obtiene el mayor promedio de rendimiento con 23576,5 kg/ha mientras que Tagma registró un valor de 22361 kg/ha deduciendo que son valores muy diferentes.

Figura N° 6

Promedios de la variable Incidencia de Plagas y enfermedades en tres Híbridos de brócoli. Vinchoa 2022.



Para evaluar la incidencia de plagas y enfermedades, se aplicó la escala propuesta por (CIMMYT, 2019) la misma que indica un rango de incidencia que va de 10 %

a 30 % baja incidencia, 40 % a 60 % mediana incidencia y de 70% a 100% alta incidencia.

En esta investigación se evidenció que los híbridos en estudio registraron una alta incidencia de plagas (*Brevicoryne brassicae*) y enfermedades (*Alternaria brassicae*).

El cultivo de brócoli es una de las hortalizas con mayor susceptibilidad a enfermedades y plagas que atacan principalmente sus hojas, flores y raíces; las cuales se pueden presentar durante el crecimiento y desarrollo de la planta provocando pudriciones de raíz, malformaciones foliares y reducción del rendimiento (López, J. 2019).

Al comparar los resultados de esta investigación con los datos manifestados por (Sánchez, A. 2022) se deduce que la incidencia de plagas y enfermedades esta relacionado con los híbridos en estudio y las fuentes nutricionales utilizadas.

4.1.2. Variables agronómicas para el factor B (Fertilizantes químicos)

Tabla N° 2

Resultados promedios de la prueba de Tukey al 5% en el Factor B (Fertilizantes químicos) en las variables: Porcentaje de prendimiento (PP); Altura de la planta (AP); Número de hojas por planta (NHP); Diámetro del tallo (DT); Días a la formación de la pella (DFP); Diámetro ecuatorial de la pella (DEP); Número de corimbos por pella (NCP); Días a la cosecha (DC); Número de pellas cosechadas (NPC); Peso kg/Parcela (PKP); Rendimiento Kg/Ha (Rto kg/ha). Vinchoa 2022.

Variables	B1	Rango	B2	Rango	B3	Rango	B4	Rango	B5	Rango	MG
PP (NS)	97,5	A	95,83	A	96,94	A	96,39	A	96,39	A	96,61 %
AP (*)	29,39	A	29,69	A	29,6	A	29,71	A	27,82	B	29,24 cm
NHP (NS)	17	A	15	A	17	A	16	A	15	A	16 hojas
DT(NS)	3,92	A	5,27	A	3,98	A	4,04	A	3,68	A	4,18 cm
DFP (NS)	76	A	77	A	77	A	76	A	78	A	77 días
DEP (NS)	12,32	A	12,32	A	12,69	A	12,56	A	11,02	A	12,18 cm
NCP (NS)	14	A	14 corimbos								
DC (*)	94	A	95	A	94	A	95	A	98	B	95 días
NPC (NS)	38	A	38 pellas								
IPE (NS)	100	A	100%								
PKP (**)	16,77	B	15,51	B	21,03	C	22,08	C	11,53	A	17,38 kg/parcela
Rto kg/ha (*)	21388,8	B	19784,8	B	26818,2	C	28161,9	C	14702,3	A	22171,2 kg/ha

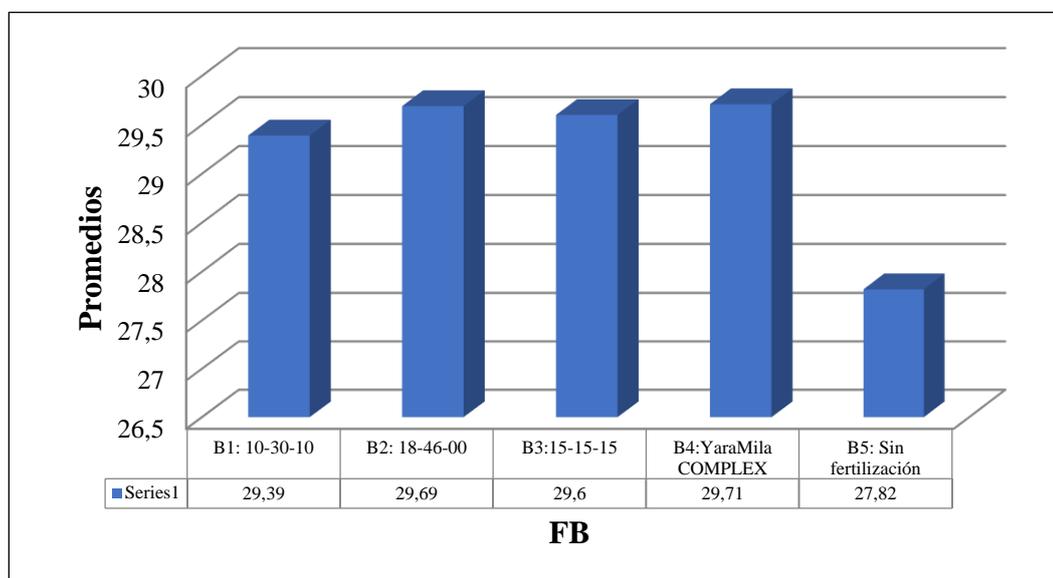
* = Significativo ** = Altamente significativo NS = No significativo MG = Media general

Factor B (Fertilizantes químicos)

La respuesta de la fertilización química, en relación a la variable Peso kg/parcela presentó diferencias estadísticas altamente significativas (**); mientras que para las variables; AP, DC Y Rto kg/ha fue diferente (*). Sin embargo, las variables; PP, NHP, DFP, DT, DEP, NCP, IPE y NPC no presentaron diferencias estadísticas significativas (NS) (Tabla N° 2).

Figura N° 7

Promedios de la variable Altura de la Planta como efecto de los fertilizantes químicos. Vinchoa 2022.

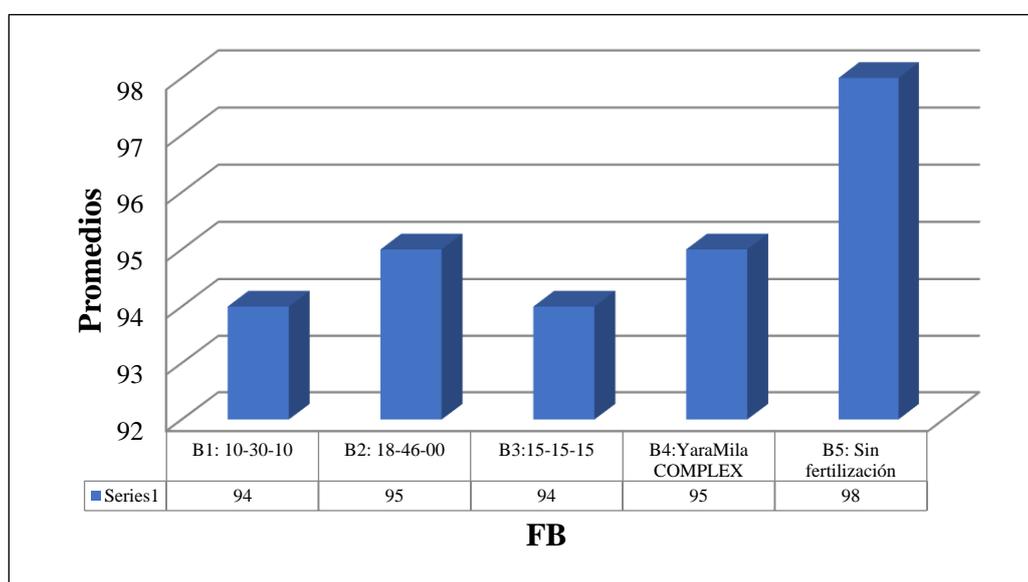


Al realizar la prueba de Tukey al 5% se determinaron diferencias estadísticas significativas (*) en cuanto a la variable AP, registrando una media general de 29,24 cm. El mayor promedio se registró con el fertilizante B4: YaraMila COMPLEX con 29,71 cm. El menor promedio correspondió al B5: Sin fertilización con 27,82 cm (Tabla N° 2 y figura N° 7). La diferencia estadística entre los promedios de esta variable se debe a la reacción de los fertilizantes y los beneficios que cada uno aportan a las plantas.

En esta investigación el fertilizante que respondió de manera favorable en el crecimiento de las plantas fue YaraMila COMPLEX, debido a que es un fertilizante prill químico complejo especial para aplicación edáfica, de fácil manejo. Sus micro y macronutrientes proporcionan a su cosecha una nutrición completa y equilibrada (Agripac, 2021).

Figura N° 8

Promedios de la variable Días a la cosecha como efecto de los fertilizantes químicos. Vinchoa 2022.

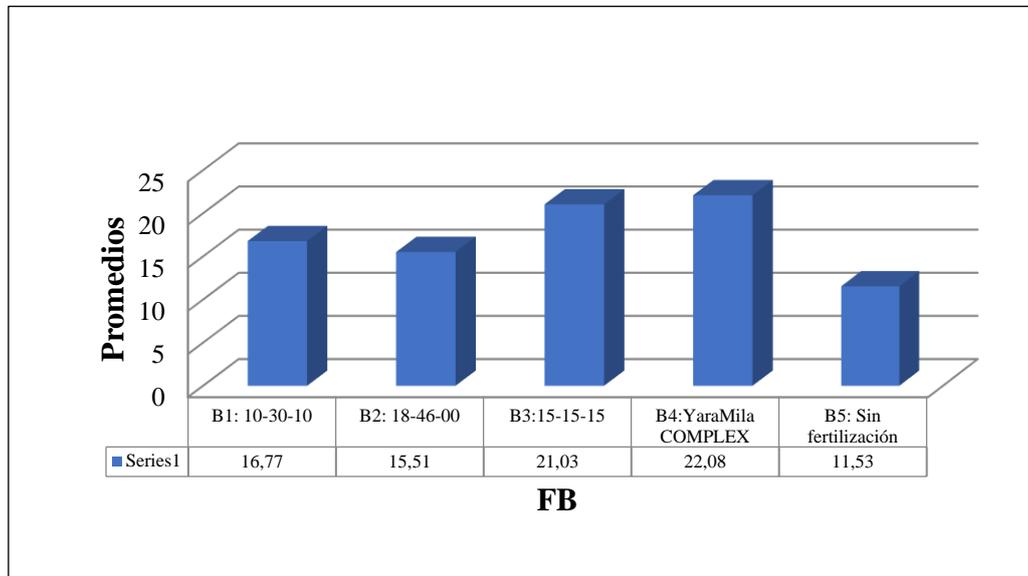


La variable Días a la cosecha (DC) registró una media general de 95 días y fue estadísticamente diferente (*). Los híbridos más precoces fueron los fertilizados con B1:10-30-10 y B3: 15-15-15 con 94 días y con respuesta consistente el más tardío fue el testigo B5: Sin fertilización con 98 días (Tabla N° 2 y figura N°8).

Lo que permitió deducir que el fertilizante 10-30-10 se ajusta a las necesidades nutricionales de diferentes cultivos, estimulando un rápido crecimiento de la planta y desarrollo precoz de las raíces, ayuda a la formación de flores y maduración de los frutos. Así como también el fertilizante 15-15-15 su alto contenido de nutrientes acelera el crecimiento de las plantas, proporcionándoles los elementos que estas necesitan para su normal desarrollo (Agripac, 2020).

Figura N° 9

Promedios de la variable peso kg/parcela como efecto de los fertilizantes químicos. Vinchoa 2022.



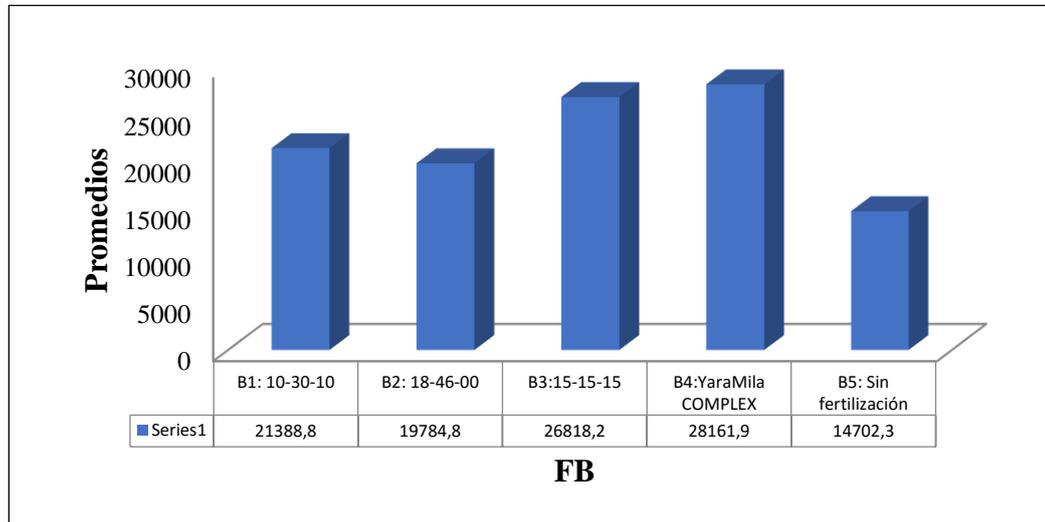
Al realizar la prueba de Tukey al 5% se determinaron diferencias estadísticas altamente significativas (**) en cuanto a la variable PKP, registrando una media general de 17,38 kg/parcela. El mayor promedio del peso en kg/parcela se registró con el fertilizante B4: YaraMila COMPLEX con 22,08 kg/parcela, El menor promedio correspondió al B5: Sin fertilización con 11,53 kg/parcela (Tabla N° 2 y figura N° 9).

El resultado obtenido en cuanto al fertilizante YaraMila COMPLEX es debido a su micro y macronutrientes están totalmente disponibles y asimilables lo que al ser absorbidos por las plantas mejora la calidad de las cosechas.

Además (López, J. 2019) menciona que el peso de la pella depende del híbrido y las condiciones de crecimiento del mismo.

Figura N° 10

Promedios de la variable Rendimiento kg/ha como efecto de los fertilizantes químicos. Vinchoa 2022.



El Rendimiento en kg/ha (Rto kg/ha) registró una media general de 22171,2 kg/ha y fue estadísticamente diferente (*). El mayor rendimiento en kg/ha registró el fertilizante B4: YaraMila COMPLEX con 28161,9 kg/ha, el menor rendimiento registró B5: Sin fertilización con 14702,3 kg/ha (Tabla N° 2 y figura N° 10).

Estos resultados permitieron inferir que el fertilizante YaraMila COMPLEX al ser un fertilizante completo con micro y macro nutrientes disponible para las plantas, aumenta el rendimiento de los cultivos. La demanda de nutrientes son un factor principal que permite precisar la dosis de fertilización para los cultivos, debido a que el exceso o déficit puede tener efectos negativos sobre la productividad (Escobar, E. 2021).

Sin embargo, los resultados obtenidos en esta investigación con el fertilizante YaraMila COMPLEX sería un elemento muy importante para futuras investigaciones debido a que actualmente no existen investigaciones con este fertilizante. Pero si existen investigaciones con el fertilizante 15-15-15 donde al comparar los promedios registrados en esta investigación con los datos presentados por Sánchez en el año 2022, se pudo deducir que esta investigación registra un mayor rendimiento en kg/ha.

4.1.3. Interacción de factores (AxB): Híbridos de brócoli por fertilización química

Tabla N° 3

*Resultados de la Prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de la interacción de FA*FB en las variables: Porcentaje de prendimiento (PP); Altura de la planta (AP); Número de hojas por planta (NHP), Diámetro del tallo (DT); Días a la formación de la pella (DFP); Diámetro ecuatorial de la pella (DEP); Número de corimbos por pella (NCP), Días a la cosecha (DC); Número de pellas cosechadas (NPC); Peso kg por parcela (PKP); Rendimiento Kg/ha (Rto kg/ha).*

Interacción de FA*FB Tratamientos	Variables											
	PP (NS)	AP (*)	NHP (NS)	DT (NS)	DFP (*)	DEP (NS)	NCP (NS)	DC (*)	NPC (NS)	IPE (NS)	PKP (**)	Rto kg/ha (*)
T1:A1B1	98,33	28,77	17	3,93	76	12,45	14	92	38	100	18,64	23779,7
	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	B	A
T2:A1B2	95	29,84	18	3,93	77	12,18	14	92	38	100	15,97	20366
	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
T3:A1B3	97,5	29,44	18	4	76	12,45	14	91	38	100	22,73	28996,3
	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	C	B
T4:A1B4	97,5	28,5	17	4,1	76	12,23	14	92	38	100	23,73	30263,7
	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	C	B
T5:A1B5	98,33	26,90	15	3,7	78	10,76	14	94	38	100	11,35	14477
	A	A	A	A	B	A	A	A	A	A	A	A
T6:A2B1	96,67	31,14	17	3,93	72	12,13	14	92	38	100	16,25	20722,7
	A	B	A	A	A	A	A	A	A	A	B	B
T7:A2B2	97,5	30,13	16	3,93	74	12,33	14	94	38	100	15,43	19681,3
	A	B	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
T8:A2B3	97,5	30,58	16	4	74	12,83	14	92	38	100	22,79	29069
	A	B	A	A	A	A	A	A	A	A	C	B
T9:A2B4	96,67	32,10	16	4,13	74	13,11	14	94	38	100	25,07	31977
	A	B	A	A	A	A	A	A	A	A	C	B
T10:A2B5	96,67	29,29	14	3,67	76	11,06	13	96	37	100	12,05	15369,7
	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
T11:A3B1	97,5	28,27	16	3,9	79	12,39	13	97	38	100	15,42	19664
	A	A	A	A	B	A	A	B	A	A	A	A
T12:A3B2	95	29,10	13	7,93	78	12,45	14	98	38	100	15,14	19307
	A	A	A	A	B	A	A	B	A	A	A	A
T13:A3B3	95,83	28,77	16	3,97	80	12,8	14	100	38	100	17,55	22389,3
	A	A	A	A	B	A	A	B	A	A	B	A
T14:A3B4	95	28,54	16	3,9	78	12,33	14	100	38	100	17,44	22245
	A	A	A	A	B	A	A	B	A	A	B	A
T15:A3B5	94,17	27,28	15	3,67	79	11,23	13	103	38	100	11,18	14260,3
	A	A	A	A	B	A	A	B	A	A	A	A
MG	96,61	29,24	16	4,18	77	12,18	14	95	38	100	17,38	22171,2
CV%	2,66%	5,84%	14,04%	12,35%	3,52%	6,60%	4,79%	4,23%	1,24%	1%	16,12%	13,12%

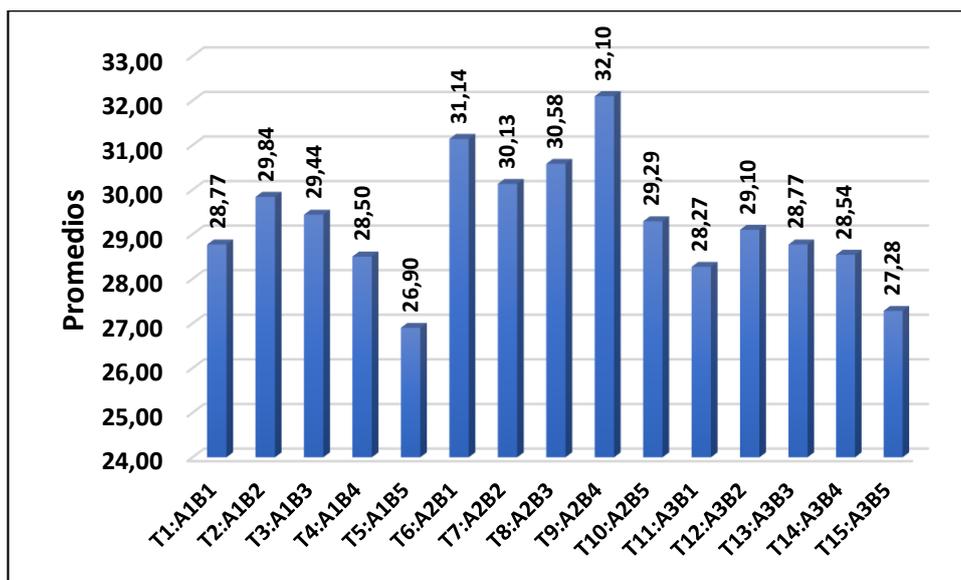
*=Significativo **=Altamente significativo NS=No significativo

La respuesta de la interacción de factores (AxB) híbridos de brócoli por fertilización química, en relación a las variables: AP, DC, PKP, DFP y Rto kg/ha fue diferente (Tabla N° 3 y figuras N° 11, 12,13, 14,15). Es decir, los híbridos de brócoli dependieron de la fertilización química y su interacción genotipo-ambiente.

Sin embargo, para los componentes; PP, NHP, DT, DEP, NCP, IPE y NPC fue estadísticamente similar (Tabla N° 3). Deduciendo que fueron factores independientes.

Figura N° 11

Resultados promedios de la variable Altura de planta (AP) en la interacción de factores Híbridos de brócoli por fertilización química (AxB). Vinchoa 2022.



Para Altura de planta (AP) el tratamiento que registró el mayor promedio de altura fue: A2B4 (Zafiro - YaraMila COMPLEX) con 32,10. Mientras que el menor promedio de altura registró el tratamiento A1B5 (Avenger-Testigo) con 26,90 cm (Figura N°11).

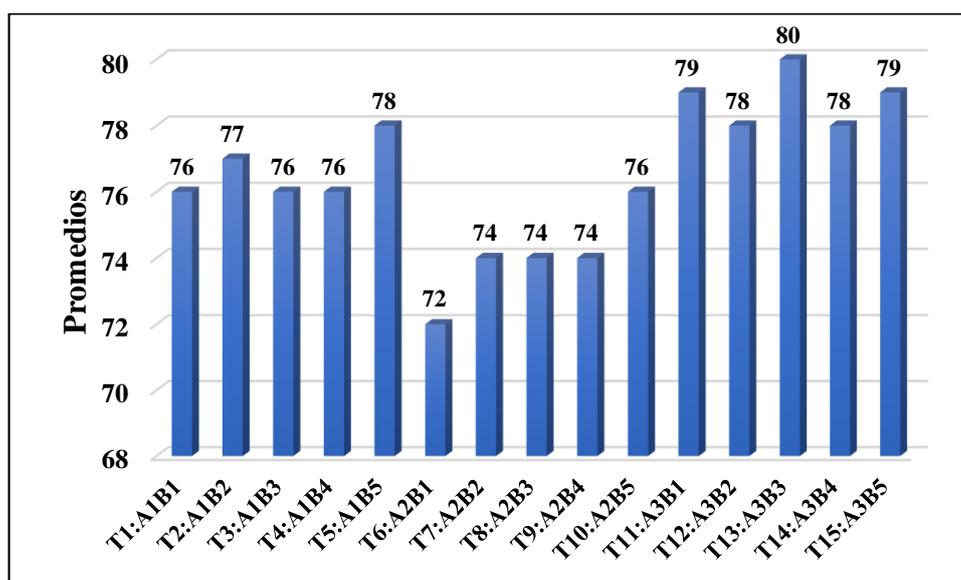
Los resultados obtenidos se deben a que el Híbrido Zafiro se adapta muy bien en suelos franco arenosos y que al recibir los nutrientes del fertilizante YaraMila COMPLEX, que aporta un contenido equilibrado de N (nitrógeno y amoniacal) se

desarrolló de manera favorable. Además, se deduce que la diferencia registrada, entre los tratamientos se debe a las fuentes nutricionales utilizadas, debido a que al ser aplicadas en las plantas cumplen diferentes funciones, también se debe tomar en cuenta las exigencias agroecológicas de los híbridos en estudio.

Corroborando lo mencionado por (Mora & Chongo, 2022) que el híbrido Maracaibo no se desarrollan bien en suelos franco arenosos, mientras que los híbridos Zafiro y Avenger se desarrollan de una mejor manera en el tipo de suelo mencionado.

Figura N° 12

Resultados promedios de la variable Días a la formación de la pella (DFP) en la interacción de factores Híbridos de brócoli por fertilización química (AxB). Vinchoa 2022.



En la variable Días a la formación de la pella (DFP) el tratamiento más precoz fue: A2B1 (Zafiro-10-30-10) con 72 días. Y el más tardío correspondió a tratamiento: A3B3 (Maracaibo-15-15-15) con 80 días (Figura N°12).

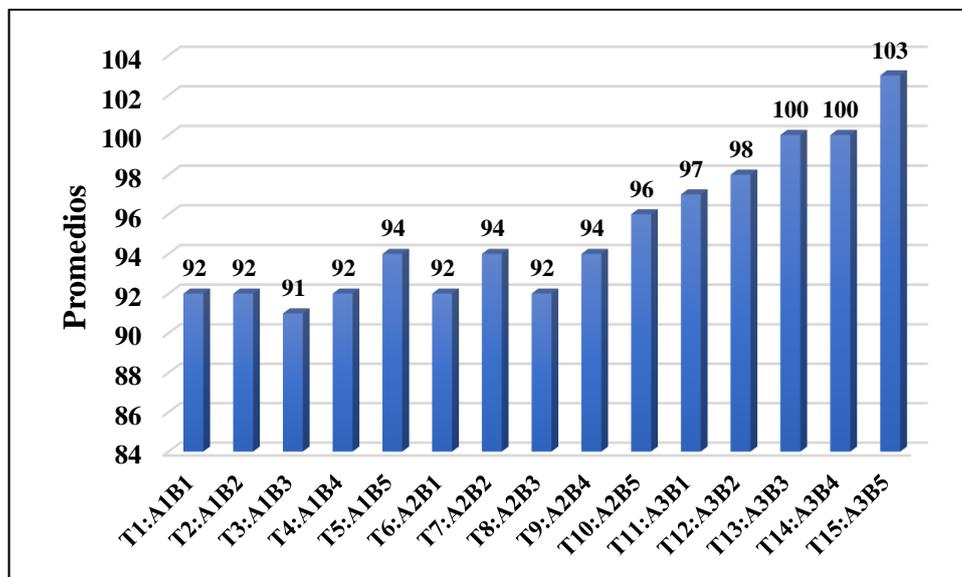
Estos resultados permitieron inferir que hubo una influencia varietal sobre la capacidad de empellar en cada uno de los híbridos. Además (Agripac, 2020) manifiesta que el 10-30-10 al ser aplicado en las plantas, estimula el crecimiento

rápido y sano de los cultivos, permitiendo un mejoramiento considerable en las producciones agrícolas.

Además (Sánchez, A. 2022) menciona que el fertilizante 10-30-10 al ser un fertilizante completo (NPK) aporta al cultivo de brócoli, los nutrientes necesarios para que las plantas cumplan con su ciclo fisiológico, debido a que la falta de nutrientes en un cultivo retrasa el desarrollo vegetativo de las plantas.

Figura N° 13

Resultados promedios de la variable Días a la cosecha (DC) en la interacción de factores Híbridos de brócoli por fertilización química (AxB). Vinchoa 2022.



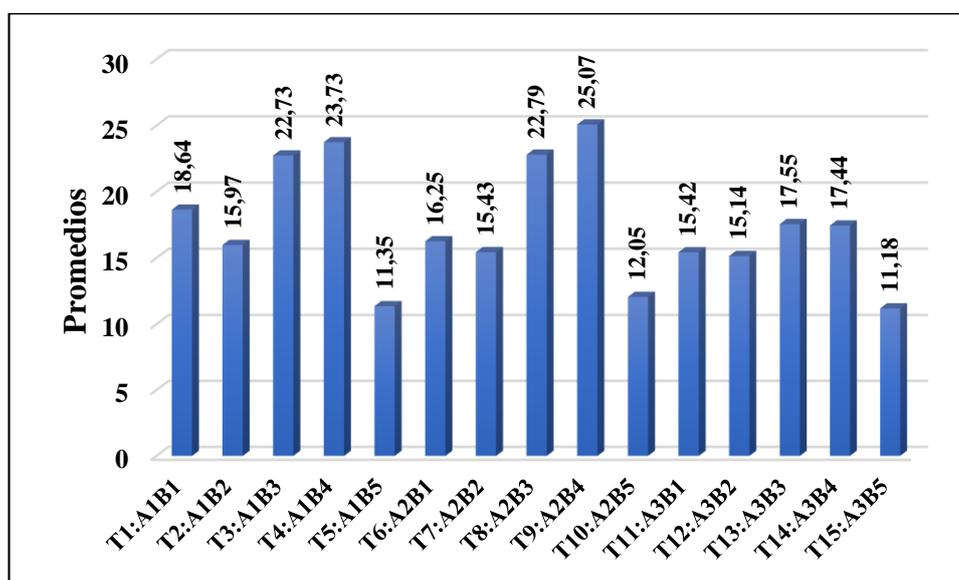
Para el componente agronómico Días a la cosecha (DC) el tratamiento más precoz fue: A1B3 (Avenger-15-15-15) con 91 días, y el más tardío correspondió al tratamiento: A3B5 (Maracaibo-Testigo) con 103 días (Figura N° 13).

Sin embargo, el ciclo de cultivo de estos híbridos es de 95 días, pero (Jerez, D. 2022) manifiesta que el desarrollo de las plantas está influenciado directamente por el tipo de suelo, nutrición, manejo agronómico y condiciones climáticas de la zona donde se establecen los ensayos.

Estos resultados se corroboraron con lo mencionado por (Mora & Chongo, 2022) que los híbridos Avenger y Zafiro por su sistema vigoroso de raíces se desarrolla muy bien en suelos franco arenosos, además garantiza una alta productividad y un excelente rendimiento en el campo tanto con fertilización química como orgánica.

Figura N° 14

Resultados promedios de la variable Peso kg por Parcela (PKP) en la interacción de factores Híbridos de brócoli por fertilización química (Ax B). Vinchoa 2022.

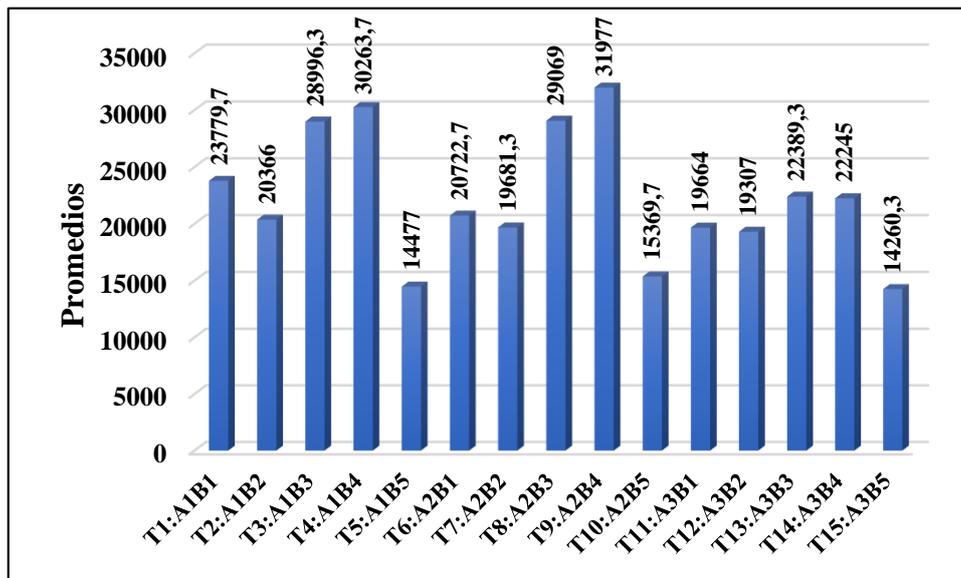


En la variable Peso kg por parcela (PKP) el tratamiento que registró el mayor peso promedio fue: A2B4 (Zafiro - YaraMila COMPLEX) con 25,07kg/parcela. Mientras que el menor peso promedio registró el tratamiento A3B5 (Maracaibo-Testigo) con 11,18 kg/parcela (Figura N°14). Deduciendo que este componente agronómico depende de los híbridos y la fertilización aplicada.

Estos resultados se deben a que el fertilizante YaraMila COMPLEX contiene micro y macro nutrientes que influyó en el desarrollo de las plantas del híbrido Zafiro, brindando mejores resultados que proporciona una mayor producción por cada hectárea sembrada. Además, se menciona que el híbrido Zafiro, al recibir los nutrientes y condiciones agroecológicas favorables, forma pellas grandes, pesadas y compactas lo que induce a tener mayor peso y por ende mayor producción.

Figura N° 15

Resultados promedios de la variable Rendimiento Kg/ha (Rto kg/ha) en la interacción de factores Híbridos de brócoli por fertilización química (AxB). Vinchoa 2022.



La respuesta de los híbridos de brócoli en cuanto al rendimiento, dependieron significativamente de la fertilización química (Figura N° 15).

Con la prueba de Tukey al 5%, el promedio más elevado en la interacción de factores, presento el tratamiento: A2B4 (Zafiro-YaraMila COMPLEX) con 31977 kg/ha, mientras que el promedio de rendimiento más bajo registró el A3B5: (Maracaibo-Testigo) con 14260,3 kg/ha (Tabla N° 3 y figura N°15).

El rendimiento está relacionado con las características y componentes agronómicos de cada híbrido como: La adaptación, ciclo de cultivo, peso individual de las pellas, altura de plantas, diámetro de las pellas, sanidad y los requerimientos nutricionales en relación a los micro y macro nutrientes. En esta investigación el Híbrido Zafiro con el fertilizante YaraMila COMPLEX presentó una mejor adaptabilidad y productividad en el campo.

Sin embargo, el análisis de suelo indicó que el suelo donde se implementó el cultivo de brócoli, contenía un alto porcentaje de materia orgánica y nitrógeno. Pero presento un bajo contenido de P, K, Ca, Mg y SO_4^{2-} .

Por lo que se deduce que los fertilizantes químicos utilizados en esta investigación complementaron los requerimientos nutricionales de los híbridos de brócoli. Sin embargo, el fertilizante YaraMila COMPLEX al ser un fertilizante complejo con micro y macronutrientes que proporciona a las plantas una nutrición completa y equilibrada, destaco entre los fertilizantes utilizados. Por lo tanto, el cultivo de brócoli no solo requiere macronutrientes, si no también micronutrientes para así maximizar el rendimiento.

4.1.4. Análisis de correlación y regresión lineal

Tabla N° 4

Resultados del análisis de correlación y regresión lineal de las variables independientes (Xs), que tuvieron una significancia estadística positiva con el rendimiento (variable dependiente - Y).

Variables Independientes (Xs)	Coficiente de Correlación (r)	Coficiente de Regresión (b)	Coficiente de Determinación (R²) (%)
AP	0,5366 *	28,7956	27,14 %
DFP	-0,3809 *	14,5133	12,53 %
DEP	0,5796 *	33,5973	32,05 %
DC	-0,4372*	19,1195	17,24 %
PKP	1 **	100	100 %

*= significativo **= altamente significativo

Coficiente de correlación (r)

La variable que tuvo una estrechez altamente significativa y positiva con el rendimiento fue: Peso kg por parcela (PKP). Mientras que se registró resultados

significativos en las variables: Altura de la planta (AP) y Diámetro ecuatorial de la pella (DEP). Sin embargo, se determinó una correlación negativa (*) entre las variables: Días a la formación de la pella (DFP) y Días a la cosecha (DC) versus el rendimiento en Kg/ha (Tabla N° 4).

Coefficiente de regresión (b)

En este experimento las variables que contribuyeron a incrementar el rendimiento de brócoli fueron: Altura de la planta (AP), Diámetro ecuatorial de la pella (DEP) y Peso kg por parcela (PKP). Sin embargo, los componentes agronómicos que redujeron el rendimiento de brócoli fueron: Días a la formación de la pella (DFP) y Días a la cosecha (DC) (Tabla N° 4).

Coefficiente de determinación (R²)

El mayor incremento de rendimiento se obtuvo en la variable: Peso kg por parcela (PKP) con un valor de coeficiente de determinación (R²) de 100 %, esto quiere decir un 100 % de incremento del rendimiento de brócoli se debe al peso kg por parcela en los tres híbridos de brócoli, mientras que la variable: Días a la formación de la pella registró el menor coeficiente de determinación de 12,53 % que influyo en la disminución del rendimiento de brócoli (Tabla N° 4).

4.1.5. Análisis de la relación beneficio costo

Tabla N° 5

Costo de producción del cultivo de brócoli en Vinchoa 2022.

Trat	Rendimiento promedio kg/ha	Ingreso bruto	Costos que varían /Tratamiento \$/Ha	Total, de beneficios netos	Relación Ingreso Costo RI/C	Relación Beneficio Costo RB/C
T1:A1B1	23779,70	4755,94	2772,71	1983,23	1,72	0,72
T2:A1B2	20366,00	4073,2	2740,71	1332,49	1,49	0,49
T3:A1B3	28996,30	5799,26	2842,71	2956,55	2,04	1,04
T4:A1B4	30263,70	6052,74	2866,71	3186,03	2,11	1,11
T5:A1B5	14477,00	2895,4	2632,71	262,69	1,10	0,10
T6:A2B1	20722,70	4144,54	2779,14	1365,40	1,49	0,49
T7:A2B2	19681,30	3936,26	2747,14	1189,12	1,43	0,43
T8:A2B3	29069,00	5813,8	2849,14	2964,66	2,04	1,04
T9:A2B4	31977,00	6395,4	2873,14	3522,26	2,23	1,23
T10:A2B5	15369,70	3073,94	2639,14	434,80	1,16	0,16
T11:A3B1	19664,00	3932,8	2768,42	1164,38	1,42	0,42
T12:A3B2	19307,00	3861,4	2736,42	1124,98	1,41	0,41
T13:A3B3	22389,30	4477,86	2838,42	1639,44	1,58	0,58
T14:A3B4	22245,00	4449	2862,42	1586,58	1,55	0,55
T15:A3B5	14260,30	2852,06	2628,42	223,64	1,09	0,09

La relación beneficio-costo muestra la pérdida o ganancia bruta por cada unidad invertida. Si la relación es mayor que uno se considera que existe un apropiado beneficio; si es igual a uno, los beneficios son iguales a los costos y la actividad no es rentable. Valores menores que uno indican pérdida y la actividad no es rentable. Para establecer la Relación Beneficio Costo, se procede a dividir el Ingreso Bruto para el Total de Costos de Producción. (Váquiro, J. 2019)

Los tratamientos que generaron mayor ingreso económico fueron: A2B4 (Zafiro-YaraMila COMPLEX) con \$6395,4 y una ganancia de \$1,23 seguido de: A1B4 (Avenger-YaraMila COMPLEX) con \$6052,74, A2B3 (Zafiro-15-15-15) con \$5813,8 y A1B3 (Avenger-15-15-15) con \$5799,26 con una relación beneficio/costo de 1,11 y 1,04 (Tabla N° 5).

Lo que significa que los productores de brócoli por cada dólar invertido en los híbridos: Zafiro y Avenger más el fertilizante YaraMila COMPLEX tienen una ganancia de \$1,23 y \$1,11, mientras que con el fertilizante 15-15-15 tienen una ganancia de \$1,04 (Tabla N° 5).

Los resultados obtenidos en esta zona agroecológica permitieron deducir que la producción de híbridos de brócoli con fertilización química, genera buena rentabilidad económica, y sería una alternativa viable para diversificar los sistemas de producción locales y contribuir a la seguridad alimentaria de los agricultores.

4.2. COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS

De acuerdo a los resultados agronómicos, estadísticos y económicos obtenidos en esta investigación se acepta la hipótesis alterna, la misma que indica que la eficiencia química del cultivo de brócoli depende del híbrido y el tipo de fertilizante.

Registrando que las variables: Altura de la planta (AP), diámetro ecuatorial de la pella (DEP) y peso kg por parcela (PKP) fueron los componentes que contribuyeron al incremento del rendimiento del cultivo.

CAPÍTULO V

5.1. CONCLUSIONES

- ✓ En función a los análisis estadísticos se concluye que los componentes agronómicos: AP, DC, PKP y Rto kg/ha fueron diferentes, mientras que las variables: PP, NHP, DFP, DT, DEP, NCP y NPC no presentaron diferencias estadísticas.
- ✓ Para el factor A (Híbridos de brócoli) el híbrido que presentó mayor adaptabilidad y desarrollo agronómico fue Avenger destacando con el mayor promedio de 23576,5 kg/ha de rendimiento.
- ✓ El factor B (fertilizantes químicos) el fertilizante que registró el mayor promedio en rendimiento fue YaraMila COMPLEX con 28161,9 kg/ha.
- ✓ Para la interacción de factores (AxB) el promedio más alto del rendimiento se determinó en el tratamiento: A2B4 (Zafiro-YaraMila COMPLEX) con 31977 kg/ha.
- ✓ Los componentes agronómicos: Altura de la planta (AP), diámetro ecuatorial de la pella (DEP) y peso kg por parcela (PKP) fueron los que contribuyeron al incremento del rendimiento del cultivo de brócoli.
- ✓ Los tratamientos que generaron mayor ingreso económico fueron: A2B4 (Zafiro-YaraMila COMPLEX), A1B4 (Avenger-YaraMila COMPLEX), A2B3 (Zafiro-15-15-15) y A1B3 (Avenger-15-15-15) con una ganancia de \$1,23 \$1,11 y \$1,04.

5.2. RECOMENDACIONES

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

- ✓ Antes de establecer el cultivo, es indispensable realizar el análisis completo de suelo (Físico-químico), para comprender la necesidad del mismo y realizar las enmiendas que sean necesarias.
- ✓ Continuar con el proceso de investigación en diferentes zonas agroecológicas de la provincia Bolívar, con el propósito de transferir y comparar los resultados que se registraron en esta investigación como nueva alternativa de cultivo.
- ✓ Cultivar el híbrido Zafiro, ya que tiene una alta productividad y un excelente rendimiento en el campo además tiene una alta demanda en el mercado nacional e internacional.
- ✓ Para obtener un mayor rendimiento y peso en los cultivos utilizar el fertilizante YaraMila COMPLEX ya que al ser un fertilizante completo con micro y macro nutrientes disponible para las plantas, aumenta el rendimiento de los cultivos.
- ✓ Una buena opción para la rotación de cultivos, sería el cultivo de brócoli ya que tiene una buena rentabilidad y adaptación para la zona agroecológica de Vinchoa.

BIBLIOGRAFÍA

- Agripac. (2020). Mezcla 15-15-15. Recuperado el 9 de mayo de 2022, de Agripac: <https://agripac.com.ec/productos/com-15-15-15-compuesto-15-n-15-p-15-k/>
- Agripac. (2021). DAP 18-46-0. Guayaquil-Ecuador. Obtenido de <https://agripac.com.ec/productos/com-18-46-0-compuesto/>
- Agripac. (2021). Mezcla 10-30-10. Guayaquil-Ecuador. Obtenido de <https://agripac.com.ec/productos/com-10-30-10-compuesto-10-n-30-p-10-k/>
- Agroactivo. (2010). Fertilizante 10-30-10. Recuperado el 9 de mayo de 2022, de Agroactivo > Agroactivo: <https://agroactivocol.com/producto/nutricion-vegetal/fertilizante-10-30-10/>
- Agroware. (2021). Principales fisiopatías en cultivos de brócoli: causas y prevención. Recuperado el 26 de April de 2022, de Agroware: <https://sistemaagricola.com.mx/blog/fisiopatas-principales-en-cultivos-debrocoli-causas-prevencion/>
- Arg-Agro. (2022). Brocoli Avenger F1 para Fresco e Industria Muy Productivo [Lata por 10.000 Semillas]. Recuperado el 11 de May de 2022, de Arg-Agro:https://www.arg-agro.com.ar/product_info.php/brocoli-avenger-para-fresco-industria-productivo-p-781
- Baron, C. (2021). Manejo Postcosecha de Brócoli. Obtenido de <https://agripac.com.ec/productos/com-18-46-0-compuesto/>.
- Bayer. (2019). Origen y usos del brócoli. Recuperado el 25 de abril de 2022, de Vegetables by Bayer: <https://www.vegetables.bayer.com/es/es-es/recursos/noticias/origen-y-usos-del-brocoli.html>
- Borrego, M. (2020). Cultivos hortícolas al aire libre. 716. Obtenido de <https://www.sakata.com.br/es/hortalizas/brassicas/brocoli/cabeza-unica-de-invierno/zafiro>.

- Castro, K. (2020). Obtenido de Evaluación agronómica del cultivo de brócoli (*Brassica oleracea var. Italica*) con aplicación de tres tipos de bioestimulantes orgánicos en las localidades de Cumbayá y Checa: <https://www.dspace.ueb.edu.ec/bitstream/123456789/1033/1/064.pdf>
- Cátedra UCAM-Santander. (2018). Alimentos de la región de Murcia .
- CIMMYT. (2019). Escala de incidencia de plagas y enfermedades. Obtenido de <https://repository.cimmyt.org/xmlui/bitstream/handle/10883/715/25905.pdf>
- Chongo, W. M. (2022). Adaptación de tres híbridos de brócoli (*Brassica oleracea var. Italica*) bajo fertilización química y orgánica en las localidades de San José de Minas, provincia Pichincha y Cotundo, provincia de Napo. Obtenido de <https://dspace.ueb.edu.ec/handle/123456789/4843>
- D'Alessandro, M. (2021). Brócoli | Características, valor nutricional, propiedades, cultivo | Planta. Recuperado el 25 de abril de 2022, de Flores: <https://www.flores.ninja/brocoli/>
- Díaz, A. (2019). Zonas de vida de Holdridge. Recuperado el 9 de mayo de 2022, de Biogeografia.net: <https://biogeografia.net/bioclima06e.html>
- Diproagro. (2020). Triple 15. Obtenido de <https://diproagro.com/wp-content/uploads/2021/06/FICHA-TECNICA-TRIPLE-15.pdf>
- Escobar, E. (2021). Evaluación de la extracción de N, P Y K en el cultivo de Brócoli Var. Avenger. Ambato.
- Fahs, B. (2021). Cómo germinar el árbol de zapote negro. Recuperado el 25 de abril de 2022, de Ehowenespanol.com: https://www.ehowenespanol.com/germinar-arbol-zapote-negro-como_271225/

- FAO. (2019). En tres años se duplican las exportaciones de brócoli; superan los 95 millones de dólares. Obtenido de <https://www.fao.org/in-action/agronomias/detail/en/c/491364/>
- Fertilab. (2020). Enfermedades fungosas en brócoli. Recuperado el 26 de abril de 2022, de Fertilab: <https://www.fertilab.com.mx/Sitio/notas/NTF-19-003-Enfermedades-fungosas-en-brocoli.pdf>
- Fertinova. (2019). Recuperado el 9 de May de 2022, de DAP 18-46-00: <https://www.fertinova.mx/sites/default/files/FICHA%20DAP.pdf>
- Hernández, E. (2019). El Cultivo de brócoli (*Brassica oleraceae var Italica*) para exportación en el norte del estado de Guanajuato. Obtenido de <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/798/62551%20HERN%20C3%81NDEZ%20HERN%20C3%81NDEZ%20,%20EPIGMENI.pdf?sequence=1>
- Holdridge (1979). Sistema de clasificación de zonas de vida de Holdridge: https://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_de_clasificaci%C3%B3n_de_zonas_de_vida_de_Holdridge
- Hortalizas. (2020). Brócoli - Cuidados poscosecha. Recuperado el 26 de abril de 2022, de Frutas: <https://www.frutas-hortalizas.com/Hortalizas/Poscosecha-Brocoli.html>
- INAMHI. (2022). Red de Estaciones Automáticas Hidrometeorológicas. Recuperado el 9 de mayo de 2022, de Red de Estaciones Automáticas | INAMHI: <http://186.42.174.236/InamhiEmas/#>
- Infoagro. (2019). Agricultura. El cultivo del brócoli. Recuperado el 25 de abril de 2022, de Infoagro: <https://www.infoagro.com/hortalizas/broculi.htm>
- InfoAgro. (2020). El cultivo de brócoli. Obtenido de <https://www.infoagro.com/hortalizas/broculi.htm>

- Infoagro. (2019). Cultivo de brócoli. Recuperado el 25 de abril de 2022, de <https://www.infoagro.com/hortalizas/brocoli.htm#:~:text=La%20ra%C3%ADz%20es%20pivotante%20con,redondas%20y%20de%20color%20ros%C3%A1ceo.>
- Infoagro. (2020). Mancha foliar y de la pella en brásicas: *Alternaria brassicicola* y *Alternaria brassicae* - Revista InfoAgro México. Recuperado el 26 de abril de 2022, de Revista InfoAgro México: <https://mexico.infoagro.com/mancha-foliar-y-de-la-pella-en-brasicas-alternaria-brassicicola-yalternaria-brassicae/>
- Intagri. (2019). Manejo integrado del pulgón del repollo. Recuperado el 26 de abril de 2022, de Intagri: <https://www.intagri.com/articulos/fitosanidad/manejo-integrado-del-pulgón-del-repollo>
- Jerez, D. (2022). Avenger . Obtenido de <https://www.sakata.com.br/blog/es/2020/07/31/avenger-y-imperial-garantizan-una-produccion-de-calidad-durante-todo-el-ano/#:~:text=Su%20vigorouso%20sistema%20de%20ra%C3%ADces,definidos%20y%20de%20grano%20fino.>
- Knauf. (2019). Obtenido de <https://knauf-industries.es/recoleccion-brocoli-poscosecha/>
- Lardizábal, R. (2019). Manual de Producción de Brócoli. 2.Obtewnido de <https://www.sakata.com.br/es/hortalizas/brasicas/brocoli/cabeza-unica-de-invierno/zafiro>
- López, J. (2019). Plagas y enfermedades en brócoli. Recuperado el 26 de abril de 2022, de Agroseguro: https://agroseguro.es/fileadmin/propietario/i_D_i/Cursos/2-Plagas y EnfermedadesnHort.Aire-Libre/2-Brocoli –ParteI- pdf.
- Madloo, P., Rodríguez, V. M., Ramos, M., Lema, M., & Soengas, P. (2019). La enfermedad del moho blanco de las brásicas. Recuperado el 26 de abril de 2022, de Interempresas: <https://www.interempresas.net/Horticola/Articulos/184513-La-enfermedad-del-moho-blanco-de-las-brasicas.html>

- MAG. (2019). Enfermedad de la hernia de las crucíferas (*Plasmodiophora brassicae*). Recuperado el 26 de April de 2022, de Enfermedad de la Hernia de las Crucíferas: <https://www.transparencia.gob.sv/institutions/43/documents/5561/download>
- Márquez, E. (2021). Conjunto tecnológico para la producción de repollo. Obtenido de <https://www.upr.edu/eea/wp-content/uploads/sites/17/2016/04/10.-REPOLLO-ENFERMEDADES-v.-2014.pdf>
- McGrath, M. (2021). Guía para controlar la pudrición negra - hortalizas. Recuperado el 26 de abril de 2022, de Hortalizas -: <https://www.hortalizas.com/cultivos/guia-para-controlar-la-pudricion-negra/>
- Megagro. (2019). YaraMila Complex 50 kg – MegagroStore. Recuperado el 10 de mayo de 2022, de Megagro: <https://megagro.com.ec/product/yaramila-complex-50kg/>
- PennState. (2020). Obtenido de <https://plantscience.psu.edu/research/labs/roots/methods/metodologia-de-investigacion/observando-losdesordenes-nutricionales-de-las-plantas/deficiencia-de-nitrogeno>
- Pino, M. (2020). Universidad Nacional de la Plata. Recuperado el 25 de abril de 2022, de Aula Virtual - FCA y F: <https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/65932/modresource/conten2/Guia%20de%20Brocoli%202020.pdf>
- Proain. (2020). Diagnóstico nutrimental en la producción de brócoli. Recuperado el 26 de abril de 2022, de Proain: <https://proain.com/blogs/notas-tecnicas/diagnostico-nutrimental-en-la-produccion-de-brocoli>
- Probelte. (2019). Consecuencias del uso excesivo de fertilizantes: conócelas. Recuperado el 25 de abril de 2022, de Probelte: <https://probelte.com/es/noticias/que-impacto-tiene-el-exceso-de-fertilizantes-para-los-cultivos/>
- Rijk Zwaan. (2021). Maracaibo RZ F1. Recuperado el 11 de mayo de 2022, de Rijk Zwaan: <https://www.rijkszwaan.gt/busca-tu-variedad/br%C3%B3coli/maracaibo-rz>

- Rizo, E. (2020). Deficiencias de fósforo - hortalizas. Recuperado el 26 de abril de 2022, de Hortalizas-: <https://www.hortalizas.com/miscelaneos/deficiencias-de-fosforo/>
- Sakata. (2020). Avenger y imperial garantizan una producción de calidad durante todo el año – Sakata Seed Sudamerica – Español. Recuperado el 11 de mayo de 2022, de Sakata Seed Sudamerica -: <https://www.sakata.com.br/blog/es/2020/07/31/avenger-y-imperial-garantizan-una-produccion-de-calidad-durante-todo-el-ano/>
- Váquiros, J. (2020). La relación beneficio costo . Obtenido de <https://www.pymesfuturo.com/costobeneficio.html>
- Sánchez, A. (2020). Producción de brócoli en Ecuador. Recuperado el 25 de abril de 2022, de Blogs CEDIA: <https://blogs.cedia.org.ec/obest/wp-content/uploads/sites/7/2020/12/Brocoli-en-Ecuador.pdf>
- Sánchez, A. (2022). Evaluación agronómica y productiva del cultivo de brócoli (*Brassica oleracea var. Italica*) a la aplicación de cuatro fuentes nutricionales con dos dosis en la localidad de Samilpamba, cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi. Obtenido de <https://dspace.ueb.edu.ec/handle/123456789/4842>
- Vidal, L. (2019). Nutrición potásica del brócoli (*Brassica oleracea*) con manejo convencional y fertirrigación en un vertisol en inver. Recuperado el 26 de abril de 2022, de Redalyc: <https://www.redalyc.org/pdf/302/30240101.pdf>
- Webb. (2019). Manejo de insectos en crucíferas (cultivos de coles) (brócoli, repollo, coliflor, col, col rizada, mostaza, rábano, nabos)1. Recuperado el 26 de April de 2022, de UF/IFAS EDIS: <https://edis.ifas.ufl.edu/IG/IG16800.pdf>

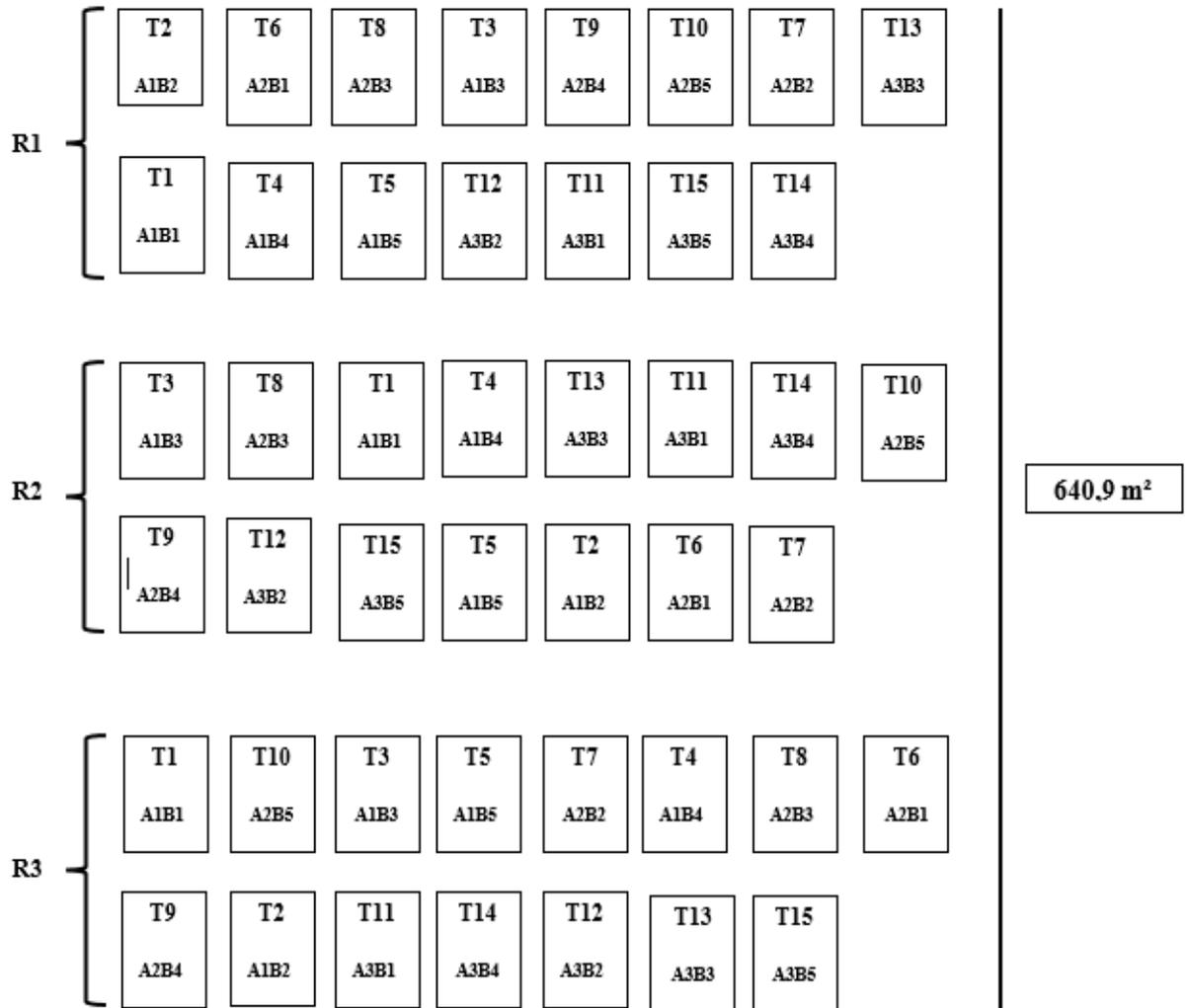
- Wikifarmer. (2020). Brócoli cultivo y manejo – como sembrar brócoli paso a paso. Recuperado el 26 de abril de 2022, de Wikifarmer: <https://wikifarmer.com/es/brocoli-cultivo-y-manejo-como-sembrar-brocoli-paso-a-paso/>
- Yara. (2020). YaraMila Complex. Obtenido de <https://www.yara.es/contentassets/e4f2d77ab24c4e509430b5f1e519d106/yaramila-complex-v1.pdf/>
- Yara. (2022). YaraMila COMPLEX. Madrid. Obtenido de <https://www.sakata.com.br/es/hortalizas/brassicas/brocoli/cabeza-unica-de-invierno/zafiro>.
- Zamora, E. (2016). El Cultivo de brócoli. Recuperado el 26 de abril de 2022, de Departamento de Agricultura y Ganadería: <https://dagus.unison.mx/Zamora/BROCOLI-DAG-HORT-010.pdf>.

ANEXOS

Anexo N° 1. Mapa de ubicación de la investigación



Anexo N° 2. Croquis del ensayo



Anexo N° 3. Resultados de análisis fisicoquímico del suelo



GOBIERNO AUTÓNOMO
DESCENTRALIZADO DE LA PROVINCIA
BOLIVAR

**LABORATORIO DE ANÁLISIS DE
SUELOS AGRÍCOLAS**



Nombre del propietario: Yauri Yumbay

Fecha: 2022/09/05

Fecha de ejecución del análisis: 2022/09/02 Fecha de entrega de análisis: 2022/09/05

Análisis Físico

% Materia Orgánica	3.59 % Alto
Textura	Franco Arenoso
Estructura	En Bloques
% de Humedad	>11 % medio
Densidad Aparente	1,00 gr/ml

Análisis Químico

Nutrientes	Nomenclatura			Unidad	Nivel
	NH3	NH3-N	NH4		
Amonio	1,5	2	2		
Nitrato	NO3-N	NO3			
	70	310			
Nitrógeno	71,5			ppm	Alto
Fósforo	P	PO4-3	P2O5	ppm	Bajo
	2	6,5	4,5		
Potasio	K	K2O		ppm	Bajo
	16	20			
Calcio	Ca			ppm	Alto
	150				
Magnesio	Mg			ppm	Bajo
	5				
Sulfato	S			ppm	Bajo
	15				
pH	7,27			Neutro	
C.E	0,1211			Inapreciable	

NH3: Amoníaco
NH3-N: Nitrógeno amoniacal
NH4: Amonio
P: Fósforo
PO4-3: Anión Fosfato

NO3-N: Nitrato Nitrógeno
NO3: Nitrato
K: Potasio
K2O: Óxido de potasio
P2O5: Óxido de Fósforo

Ing. Agr. Andrés Clavijo Campoverde
TÉCNICO LABORATORIO DE SUELOS AGRÍCOLAS

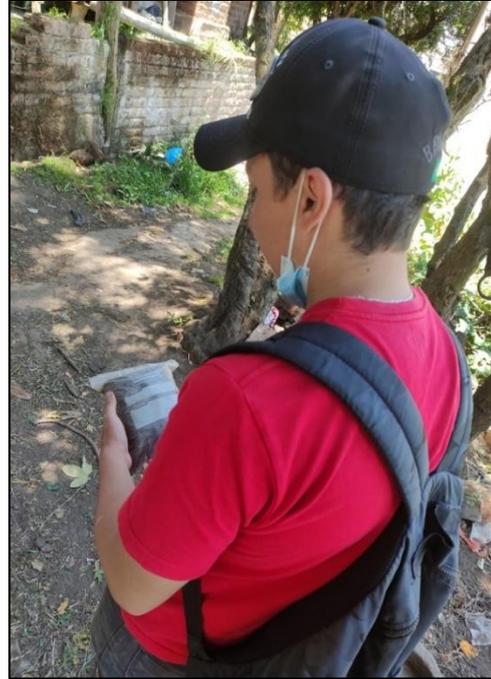
Anexo N° 4. Base de datos

R	N°trat	F A	FB	PP	AP	NHP	DT	DFP	DEP	NCP	DC	NPC	PKP	Rtokg/ha	IPE
1	1	1	1	97,5	27,94	18	3,9	77	11,9	14	90	37	17,88	22806	100
1	2	1	2	97,5	31,1	19	3,7	78	11,6	15	91	37	15,7	20026	100
1	3	1	3	100	29,28	19	3,9	75	12,4	14	90	37	20,32	25918	100
1	4	1	4	100	28,08	18	4,1	77	12,2	14	90	37	20,5	26148	100
1	5	1	5	100	26,6	15	3,6	80	10,64	15	96	37	10,5	13393	100
1	6	2	1	97,5	31	18	3,8	70	12,56	15	91	37	16,24	20714	100
1	7	2	2	97,5	29,27	15	3,7	74	12,75	14	90	38	15,61	19911	100
1	8	2	3	100	29	16	3,9	75	13,4	13	90	37	20,43	26059	100
1	9	2	4	100	29,25	15	4	74	13,85	14	93	38	20,82	26556	100
1	10	2	5	100	27,33	15	3,5	75	10,94	13	96	37	11,25	14349	100
1	11	3	1	100	27,67	17	3,9	81	11,7	14	97	38	15,6	19898	100
1	12	3	2	100	28,08	17	3,7	79	11,9	15	100	37	14,86	18954	100
1	13	3	3	100	27,57	16	3,7	82	12,1	13	103	37	16,8	21429	100
1	14	3	4	97,5	27,29	17	3,9	81	12,2	14	102	37	16,26	20740	100
1	15	3	5	95	25,55	15	3,5	83	11,3	13	105	38	10,75	13712	100
2	1	1	1	100	27,88	17	3,8	76	12,2	14	93	38	18,11	23099	100
2	2	1	2	95	28,66	17	4	78	11,85	14	94	38	15,9	20281	100
2	3	1	3	95	28,98	18	4	74	12,4	14	92	38	23,38	29821	100
2	4	1	4	95	27,87	17	4,1	74	12,4	14	94	38	25,78	32883	100
2	5	1	5	97,5	26,8	15	3,8	77	11	13	92	38	11,23	14324	100
2	6	2	1	95	30,69	16	4	72	11,1	13	91	38	15,81	20166	100

2	7	2	2	97,5	31,07	16	4	74	11,83	14	94	37	15,48	19745	100
2	8	2	3	95	31,1	15	4	73	12,5	14	92	38	23,84	30408	100
2	9	2	4	95	33,56	16	4,2	75	12,65	14	93	38	27,22	34719	100
2	10	2	5	97,5	29,9	13	3,7	76	10,46	13	95	37	12,5	15944	100
2	11	3	1	95	27,68	15	3,8	78	12,1	13	96	38	15,38	19617	100
2	12	3	2	90	30,36	3,9	16	77	12,4	13	97	38	15,56	19847	100
2	13	3	3	92,5	28,84	16	3,9	79	12,9	14	95	38	17,58	22423	100
2	14	3	4	95	29,08	15	3,8	77	12,7	13	98	38	17,12	21837	100
2	15	3	5	95	28,47	14	3,6	80	11,3	14	100	38	10,9	13903	100
3	1	1	1	97,5	30,49	17	4,1	76	13,26	15	93	38	19,94	25434	100
3	2	1	2	92,5	29,77	17	4,1	75	13,1	14	92	38	16,3	20791	100
3	3	1	3	97,5	30,07	17	4,1	79	12,56	15	90	38	24,5	31250	100
3	4	1	4	97,5	29,54	17	4,1	77	12,1	14	91	38	24,9	31760	100
3	5	1	5	97,5	27,29	15	3,7	76	10,64	14	95	37	12,32	15714	100
3	6	2	1	97,5	31,72	16	4	75	12,74	13	95	38	16,69	21288	100
3	7	2	2	97,5	30,06	16	4,1	76	12,4	13	97	38	15,2	19388	100
3	8	2	3	97,5	31,64	16	4,1	74	12,6	14	94	38	24,1	30740	100
3	9	2	4	95	33,48	16	4,2	73	12,82	14	95	38	27,17	34656	100
3	10	2	5	92,5	30,65	14	3,8	76	11,79	14	96	38	12,4	15816	100
3	11	3	1	97,5	29,46	17	4	78	13,36	13	97	38	15,27	19477	100
3	12	3	2	95	28,87	17	4,1	79	13,06	13	98	38	14,99	19120	100
3	13	3	3	95	29,89	17	4,3	79	13,4	14	101	38	18,28	23316	100
3	14	3	4	92,5	29,26	17	4	76	12,08	14	100	38	18,94	24158	100
3	15	3	5	92,5	27,82	16	3,9	76	11,1	13	104	38	11,89	15166	100

Anexo N° 5. Fotografías

Recolección de muestras para análisis de suelo



Preparación del suelo



Cuadrada del área de terreno



Riego antes del trasplante



Trasplante de los híbridos



Control de plagas y enfermedades 8 días posterior al trasplante



Determinación del porcentaje de prendimiento



Primer control de maleza



Primera fertilización 30 días



Control de plagas y enfermedades 30 días después del trasplante



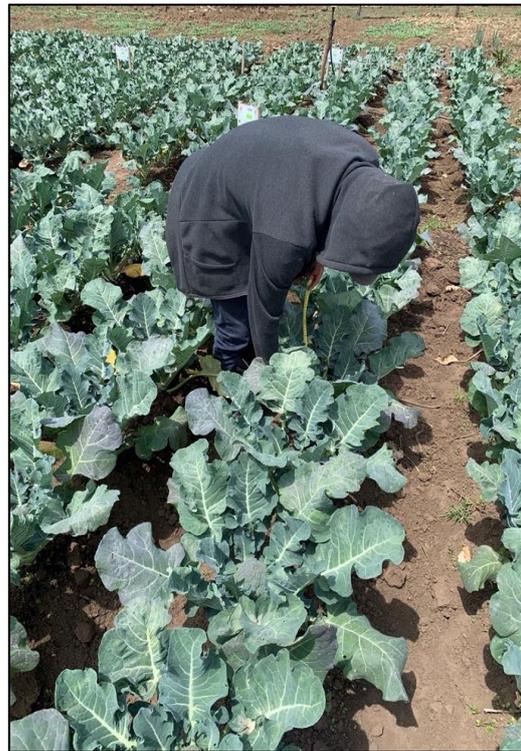
Segunda fertilización 60 días



Evaluando días a la formación de la pella



Evaluando la altura de planta



Evaluando número de hojas



Evaluando días a la cosecha



Evaluando el diámetro ecuatorial de la pella



Evaluando el Peso kg parcela



Evaluando el número de corimbos por pella



Almacenamiento



Visita por parte de los miembros del tribunal



Anexo N° 6. Glosario de términos técnicos

Agricultura intensiva: Que utiliza abundante mano de obra y grandes inversiones de capital por unidad de superficie cultivada; obtiene altos rendimientos debido a la mecanización del proceso productivo y al empleo de técnicas modernas como el uso de fertilizantes y semillas mejoradas.

Arrosetado: Disposición de las hojas, pétalos u otros órganos en rosetas o de forma más o menos circular.

Capacidad de campo: Se refiere a la cantidad relativamente constante de agua que contiene un suelo saturado después de 48 horas de drenaje.

Clorítico: Es el amarillamiento del tejido foliar causado por la falta de clorofila.

Convexas: Dicho de un órgano laminar, que tiene una cara cóncava y otra convexa.

Corimbo: Inflorescencia racimosa en la que las flores se disponen a distinta altura a lo largo del eje; los pedicelos tienen una longitud tal que el conjunto de las flores forma una superficie plana, cóncava o convexa.

Correlación: Es la relación o estrechez significativa o negativa entre dos variables y su valor máximo es +/-1 y no tiene unidades.

Costo-beneficio: Valorización de evaluación que relaciona las utilidades en el capital invertido o el valor de la producción con los recursos empleados y el beneficio generado.

Crucial: Es aquella que resulta determinante, vital o concluyente.

Década: Proviene del término griego "Dekas" que significa "Diez". Básicamente una década es una unidad de tiempo para medir.

Determinación (R²): Es un estadístico usado en el contexto de un modelo estadístico cuyo principal propósito es predecir futuros resultados o probar una hipótesis.

Diseminación: Separación de la diáspora (espora, semilla, fruto) de la planta madre y alejamiento de ella a mayor o menor distancia por distintos medios.

Doica: Plantas con flores masculinas en un pie y flores femeninas en otro pie o con flores completas en el mismo individuo.

Ecosistema: Complejo dinámico de comunidades de organismos y su medio físico, interactuando como una unidad funcional, en un espacio determinado.

Evaluación: Proceso que tiene como finalidad determinar el grado de eficacia y eficiencia, con que han sido empleados los recursos destinados a alcanzar los objetivos previstos, posibilitando la determinación de las desviaciones y la adopción de medidas correctivas que garanticen el cumplimiento adecuado de las metas presupuestadas.

Fertilización racional: Es un método básico para garantizar la sostenibilidad de la actividad agrícola, ya que contempla el doble objetivo de lograr la óptima productividad y calidad de las cosechas y, a su vez, evitar las pérdidas de nutrientes al medio ambiente.

Fraccionamiento: El fraccionamiento del abonado es importante porque permite optimizar el proceso de fertilización y nutrición vegetal, ya que facilita el suministro de nutrientes en las dosis adecuadas, permitiendo la máxima asimilación nutricional y con ello un ajuste económico y un equilibrio agronómico del cultivo.

Helicoidal: Se emplea para referirse a la disposición de las hojas sobre el tallo o a la ordenación de las piezas florales sobre el tálamo.

Híbrido: Es el resultado del cruzamiento entre dos líneas puras, o plantas convencionales.

Incidencia: Es el porcentaje o proporción de individuos enfermos en relación al total. Los individuos pueden ser plantas, hojas, flores, folíolos, frutos, espigas, etc. Se evalúa en cada individuo, la presencia o ausencia de enfermedad.

Incompatibilidad: Ocurre cuando los mismos alelos se expresan en el polen y en el pistilo.

Interacción: Decimos que existe interacción entre dos factores cuando el efecto de uno de ellos sobre la variable dependiente no es el mismo en todos los niveles del otro factor.

Lobulada: Es cuando las hojas presentan entrantes que afectan el limbo, pero no sobrepasan la línea media situada entre el margen y la nervadura central.

Microclima: Clima propio de un lugar o espacio reducido, provocado por la variación de las condiciones generales del clima en ese medio. Medio ambiente controlado que rodea íntimamente a plantas o animales en espacios limitados.

Necrótico: Es un síntoma de enfermedad en las plantas caracterizado por la muerte prematura de las células de un tejido u órgano.

Phoma lingam: Es una enfermedad económicamente importante del brócoli y coliflor.

Pivotante: Es la raíz que crece verticalmente hacia abajo.

Polífaga: Organismos vivos que pueden nutrirse de diferentes tipos de alimentos.

Polinización cruzada: Es el transporte del polen de una planta a otra.

Primordio floral: Es a simple vista, un grupo homogéneo de células, sin que se distingan diferencias morfológicas.

Producción: Proceso por medio del cual se crean los bienes y servicios económicos. Es la actividad principal de cualquier sistema económico que está organizado precisamente para producir, distribuir y consumir los bienes y servicios necesarios para la satisfacción de las necesidades humanas.

Regresión: Es el incremento o disminución de la variable dependiente (Y), por cada cambio único de las variables independientes (Xs).

Silicua: Es el nombre que recibe el fruto seco dehiscente, más precisamente una cápsula dehiscente para placentaria, de ciertas plantas, cuya longitud es al menos el triple que la anchura.

Valvas: Es cada parte en que se separa el pericarpio de los frutos dehiscentes una vez abiertos.

Variedad: Grupo de plantas definido con mayor precisión, seleccionado dentro de una especie, que presentan una serie de características comunes.