



Pontificia Universidad Católica del Ecuador

Sede Ibarra

ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y AMBIENTALES

INFORME FINAL DEL PROYECTO

TEMA:

EVALUACIÓN DEL EFECTO DE ABONO ORGÁNICO A BASE DE ESTIÉRCOL DE OVINO EN EL CULTIVO DE DOS HÍBRIDOS DE BRÓCOLI (*Brassica oleracea* L.) EN LA GRANJA EXPERIMENTAL PUCE-SI.

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE

INGENIERO AGROPECUARIO

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN:

Línea 4: Gestión sostenible y aprovechamiento de los recursos naturales.

SUBLINEA: Desarrollo y sostenibilidad.

AUTOR: JOHAN PAUL REGALADO MAFLA

ASESOR: JOSÉ VALDEMAR ANDRADE CADENA

Ibarra, 12 de junio 2023

Ibarra, 12 de junio 2023

José Valdemar Andrade Cadena
ASESOR

CERTIFICA:

Haber revisado el presente informe final de investigación, el mismo que se ajusta a las normas vigente en la Escuela de Ciencias Agrícolas y Ambientales (ECAA), de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra (PUCESI); en consecuencia, autorizo su presentación para los fines legales pertinentes.

A handwritten signature in blue ink, consisting of several overlapping loops and lines. The name 'JOSE VALDEMAR ANDRADE' is faintly visible within the signature.

José Valdemar Andrade Cadena
C.C.: 1001927167

PÁGINA DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

El jurado examinador, aprueba el presente informe de investigación en nombre de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra (PUCESI):



.....
José Valdemar Andrade Cadena
C.C.:1001927167



.....
PhD. Diego Manuel León Tapia
C.C.: 1711668895




.....
MSc. Edwin Fernando del Pozo Villacis
C.C.: 1001756566

ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS

Yo JOHAN PAUL REGALADO MAFLA, declaro conocer y aceptar la disposición del Art. 165 del Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, que manifiesta textualmente: “Se reconoce facultad de los autores y demás titulares de derecho de disponer de sus derechos o autorizar de sus obras o prestaciones, a título gratuito u oneroso, según las condiciones que determinen. Esta facultad podrá ejercerse mediante licencias libres, abiertas y otros modelos alternativos de licenciamiento o la renuncia”.

Ibarra, 12 de junio del 2023



JOHAN PAUL REGALADO MAFLA
C.C.: 1003236229

AUTORÍA

Yo, JOHAN PAUL REGALADO MAFLA, portador de la cédula de ciudadanía N°, 1003236229 declaró que la presente investigación es de total responsabilidad del autor, y eximo expresamente a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra de posibles reclamos o acciones legales.



JOHAN PAUL REGALADO MAFLA
C.C.: 1003236229

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, JOHAN PAUL REGALADO MAFLA, con C.C.: 1003236229 , autor del trabajo de grado titulado: EVALUACIÓN DEL EFECTO DE ABONO ORGÁNICO A BASE DE ESTIÉRCOL DE OVINO EN EL CULTIVO DE DOS HÍBRIDOS DE BRÓCOLI (*Brassica oleracea* L.) EN LA GRANJA EXPERIMENTAL PUCE-SI. Previo a la obtención del título profesional de Ingeniería Agropecuaria, en la Escuela de Ciencias Agrícolas y Ambientales.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tiene la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra, de conformidad con el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de graduación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra a difundir a través del sitio web de la Biblioteca de la PUCE SI el referido trabajo de graduación, respetando las políticas de propiedad intelectual de la Universidad.

Ibarra, 12 de junio 2023



JOHAN PAUL REGALADO MAFLA
C.C.: 1003236229

DECLARACIÓN DE COMPORTAMIENTO ÉTICO EN LA ELABORACIÓN, DESARROLLO Y EVALUACIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN

Por medio de la presente declaro conocer y aplicar en la elaboración, desarrollo y evaluación de Proyecto de Titulación: EVALUACIÓN DEL EFECTO DE ABONO ORGÁNICO A BASE DE ESTIÉRCOL DE OVINO EN EL CULTIVO DE DOS HÍBRIDOS DE BRÓCOLI (*Brassica oleracea* L.) EN LA GRANJA EXPERIMENTAL PUCE-SI, lo propuesto en el Código de Ética de la investigación y el aprendizaje de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, aprobado por el Consejo Superior de la PUCE con fecha 27 de enero de 2022.

Para constancia firma:



Johan Paul Regalado Mafla
Estudiante que ejecuta el trabajo de Titulación
C.C: 1003236229
Carrera: Ingeniería Agropecuaria

Ibarra, 12 de junio 2023

DEDICATORIA

A mi MADRE por su amor infinito, su bendición, su alegría y su apoyo.

A mi hija FRIDHA por fortalecer mi corazón, ser mi inspiración en el caminar de mi vida y ser luz en mi camino.

A mi mujer TATIANA, por su cariño y apoyo incondicional de principio a fin, por ser mi norte, alentarme, confiar siempre y crear este sueño conmigo.

A todas las personas que sienten mucha satisfacción por este logro y a todos los que fueron parte de este sueño incluso sin saberlo.

Johan Paul Regalado Mafla

AGRADECIMIENTO

Mi agradecimiento a Dios por bendecir mi vida, por guiarme, ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad.

Gracias a mi madre Marcy quien con su esfuerzo y dedicación me ayudó a culminar mi carrera universitaria a mi mujer e hija Frida, por ser mí apoyo para no decaer cuando todo parecía complicado e imposible.

Agradezco a los docentes de la Escuela de Ciencias Ambientales y Ecodesarrollo de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador sede Ibarra, quienes con sus valiosos conocimientos hicieron que pueda culminar mi carrera, gracias por su paciencia, dedicación, apoyo incondicional y amistad. A Valdemar Andrade asesor del proyecto de investigación quien con su dirección, conocimiento y enseñanza ha guiado el desarrollo de este trabajo, a mis amigos quienes me ayudaron desinteresadamente.

Johan Paul Regalado Mafla

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	vii
AGRADECIMIENTO.....	viii
ÍNDICE.....	ix
ÍNDICE DE TABLAS.....	xiii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xv
RESUMEN.....	xvii
ABSTRACT.....	xviii
CAPÍTULO I.....	19
INTRODUCCIÓN.....	19
CAPÍTULO II.....	21
OBJETIVOS.....	21
2.1. Objetivo general.....	21
2.2. Objetivos específicos.....	21
2.3. Hipótesis.....	21
CAPÍTULO III.....	22
ESTADO DEL ARTE.....	22
3.1. Condiciones agroecológicas de brócoli.....	22
3.1.1. Temperatura.....	22
3.1.2. Necesidades Hídricas.....	23
3.1.3. Luminosidad.....	23
3.2. Necesidades nutritivas.....	24

3.2.1. Materia orgánica.....	24
3.2.2. pH.....	25
3.2.3. Conductividad.....	25
3.2.4. Materia orgánica.....	25
3.2.4.1. Necesidades nutricionales.....	26
3.2.5. Material vegetal.....	27
3.2.5.1. Variedad Avenger y Zafiro.....	27
3.3. Manejo con fertilización mineral.....	27
3.3.1. Manejo con fertilización orgánica.....	28
3.3.2 Manejo orgánico.....	28
3.4 Estiércol de ovino.....	29
3.4.1 Características agroquímicas del estiércol de oveja.....	29
CAPÍTULO IV.....	32
MATERIALES Y MÉTODOS.....	32
4.1. Materiales.....	32
4.1.1. Material vegetativo.....	32
4.1.2. Material de Laboratorio.....	32
4.1.3. Materiales de Campo.....	32
4.1.4. Insumos.....	32
4.1.5. Señalética.....	33
4.2. Métodos.....	33
4.2.1. Localización del área de estudio.....	33
4.2.2. Características generales de la unidad experimental.....	34

4.2.3. Factores de estudio.....	34
4.2.4. Tratamientos.....	35
4.2.5. Diseño Experimental.....	35
4.2.6. Unidades Experimentales.....	36
4.2.7. Croquis distribución de las unidades experimentales en la superficie de investigación.....	39
4.3. Variables en estudio.....	39
4.3.1. Variables Independientes.....	39
4.3.2. Variables Dependientes.....	39
4.3.2.1. Altura (cm) de la planta.....	39
4.3.2.2. Diámetro del tallo.....	39
4.3.2.3. Peso de la pella (fruto).....	39
4.3.2.4. Diámetro de la pella (fruto).....	40
4.3.2.5. Rendimiento (Número de días a la cosecha de la pella).....	40
4.4. Manejo del experimento.....	41
4.4.1. Fase de campo.....	41
4.4.2. Fase de Laboratorio.....	42
CAPÍTULO V.....	43
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	43
5.1. Evaluación de abono orgánico en el cultivo de dos variedades de brócoli (<i>Brassica oleracea</i> L.).....	43
5.1.1. Prueba de normalidad y homogeneidad de la varianza.....	43
5.2. Análisis estadístico de las variables.....	45
5.2.1. Variables de campo.....	45

CAPÍTULO VI.....	74
CONCLUSIONES.....	74
CAPÍTULO VII.....	75
RECOMENDACIONES.....	75
CAPÍTULO VIII.....	76
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	76
ANEXOS.....	88

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Demanda nutrimental del brócoli.....	24
Tabla 2 Necesidades nutritivas del brócoli para un rendimiento de 17 t/ha.....	26
Tabla 3 Características de los híbridos Avenger y Zafiro	27
Tabla 4 Características agroquímicas del estiércol de ovino.....	30
Tabla 5 Características de valores de macroelementos del estiércol de ovino.....	31
Tabla 6 Condiciones climáticas de la zona de investigación.....	34
Tabla 7 Características generales de la unidad experimental.....	34
Tabla 8 Interacción de factores en cada tratamiento.....	35
Tabla 9 Esquema del análisis de varianza.....	36
Tabla 10 Fase de campo.....	41
Tabla 11 Fase de laboratorio.....	42
Tabla 12 Pruebas de supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas.....	44
Tabla 13 ANOVA de la variable altura (cm) de planta híbridos de brócoli después del trasplante.....	45
Tabla 14 ANOVA de la variable diámetro de tallo (mm) de planta híbridos de brócoli después del trasplante.....	52
Tabla 15 Prueba no paramétrica de Kruskal- Wills para la variable diámetro de tallo a los 60 días después del trasplante.....	57
Tabla 16 ANOVA de la variable diámetro de pella (mm) de planta híbridos de brócoli después del trasplante.....	59
Tabla 17 ANOVA de la variable peso de pella (g) híbridos de brócoli después del trasplante.....	64
Tabla 18 ANOVA de la variable rendimiento (kg/ha) híbridos de brócoli después del trasplante.....	68

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Localización del área de estudio.....	33
Figura 2 Tamaño de la unidad experimental.....	36
Figura 3 Forma de la parcela experimental.....	37
Figura 4 Tamaño de la unidad experimental plantas efecto borde.....	38
Figura 5 Distribución de las unidades experimentales dentro de la parcela de investigación..	38
Figura 6 Promedios del factor híbrido más dosis de fertilizante para la variable altura de planta a los 90 días.....	46
Figura 7 Promedios del factor dosis de fertilizante para la variable altura de planta de brócoli a los 30, 60 y 90 días de planta de brócoli.....	48
Figura 8 Promedios para el factor híbrido de brócoli para la variable altura de planta a los 90 días.....	49
Figura 9 Tukey 5% para el factor dosis de fertilizante para la variable altura de planta a los 90 días.....	50
Figura 10 Promedios para el factor híbrido más dosis de fertilizante para la variable diámetro de tallo a los 90 días.....	53
Figura 11 Promedios para el factor híbridos de brócoli para la variable diámetro de tallo a los 90 días.....	55
Figura 12 Promedios del factor dosis de fertilizante de la variable diámetro de tallo a los 90 días.....	56
Figura 13 Promedios de las dosis de abono para la variable diámetro de tallo.....	58
Figura 14 Promedios del factor híbrido más dosis fertilizante de la variable diámetro de pella (cm) a los 90 días.....	60
Figura 15 Promedios del factor híbridos de brócoli para la variable diámetro de pella (mm) a los 90 días.....	61
Figura 16 Promedios del factor dosis de fertilizante para la variable diámetro de pella (mm) a los 90 días.....	63
Figura 17 Promedios del factor híbrido más dosis de fertilizante de la variable peso de pella (g) híbridos de brócoli después del trasplante.....	65

Figura 18 Promedios para el factor híbridos de brócoli para la variable peso de pella (g) a los 90 días.....	66
Figura 19 Tukey al 5% para el factor dosis fertilización para la variable peso de pella (g) a los 90 días.....	67
Figura 20 Promedios del factor híbrido más dosis fertilizante de la variable rendimiento (kg/ha) a los 90 días.....	69
Figura 21 Promedios para el factor híbridos de brócoli para la variable rendimiento (kg/ha) a los 90 días.....	70

RESUMEN

La dosis a ser aplicada a los suelos de enmiendas orgánicas para la mejora de la fertilidad del suelo con base en el uso de estiércol de ovino, en especial para el cultivo de las hortalizas permite orientar al uso adecuado de los recursos disponibles. La presente investigación estudió el comportamiento de las enmiendas orgánicas aplicadas en dosis alta a razón de 10 kg/m², dosis media de 8 kg/m² y dosis baja 6 kg/m²; complementando los elementos faltantes con un fertilizante mineral completo de relación 1N-1P₂O₅-1K₂O (15-15-15) a razón de 20 g por m². La investigación se realizó bajo las condiciones agroecológicas de la granja experimental de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador sede Ibarra. Se utilizaron dos materiales híbridos de Brócoli (Avenger y Zafiro). Para el desarrollo del ensayo se utilizó un diseño de bloques completos al azar (DBCA) en arreglo de parcelas divididas. Las variables evaluadas fueron: la altura de las plantas de brócoli a los 30, 60 y 90 días; el diámetro del tallo a los 30, 60 y 90 días, el diámetro de la pella; peso de la pella y rendimiento. En la determinación de los cambios el comportamiento morfofisiológico de la planta de brócoli se observó que la enmienda de abono orgánico de estiércol de ovina media (8 kg de estiércol) con el híbrido de brócoli Zafiro presentaron el mayor rendimiento de 0,54 kg/m² a condiciones de campo abierto con un beneficio costo por ha de 1,96. Aceptándose la hipótesis nula en donde los tratamientos son similares llegando a la conclusión que la enmiendas y la fertilización en base a un fórmula mineral de abono completo 15-15-15, NPK son iguales en los cambios morfológicos de la planta de brócoli para altura de planta, diámetro de pella y peso de pella.

Palabras clave: Brócoli, estiércol de ovino, orgánica, rendimiento

ABSTRACT

The dose to be applied to the soils of organic amendments for the improvement of soil fertility based on the use of sheep manure, especially for the cultivation of vegetables, allows guiding the adequate use of available resources. The present investigation studied the behavior of organic amendments applied in a high dose at a rate of 10 kg/m², a medium dose of 8 kg/m² and a low dose of 6 kg/m²; Complementing the missing elements with a complete mineral fertilizer with a ratio of 1N-1P₂O₅-1K₂O (15-15-15) at a rate of 20 g per m². The research was carried out under the agroecological conditions of the experimental farm of the Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Ibarra campus. Two hybrid Broccoli materials (Avenger and Zafiro) were used. For the development of the trial, a randomized complete block design (DBCA) was used in a divided plot arrangement. The variables evaluated were: the height of the broccoli plants at 30, 60 and 90 days; the diameter of the stem at 30, 60 and 90 days, the diameter of the pellet; pellet weight and yield. In determining the changes in the morphophysiological behavior of the broccoli plant, it was observed that the amendment of organic fertilizer of medium sheep manure (8 kg of manure) with the hybrid of Zafiro broccoli presented the highest yield of 0.54 kg/m² under open field conditions with a benefit cost per ha of 1.96. Accepting the null hypothesis where the treatments are similar, reaching the conclusion that the amendments and fertilization based on a mineral formula of complete fertilizer 15-15-15, NPK are the same in the morphological changes of the broccoli plant for height of plant, pellet diameter and pellet weight.

Keywords: Broccoli, sheep manure, organic, yield

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Un sistema de producción agrícola para el cultivo de brócoli requiere la aplicación de fertilizantes con dosis adecuadas de nitrógeno para lograr un alto retorno económico a través de un rendimiento óptimo y la obtención de productos de calidad al momento de la cosecha. Sin embargo, es importante tomar en cuenta la disminución de los fertilizantes minerales y los riesgos que pueden causar en la contaminación de las aguas superficiales y profundas debido a la lixiviación de nitratos. Esto puede provocar problemas tanto en la salud humana como en el medio ambiente, incluyendo la producción de gases derivados de procesos de descomposición, que pueden volatilizarse (Cartagena et al., 2017).

En la actualidad, los consumidores de hortalizas suelen preguntar a los productores acerca de los métodos de cultivo utilizados, incluyendo si se emplean fertilizantes químicos u orgánicos. Esta información influye en sus preferencias por los productos, siendo algunos de ellos quienes buscan hortalizas con características de calidad y con la menor presencia posible de residuos de fitosanitarios, especialmente en la pella del brócoli (Coronel, 2019).

González (2019) afirma que la agricultura convencional depende de la aplicación de fertilizantes minerales solubles para lograr un mayor rendimiento en los cultivos. Sin embargo, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) (2018) indica que la aplicación excesiva de fertilizantes está provocando la eutrofización de aguas superficiales, la contaminación de aguas subterráneas y del aire, la degradación del suelo y los ecosistemas, el desequilibrio biológico y la reducción de la biodiversidad. Se ha dado prioridad al impacto negativo de los fertilizantes sobre el recurso hídrico, en particular, los problemas de lixiviación y contaminación de aguas subterráneas y superficiales. En el caso del suelo, los impactos negativos son la variación del pH, el deterioro de la estructura del suelo y la disminución de la microfauna (Quispe, 2021). En cuanto al aire, el principal efecto negativo se debe a la aplicación inadecuada de los fertilizantes a base de nitrógeno (González, 2019).

En el año 2020, el cultivo de brócoli se ha consolidado como un rubro importante para el comercio internacional. Según Moniruzzaman et al. (2007), su producción representa el 2% de las exportaciones en los cultivos transitorios y cubre aproximadamente el 3% de la superficie cultivada en la región sierra. Además, este cultivo genera empleo para un total de 12,812 personas en el proceso productivo, de las cuales el 21% corresponde a mano de obra familiar y el 56% a trabajadores remunerados de manera permanente.

Los productores de brócoli con respecto a los precios han mantenido una tendencia estable durante el año 2021, mientras que a nivel internacional estos registran una tendencia al alza siendo los principales destinos de exportaciones de brócoli Japón con el 40% y Estados Unidos con el 32 % (García et al., 2014).

En esta investigación se evaluaron varias dosis de abono orgánico a base de estiércol de ovino en comparación con una fórmula de fertilizante mineral 15-15-15 NPK, aplicados durante el desarrollo vegetativo del cultivo de brócoli en el suelo. Los resultados obtenidos en la investigación permitieron establecer la recomendación de la cantidad adecuada de abono orgánico de estiércol de ovino por hectárea, lo que proporciona seguridad y confianza al momento de aplicar este tipo de abonos y también reduce los gastos en la adquisición de fertilizantes minerales, mejorando los ingresos económicos de los pequeños y medianos productores de hortalizas (Cruz et al., 2018).

CAPÍTULO II

OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Evaluar el efecto del abono orgánico a base de estiércol de ovino aplicado al suelo en el desarrollo agronómico y rendimiento del cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* L.).

2.2. Objetivos específicos

- Evaluar la mejor dosis de aplicación de abono orgánico a base de estiércol de ovino en el desarrollo morfológico fisiológico del cultivo de brócoli. (*Brassica oleracea* L.).
- Determinar el rendimiento de las variedades a evaluar de híbridos de brócoli, (*Brassica oleracea* L.).
- Establecer la relación beneficio costo, del mejor tratamiento de la aplicación de fertilizante orgánico a base de estiércol de ovino aplicada al suelo en el cultivo de brócoli. (*Brassica oleracea* L.).

2.3. Hipótesis

Hipótesis nula = Al menos una dosis de abono orgánico a base de estiércol de ovino aplicado al suelo en el cultivo de dos híbridos de brócoli no tiene efecto en las etapas morfofisiológicas y rendimiento.

Hipótesis alternativa= Al menos una dosis de abono orgánico a base de estiércol de ovino aplicado al suelo en el cultivo de dos híbridos de brócoli tiene efecto en las etapas morfofisiológicas y rendimiento.

CAPÍTULO III

ESTADO DEL ARTE

3.1. Condiciones agroecológicas de brócoli

El brócoli es un vegetal perteneciente a la familia crucífera. Se le considera un alimento altamente nutritivo debido a su bajo contenido calórico y alta concentración de vitaminas, minerales y compuestos anticancerígenos. Entre los nutrientes que contiene se encuentran el beta caroteno (una provitamina A), las vitaminas C y K, el azufre, el potasio, el selenio, el zinc, el calcio, el hierro, el magnesio, el ácido fólico y los glucosinolatos (un anticancerígeno natural). Además, el brócoli es muy rico en agua, lo que se traduce en un bajo contenido calórico según lo señalado por Martínez et al. (2016). Por estas razones, el brócoli es ampliamente reconocido como un alimento nutritivo y saludable.

En los últimos años, ha habido un aumento significativo en el interés por el cultivo y consumo del brócoli debido a su gran valor económico y a los beneficios que aporta a la salud. El brócoli es considerado un producto vegetal de alto valor nutricional ya que contiene altas concentraciones de nutrientes esenciales como el zinc, la fibra, la vitamina C y el ácido fólico. Además, es rico en compuestos antioxidantes, glucosinolatos y posee una elevada actividad antioxidante, como ha sido descrito por (Navarro, 2015).

Este alimento contiene nutrientes con propiedades anticancerígenas significativas, tales como el Diindolylmetano, pequeñas cantidades de selenio y glucorafanina, que puede transformarse en el anticancerígeno Sulforafano (Bueno, 2014).

3.1.1. Temperatura

Para el cultivo, se consideran como requerimientos climáticos ideales aquellas zonas que presentan temperaturas entre 8 y 17 °C, sin embargo, puede tolerar temperaturas de 2 a 25 °C y una humedad relativa no inferior al 70% (Quintana, 2015). Según la variedad y las

condiciones del ciclo fenológico del cultivo, el tiempo de cosecha oscila entre los 90 y 100 días después del trasplante, tal y como lo expone el Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca a través del Sistema de Información Nacional de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP, 2016). Además, el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC, 2012) indica que el cultivo puede soportar temperaturas bajas de hasta $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$, siempre y cuando no se haya formado la inflorescencia. Por otro lado, según Zamora (2016), la semilla tarda alrededor de 7 días en germinar a temperaturas que oscilan entre $7\text{ y }35\text{ }^{\circ}\text{C}$.

3.1.2. Necesidades Hídricas

Por lo general, esta especie se cultiva bajo riego debido a su alta susceptibilidad a la falta de humedad en el suelo. Durante su ciclo de producción, requiere entre 800 y 1200 mm de agua y el nivel de humedad del suelo no debe descender por debajo del 50% de su capacidad de retención de agua (Ruiz et al., 2013).

El cultivo de brócoli requiere una precipitación anual en el rango de 800 a 1200 mm y una altitud de entre 2600 y 3000 m.s.n.m. Además, es necesario que la humedad relativa se mantenga por encima del 70%, aunque el óptimo se sitúa en el 80% (Santoyo y Martínez, 2011).

3.1.3. Luminosidad

Para asegurar un buen desarrollo del cultivo de brócoli, es fundamental contar con los marcos de plantación adecuados que permitan una adecuada luminosidad. Existen diversas variedades de brócoli, desde aquellas con tallos de 50 cm hasta las que tienen tallos de un metro de altura, lo que incide en la cantidad de luz que requieren. Los marcos de plantación más comunes para el cultivo de brócoli son los de $0,60\text{ x }0,60$, $0,70\text{ x }0,50$ y $0,80\text{ x }1$, siendo estos últimos los más amplios según lo recomendado por (Japón, 2002). Aunque el fotoperiodo no influye directamente en la inducción y diferenciación floral del brócoli, es importante asegurar una luminosidad adecuada para su crecimiento y desarrollo. La luminosidad en niveles extremadamente altos o bajos puede reprimir el crecimiento y otras

características de la planta. El brócoli requiere una luminosidad moderada de 11 a 13 horas diarias, según lo expuesto por (Toledo, 2003).

De acuerdo con Canqui (2018), quien cita a (Bolea, 2002), una luminosidad deficiente de menos de 10 horas de luz diarias durante la formación de la pella puede afectar negativamente la calidad del brócoli. Por lo tanto, es importante prestar atención a la luminosidad y asegurarse de proporcionar las condiciones adecuadas para obtener una buena cosecha de brócoli.

Según Sakata (2021), el brócoli requiere de un fotoperiodo de entre 11 y 13 horas de luz para su óptimo desarrollo, ya que pertenece a las hortalizas de día corto que necesitan menos de 14 horas de luz diarias.

3.2. Necesidades nutritivas

Las necesidades o demandas nutritivas del brócoli se pueden observar en la siguiente tabla:

Tabla 1

Demanda nutricional del cultivo de brócoli

Rendimiento esperado	Rendimiento de nutrientes			Referencias
	Nitrógeno (N)	Fósforo (P)	Potasio (K)	
133 kg/ha	19 t/ha	347 kg/ha	38 kg/ha	(Tortosa, 2014)
723 kg/ha	32,3 t/ha	599 kg/ha	23 kg/ha	(Fernández et al., 2018)
12,5 kg/ha	1 t/ha	12,7 kg/ha	1,5 kg/ha	(InfoAgro, 2017)

Nota: en la tabla se puede observar los rendimientos esperados por los distintos nutrientes según diversos autores.

3.2.1. Materia orgánica

Los estudios sobre el uso de materias orgánicas muestran que la aplicación de abonos orgánicos al cultivo de brócoli mejora significativamente el crecimiento de la planta. Se ha observado un aumento en la altura de la planta (expresada en centímetros) cuando se utiliza

compost o estiércol descompuesto de ovino como abono, además de una mejora en la capacidad de intercambio catiónico y la fertilidad del suelo (Cruz et al., 2018).

La aplicación de materia orgánica al suelo puede mejorar significativamente sus propiedades físicas, químicas y biológicas. Además, este proceso favorece el intercambio catiónico y la formación de agregados más estables, lo que a su vez permite una mejor absorción de nutrientes por las raíces de las plantas, estimulando y fortaleciendo su desarrollo. En suelos de textura arenosa, la materia orgánica también mejora la cohesión de las partículas y promueve una mayor actividad microbiana, lo que facilita la movilización de nutrientes por las raíces de las plantas (García et al., 2014).

3.2.2. pH

Las plantas de brócoli, al igual que los cultivos de col repollo y coliflor, prefieren suelos con condiciones ácidas y alcalinas para lograr un mejor desarrollo. Los valores de pH ideales para estos cultivos oscilan entre 6,5 y 7,8, es decir, suelos ligeramente ácidos a ligeramente básicos (Pino, 2020).

El brócoli es una hortaliza que se adapta a una amplia variedad de suelos. Aunque prefiere aquellos ligeramente ácidos, con un pH entre 6 y 6,5, en algunos casos se recomienda a los agricultores cultivarlo en suelos neutros o ligeramente alcalinos. Esto se debe a que un pH alcalino evita el desarrollo de la hernia de la col, una enfermedad de la raíz causada por el patógeno *Plasmodiophora brassicae*, que puede provocar cáncer en las plantas. Aunque su tolerancia al pH superior a 7 es limitada, el brócoli puede crecer en suelos y aguas con altos niveles de salinidad (Wikifarmer, 2018).

3.2.3. Conductividad

Según el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA, 2012), el brócoli puede tolerar una conductividad eléctrica de hasta 2,7 dS/m, pero una salinidad mayor puede afectar adversamente a las plántulas de diversas maneras. Por ejemplo, se ha observado que la germinación disminuye y el tiempo necesario para que las semillas completen este proceso se prolonga. Además, las raíces de las plantas de brócoli alcanzan una longitud menor, lo que limita su capacidad para prospectar el suelo. Se ha reportado que, en condiciones de salinidad, el rendimiento del brócoli se reduce de forma significativa, alcanzando una disminución del 10%, 25%, 50% y 100% a conductividades eléctricas de 3,9 dS/m, 5,5 dS/m, 8,2 dS/m y 14 dS/m, respectivamente (Goykovic et al., 2007).

3.2.4. Materia orgánica

El progreso científico en la producción agrícola exige que los expertos de este campo investiguen nuevas opciones de producción que resuelvan los problemas agrícolas, especialmente mediante procesos que incorporen eficientemente la materia orgánica para obtener productos saludables y limpios (Miranda et al., 2013).

En su artículo, Tortosa (2014) afirma que el estiércol de ovino es uno de los residuos agrícolas más adecuados para la elaboración de compost, debido a su alto contenido de nitrógeno, especialmente inorgánico, y su capacidad para actuar como inoculante microbiano.

El estiércol se considera un material orgánico que se utiliza para mejorar la calidad del suelo. Este material está compuesto principalmente por orina y heces de animales, aunque a veces se mezcla con otros materiales como paja o hierba seca. Aunque el estiércol es rico en nutrientes como nitrógeno, fósforo y potasio, en comparación con los fertilizantes sintéticos, sus contenidos son menores y se encuentran en forma orgánica. Además, la

relación carbono-nitrógeno del estiércol es de 36:1, según un estudio realizado por (Román et al., 2013).

La materia orgánica está compuesta por fracciones de diferente composición, las fracciones menos estables son más sensibles a los cambios producidos por las prácticas de manejo de suelo y de cultivo (Beltran et al., 2015).

3.2.4.1. Necesidades nutricionales

Tabla 2

Necesidades nutritivas del brócoli para un rendimiento de 17 t/ha

Nutriente	Requerimiento (kg/ha)
<i>Nitrógeno</i>	200-300
<i>Fósforo</i>	80-100
<i>Potasio</i>	350-450
<i>Magnesio</i>	20-35
<i>Calcio</i>	280-350
<i>Azufre</i>	120-180
<i>Boro</i>	0,61-0,65
<i>Hierro</i>	1-1,5
<i>Zinc</i>	0,4-0,6
<i>Manganeso</i>	0,9-1

Nota. Esta tabla muestra los requerimientos nutricionales del cultivo de brócoli (Bertsch, 2009).

3.2.5. Material vegetal

3.2.5.1. Variedad Avenger y Zafiro

Los dos híbridos de brócoli tienen características similares, tales como una cabeza de domo perfecto, granos finos a medianos, una coloración verde intenso, una mínima presencia de brotes laterales, una excelente postcosecha y un ciclo medio total de 105 días. Estos rasgos han hecho de este brócoli un referente tanto para la industria del congelado como para el mercado fresco. Por ejemplo, el híbrido Avenger cuenta con una planta vigorosa y cabezas bien formadas, lo que le permite ofrecer una uniformidad en sus cabezas que resulta beneficiosa para el empaque en caja en el mercado fresco, así como un buen aprovechamiento de floretes para el proceso de congelado (Sakata, 2016). Las características de este híbrido se presentan en la Tabla 3.

Tabla 3

Características de los híbridos Avenger y Zafiro

CARACTERÍSTICA	RESULTADO	
	AVENGER	ZAFIRO
<i>Altura (m) de la planta</i>	0,9	1,0
<i>Días a la cosecha</i>	90 a 110	100-110
<i>Color de la cabeza</i>	Azul verdoso	Azul verdoso
<i>Domo</i>	Denso, Bien Formado	Bien Formado
<i>Peso Domo (g)</i>	150 - 540	130 - 600
<i>Distancia de Siembra (m)</i>	0,70 x 0,25	0,70 x 0,25
<i>Uso y observaciones</i>	Es el híbrido referente para mercado fresco	Se utiliza para mercado fresco

Nota. Características principales de los dos híbridos de brócoli Avenger y Zafiro (Sakata, 2016).

3.3. Manejo con fertilización mineral

La producción del cultivo de brócoli requiere una cantidad significativa de nutrientes para crecer adecuadamente. En concreto, se necesita un 75% de nitrógeno, mientras que la exigencia de fósforo se mantiene constante durante todo el ciclo de crecimiento. Además, el potasio sólo se absorbe durante la etapa de formación de la pella. Para un óptimo crecimiento, también se requiere la aportación de micronutrientes como el boro y el molibdeno. Es importante tener en cuenta que entre el 5% y el 10% del total de nutrientes son asimilados durante la formación de la pella, según lo indicado por (Carrillo, 2020).

El cultivo de brócoli requiere altas cantidades de nitrógeno para alcanzar su máximo potencial en rendimiento. Aunque el nitrógeno se considera un macronutriente fundamental para determinar el rendimiento de los cultivos, su uso excesivo puede tener un impacto negativo en el medio ambiente, incluso cuando se aplica a través de la técnica de fertirrigación (Berríos et al., 2022).

3.3.1. Manejo con fertilización orgánica

Los agricultores se enfrentan a altas demandas nutricionales en sus cultivos, pero su capacidad de inversión para adquirir fertilizantes convencionales es limitada. Esto ha resultado en un manejo inadecuado de los nutrientes de las plantas, lo que se traduce en bajos rendimientos. Además, el suministro desequilibrado de nutrientes es un problema crítico que afecta la sostenibilidad de los sistemas agrícolas en todo el mundo, tanto por el reemplazo insuficiente como por el exceso de nutrientes aplicados (Rodríguez et al., 2019).

Es fundamental promover técnicas que contribuyan al aporte de nutrientes, al uso cíclico de los agroecosistemas y al uso de recursos locales. Para lograrlo, se requieren sistemas de fertilización alternativos que utilicen materiales orgánicos, amigables con el ambiente y de fácil acceso en las granjas. De esta forma, se reducirá la dependencia de los fertilizantes minerales y se evitarán sus efectos negativos como la acidificación y la salinización de los suelos, la aparición de plagas y enfermedades, y los desbalances

nutricionales que afectan a los microorganismos del suelo y su salud en general, lo que puede limitar la producción agrícola, se planteó una evaluación del efecto de la aplicación de abonos orgánicos en la producción de brócoli (Cruz et al., 2018).

3.3.2 Manejo orgánico.

El cultivo orgánico del brócoli tiene características similares al cultivo convencional, pero se enfrenta a nuevas condiciones agronómicas que requieren un manejo orgánico. En este tipo de cultivo, muchos de los procesos están influenciados por perfiles metabólicos reducidos debido a la menor disponibilidad de nutrientes, especialmente minerales. Estas condiciones afectan directamente la productividad y la calidad de la cosecha, ya que el brócoli está compuesto por características genéticas híbridas que afectan la eficacia fotosintética, la translocación, la asimilación, la respiración y la transpiración (Orellana et al., 2008).

La reducción del tamaño de las partículas de los componentes del abono puede provocar su descomposición microbológica. No obstante, si se excede la cantidad de partículas muy pequeñas, puede ocurrir una compactación que favorece el desarrollo de procesos anaeróbicos, lo que no es adecuado para obtener un abono orgánico fermentado de calidad. Para solucionar este problema, en algunos casos se puede añadir al abono materiales de relleno con partículas mayores, como trozos de madera picados o carbón vegetal grueso (Restrepo et al., 2009).

3.4 Estiércol de ovino.

3.4.1 Características agroquímicas del estiércol de oveja.

Los estiércoles son una excelente fuente de residuos agrícolas para la composta debido a su alto contenido de nitrógeno y capacidad de actuar como inoculantes microbianos. De acuerdo con Tortosa et al. (2013), se presenta una tabla que describe las propiedades agroquímicas del estiércol de ovino.

Tabla 4*Características agroquímicas del estiércol de ovino*

<i>Parámetro</i>	<i>Valor</i>
<i>Ph</i>	8,51
<i>Conductividad eléctrica (dS/m)</i>	11,33
<i>Materia orgánica</i>	45,6
<i>Lignina (%)</i>	21,1
<i>Celulosa (%)</i>	11,4
<i>Hemicelulosa %</i>	11
<i>Carbono orgánico total (COT, %)</i>	25,2
<i>Nitrógeno total (NT, g/kg)</i>	17,7
<i>Amonio (NH⁴⁺, mg/kg)</i>	889
<i>Nitrato (NO³⁻, mg/kg)</i>	520
<i>Nitrito (NO²⁻, mg/kg)</i>	nd
<i>Relación C/N</i>	14,3
<i>Contenido graso (%)</i>	0,5
<i>Carbohidratos hidrosolubles (%)</i>	0,4
<i>Polifenoles hidrosolubles (%)</i>	0,3
<i>Carbono hidrosoluble (COH, %)</i>	3,5
<i>Fósforo (P, g/kg)</i>	2,2
<i>Potasio (K, g /kg)</i>	16,5
<i>Calcio (Ca, g/kg)</i>	100,9
<i>Magnesio (Mg, g/kg)</i>	18,7
<i>Sodio (Na, g/kg)</i>	3,9
<i>Azufre (S, g/kg)</i>	3,2
<i>Hierro (Fe, mg/kg)</i>	4139
<i>Cobre (Cu, mg/kg)</i>	51
<i>Manganeso (Mn, mg/kg)</i>	226

<i>Cinc (Zn, mg/kg)</i>	185
<i>Plomo (Pb, mg/kg)</i>	12
<i>Cromo (Cr, mg/kg)</i>	19
<i>Níquel (Ni, mg/kg)</i>	25
<i>Cadmio (Cd, mg/kg)</i>	nd

Nota. Datos expresados sobre materia seca, el pH y CE en un extracto acuoso 1:10, nd: no detectado.

Según Garro (2016) hace referencia a Paschoal (1994), quien proporciona información sobre el contenido promedio de nutrientes como N, P, K, C, materia orgánica y relación carbono-nitrógeno en materias primas utilizadas para la elaboración de abonos orgánicos con estiércol ovino. Los detalles específicos se encuentran en la Tabla 5.

La biodegradación del estiércol ovino implica la descomposición de diversas estructuras como celulosa, hemicelulosa, almidón y lignina, entre otras, a través de la acción enzimática de los microorganismos. Este proceso convierte los grandes polímeros en simples monómeros que son beneficiosos para las plantas y otros microorganismos (Flores et al., 2008).

En cuanto al manejo del estiércol, es importante considerar la época y la forma en que se aplica al suelo, así como otros factores que influyen en la mineralización del nitrógeno. Según Miranda et al. (2013), la tasa de mineralización de nitrógeno en un suelo arenoso franco fue de 0,62 a 0,64 mg/kg/día bajo condiciones controladas.

Tabla 5

Características de valores de macro elementos del estiércol de ovino

(%) Estiércol	(%) Mo	(%) C	(%) N	(%) C/N	(%) P ₂ O ₅	(%) K ₂ O
Ovino	82,94	46,1	1,4	32/1	0,74	1,95

Nota: Se muestra las características principales de los valores de macronutrientes del estiércol de ovino (Miranda et al., 2013).

CAPÍTULO IV

MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Materiales

Para la ejecución de la investigación se requirió los siguientes materiales y herramientas las cuales fueron seleccionados previa la instalación de la investigación como lo recomienda (Espinosa y Ferreira, 2016).

4.1.1. Material vegetativo

- Plántulas de brócoli híbridos Zafiro y Avenger.

4.1.2. Material de Laboratorio

- Balanza digital gramos (Camry EK3650)
- Balanza digital kilogramos (Adam Equipment CPWplus 300L)
- Calibrador (Illumifun Calibrador Digital)

4.1.3. Materiales de Campo

- Azadilla
- Azadón
- Botas de caucho
- Combo o martillo
- Flexómetro
- Rollo de piola
- Rastrillo
- Pala recta
- Estacas de madera de 50 centímetros

4.1.4. Insumos

- Abono orgánico (estiércol de ovino)
- Fertilizante mineral triple (15 – 15 – 15)

4.1.5. Señalética

- Rótulos de Identificación
- Libro de campo

4.2. Métodos

4.2.1. Localización del área de estudio

Figura 1

Localización del área de estudio



Nota. El presente trabajo de investigación se realizó en la provincia de Imbabura cantón Ibarra en la Nota: “Granja Experimental PUCE SI” que se encuentra ubicada en el sector de la Victoria.

La zona de estudio se encuentra en la ciudad de Ibarra a una altitud entre los 2204 a 2220 m.s.n.m. en las siguientes coordenadas UTM Latitud: 0,3503078 N, Longitud: -78,1063458 O con una precipitación anual que varía entre los 550 mm a los 1400 mm (Recalde, 2016).

Tabla 6*Condiciones climáticas de La Granja experimental de la PUCESI – Ibarra – Ecuador*

Condiciones climáticas de la Granja experimental	
Precipitación media/anual (mm)	749
Temperatura media/anual (°C)	15,9
Humedad relativa	Máxima 80% y mínima 29%
Velocidad del viento km/h	2

Nota. Obtenido de Plan de Ordenamiento territorial del cantón Ibarra (GAD-I, 2015).

4.2.2. Características generales de la unidad experimental

Tabla 7*Características generales de la unidad experimental*

Detalle	Cantidad	Unidad
Número total de unidades experimentales	24	(UE)
Área de las unidades experimentales	432	m ²
Largo	4,5	M
Ancho	4	M
Forma de la unidad experimental	Rectangular	
Área total del lote	504	m ²
Área total de caminos	72	m ²
Forma del ensayo	Rectangular	
Número total plántulas	2304	Plantas
Número de plantas por unidad experimental	96	Plantas
Número de plantas a evaluar por unidad experimental	16 x UE	Plantas

Número de plantas descarte por efecto borde	48	Plantas
Distancia de siembra entre planta	0,25	m
Distancia de siembra entre hilera (surco)	0,75	m

4.2.3. Factores de estudio

En su estudio, Ruiz (2016) sugiere llevar a cabo investigaciones utilizando diferentes dosis de estiércol de ovino por metro cuadrado. Se investigó la dosis de 8 kg/m², que produjo un rendimiento de 3,67 kg/m² de brócoli. Basándose en estos resultados y en las recomendaciones, se incrementó la dosis a 10 kg/m². Además, se utilizó una dosis menor de 6 kg/m² de abono orgánico para evaluar el rendimiento en función de las condiciones agroecológicas de la granja experimental La Victoria PUCE-SI.

Factor A (híbridos de brócoli)

- A1: Avenger.
- A2: Zafiro.

Factor B dosis de abono orgánico (estiércol de Ovino)

- B1: (dosis baja 6 kg/m²) (Ferreira, 2016)
- B2: (dosis media 8 kg/m²) (Ruiz, 2016)
- B3: (dosis alta 10 kg/m²) (Basantes, 2009)
- B4: (dosis química 20 g/ m²) (Zamora, 2016)

4.2.4. Tratamientos

Para la investigación experimental con el cultivo de los híbridos de brócoli se establecieron los siguientes tratamientos:

Tabla 8*Interacción de factores en cada tratamiento*

<i>Híbridos</i>	<i>Interacción</i>	<i>Interacción de factores</i>
H1D1	A1 x B1	Avenger + dosis baja (6 kg/m ²)
H1D2	A1 x B2	Avenger + dosis media (8 kg/m ²)
H1D3	A1 x B3	Avenger + dosis alta (10 kg/m ²)
H1D4	A1 x B4	Avenger +Fertilizante (15-15-15; 20 g/m ²)
H2D1	A2 x B1	Zafiro + dosis baja (6 kg/m ²)
H2D2	A2 x B2	Zafiro + dosis media (8 kg/m ²)
H2D3	A2 x B3	Zafiro + dosis alta 10 (kg/m ²)
H2D4	A2 x B4	Zafiro + Fertilizante (15-15-15; 20 g/m ²)

4.2.5. Diseño Experimental

En la presente investigación se utilizó un Diseño de Bloque Completo al Azar (DBCA) con parcelas divididas con ocho tratamientos y tres bloques con un total de 24 unidades experimentales en el que se evaluó los siguientes factores: dos híbridos de brócoli con tres dosis de fertilizante orgánico de estiércol de ovino y una dosis de fertilizante mineral, las variables evaluadas fueron: sometidas al análisis de varianza de terminándose las diferencias estadísticas entre las medias de los tratamientos se empleó prueba de Tukey al 5% de significancia.

Tabla 9*Esquema del análisis de varianza.*

	FV	GL
<i>Total</i>		23
<i>Bloques</i>		2
<i>Factor Variedades</i>		1
<i>Error Experimental A</i>		2
<i>Parcela Grande</i>		7
<i>Factor Dosis</i>		3

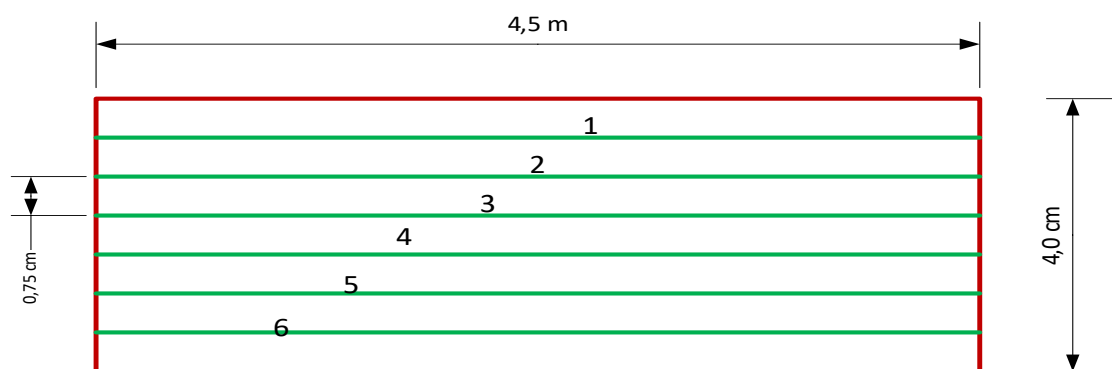
<i>Interacción Variedades x Dosis</i>	3
<i>Error Experimental B</i>	12

4.2.6. Unidades Experimentales

Se establecieron 24 unidades experimentales cada una con 6 líneas o surcos en un área de 4 m de ancho por 4,5 m de largo con una distancia entre surcos de 0,75 m y entre plantas de 0,25 m. A continuación, se describe en la figura 2.

Figura 2

Tamaño de la unidad experimental



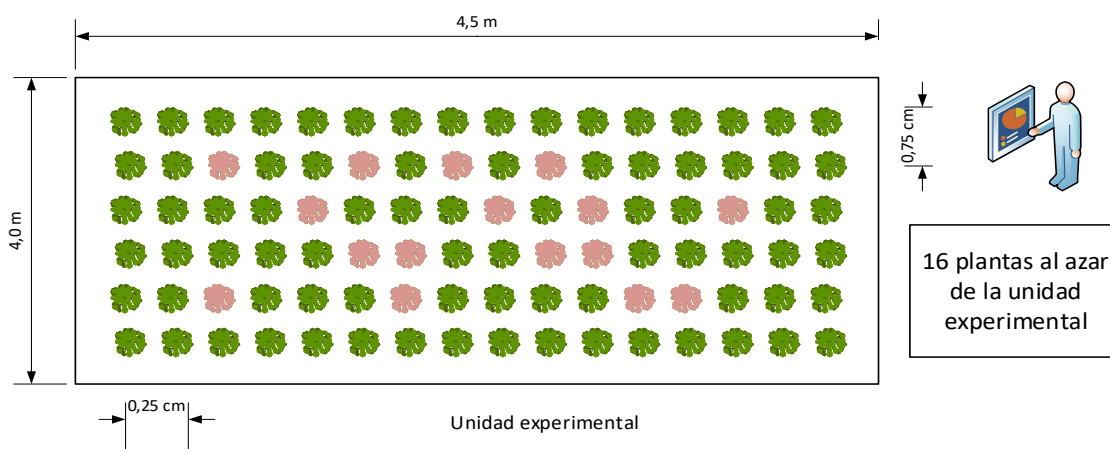
Nota. En la unidad experimental con una superficie de 18 m² se establecieron 96 plantas en donde se consideró el efecto de borde con 48 plantas que se encuentra en el perímetro de cada unidad experimental, el número de plantas evaluadas fueron 16 plantas al azar.

Según Vargas y Navarro (2017), menciona que: los surcos dentro del lote del experimento se deben ubicar de norte a sur. Las unidades experimentales por aspectos prácticos se puede establecer el ancho (número de surcos) x el largo (metros lineales de un mismo surco) 3 x 4; 4 x 3; 6 x 2; 2 x 6; 12 x 1 y 1 x 12 como posibles formas para un tamaño de 12 unidades básicas siempre se debe mantener la forma rectangular de igual manera expresa que al aplicar. En la prueba de Levene (Infostat 2020), no existe diferencia entre las varianzas de estas formas, en teoría se podría utilizar cualquiera de las combinaciones mencionadas. No obstante Vargas y Navarro (2017) cita a Calero (1965), Mamani (1971),

Escobar (1981) y Párraga (2000), en donde afirman que la mayor eficiencia en un ensayo se logra con parcelas largas y angostas.

Figura 3

Forma de la parcela experimental

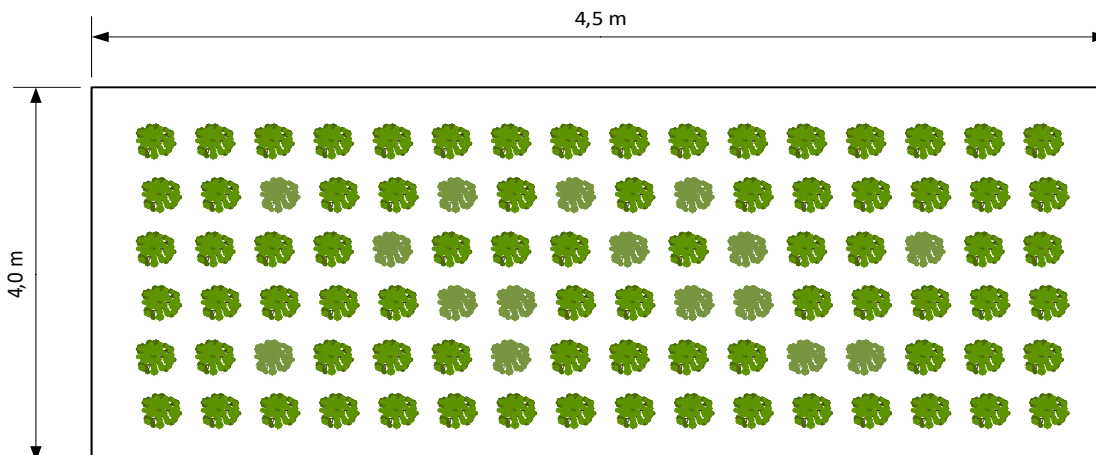


Nota. Detalle del número total de plantas (96), donde se procedió a eliminar el efecto borde equivalente a 48 plantas, de las cuales se evaluó 16 plantas al azar.

De acuerdo con Vargas y Navarro (2017), se aplicó las siguientes medidas para el establecimiento de las unidades experimentales, 4,5 m de largo por 4 m ancho, teniendo un área de 18 m². En lo referente al efecto borde se excluye 1,40 cm en el perímetro de cada o unidad experimental, se consideró los 4 surcos del centro dejando los dos surcos como efecto borde de los extremos de igual manera se descontó cuarenta y ocho plantas como efecto borde de cada unidad experimental, quedando cuarenta y ocho plantas en el centro de la unidad experimental, de las cuales se analizaron 16 plantas de acuerdo al sorteo realizado. El riego en la unidad experimental se aplicó por aspersión.

Figura 4

Tamaño de la unidad experimental plantas efecto borde

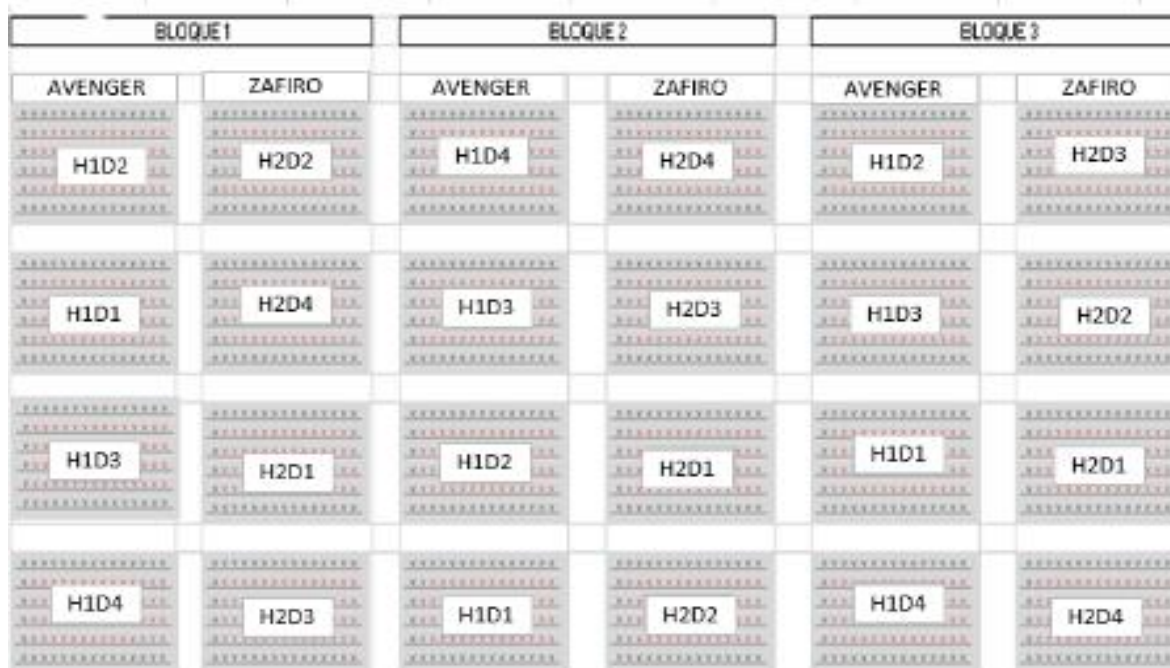


Nota. Se muestra las dimensiones de la unidad experimental, que es 4,5 metros de largo por 4 metros de ancho.

4.2.7. Croquis de distribución de las unidades experimentales en la superficie de investigación

Figura 5

Distribución de las unidades experimentales dentro de la parcela de investigación



Nota. Al momento de la instalación se realizó el sorteo para obtener una distribución al azar resultando el siguiente distributivo de los tratamientos, la parcela grande está compuesta por las variedades mientras que las parcelas pequeñas por las dosis.

4.3. Variables en estudio

4.3.1. Variables Independientes

- Abono orgánico de estiércol de ovino (kg/m²)
- Híbrido de brócoli

4.3.2. Variables Dependientes

4.3.2.1. Altura (cm) de la planta

Para determinar la altura de crecimiento de la planta de brócoli se lo realizará a través de un registro, cinta métrica, la cual se tomó datos, desde el cuello de la planta hasta la parte más alta del mismo que es donde nace la pella o cabeza, se tomaron mediciones con intervalos de 30 días de las 16 plantas por variedad a partir del trasplante, donde se tomará 3 medidas hasta días antes de su cosecha desde la base hasta el ápice terminal (Contreras, 2018).

4.3.2.2. Diámetro del tallo

Se realizó los mismos pasos para la toma de datos de altura de planta, donde se localiza la parte media del tallo mediante la toma de datos desde el cuello de la planta hasta la base de la pella, ahí se encuentra la parte centro del tallo en donde con la ayuda de un calibrador se determinó el diámetro en (mm.) de 16 plantas de cada unidad experimental (Corrales, 2017).

4.3.2.3. Peso de la pella (fruto)

Se realizó la cosecha de la pella, realizando el corte a 6 cm de distancia del domo del brócoli, posteriormente se procedió al pesaje de cada pella con la ayuda de una balanza digital, por cada unidad experimental a los 90 días como recomienda (Ruiz, 2016).

4.3.2.4. Diámetro de la pella (fruto)

Se midió con calibrador pie de rey y cinta métrica, el diámetro ecuatorial de cada domo de brócoli a los 90 días de cosecha según lo recomendado por (Ruiz, 2016).

4.3.2.5. Rendimiento (Número de días a la cosecha de la pella)

Se realizó el pesado en una balanza en gramos de cada pella cosechada de la unidad experimental y de la parcela grande, para luego extrapolar a kilos por hectárea.

$$R \left(\frac{t}{ha} \right) = \frac{\text{Peso} * \text{Parcela}}{\text{Área de la parcela grande (m}^2\text{)}} \times 10000 \text{ m}^2$$

4.4. Manejo del experimento

4.4.1. Fase de campo

Tabla 10

Fase de campo

Actividad	Descripción del manejo del experimento
Establecimiento del ensayo	Previo a la instalación de la investigación se realizó un análisis de suelo, tomando muestras a 20 cm de profundidad del suelo con la metodología en zigzag, para determinar el contenido de nutrientes presente en el área de estudio. La muestra tomada en campo se codificó y se llevó al laboratorio para su respectivo análisis.
Labores culturales del suelo	Se realizó la labor de mecanización del suelo con tractor agrícola con el apero rastra de igual manera con motocultor con 20 días de anticipación a una profundidad de 30 centímetros el disco de la rastra.
Nivelación	Se nivelo cada surco con la ayuda de herramientas manuales para trabajo de campo como rastrillos, palas, azadillas y nivel.
Trazado de unidades	Se inició el trazado Las unidades experimentales constituyen un área de 4,5 m de largo por 4 m de ancho en donde se distribuirá surcos a una distancia de 0,75 m entre surco y 0,25 m entre plantas
Interpretación del análisis de suelo	Los resultados del análisis de suelos fueron interpretados y de acuerdo con sus resultados se realizó los cálculos de los aportes de ovinasa y fertilizante mineral para cumplir necesidades nutritivas del cultivo. Ver anexo 1.
Experimentales	
Obtención de plántulas de híbridos de brócoli	Con fecha 14 de mayo se realizó la preparación del semillero de plántulas de híbridos de brócoli en vivero certificado
Preparación de surcos	Se realizó la preparación de surcos en las unidades experimentales
Fertilización del suelo	Se realizó la incorporación de estiércol de ovino a tratamiento uno dosis alta 10 kg/m ² (enmienda alta). Se realizó la incorporación de estiércol de ovino a tratamiento dos 8 kg/m ² (enmienda media). Se realizó la incorporación de estiércol de ovino a tratamiento tres 6 kg/m ² (enmienda baja)

Total, kilos de estiércol para la investigación en kilos los cuales se aplicó el 50% en la fase inicial y el 50 % en la fase fenológica.

Siembra de plántulas de brócoli

Las plántulas de brócoli de la *variedad itálica*. Se adquirió dos híbridos Avenger y Zafiro, en un vivero certificado del sector de Milagro de la ciudad de Ibarra, con la formación de tres hojas verdaderas con una Altura (cm) de 6 cm con fecha 29 de junio se realizó la siembra

Riego

Se aplicó un riego (500 cm^3) antes del trasplante a capacidad de campo, una vez se retiene la humedad en el suelo después de haber sido mojado y encharcado se procede a realizar la siembra de la plántula para la investigación se realizaron riegos por aspersión.

Nota: Esta tabla describe las actividades realizadas en la fase de campo de la presente investigación. Fuente: (Ruiz, 2016).

4.4.2. Fase de Laboratorio

Tabla 11

Fase de laboratorio

Actividad	Descripción del manejo
Análisis de suelo	Se realizó el análisis de suelo de la muestra inicial de macro y micronutrientes, densidad, textura, para determinar la concentración de nutrientes inicial.

CAPÍTULO V

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Evaluación de abono orgánico en el cultivo de dos variedades de brócoli (*Brassica oleracea* L.)

5.1.1. Prueba de normalidad y homogeneidad de la varianza.

Una vez procesados los datos se procedió a la realización de la prueba de Normalidad de *Shapiro-Wilk*, obteniendo valores de ($p\text{-value} > 0,05$), de las variables dependientes; para las variables que presentaron valores de $p\text{-value} < 0,05$, se realizó una transformación de datos (raíz de X (\sqrt{X}); raíz de X ($\sqrt{X}+1$); Log 10; Arco-seno), así como también los datos se trataron por medio de pruebas no paramétricas de *Levene* y *Bartlett*; y al no presentar estas pruebas normalidad en los datos, se procedió a la realización de la prueba de *Kruskal-Wallis*, ya que es una prueba no paramétrica de rangos, alternativa al ANOVA unidireccional, pues permite la comparación de más de dos grupos independientes, por lo tanto, se obtienen las gráficas de rangos de significancia, de acuerdo con los datos mostrados en la tabla 12.

Tabla 12*Pruebas de supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas*

<i>Variable</i>	<i>Observaciones</i>	<i>Promedio</i>	<i>Desviación estandar</i>	<i>Shapiro test</i>	<i>p valor</i>	<i>p valor transformación raíz de X (\sqrt{X})</i>	<i>p valor transformación raíz de X (\sqrt{X})+1</i>	<i>p valor transformación Log 10</i>	<i>p valor transformación Arco-seno</i>	<i>Levene test homogeneidad de varianza</i>
<i>Altura_planta_30_días</i>	24	18,68	2,46	0,931	0,104					0,669
<i>Altura_planta_60_días</i>	24	39,80	3,41	0,974	0,760					0,447
<i>Altura_planta_90_días</i>	24	52,27	2,54	0,966	0,562					0,346
<i>Diámetro_planta 30 días</i>	24	8,46	1,52	0,961	0,449					0,640
<i>Diámetro_planta_60_días</i>	24	27,15	3,04	0,888	0,012	0,024	0,024	0,041	0,041	0,237
<i>Diámetro_planta_90_días</i>	24	38,92	4,56	0,978	0,861					0,446
<i>Diámetro_pella</i>	24	137,59	6,22	0,968	0,607					0,319
<i>Peso_pella</i>	24	371,18	30,43	0,974	0,760					0,977
<i>Rendimiento</i>	24	9073,26	743,93	0,974	0,760					0,977

Nota. *Shapiro-Wilk test p-value* >0,05: los datos provienen de distribución normal; *p-value* <0,05: los datos no provienen de distribución normal

5.2. Análisis estadístico de las variables

A continuación, se presentan los análisis estadísticos de cada una de las variables determinadas.

5.2.1. Variables de campo

5.2.1.1. Altura de planta a los 30, 60 y 90 días después del trasplante

En el análisis de varianza, la variable altura de planta, parcela grande a los 30 y 60 días no presenta significancia, siendo significativo a los 90 días. Factor dosis a los 60 y 90 días presenta significancia. Los coeficientes de variación para variedad son de 5,38% a los 30 días, 4,87% a los 60 días y 3% a los 90 días lo que es una baja dispersión; los coeficientes de variación para dosis fueron de 16,49% a los 30 días, 4,50% a los 60 días y 2,83% a los 90 días mostrando baja dispersión de acuerdo a la media, siendo los promedios de 18,68 cm a los 30 días, 39,80 cm a los 60 días y 52,27 cm a los 90 días (tabla 13).

Tabla 13

ANOVA de la variable altura (cm) de planta híbridos de brócoli después del trasplante

FV	Altura de planta									
	30 ddt			60 ddt			90 ddt			
	GL	CM	F. cal	CM	F. cal	CM	F. cal	CM	F. cal	
<i>Total</i>	23	6,04		11,63		6,46				
<i>Bloques</i>	2	8,79	8,70 ns	5,10	1,36 ns	15,49	6,31 ns			
<i>Factor Variedades</i>	1	0,45	0,45 ns	0,79	0,21 ns	0,10	0,04 ns			
<i>Error experimental A</i>	2	1,01		3,76		2,46				
<i>Parcela grande</i>	7	2,09	0,30 ns	2,60	0,80 ns	5,10	2,30 *			
<i>Factor Dosis</i>	3	1,51	0,23 ns	69,87	21,76 *	28,73 *	13,09 *			

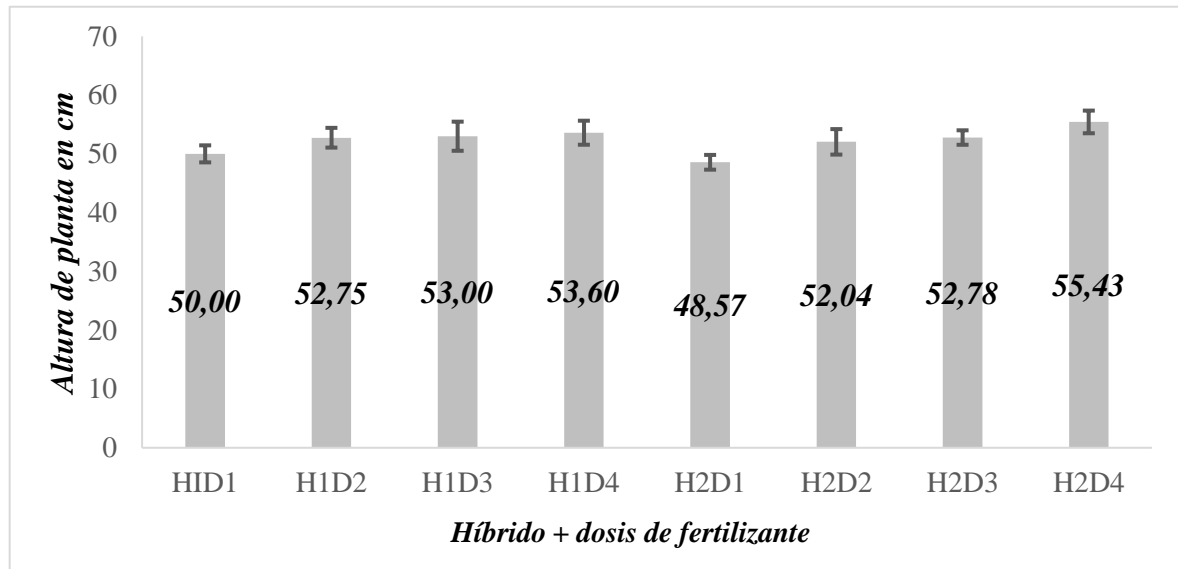
Interacción variedades x dosis	3	2,35	0,25	ns	0,98	0,30	ns	2,94	1,34	ns
Error experimental B	12	9,49			3,21			2,20		
<i>CV A (variedades) %</i>		5,38			4,87			3,00		
<i>CV B (dosis) %</i>		16,49			4,50			2,83		
<i>Promedio (cm)</i>		18,68			39,80			52,27		

Nota. F.V: Fuentes de variación, GL: Grados de libertad, CM: Cuadrados medios, F. cal: valor F calculado, CV: Coeficiente de variación, p-valor (0,05): valor alfa con 95% de confiabilidad, p-valor (0,01): valor alfa con 99% de confiabilidad, *: Diferencia significativa, **: Diferencia altamente significativa, ns: no existe diferencia significativa.

Al realizarse el análisis de promedios de la variable altura de planta, (figura 6), se determinó que los híbridos evaluados de acuerdo a su dosis de fertilización orgánica y mineral a los 90 días, no se encontró diferencias por lo tanto se procedió a ordenar los promedios de cada uno de los híbridos; donde se observa que la mayor altura alcanza el híbrido de brócoli Zafiro + Fertilizante Mineral (H2D4), a una dosis de 20 g/m², con un promedio de 55,43 cm. El segundo mejor fue híbrido de brócoli Avenger + Fertilizante Mineral (H1D4), a una dosis de 20 g/m², alcanzando una altura de 53,60 cm. Por lo contrario, el que menor altura llego a obtener con las dosis de fertilizantes fue el (H2D1) híbrido de brócoli Zafiro + dosis baja de estiércol de ovino (6 kg/m²) con una altura de 48,57 cm siendo este el menos eficiente a la hora de tomar los datos de altura.

Figura 6

Promedios del factor híbrido más dosis de fertilizante para la variable altura de planta a los 90 días.



Nota. HID1= Híbrido de brócoli Avenger + dosis baja de estiércol de ovino (6 kg/m²); HID2= híbrido de brócoli Avenger + dosis media de estiércol de ovino (8 kg/m²); HID3= híbrido de brócoli Avenger + dosis alta de estiércol de ovino (10 kg/m²); HID4= híbrido de brócoli Avenger + Fertilizante Mineral.; H2D1= híbrido de brócoli Zafiro + dosis baja de estiércol de ovino (6 kg/m²); H2D2= híbrido de brócoli Zafiro + dosis media de estiércol de ovino (8 kg/m²); H2D3= híbrido de brócoli Zafiro + dosis alta de estiércol de ovino (10 kg/m²); H2D4= híbrido de brócoli Zafiro + Fertilizante Mineral.

De acuerdo a la comparación realizada con la investigación, no existe diferencia considerable de altura. En base a la salud del suelo como también la diversidad microbiana es una preocupación constante de los agricultores para lograr la sostenibilidad a largo plazo actualmente la tendencia es a reducir la aplicación de los fertilizantes (Shamala et al., 2019). Según Basantes (2009), en su investigación utiliza 10 kg de estiércol de ovino para formular biol en donde obtiene alturas de planta de brócoli promedios de 55,5 a 60,28 cm en 72 días después del trasplante. Zamora (2016), menciona que se logra obtener una altura de 60 cm a 1m con fertilizante químico con la fórmula de 400-150-100 de N-P-K.

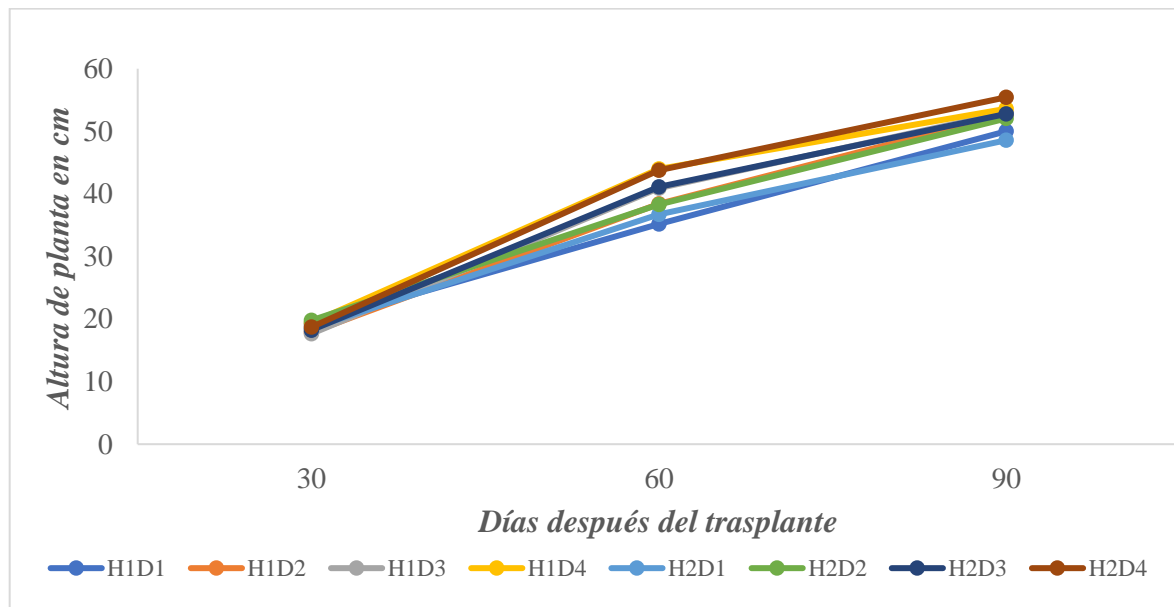
Es por ello se pone a prueba las diferentes dosis de fertilizante, ya que al querer realizar la conservación del suelo requiere un manejo integrado de nutrientes químicos y orgánicos que proporcionan nutrientes más eficientes, por ello el uso eficiente de nutrientes y el balance con

la materia orgánica aumentan la productividad y el rendimiento de los cultivos a largo plazo (Montiel y Ibrahim , 2016).

La altura promedio de las diferentes dosis de fertilizantes no mostro una diferencia marcada entre los mismos ya que la variedad y la relación entre los fertilizantes fueron similares a los 90 días después del trasplante. La diferencia es que al aplicar estiércol de ovino el suelo adquiere una mayor cantidad de materia orgánica lo que asegura su conservación y presentando similares rendimientos como se puede observar en la figura 7.

Figura 7

Promedios de interacción de híbridos de brócoli para la variable altura de planta de brócoli a los 30, 60 y 90 días

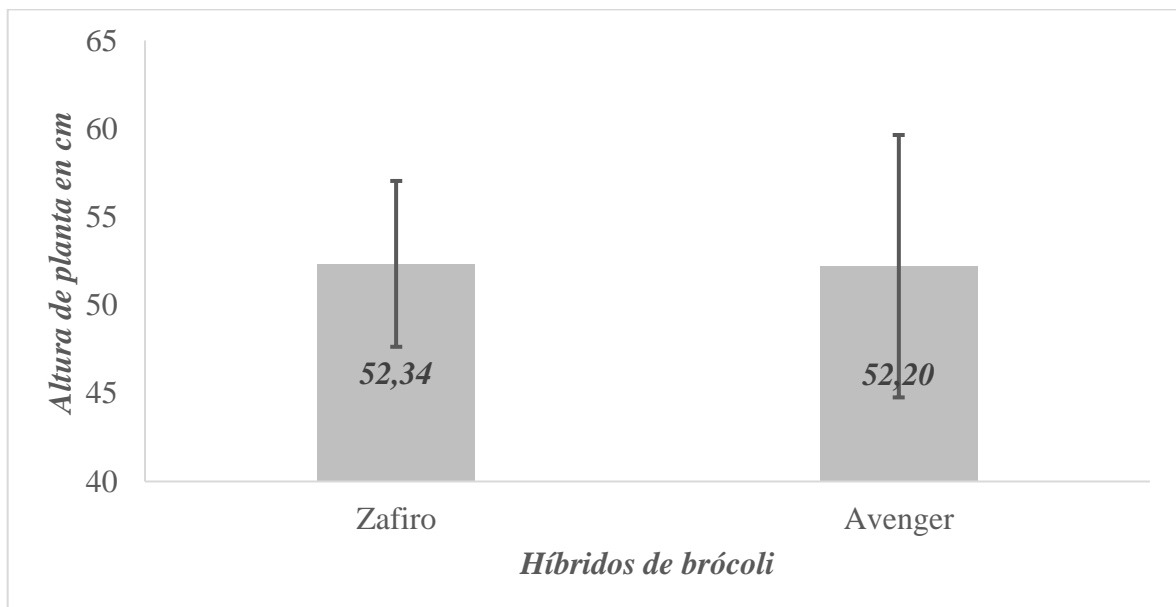


Nota. H1D1= Híbrido de brócoli Avenger + dosis baja de estiércol de ovino (6 kg/m²); H1D2= híbrido de brócoli Avenger + dosis media de estiércol de ovino (8 kg/m²); H1D3= híbrido de brócoli Avenger + dosis alta de estiércol de ovino (10 kg/m²); H1H4= híbrido de brócoli Avenger + Fertilizante Mineral.; H2D1= híbrido de brócoli Zafiro + dosis baja de estiércol de ovino (6 kg/m²); H2D2= híbrido de brócoli Zafiro + dosis media de estiércol de ovino (8 kg/m²); H2D3= híbrido de brócoli Zafiro + dosis alta de estiércol de ovino (10 kg/m²) ; H2D4= híbrido de brócoli Zafiro + Fertilizante Mineral.

Para el factor híbridos de brócoli en la (figura 8), no se encontraron diferencias estadísticas significativas, por lo tanto, se procedió a efectuar la comparación de promedios en donde podemos visualizar una diferencia matemática entre promedios de altura de planta en los dos híbridos de tan solo 0,14 cm por lo tanto no existe una diferencia estadística entre los dos híbridos, ya que tienen promedios alcanzados por parte del híbrido Zafiro de 52,34 cm; y por otra parte el híbrido Avenger de 52,20 cm demostrando que no existe una diferencia.

Figura 8

Promedios para el factor híbrido de brócoli para la variable altura de planta a los 90 días.



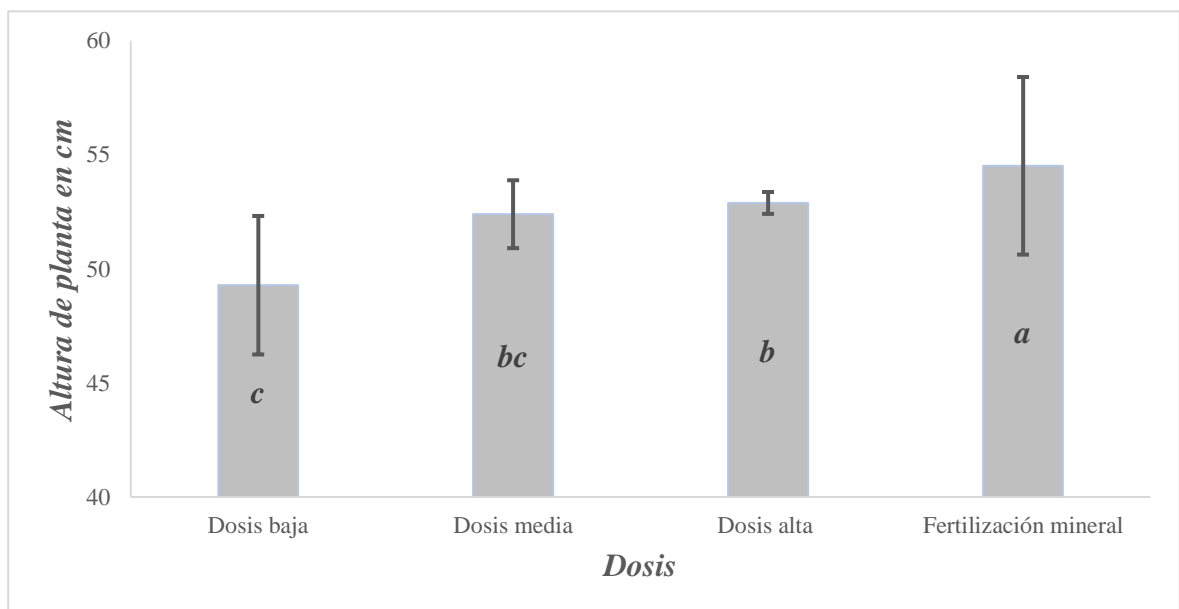
Como se pudo demostrar en el estudio la aplicación de abonos orgánicos estiércol de ovino con la dosis alta de 10 kg/m² llega a obtener 53 cm de altura demostrando un mayor resultado a lo investigado por Ruiz (2016), en el estudio económico productivo de un cultivo de brócoli (*Brassica olerácea var. Itálica*), con la aplicación de 2,70 kg/m² estiércol de ovino, obteniendo una altura de planta de brócoli de 24 cm. La aplicación del estiércol de ovino se

pudo observar en los resultados obtenidos por Crisostomo (2018), en el cultivo de col (*Brassica oleracea*) var. *capitata* con una altura de 27,13 cm con 5 kg/m².

Mediante el análisis de varianza se encontró diferencias significativas para el factor dosis de fertilizante, como se muestra en la (figura 9), es por ello que se realizó el ordenamiento de los rangos donde fueron tres, la mejor dosis que tuvo efecto sobre el cultivo de brócoli fue la Fertilización mineral la cual nos dio promedios de 54,52 cm de altura de planta, la segunda mejor dosis es Dosis alta (10 kg ovinasa/m²) con promedio de 52,89 cm de altura, presentando alturas similares con la tercera dosis, que fue Dosis media (8 kg ovinasa/m²) con promedio de 52,39 cm; y siendo la menos eficiente la Dosis baja (6 kg ovinasa/m²) con promedio de 49,28 cm, el cual fue la dosis menos eficiente a la hora de comparación de altura de planta, presentando diferencias matemáticas de 5,24 cm de altura en comparación a la mejor dosis.

Figura 9

Tukey 5% para el factor dosis de fertilizante para la variable altura de planta a los 90 días



Nota. Dosis baja (6 kg ovinasa/m²); dosis medio (8 kg ovinasa/m²); dosis alta (10 kg ovinasa/m²); (Fertilizante Mineral).

De acuerdo con los resultados obtenidos por Zamora (2014) en su investigación sobre el uso de distintos tipos de fertilizantes en el cultivo de brócoli el mayor crecimiento en altura de planta obtenido en su proyecto fue el tratamiento sometido a mayor cantidad de días con estiércol ovino (120 días) con respecto al resto de tratamientos con los cuales realizo su investigación (tratamientos químicos), los cuales si bien es cierto brindaron alturas similares al del estiércol ovino, estadísticamente no obtuvo diferencias significativas por lo cual una de las conclusiones en su trabajo fue que la aplicación de estiércol ovino a comparación de fertilizantes químicos no demuestra diferencias significativas en cuanto a resultados de producción a gran escala pero si representa diferencias en cuanto a la calidad del producto final, ya que el mercado tiene demanda de productos mayormente orgánicos.

Seymour (1980), menciona que es un cultivo que requiere un alto nivel de materia orgánica, que se incorpora un mes o dos antes de la plantación para que este pueda ser aprovechado de mejor manera por la planta ya que los microorganismos ayudan a la descomposición de la misma.

Por medio de la tabulación y análisis de datos, se menciona que el uso de fertilización mineral incrementa la altura de planta, pero no sabemos que daño es el que llegue a causar en los suelos a diferencia de la fertilización orgánica que se menciona logra mejorar las texturas y estructuras del suelo como también mantener los nutrientes disponibles en el suelo logrando absorción de la misma en futuras siembras. Es por ello que Farrara (2000), con la finalidad de reducir daños provocados por fertilizaciones en proporciones inadecuadas ha realizado investigaciones las cuales aspira resolver problemas como desgaste de suelos y altos costos de producción.

5.2.1.2. Diámetro de tallo a los 30 y 90 días después del trasplante

El ANOVA de la variable diámetro del tallo de la planta de brócoli a los 30 días después del trasplante (tabla 14); muestra la existencia de diferencias no significativas para el factor bloque; factor variedades de brócoli; Parcela grande; Factor dosis de abonado e interacción de variedades por dosis de abonado, El coeficiente de variación correspondiente a las variedades de brócoli, muestra que los datos tiene una deserción de 9,95 % respecto del promedio que para el caso de variedades es de 8,46 mm de diámetro del tallo; así mismo para el coeficiente de variación de dosis de abonadora, la dispersión de los datos es de 23,6%, respecto del valor del promedio de 8,46 mm de diámetro del tallo, mientras que a los 90 días después del trasplante muestra que es significativa para el factor bloque. El coeficiente de variación correspondiente a las variedades de brócoli, muestra que los datos tienes una deserción de 3,36 % respecto del promedio, que para el caso de variedades es de 38,92 mm de diámetro del tallo; así mismo para el coeficiente de variación de dosis de abonadora, la dispersión de los datos es de 10,18%, respecto del valor nominal del promedio de 38,92 mm de diámetro del tallo.

Tabla 14

ANOVA de la variable diámetro de tallo (mm) de planta híbridos de brócoli después del trasplante

FV	GL	Diámetro de planta					
		30 días			90 días		
		CM	F. cal		CM	F. cal	
<i>Total</i>	23	2,31			20,80		
<i>Bloques</i>	2	0,38	0,54	ns	118,42	69,36	*
<i>Factor Variedades</i>	1	0,00	0,01	ns	0,96	0,56	ns
<i>Error experimental A</i>	2	0,71			1,71		
<i>Parcela grande</i>	7	0,30	0,08	ns	34,50	2,19	ns
<i>Factor Dosis</i>	3	1,02	0,25	ns	15,91	1,01	ns

Interacción variedades x dosis	3	2,20	0,55	ns	4,74	0,30	ns
Error experimental B	12	3,98			15,70		

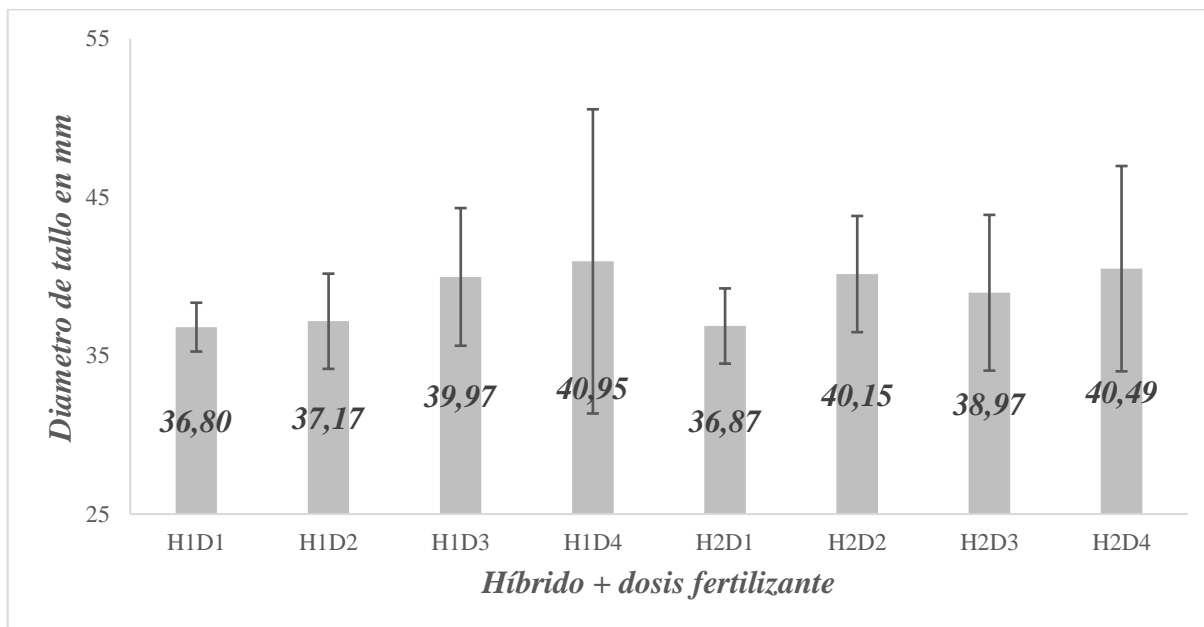
<i>CVA (variedades) %</i>	9,95	3,36
<i>CV B (dosis) %</i>	23,6	10,18
<i>Promedio (cm)</i>	8,46	38,92

Nota. F.V: Fuentes de variación, GL: Grados de libertad, CM: Cuadrados medios, F. cal: valor F calculado, CV: Coeficiente de variación, p-valor (0,05): valor alfa con 95% de confiabilidad, p-valor (0,01): valor alfa con 99% de confiabilidad, *: Diferencia significativa, **: Diferencia altamente significativa, ns: no existe diferencia significativa.

En el análisis de comparación del factor híbrido más dosis de fertilizante para la variable diámetro de tallo a los 90 días (figura 10), no se encontró diferencia significativa, pero si mejores diámetros con el fertilizante mineral por lo cual se procedió a la comparación de promedios, donde se observa que los mayores diámetro de tallo se obtiene con los híbridos que se manejó mediante fertilización mineral los cuales fueron el que mejor actuó fue el híbrido Avenger + fertilizante mineral (H1D4) con promedio de 40,95 mm, el segundo mejor promedio se obtuvo con el híbrido Zafiro + fertilizante mineral (H2D4) con 40,49 mm, así como el menos eficiente híbrido Avenger + dosis baja de estiércol de ovino (6kg+m²) con 36,80 mm.

Figura 10

Promedios para el factor híbrido más dosis de fertilizante para la variable diámetro de tallo a los 90 días



Nota. H1D1 Híbrido de brócoli Avenger + dosis baja de estiércol de ovino (6 kg/m²); H1D2= híbrido de brócoli Avenger + dosis media de estiércol de ovino (8 kg/m²); H1D3= híbrido de brócoli Avenger + dosis alta de estiércol de ovino (10 kg/m²); H1D4= híbrido de brócoli Avenger + Fertilizante Mineral.; H2D1= híbrido de brócoli Zafiro + dosis baja de estiércol de ovino (6 kg/m²); H2D2= híbrido de brócoli Zafiro + dosis media de estiércol de ovino (8 kg/m²); H2D3= híbrido de brócoli Zafiro + dosis alta de estiércol de ovino (10 kg/m²); H2D4= híbrido de brócoli Zafiro + Fertilizante Mineral.

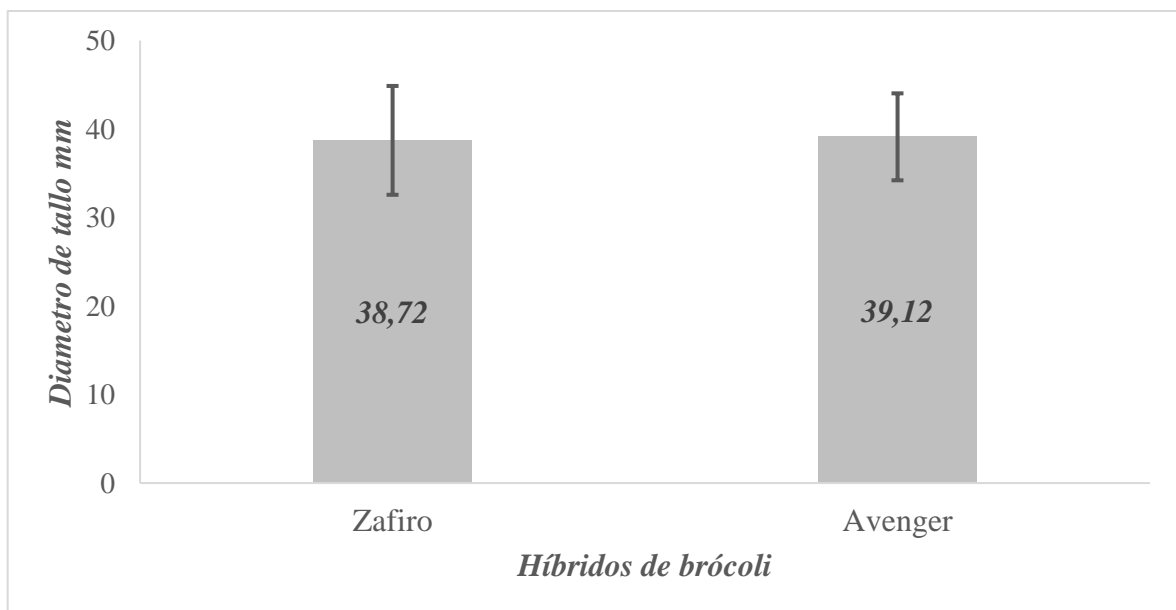
En base a la investigación realizada con el uso de fertilizantes orgánicos y minerales a se puede evidenciar que no existe una diferencia significativa de diámetro de tallo, pero si se obtuvo mejor respuesta con el uso de fertilizante mineral en el cultivo de brócoli ya que tiene un promedio matemático mayor de 4,15 mm en relación a la que menor efecto hubo como es el caso del híbrido avenger + dosis baja de estiércol de ovino con un promedio de 36,80 mm. Según Zamora (2014) manifiesta en su investigación que el mayor diámetro de tallo se registró en los tratamientos del híbrido Avenger (H1), con promedios de 0,94 cm a los 30 días, 2,97 cm a los 60 días y 3,97 cm a los 90 días, al ubicarse todos ellos en el primer rango; mientras que,

los tratamientos del híbrido Legacy (H2), reportaron menor crecimiento en diámetro de tallo, con promedios de 0,68 cm, 2,50 cm y 3,39 cm. Lo que permite manifestar que la investigación realizada presenta mejores promedios de diámetro de tallo, por lo que cabe recalcar que cualquier híbrido podemos tomar en cuenta a la hora de cultivar en características similares a las de nuestra zona ya que son los híbridos con mejor desarrollo y crecimiento de pella.

En cuanto a la comparación de promedios de los dos híbridos de brócoli tanto Avenger como Zafiro, podemos observar en la (figura 11), no se encontraron diferencias significativas, por lo que se realizó la comparación de promedios en donde podemos visualizar que el mejor híbrido fue Avenger alcanzo promedio de 39,12 mm en su diámetro de tallo con respecto al híbrido Zafiro de 38,72 mm que resultó como el menor eficiente pero donde no se evidencia una diferencia significativa ya que solo fue de 0,4 mm, lo que nos da a entender que los dos híbridos son adecuados a la hora de la siembra.

Figura 11

Promedios para el factor híbridos de brócoli para la variable diámetro de tallo a los 90 días.

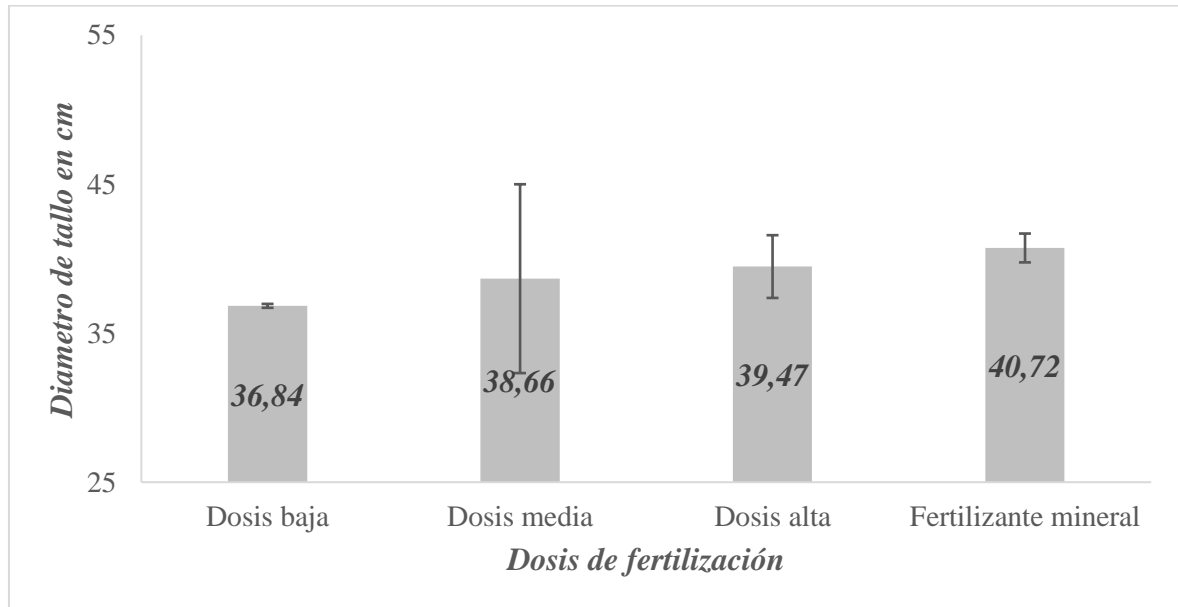


La planta de brócoli se considera una herbácea con un tallo erecto de diámetro de 2 a 6 centímetros y una altura aproximada de 20 a 50 centímetros. Presenta una sección de nudos y entrenudos cortos en el tallo siendo esta la zona principal de desarrollo (Renaud et al., 2017). En la investigación realizada por Espinosa (2015), obtiene diámetros de tallo con fertilización orgánica a base de biol de 4,9 cm y a base de té de estiércol de 4,83 cm. de igual manera se análisis el diámetro de tallo a la cosecha en varias variedades por Chongo y Mora (2022), determinado en su estudio que la variedad zafiro con un diámetro 38,7 mm mientras que la variedad Maracaibo fue de 34,4 mm con fertilización orgánica, lo cual nos demuestra que los resultados obtenidos están dentro de los estándares generales del diámetro de tallo de brócoli. Como lo manifiesta Sakata (2013), el híbrido Avenger es el líder en el mercado por su amplia adaptación y consistentes rendimientos.

Al efectuar el análisis de promedios del factor dosis de fertilizante de la variable diámetro de tallos a los 90 días (figura 12), se determinó que no existe diferencia significativa por ello se procede a ordenar los datos de mayor a menor eficacia; donde comprobando los resultados se ordena de la siguiente manera, la dosis que mejor diámetro de tallo dio fue el D4 (Fertilizante mineral) con promedio de 40,72 mm en diámetro de tallo, seguido por el D3 (dosis alta 10 kg/m²) con promedio de 39,47 mm con una diferencia de 1,27 mm, mientras que la dosis menos eficiente fue la D1 (dosis baja 6 kg/m²) con promedio de 36,84 mm.

Figura 12

Promedios del factor dosis de fertilizante de la variable diámetro de tallo a los 90 días.



Nota. Dosis baja (6 kg ovinasa/m²); dosis medio (8 kg ovinasa/m²); dosis alta (10 kg ovinasa/m²); (Fertilizante Mineral).

Según Chongo y Mora (2022), en su investigación determina mediante la aplicación de fertilización química se obtiene diámetros de tallo de 38,7 mm y con fertilización orgánica se obtuvo un valor promedio 33,53 mm en su investigación a los 90 días después del trasplante de 39,7 mm con la variedad de brócoli Avenger. Según Zamora V, (2013). Quien establece en su investigación, al aplicar tres tipos de fertilizantes orgánicos en donde obtiene un diámetro del tallo del brócoli de 31,5 mm a los 90 días después del trasplante. Al hablar acerca del uso de fertilizantes orgánicos y químicos podemos mencionar que nuestra investigación obtuvo mejores promedios de diámetro de tallo a diferencia de otras investigaciones con promedios mayores a 6 mm por dosis, es por ello que se puede demostrar que el uso de las diferentes dosis investigadas influye directamente con los dos híbridos de brócoli generando ganancia de diámetro de tallo y por ende mayor tamaño de pella.

5.2.1.2.1. Diámetro de tallo a los 60 días después del trasplante

La prueba no paramétrica de rangos de *Kruskal-Wallis*, muestra la existencia de un grupo (A) de significancia (tabla 15), muestra que es significativa para el factor bloque; factor variedades de brócoli; Parcela grande; Factor dosis de abonado e interacción de variedades por dosis de abonado, al comparar variedades de híbridos brócoli con dosis de fertilizante orgánico siendo valor promedio del diámetro del tallo de 27,15 mm a los 60 días después del trasplante.

Tabla 15

Prueba no paramétrica de Kruskal- Wills para la variable diámetro de tallo a los 60 días después del trasplante.

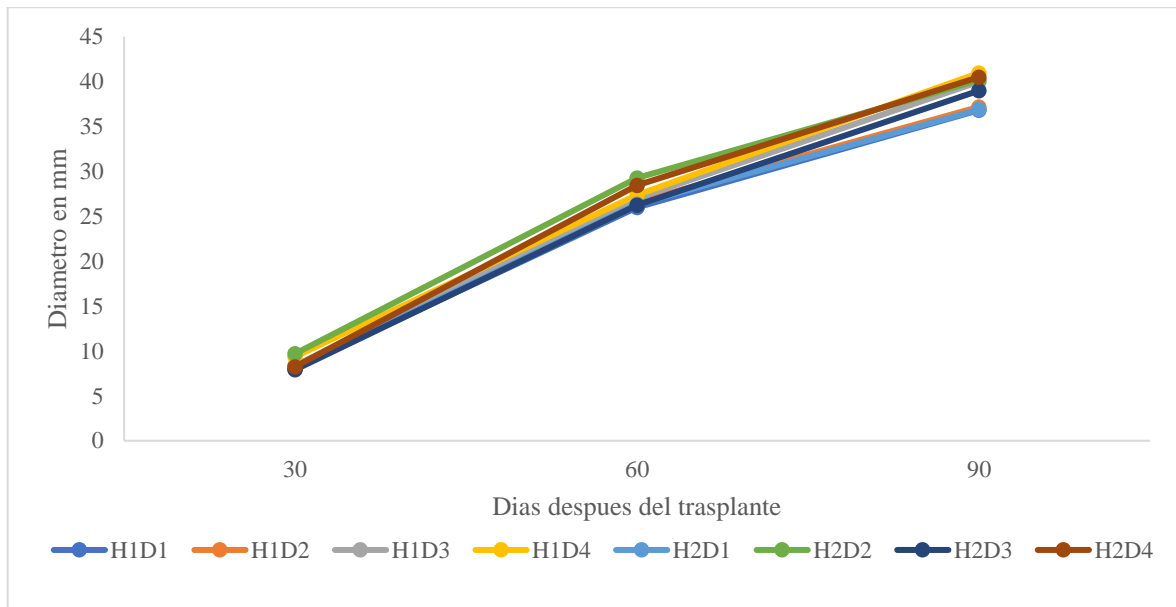
Muestra	Frecuencia	Suma de rangos	Media de rangos	Grupos
(H2D3) T7	3	31,000	10,333	A
(H1D2) T2	3	35,000	11,667	A
(H1D3) T3	3	36,000	12,000	A
(H2D1) T5	3	36,000	12,000	A
(H1D1) T1	3	38,000	12,667	A
(H2D4) T8	3	40,000	13,333	A
(H2D2) T6	3	41,000	13,667	A
(H1D4) T4	3	43,000	14,333	A

Maroto (1983), menciona que el brócoli desarrolla un tallo principal con un diámetro de 2 a 6 cm, 20 a 50 cm de largo, sobre el que se disponen las hojas con una apariencia de roseta de coliflor, donde termina la inflorescencia principal. Al comparar con otras investigaciones podemos decir que estamos dentro de los diámetros de tallo promedio al transcurso de media fase fenológica.

Se puede observar así mismo la evolución del diámetro del tallo de la planta a los 90 días, como se indica en la (figura 13), el diámetro final del tallo alcanzada por las plantas después del trasplante muestra que el H1D4 (híbrido de brócoli Avenger + Fertilizante Mineral), alcanza el mayor diámetro 40,95 mm en promedio; seguido del tratamiento H2D4 (híbrido de brócoli Zafiro + Fertilizante Mineral), con un valor de 40,15 mm. El diámetro del tallo promedio de los tratamientos es de 38,92 mm.

Figura 13

Promedios de interacción de híbridos de brócoli para la variable diámetro de tallo a los 30, 60 y 90 días. .



Nota. H1D1= Híbrido de brócoli Avenger + dosis baja de estiércol de ovino (6 kg/m²); H1D2= híbrido de brócoli Avenger + dosis media de estiércol de ovino (8 kg/m²); H1D3= híbrido de brócoli Avenger + dosis alta de estiércol de ovino (10 kg/m²); H1H4= híbrido de brócoli Avenger + Fertilizante Mineral.; H2D1= híbrido de brócoli Zafiro + dosis baja de estiércol de ovino (6 kg/m²); H2D2= híbrido de brócoli Zafiro + dosis media de estiércol de ovino (8 kg/m²); H2D3= híbrido de brócoli Zafiro + dosis alta de estiércol de ovino (10 kg/m²) ; H2D4= híbrido de brócoli Zafiro + Fertilizante Mineral.

5.2.1.3. Diámetro de pella a los 90 días después del trasplante

El ANOVA de la variable diámetro de la pella de brócoli a los 90 días después del trasplante (tabla 16); muestra la existencia de diferencias no significativas para el factor bloque; factor variedades de brócoli es significativo; Parcela grande; Factor dosis de abonado e interacción de variedades por dosis de abonado, El coeficiente de variación correspondiente a las variedades de brócoli, muestra que los datos tienen una deserción de 5,1 % respecto del promedio que para el caso de variedades es de 137,59 mm de diámetro de la pella; así mismo para el coeficiente de variación de dosis de abonadura, la dispersión de los datos es de 4,7 %, respeto del valor nominal del promedio 137,59 mm de diámetro de la pella de brócoli.

Tabla 16

ANOVA de la variable diámetro de pella (mm) de planta híbridos de brócoli después del trasplante

<i>FV</i>	<i>GL</i>	<i>CM</i>	<i>F. cal</i>
<i>Total</i>	23	38,7	
<i>Bloques</i>	2	71,1	1,4 ns
<i>Factor Variedades</i>	1	0,0009	0,0 ns
<i>Error experimental A</i>	2	49,5	
<i>Parcela grande</i>	7	34,5	0,8 ns
<i>Factor Dosis</i>	3	50,6	1,2 ns
<i>Interacción variedades x dosis</i>	3	7,2	0,2 ns
<i>Error experimental B</i>	12	41,5	

CVA % 5,1

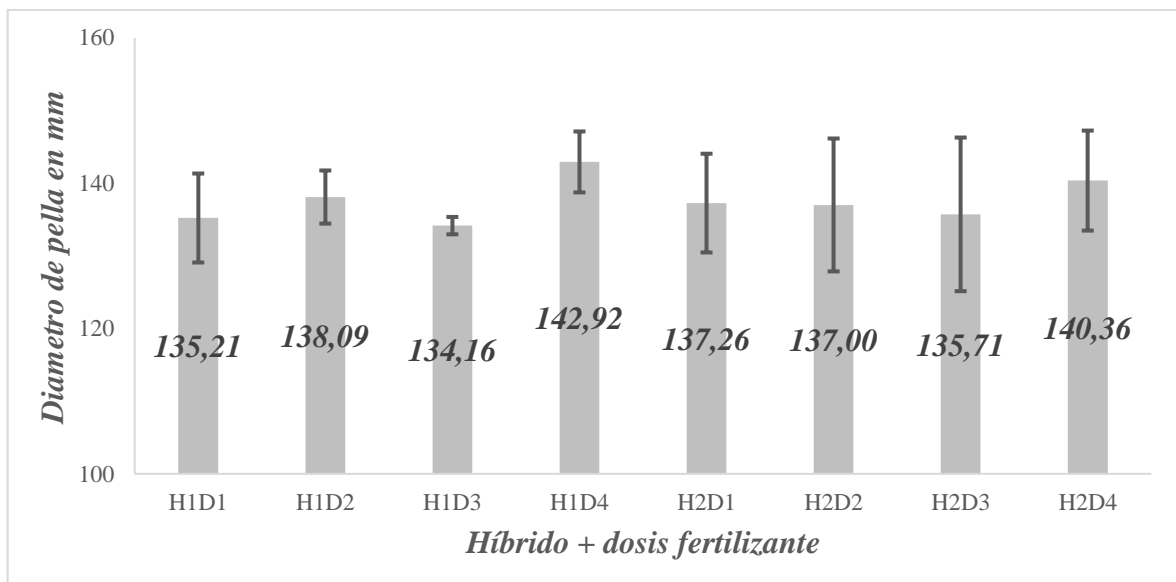
CV B % 4,7

Promedio (mm) 137,59

Para el factor en estudio híbrido más dosis de fertilizante (figura 14), no se encontró diferencia significativa por lo cual se procedió a efectuar la comparación de promedios, por lo que se menciona el que mejor resultado arrojó fue H1D4 (híbrido de brócoli Avenger + Fertilizante Mineral) con un promedio de 142,92 mm, el segundo mejor fue el H2D4 (híbrido de brócoli Zafiro + Fertilizante Mineral) con promedio de 140,36. Donde la dosis que menos efecto causó sobre el cultivo es H1D3 (híbrido de brócoli Avenger + dosis alta de estiércol de ovino 10 kg/m²) con promedio de 134,16 mm de diámetro de pella.

Figura 14

Promedios del factor híbrido más dosis fertilizante de la variable diámetro de pella (cm) a los 90 días



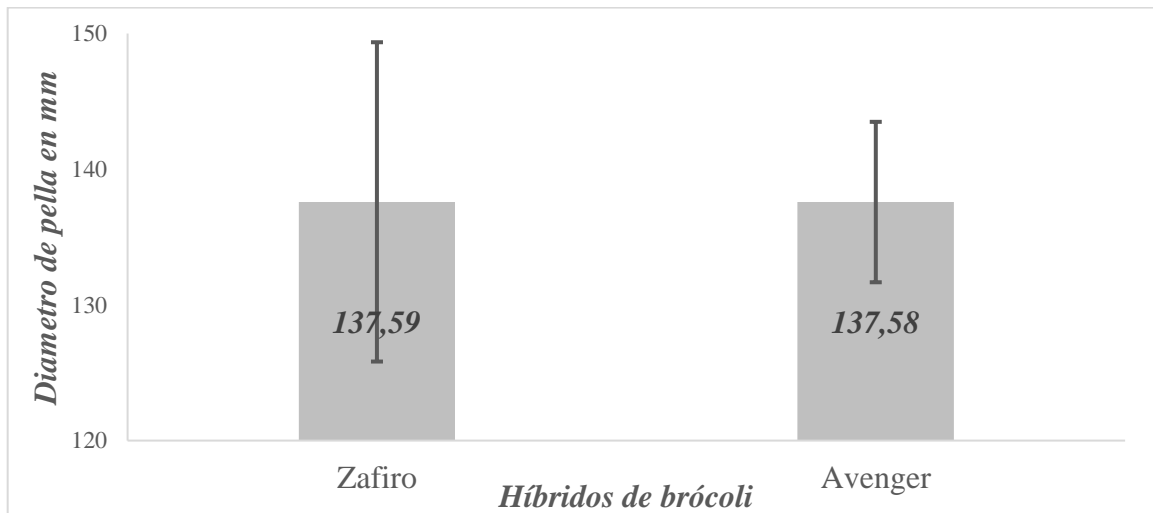
Nota: H1D1= Híbrido de brócoli Avenger + dosis baja de estiércol de ovino (6 kg/m²); H1D2= híbrido de brócoli Avenger + dosis media de estiércol de ovino (8 kg/m²); H1D3= híbrido de brócoli Avenger + dosis alta de estiércol de ovino (10 kg/m²); H1D4= híbrido de brócoli Avenger + Fertilizante Mineral.; H2D1= híbrido de brócoli Zafiro + dosis baja de estiércol de ovino (6 kg/m²); H2D2= híbrido de brócoli Zafiro + dosis media de estiércol de ovino (8 kg/m²); H2D3= híbrido de brócoli Zafiro + dosis alta de estiércol de ovino (10 kg/m²) ; H2D4= híbrido de brócoli Zafiro + Fertilizante Mineral.

Chongo y Mora (2022), en su investigación establece para el diámetro de la pella con fertilización orgánica un valor medio general de 13,95 mm para la localidad de San José de Minas. Mientras que en la localidad de Cobuendo con promedio de 13,81 mm siendo la variedad Zafiro con mayor diámetro seguida de la variedad Avenger y luego la variedad híbrida de brócoli Maracaibo. Tobar et al., (2018), en su investigación observó el efecto de la aplicación de abonos orgánicos en la producción de brócoli (*Brassica oleraceae* L.) determinando que el diámetro de pella presenta un promedio general de 181,6 mm, indicando que el tratamiento con abono orgánico con (Compost, 2 kg/m²) se obtuvo un diámetro promedio de 20,20 cm. El diámetro menor de la pella obtuvo un valor de 18,84 cm y 17,34 cm. Carrillo (2010), menciona que el diámetro del florete de brócoli alcanzó un promedio de 16,7 cm con la aplicación de mezclas de fertilizantes inorgánicos. Según Ayme (2016) en la evaluación del rendimiento de brócoli con fertilizante orgánico cestifol se logró una media de 49,10 cm.

Según la comparación de promedios para diámetro de pella el híbrido que mayor peso gana es Zafiro con promedio de 137,59 mm lo cual concuerda con los resultados obtenidos por Miranda et al., (2013) en su investigación donde descubrió que la variedad Avenger reacciona mejor a las condiciones de riego frecuente, mientras que el híbrido Avenger obtuvo promedio de 137,58mm demostrando una diferencia mínima de 0,01 mm, no existe ninguna diferencia como se puede observar en la figura 15.

Figura 15

Promedios del factor híbridos de brócoli para la variable diámetro de pella (mm) a los 90 días



Nota: El mejor promedio alcanzo el híbrido Zafiro con un promedio de 137,59 mm

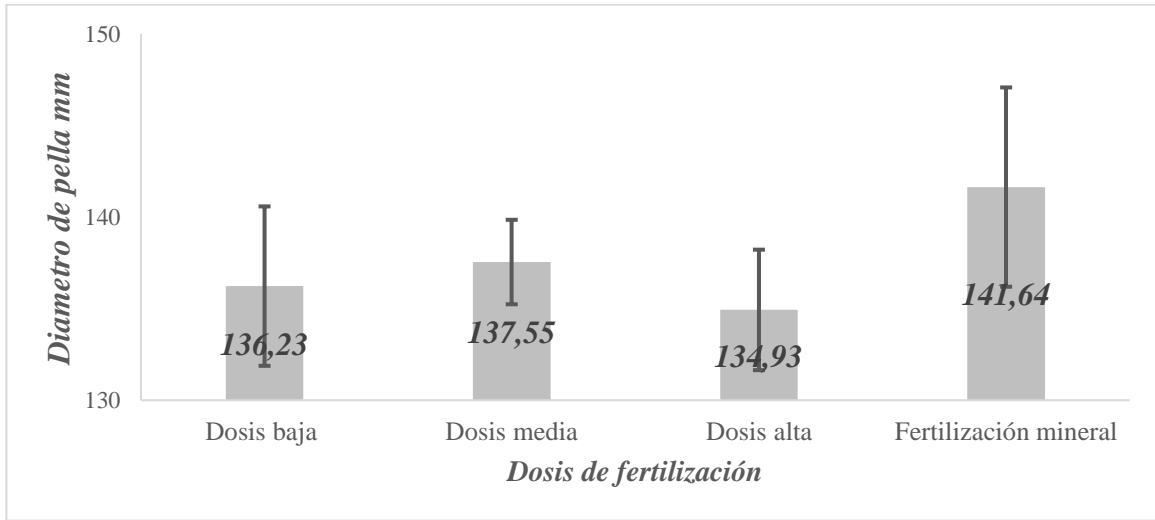
Tobar et al (2018), menciona que el diámetro de la pella, presentó un promedio general de 18,16 cm. en donde se destacó el tratamiento A1D2 (Compost, 2 kg/m²) con un diámetro promedio de 20,20 cm. El menor diámetro de la pella se obtuvo en el testigo con 14,88 cm. El Análisis de varianza determinó que los abonos orgánicos influyen positivamente sobre el diámetro de la pella, con la aplicación de compost (A1) obtuvo un promedio de 19,91 cm, mientras que los tratamientos de bocashi (A2), registraron un promedio de 17,78 cm. Según Zamora V, (2013). La cabeza principal (Pella de brócoli) constituye lo más significativo en el rendimiento total, llegando alcanzar un diámetro de 15 a 18 cm con uso de fertilización química según análisis de nutrientes del suelo y requerimiento nutricional del cultivo brócoli.

Como se puede observar en la (figura 16) por medio de la comparación de promedios de dosis de fertilización, la mejor dosis aplicada con resultados favorables es fertilizante mineral con 141,64 mm de diámetro de pella, a diferencia de la dosis media (8 kg ovinasa/m²) con 137,55 mm, mientras la dosis baja (6 kg ovinasa/m²) llevo a un promedio de 136,23 mm de diámetro

de pella, a diferencia que la dosis alta (10 kg ovinasa/m²) fue la que menos efecto causo en diámetro de pella a los 90 días

Figura 16

Promedios del factor dosis de fertilizante para la variable diámetro de pella (mm) a los 90 días



Nota: dosis baja (6 kg ovinasa/m²); dosis medio (8 kg ovinasa/m²); dosis alta (10 kg ovinasa/m²); (Fertilizante Mineral).

Mientras que Arteaga (2011), en su estudio del comportamiento en la aclimatación de 12 híbridos de brócoli (*Brassica oleracea*. L. Var. *Itálica*) en el cantón Riobamba provincia de Chimborazo obtuvo pesos de la pella promedios entre los 506 y 405 g al comparar con la investigación realizada podemos decir que el peso de la pella es bajo con respecto a otros resultados de investigaciones realizadas en híbridos de brócoli.

5.2.1.4. Peso de la Pella

El ANOVA de la variable peso de la pella de brócoli a los 90 días después del trasplante (tabla 17); muestra la existencia de diferencias no significativas para el factor bloque; pero para factor dosis de abono es altamente significativa. El coeficiente de variación correspondiente a las variedades de brócoli, muestra que los datos tienen una deserción de 4,1 %; así mismo para el coeficiente de variación de dosis de abonadora, la dispersión de los datos es de 6,3 %, respecto del valor nominal del promedio 371,18 g de peso de la pella en la planta de brócoli.

Tabla 17

ANOVA de la variable peso de pella (g) híbridos de brócoli después del trasplante

<i>FV</i>	<i>GL</i>	<i>CM</i>	<i>F. cal</i>	
<i>Total</i>	23	926,2		
<i>Bloques</i>	2	851,9	3,7	Ns
<i>Factor Variedades</i>	1	34,2	0,1	Ns
<i>Error experimental A</i>	2	228,6		
<i>Parcela grande</i>	7	313,6	0,6	Ns
<i>Factor Dosis</i>	3	4138,5	7,5	**
<i>Interacción variedades x dosis</i>	3	407,2	0,7	Ns
<i>Error experimental B</i>	12	554,8		

CVA % 4,1

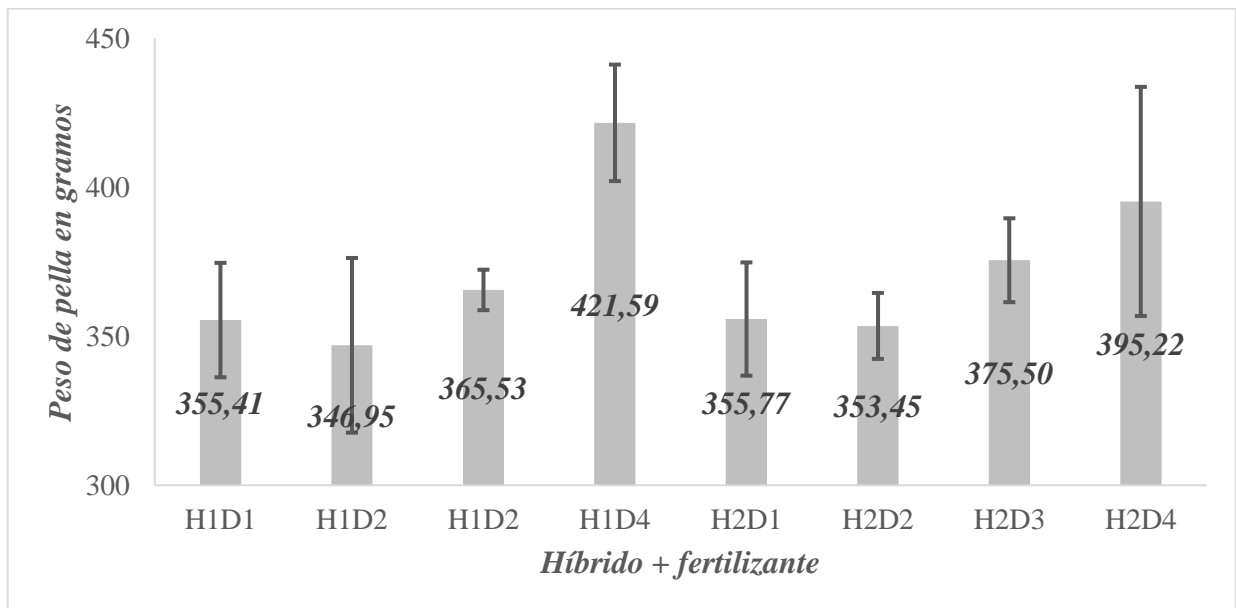
CV B % 6,3

Promedio (g) 371,18

Para el factor dosis de fertilizante de la variable peso de pella (figura 17), se realizó la comparación de promedios, lo cual determinó que el híbrido que logro un mayor peso fue el H1D4 (híbrido de brócoli Avenger + Fertilizante Mineral) con 421,59 g, generando una diferencia de 26,37 g frente al segundo mejor híbrido H2D4 (híbrido de brócoli Zafiro + Fertilizante Mineral) a diferencia de la dosis con H1D2 (híbrido de brócoli Avenger + dosis media de estiércol de ovino 8 kg/ m²) fue la que presento menor con 346,95 g.

Figura 17

Promedios del factor híbrido más dosis de fertilizante de la variable peso de pella (g) híbridos de brócoli después del trasplante



Nota: H1D1= Híbrido de brócoli Avenger + dosis baja de estiércol de ovino (6 kg/m²); H1D2= híbrido de brócoli Avenger + dosis media de estiércol de ovino (8 kg/m²); H1D3= híbrido de brócoli Avenger + dosis alta de estiércol de ovino (10 kg/m²); H1D4= híbrido de brócoli Avenger + Fertilizante Mineral.; H2D1= híbrido de brócoli Zafiro + dosis baja de estiércol de ovino (6 kg/m²); H2D2= híbrido de brócoli Zafiro + dosis media de estiércol de ovino (8 kg/m²); H2D3= híbrido de brócoli Zafiro + dosis alta de estiércol de ovino (10 kg/m²); H2D4= híbrido de brócoli Zafiro + Fertilizante Mineral.

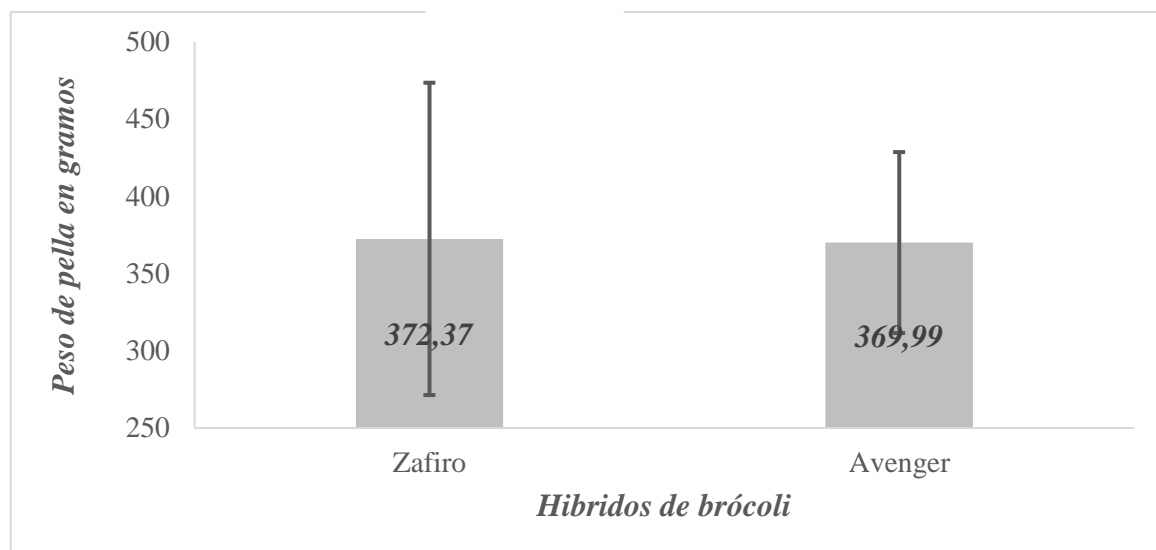
Chongo (2022), en su investigación de campo manifiesta que la variedad Zafiro presenta mayores características en peso de la pella con un valor promedio de 670 g. Corrales (2017), en su estudio sobre el comportamiento agronómico de las variedades Avenger y domador establece

un peso de la pella de 350 g, para la variedad Avenger a los 90 días. Andina Seed, (2019), indica que una pella de Brócoli F1 Zafiro puede estar hasta 1 000 g, el rendimiento por ha es de 20 a 30 t/ha. Cuji (2022), al realizar la comparación de medias de peso de pella de brócoli, obtuvo un mayor peso de pella que fue Avenger con una media de 942,80 g, mientras que EMBR258 presentó menor peso de pellas con una media de 380,93 g. Huertos (2011), el peso de la pella adecuado para la agroindustria está entre los 400 y 600 g, aproximadamente. Además, Jaramillo et al., (2016), mencionan que la cabeza principal del brócoli puede llegar a pesar hasta 1.500 g con una media de 300 g.

Mediante el análisis del peso de la pella (figura 18) podemos observar la diferencia de pesos que presenta cada uno de los híbridos, donde se determina que el híbrido Zafiro, a los 90 días presentó un mayor peso con 372,37g por lo que se menciona como la mejor variedad en relación al peso de la pella.

Figura 18

Promedios para el factor híbridos de brócoli para la variable peso de pella (g) a los 90 días



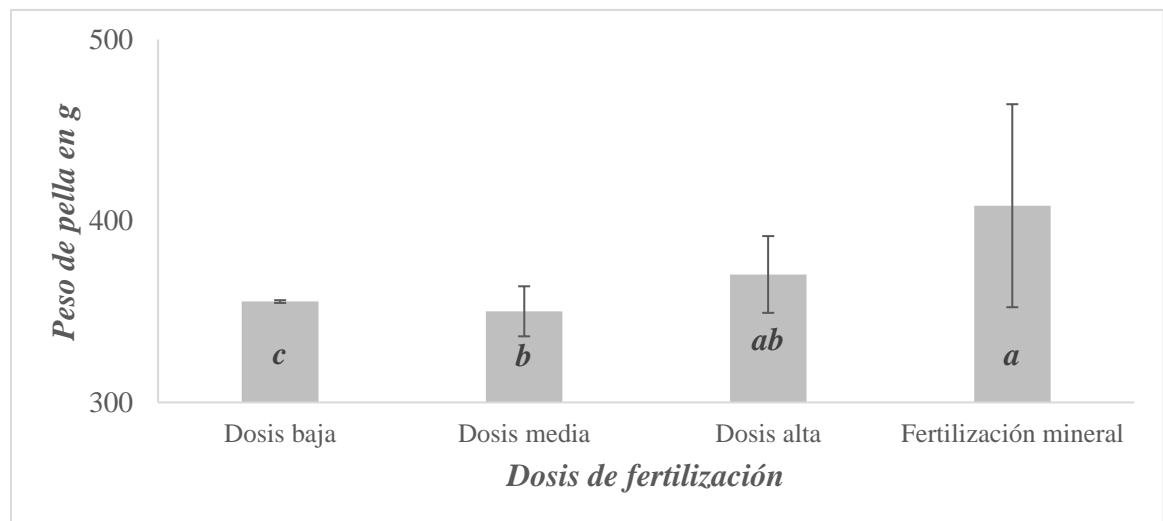
Nota. En la gráfica se puede observar la superioridad en cuanto al peso de pella en híbrido Zafiro frente al híbrido Avenger.

Las diferentes investigaciones del empleo de fertilizantes orgánicos y su relación con los fertilizantes químicos en el cultivo brócoli permite confirma los resultados obtenidos investigados por Puenayan et al (2010), obtuvieron el mayor peso de las pellas con un promedio entre 505,97 y 401,24 g con niveles de fertilización química de 150 kg/ha N; 200 kg/ha, P205 y 80 kg/ha K20 en sus diferentes interacciones. Ruiz (2016), obtiene un peso de la pella de brócoli a los 90 días promedio de 242,33 g.

Para el factor dosis fertilizante de la actual variable (figura 19), se encontraron diferencias significativas, por lo tanto, se procedió al ordenamiento rangos, donde se demuestra que la dosis más eficiente pertenece al grupo “a” es decir el Fertilizante mineral con promedio de peso 408,41 g; la dosis alta se ubicó como segunda mejor dosis donde presentó un promedio de 370,52 g mientras que la dosis baja presentó un promedio de 355,59 g en comparación a la dosis alta que tuvo similares datos con promedio 350,20 g.

Figura 19

Tukey al 5% para el factor dosis fertilización para la variable peso de pella (g) a los 90 días



Nota. Dosis baja (6 kg ovinasa/m²); dosis medio (8 kg ovinasa/m²); dosis alta (10 kg ovinasa/m²); (Fertilizante Mineral). De acuerdo al grafico podemos establecer que la dosis fertilizante mineral resulto ser la mejor en ambos híbridos en cuanto al peso de la pella.

El híbrido de brócoli que mejores resultados reportó fue Avenger (H1), presentando mayor crecimiento, desarrollo de las plantas y mejor calidad de pellas, al observarse en las plantas de éstos tratamientos: mayor crecimiento en altura de planta a los 30 días (24,84 cm), a los 60 días (55,46 cm) y a los 90 días (66,21 cm); mientras que Tintaya (2019), analiza soluciones nutritivas de 0 ml A/ litro agua + 9ml B/litro agua * variedad Legacy, obteniendo un peso de pella de 558,13 g /planta siendo el valor mas alto obtenido en su investigación mientras el más bajo fue la aplicación de 5ml A/ litro agua * 2 ml / litro agua * variedad de brócoli buccanero con 390,83 g /planta ocupando el último lugar en la investigación.

5.2.1.5. Rendimiento

El análisis de varianza (tabla 18) para la variable rendimiento de brócoli a los 90 días; muestra la existencia de diferencias no significativas para los factores bloque, variedades; Mientras que el factor dosis presenta diferencia significativa. El coeficiente de variación correspondiente a las variedades de brócoli, muestra que los datos tienen una deserción de 4,1 % respecto del promedio que para el caso de variedades es de 9073,26 kg rendimiento de brócoli; así mismo para el coeficiente de variación de dosis de estiércol, la dispersión de los datos es de 6,3 %, respecto del valor nominal del promedio 9073,26 kg de rendimiento de brócoli.

Tabla 18

ANOVA de la variable rendimiento (kg/ha) híbridos de brócoli a los 90 días

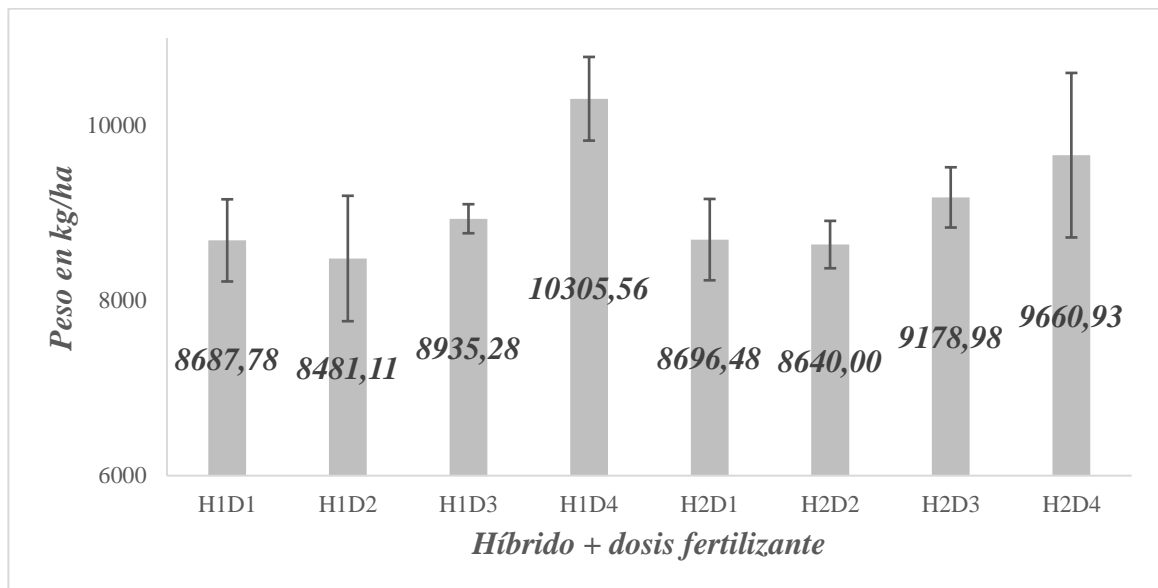
<i>FV</i>	<i>GL</i>	<i>CM</i>	<i>F. cal</i>	
<i>Total</i>	23	553426,9		
<i>Bloques</i>	2	509017,2	254508,6	Ns
<i>Factor Variedades</i>	1	20416,7	10208,3	Ns
<i>Error experimental A</i>	2	136576,4		
<i>Parcela grande</i>	7	187372,0	15614,3	Ns
<i>Factor Dosis</i>	3	2472902,7	206075,2	**

<i>Interacción variedades x dosis</i>	3	243324,6	20277,0	Ns
<i>Error experimental B</i>	12	331507,5		
		<i>CVA %</i>	4,1	
		<i>CV B %</i>	6,3	
		<i>Promedio (kg/ha)</i>	9073,26	

Para el factor híbrido más dosis fertilizante de la variable rendimiento (figura 20), se realizó la comparación de promedios ya que no se presenta una diferencia significativa, lo cual determinó que el híbrido que logro un mayor peso fue el H1D4 (híbrido de brócoli Avenger + Fertilizante Mineral) con 10305,56 kg/ha; en segundo está el H2D4 (híbrido de brócoli Zafiro + Fertilizante Mineral) con promedio de 9660,93 kg/ha, donde los dos híbridos con las dosis de fertilizante mineral dan los rendimientos más altos, a diferencia de la H2D3 (híbrido de brócoli Zafiro + dosis alta de estiércol de ovino 10 kg/ m²) fue la que mejor actuó con dosis orgánica que presentó menor con 9178,98 kg/ha. Donde el híbrido y dosis que menor efecto causó en los rendimientos fue H1D2 (híbrido de brócoli Avenger + dosis media de estiércol de ovino 8 kg/m²) con promedio de 8481,11 kg/ha.

Figura 20

Promedios del factor híbrido más dosis fertilizante de la variable rendimiento (kg/ha) a los 90 días.



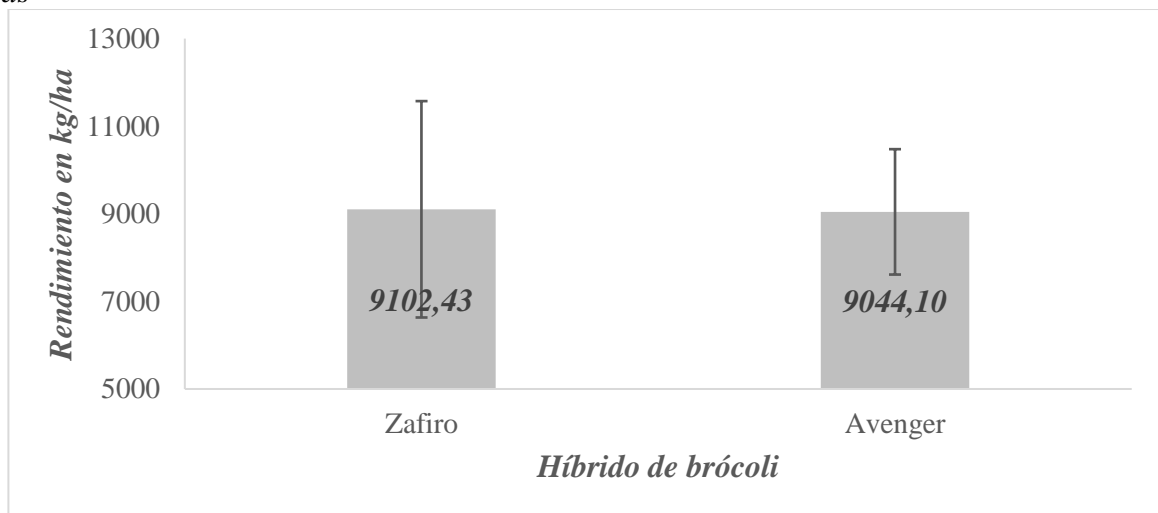
Nota. H1D1= Híbrido de brócoli Avenger + dosis baja de estiércol de ovino (6 kg/m²); H1D2= híbrido de brócoli Avenger + dosis media de estiércol de ovino (8 kg/m²); H1D3= híbrido de brócoli Avenger + dosis alta de estiércol de ovino (10 kg/m²); H1D4= híbrido de brócoli Avenger + Fertilizante Mineral.; H2D1= híbrido de brócoli Zafiro + dosis baja de estiércol de ovino (6 kg/m²); H2D2= híbrido de brócoli Zafiro + dosis media de estiércol de ovino (8 kg/m²); H2D3= híbrido de brócoli Zafiro + dosis alta de estiércol de ovino (10 kg/m²) ; H2D4= híbrido de brócoli Zafiro + Fertilizante Mineral.

Corrales (2017), obtiene para la variedad avenger 1,608 t/ha con una dosis de riego de 150%. Pichincha es la segunda provincia en importancia, con una producción de 1,1791 t/ha y un rendimiento de 1,013 t/ha. Imbabura con una producción de 4,080 toneladas/ y un rendimiento de 1,121 t/ha. Chimborazo con un rendimiento de 11,09 t/ha. Proecuador (2017), citado por Tobar (2018). Según el Ministerio de Agricultura y Ganadería MAG (2016) los rendimientos promedio a nivel nacional de 15, 55 t/ha, sin embargo en la provincia de Chimborazo tiene un rendimiento promedio de 12,81 t/ha. al analizar las investigaciones sobre el rendimiento de brócoli se tiene un promedio de 12,89 t /ha, la investigación alcanza un 70.6% del promedio nacional rendimiento que está en 29,3 % inferior al promedio nacional, debido a los factores agroclimáticos, variedad de híbridos, distancias de siembra, fertilización.

Por medio de la tabulación y análisis de datos de la (figura 21) acerca del factor híbrido de brócoli para la variable rendimiento, podemos observar que hay una diferenciación mínima de kg/ha con un promedio de 58,33, es por ello que se procedió a comparar los promedios dando como más eficiente y mayor rendimiento es el híbrido Zafiro a diferencia de Avenger.

Figura 21

Promedios para el factor híbridos de brócoli para la variable rendimiento (kg/ha) a los 90 días



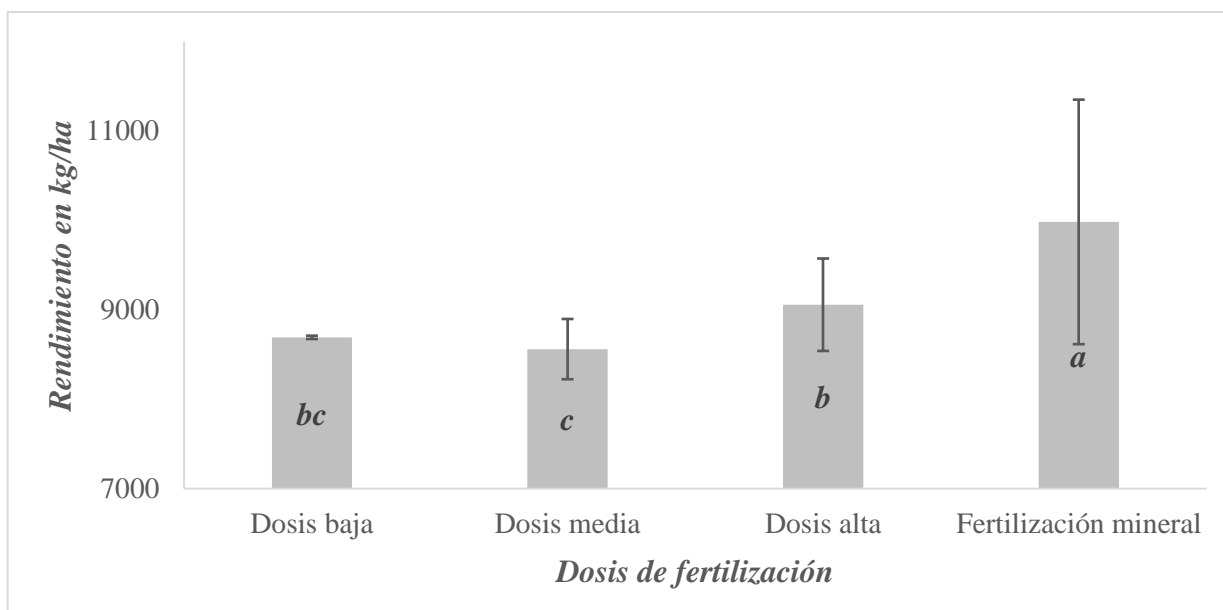
Nota: en la gráfica se puede observar la superioridad en cuanto al rendimiento en la variedad Zafiro de 9,1 t/ha con fertilizante mineral frente a la variedad Avenger que presentó 9,04 t/ha.

Según Chongo (2022), en su investigación obtiene un rendimiento de 423,28 kg/ha para la variedad Avenger con fertilización orgánica (450 g / Planta de humus) y con fertilización química 18-46-0 de NPK un rendimiento 316,14 kg /ha (híbrido Avenger). Al realizar la comparación con nuestra investigación podemos mencionar que tuvimos rendimientos superiores, pero a nivel de producción nacional son promedios bajos, dándonos un promedio de 9102,43 kg/ha, con el híbrido Zafiro a diferencia del híbrido Avenger con 9044,10 kg/ha, mencionando que cualquier de los híbridos pueden ser tomados en cuenta a la hora de cultivarse en nuestra zona ya que no existieron inconvenientes de mortalidad por parte de los híbridos puestos a prueba.

Al efectuar el análisis de comparaciones múltiples de Tukey al 5% del factor dosis de fertilizante para la variable rendimiento de kilogramos por hectárea (figura 22), se determinó la existencia de 4 rangos de significancia; de tal manera que se demostró que la dosis de fertilizante mineral (grupo “a”) fue la que mejor actuó al momento de producción con un promedio de 9983, 24 kg/ha; en segundo lugar Dosis alta (10 kg ovinasa/m²); con 9057,13 kg/ha; en tercer lugar dosis baja (6 kg ovinasa/m²) con 8692,13 kg/ha; siéndo la dosis menos eficiente la dosis media (8 kg ovinasa/m²) con promedio de 8560,56 kg/ha.

Figura 22

Tukey 5% para el factor dosis de fertilizante para la variable rendimiento (kg/ha) a los 90 días.



Nota. Dosis baja (6 kg ovinasa/m²); dosis medio (8 kg ovinasa/m²); dosis alta (10 kg ovinasa/m²); (Fertilizante Mineral). De acuerdo al gráfico podemos establecer que la dosis fertilizante mineral resultó ser la mejor en ambos híbridos en cuanto al peso de la pella.

Los tratamientos con un mayor rendimiento proyectados a una ha fueron el T4 (Purín de gallinaza) con un rendimiento promedio de 200,193 kg/ha, seguido del T3 (Purín de porcino) con 190,911 kg/ha. Mientras Corrales (2018) menciona que obtuvo dos tratamientos con un

mayor rendimiento el T1 (Humus de lombriz) con 1096, 31 kg/ha seguido del T2 (Bocashi) 1057,42 kg/ha dicho que el humus de lombriz es el abono indicado dentro de la producción orgánica. A diferencia de Catota y Ramírez (2020), indican que han obtenido un mejor rendimiento por ha con el abono de gallinaza con 2315,32 kg/ha confirmado que este es el mejor tratamiento para la producción. Como lo manifiesta Intagri (2012), la gallinaza es un excelente fertilizante si se utiliza de manera correcta. Es un material con buen aporte de nitrógeno, además de fósforo, potasio, calcio, magnesio, azufre y algunos micronutrientes. Su aplicación al suelo también aumenta la materia orgánica, fertilidad y calidad del suelo.

5.2.1.6. Relación costo / beneficio

Para el Establecer de la relación beneficio costo, se aplicó del mejor tratamiento investigado de fertilizante orgánico a base de estiércol de ovino aplicada al suelo en el cultivo de brócoli. (*Brassica oleracea* L.).

Para este análisis se establecieron todos los costos que incurrieron en el manejo agronómico del cultivo hasta llegar a la cosecha para determinar el mejor tratamiento. Los costos totales de un experimento se subdividen en costos que se mantienen fijos para todos los tratamientos del ensayo en campo y los costos que varían de acuerdo al tratamiento.

El mejor rendimiento se obtuvo para la enmienda 3 (alta – 10 kg/m² estiércol de ovino) con la variedad (2 Zafiro) con rendimiento de 9,8 kg de las 16 plantas de cada unidad experimental resultando un rendimiento de 0,61 kg por planta la distancia de siembra aplicada fue de 0,25 cm entre planta y 0,75 entre hilera con un número de plantas por hectárea de 53333 plantas /ha Por el peso obtenido de 0,61 kg por planta se obtienen un 32533 kg /ha (anexo 4).

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES

- Las variedades estudiadas y cantidades de abono orgánico y fertilizante mineral brindaron efectos positivos en cuanto a la respuesta del cultivo, en el caso del híbrido Zafiro + fertilizante mineral se obtuvo en promedio general de sus dosis de fertilizante una altura (cm) de 55,43 cm por lo cual se establece como la variedad de mejor adaptabilidad a los suelos y climas de la granja experimental PUCESI.
- En cuanto al diámetro tomado a los 90 días del trasplante el diámetro mayor que se registró en la investigación corresponde al híbrido Zafiro + fertilizante mineral con 40,95 mm lo cual corresponde al promedio de diámetro obtenido en la investigación de López (2022), de acuerdo a la comparación paramétrica entre ambos híbridos utilizados en la investigación son estadísticamente iguales en cuanto al diámetro razón por la cual se concluye que las condiciones de cultivo en el caso de este estudio no incluyeron en el desarrollo de las variedades ocupadas.
- En cuanto al diámetro de la pella no se encontraron diferencias significativas, el híbrido Avenger de 137,58 mm demostrando una diferencia mínima de 0,01 mm razón por la cual se cree que las condiciones óptimas para el desarrollo de ambos híbridos pueden ser las mismas.
- El peso de la pella a los 90 días después del trasplante presentó un mayor peso con 372,37g que corresponden al híbrido Zafiro por lo que se menciona como el mejor híbrido en relación al peso de la pella.
- Se ha determinado como la mejor dosis con mayor rendimiento la dosis D4 fertilización mineral con la variedad híbrida de brócoli Zafiro cuyo rendimiento a los 90 días después del trasplante presentó 9102,43 kg/ha.

CAPÍTULO VII

RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar investigaciones futuras sometiendo a distintos tipos de ambientes y sustratos lo cual ayudará a determinar de mejor manera las condiciones óptimas para el cultivo de ambas variedades de brócoli.
- Es recomendable analizar distintas variables que pueden influir directamente en el desarrollo del cultivo como pueden ser la concentración de bioles y purines.
- Es recomendable aumentar pruebas organolépticas que puedan determinar la calidad del producto, así como también propiedades en cuanto a nutrientes que logren determinar que variedad es mejor en cuanto al tema nutritivo para el consumidor final y de esta forma poder explotar más la variedad que resulte con mejores propiedades.

CAPÍTULO VIII

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agro rural. (2003). *Manual de Abonamiento con Guano de las Islas*. Obtenido de: <https://www.agrorural.gob.pe/wp-content/uploads/transparencia/dab/material/ficha%20tecnica%20brocoli.pdf>
- AgroEs. (2022). *Abonado de Brócoli, extracciones y Dosis de Nutrientes para fertilización con Nitrógeno, Fósforo y Potasa*. Recuperado de: <https://www.agroes.es/cultivos-agricultura/cultivos-huerta-horticultura/brocoli/508-brocoli-dosis-de-nutrientes-para-abonado-cultivo>
- Aguirre , A. (2023). *El manejo de la conductividad eléctrica en fertirriego*. Centro de investigación en química aplicada Recuperado de: <https://ciqa.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1025/344/1/Alberto%20Aguirre%20Hernandez.pdf>
- Alvarez, E. (2015). *Efecto del manejo a largo plazo de las relaciones Ca-Mg-K en la productividad de la palma aceitera (Elaeis guineensis Jacq.) con y sin riego complementario*. Tesis de Grado de Maestría en Nutrición Vegetal: Universidad Tecnológica Equinoccial. Santo Domingo de los Tsáchilas - Ecuador. 76.
- AndinaSeed. (2021). Brócoli zafiro (F1). Recuperado de: <https://www.facebook.com/andinaseed/posts/2159997924035731/>
- Arteaga , M. (2011). *Aclimatación de 12 híbridos de brocoli (Brassica oleracea.L.Var. Itálica) en el cantón Riobamba provincia de Chimborazo*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Ayme , J. (2016). “*Evaluación de la eficacia del fertilizante orgánico cistefol en el rendimiento del cultivo de Brassica oleracea L.,var. Avenger (BRÓCOLI)*”.

Tesis de grado :
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/5418/1/TRABAJO%20DE%20TITULACION-JULIO%20AYME-br%C3%B3coli.pdf>

Basantes , E. (2009). *Elaboración y aplicación de dos tipos de biol en el cultivo de brócoli (Brasica oleracea) var. Lagacy*. Tesis de grado. escuela Superior Politécnica de Chimborazo escuela de Ingeniería agronómica :
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/352/1/13T0646%20.pdf>

Beltran, M.; Brutti, L.; Romaniuk, R.; Bacigaluppo, S.; Salvagiotti, F.; Sainz , H.; & Galantini, J. (2015). *Calidad de la materia orgánica y disponibilidad de macro y micronutrientes por la inclusión de trigo como cultivo de cobertura*. Ciencia del suelo :
https://repositorio.inta.gob.ar/xmlui/bitstream/handle/20.500.12123/1340/INTA_CIRN_InstitutodeSuelos_Beltran_MJ_Calidad_de_la_materia_organica_y_disponibilidad_de_macro_y_micronutrientes.pdf?sequence=2&isAllowed=y

Berríos , P., & Pérez, A. (2022). *Efecto de la fertilización mineral de nitrógeno sobre la fisiología y rendimiento de brócoli*. Proceedings of the 10th Workshop on Agri-Food Research for young researchers. WIA.2021. Cartagena: Universidad Politécnica de Cartagena, 2022. Pp. 58-61. ISBN: 978-84-17853-47-1:
<https://repositorio.upct.es/handle/10317/10756>

Bueno, M. (15 de noviembre de 2014). *El brócoli, potente anticancerígeno*. Biosalud:
<https://biosalud.org/blog/medicina-biologica/el-brocoli-potente-anticancerigeno-2/>

Caceres, E. (2019). *Evaluación del efecto de dos dosis de abono orgánico de equino descompuesto, sobre dos variedades de brocoli (brassica oleracea l.) En ambiente atemperado en el centro experimental cota cota*. Tesis de grado. Universidad Mayor de San Andres:

<https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/20533/T-2637.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Canqui, C. (2018). Comportamiento Agronómico de tres variedades de brócoli (*Brassica oleracea* L.) en la comunidad Achocara alta del Municipio de Luribay: *Universidad Mayor de San Andrés*.

<https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/20475/TS-2627.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Carrillo, F. (2010). *Evaluación de la eficacia de seis mezclas de fertilizantes inorgánicos en el rendimiento del cultivo de brócoli (brassica oleracea) var. italica*. Tesis de grado, escuela Superior Politécnica del Chimborazo. : <http://dspace.esoch.edu.ec/bitstream/123456789/580/1/13T0663%20.pdf>

Carrillo, F. (Junio de 2020). *Mezclas de fertilizantes sintéticos en rendimiento de brócoli usando la metodología participativa en la comunidad Pungal*. Revista Ciencias técnicas y aplicadas Vol. 6, núm. 2,: DOI: <http://dx.doi.org/10.23857/dc.v6i3.1259>.

Cartagena, Y., Galvis, A., Volke, V., Hernández, T., Rodríguez, A., & Bugarín, R. (2017). Dinámica de la fertilización Nitrogenada en el cultivo de brócoli (*Brassica Oleracea* Var. Híbrido avenger). *ALFA, Revista de Investigación en Ciencias Agronómicas y Veterinarias*, 1(1), 48-57. <https://doi.org/https://revistaalfa.org/index.php/revistaalfa/article/view/14/11>

Chongo, C., & Mora, W. (2022). *Adaptación de tres híbridos de brócoli (brassica oleracea var. Itálica) bajo fertilización química y orgánica en las localidades de San José de Minas, provincia Pichincha y Cotundo, provincia de Napo*. Tesis de grado. Universidad Estatal de Bolívar facultad de ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y Ambientales:

Cornelio Contreras S. - Luis Muñoz C. - Gonzalo Ibacache A., (2017). INIA. Obtenido de Manejo del riego en el cultivo de Brócoli establecido en otoño en el sector Pan de Azúcar, Región de Coquimbo:

<https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/4840/NR40924.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Corrales , P. (2017). “*Programación de riego para los híbridos domador y avenger de brócoli (Brassica oleracea var. Itálica).*”. Tesis de grado Universidad Técnica de Ambato:

<https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/25106/1/Tesis-155%20%20Ingenier%c3%ada%20Agron%c3%b3mica%20-CD%20473.pdf>

Coz , S. (2020). *Abonos foliares en rendimiento de brócoli (brassica oleracea var. Itálica pienk) híbrido legacy en condiciones edafoclimáticas de yacupunta - huánuco – 2018.* Tesis de grado. Universidad Nacional Hermilio Valdizán : <https://repositorio.unheval.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13080/6799/TAG00892C83.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Crisostomo , V. (22 de noviembre de 2018). *Efecto del estiércol de ovino en la producción y efecto del estiércol de ovino en la producción y col (brassica oleracea var. capitata) y cebolla (allium cepa l.) en el valle del mantaro.* Tesis de grado. Universidad Nacional de Huancavelica :<https://apirepositorio.unh.edu.pe/server/api/core/bitstreams/6146fcb2-4284-4ef5-ac4a-457502d2ea65/content>

Cruz , E., Vega , J., Gutiérrez, A., González , M., Saltos, R., & González , V. (2018). *Efecto de la Aplicación de Abonos orgánicos en la producción de brócoli (Brassica oleraceae).* Revista de Investigación Talentos.

Cualchi, G. (Julio de 2017). “*Estudio de la producción y comercialización de cultivos agroecológicos en el cantón pedro moncayo, provincia de pichincha.* Tesis de grado. Universidad Técnica del Norte: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/7170/1/03%20agn%20029%20trabajo%20de%20grado.pdf>

- Cuji , Y. (2022). “*Adaptabilidad de trece cultivares de brócoli (Brassica oleracea var. Itálica l.) En el cantón pujilí, provincia de Cotopaxi.*”. Tesis de grado Universidad Técnica de Ambato: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/36985/1/Tesis-339%20%20Ingenier%c3%ada%20Agron%c3%b3mica%20-%20Cuji%20Bunsi%20Yomara%20Esthela.pdf>
- Espinoza , I. (marzo de 2015). *Evaluación de la eficiencia de cinco abonos foliares organicos en el rendimiento del cultivo de brocoli (brassica oleracea l. Var. Itálica) en la estación experimental docente “la argelia” de la Universidad Nacional de Loja.* Tesis de grado Universidad Nacional de Loja : <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/13979/1/evaluaci%c3%b3n%20de%20cinco%20abonos%20organicos%20foliares%20en%20el%20cultivo%20del%20brocoli%20en%20la%20eEstacion%20Experimental%20La%20Argelia.pdf>
- FAO. (20 de Junio de 2018). *Los contaminantes agrícolas: una grave amenaza para el agua del planeta.* <https://www.fao.org/news/story/es/item/1141818/icode/>
- Fierro, D. (2013). *Estudio de factibilidad para la producción y comercialización de brócoli (Brassica oleracea var. italica) híbrido Avenger para mercado de exportación en Cunchibamba, provincia de Tungurahua.* Tesis de grado. Universidad San francisco de Quito: <https://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/2497/1/106789.pdf>
- GAD-I. (2015). *ACTUALIZACIÓN PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL DEL CANTÓN IBARRA 2015-2023.* Retrieved from <https://www.ibarra.gob.ec/web/index.php>
- García, C., & Félix, J. (2014). *Manual para la producción de abonos orgánicos y biorracionales .* Fundación Produce Sinaloa, A.C. [https://doi.org/ISBN 978-607-8347-33-9](https://doi.org/ISBN%20978-607-8347-33-9)

- Garro, J. (2016). El suelo y los abonos orgánicos. Editorial del INTA.
[https://doi.org/ISBN 978-9968-586-26-9](https://doi.org/ISBN%20978-9968-586-26-9)
- Goykovic , V., & Saavedra, G. (2007). *Algunos efectos de la salinidad en el cultivo de tomate y prácticas agronómicas de su manejo*. *Idesia (Arica)*, 25(3), 47- 58.
[https://doi.org/ https://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292007000300006](https://doi.org/https://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292007000300006)
- Hernán , E. (2021). *Evaluación de la extracción de n, p y k en el cultivo de brócoli var. Avenger*. Tesis de grado. Universidad Técnica de Ambato:
[https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/32744/1/004%20Nutricion %20Vegetal%20Escobar%20Edgar%20Hern%C3%A1n.pdf](https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/32744/1/004%20Nutricion%20Vegetal%20Escobar%20Edgar%20Hern%C3%A1n.pdf)
- Horticultivos. (27 de mayo de 2018). *Perspectivas del mercado para el cultivo de brócoli*: <https://www.horticultivos.com/cultivos/cruciferas/brocoli/perspectivas-de-mercado-para-el-brocoli/>
<https://www.studocu.com/row/document/nnamdi-azikiwe-university/foundation-of-nursing/borrador-corregido-3-nmm/34063880>
- Huertos . (2011). *Manual para el procedimiento de la calidad de brócoli para la agroindustria*
- Icamex. (2021). *Instituto de Investigación y Capacitación Agropecuaria, Acuícola y Forestal*. Obtenido de Cultivo de Brócoli:
<https://icamex.edomex.gob.mx/brocoli>
- INEC. (2012). *Sistema integrado de consulta de clasificación y nomenclaturas (SIN)*. Obtenido de *Plan estratégico nacional para el desarrollo ficha técnica para agricultura* :
[https://aplicaciones2.ecuadorencifras.gob.ec/SIN/co_agricola.php?id=01213.02 .04](https://aplicaciones2.ecuadorencifras.gob.ec/SIN/co_agricola.php?id=01213.02.04)
- INIA. (2012). *“Modelo de adaptación al cambio climático por medio de la zonificación de aptitud productiva de especies hortofrutícolas priorizadas en la Región del*

- Biobío*. Obtenido de Requerimientos edafoclimáticos del cultivo del brócoli:
<https://www.ciren.cl/wp-content/uploads/2017/12/Br%C3%B3coli.pdf>
- INIFAP. (septiembre de 2005). Obtenido de La fertilización en los cultivos de maíz, sorgo y trigo en México :
https://www.intagri.com/public_files/Manual%20de%20fertilizacion.pdf
- Japón, J. (28 de agosto de 2002). Ministerio de agricultura, pesca y alimentación .
 Cultivo de brócoli y de la col de brúcelas :
https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1986_05.pdf
- Jaramillo , J., Cardona , P., Valencia , C., Franco , A., Martínez, A., Forero, C., Arguello, O., & Franco , G. (2016). *Modelo tecnológico para el cultivo de brócoli Brassica Olerácea- var. Italica* . en el departamento de Antioquia Siembra.
- Lasso, Á., & Álvarez, M. (2011). Universidad de Nariño Facultad de Ciencias Agrícolas. Obtenido de *Fertilización con Azufre y Magnesio en Cultivo de Brócoli sobre suelos Vitric Haplustand y Typic Dystrandep del altiplano de pasto*:
<https://www.semanticscholar.org/paper/Fertilizaci%C3%B3n-con-azufre-y-magnesio-en-cultivo-de-y-Lasso-%C3%81lvarez/d3377302b27be305e68691e2be0f730b220b906d>
- Lignoquim.. (2015). *Fertilización foliar y moléculas orgánicas y ecológicas*. . Obtenido de <https://lignoquim.com.ec/index.php?route=product/category&path=33>
- Lopez , Y. (2022). *Evaluación de tres abonos orgánicos en el rendimiento del cultivo de Brócoli (Brassica oleracea L.) en La Argelia, cantón Loja*. Tesis de grado Universidad nacional de Loja :
<https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/25660/1/Yajaira%20Patricia%20Lopez%20Luzon.pdf>
- Martínez, D., Muggeridge , J., Desouza, J., Carvajal , L., Jérez , F., & Sánchez , M. (2016). Manual para el Cultivo de Hortalizas: Parte Especial. Tarija -Bolivia.

- Miranda , R., Carlesso, R., Huanca, M., Manami , P., Borda , A. (18 de febrero de 2013). Rendimiento y acumulación de nitrógeno en la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) producida con estiércol y riego complementario. *Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía, Proyecto QuinAgua.:*
- Moniruzzaman, M., Rahman, S. M. L., Kibria, M. G., Rahman, M. A. and Hossain, M. M. (2007). Effect of Boron and Nitrogen on Yield and Hollow Stem of Broccoli. *J.Soil.Nature*, 24-29.
- Montiel , K., & Ibrahim , M. (2016). *Manejo integrado de suelos para una agricultura resiliente al cambio climático*. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), 2016: <http://repiica.iica.int/docs/B3982E/B3982E.PDF>
- Navarro, J. (2015). *Optimización del procesado mínimo y biodisponibilidad de compuestos bioactivos de brócoli bimi y convencional*. Tesis de Grado, Universidad Politécnica de Cartagena : <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=199641>
- Orellana , H., Solorzano, H., Bonilla, A., Salazar , G., Falconi, C., & Velastegui, R. (2008). *Vademecum agrícola 2008 edifarm*. Obtenido de Manejo orgánico ecológico del cultivo de Brócoli: https://quickagro.edifarm.com.ec/pdfs/manual_cultivos/BROCOLI%20ORGA NICO.pdf
- Paniagua-Pardo, G. H.-A.-M.-P.-O.-G. (2015). *Efecto de la luz led de alta intensidad sobre la germinación y el crecimiento de plántulas de brócoli (Brassica oleracea L.)*. Polibotánica, 199-212.
- Pantoja , R. (2014). *“Evaluación de diferentes dosis de abonos orgánicos de origen animal en el comportamiento agronómico, del cultivo de brócoli en la zona de Huaca, Provincia del Carchi*. Tesis de grado. Universidad Técnica de Babahoyo : <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/691/T-UTB-FACIAG-AGR-000122.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Pino , M. (2020). Universidad Nacional de la Plata . *Guía didáctica: Cultivo y producción del cultivo de brócoli :*
https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/65932/mod_resource/content/2/Guia%20de%20Brocoli%202020.pdf
- Pino, M. (2020). Curso de horticultura y floricultura. Obtenido de Cultivo y Producción del cultivo de brócoli::
https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/65932/mod_resource/content/2/Guia%20de%20Brocoli%202020.pdf
- Puenayan, A., Córdoba , F., & Unigarro, A. (2010). *Respuesta del brócoli Brassica oleracea var. italica L. Híbrido Lagacy a la fertilización con N_P-K en el municipio de Pasto, Nariño.* Revista agronómica. Vol. XXVII N1 pa 49-57:
- Quiroga, A., & Bono , A. (2012). Manual de fertilidad y evaluación de suelos . Pampa argentina : INTA.
- Quispe , J. (15 de agosto de 2021). *Efecto negativo al medio ambiente por el uso de fertilizantes en la agricultura.* Universidad Nacional Autónoma de Huanta:
<https://www.aldia.unah.edu.pe/efecto-negativo-al-medio-ambiente-por-el-uso-de-fertilizantes-en-la-agricultura/>
- Recalde, E. (2016). *Anuario Agroclimático años 2009-2015 (Ponticia Universidad Católica del Ecuador sede Ibarra.* Consejo de Publicaciones de la Universidad de los Andes Venezuela, Ed.). Mérida, Venezuela,2016: Gráficas el Portatítulo Mérida, Venezuela,2016.
- Renaud, E., Lammerts, E., Myres, J., Paulo, M., Van, F., Zhu, N., & Juvik, J. (2017). *variación del contenido fitoquímico del cultivar de brócoli bajo sistemas de manejo orgánicos y convencionales.* Implicaciones en la mejora para la nutrición . mas no 16-19
- Rodríguez , N., McLaughlin, M., & Pennock, D. (2019). La contaminación del suelo es una realidad oculta. Roma: FAO.

- Román , P., Martínez, M., & Pantoja , A. (2013). *Manual de compostaje del agricultor . Experiencias en America latina* Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura: <https://www.fao.org/3/i3388s/i3388s.pdf>
- Ruiz , F. (2016). *Estudio económico productivo de un cultivo de brócoli (brassica olerácea var. Itálica), en el sector cotama, parroquia el jordan, cantón Otavalo, provincia de Imbabura*”. Tesis de grado. Universidad Nacional de Loja : <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/12980/1/fredy%20ruiz%20%28biblioteca%29.pdf>
- Ruiz, C., Medina, G., González , A., Flores, H., Ramírez, J., Ortiz , T., . . . Martínez, P. (2013). Requerimientos agroecológicos de cultivos. Segunda. Obtenido de INIFAP. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales: https://www.researchgate.net/profile/José-Ruiz-Corral/publication/343047223_Requerimientos_Agroecologicos_De_Cultivos_2da_Edicion/Links/5f1310e04585151299a4c447/Requerimientos-Agroecologicos-De-Cultivos-2da-Edicion.Pdf
- Sakata. 2013. Híbrido Avenger. En línea. Consultado 15 de Septiembre del 2013. Disponible en <http://www.sakata.com.mx/es/avenger.html>.
- Sánchez , A., Marín , P., & Delgado, M. (Septiembre de 2009). *Cambios en las propiedades fisico-químicas del suelo por adición de enmiendas orgánicas en cultivo de tomate* . Congreso Internacional sobre desertificación: <http://hdl.handle.net/10201/97867>
- Sánchez , A., Vayas , T., Mayorga , F., & Freire , C. (diciembre de 2020). Universidad Técnica de Ambato . *Producción de brócoli en el Ecuador* : <https://blogs.cedia.org.ec/obest/wp-content/uploads/sites/7/2020/12/Brocoli-en-Ecuador.pdf>
- Santoyo, J., & Martínez , C. (2011). *Fundación produce*. Obtenido de Tecnología de producción de brócoli:

file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Tecnolog%C3%ADa%20de%20producci%C3%B3n%20de%20br%C3%B3coli.pdf

Terrazas , J. (2019). *Aprovechamiento del suelo salino: agricultura salina y recuperación de suelos*. Apthapi, 5(1), 1539–1563. : <https://apthapi.umsa.bo/index.php/ATP/article/view/28>

Tobar, C., Jorge Vega-Chariguamán , Alberto Gutiérrez- Albán , Martha González-Rivera, Rubén Saltos-Espín, Víctor González-Rivera . (2018). *Efecto de la aplicación de abonos orgánicos en la*. *Revista de Investigación Talentos V, 1-* tesis de grado. universidad Nacional de Loja : <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/13979/1/Evaluaci%C3%B3n%20de%20cinco%20abonos%20organicos%20foliares%20en%20el%20cultivo%20del%20brocoli%20en%20la%20Estacion%20Experimental%20La%20Argelia.pdf>

Toledo , J. (noviembre de 2003). *Cultivo de brócoli*. Obtenido de INIA: https://repositorio.midagri.gob.pe/bitstream/20.500.13036/272/1/Cultivo_brocoli%20INIA%20MINAGRI.pdf

Tortosa, G., Albuquerque, J., Ait-Baddi, G., Cegarra,. (2013). *La producción de enmiendas y fertilizantes orgánicos comerciales mediante el compostaje de residuos de almazara de dos fases ("alperujo")*. *Revista de producción más limpia*, 26, 48-55. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2011.12.008>


Vélez, L. (2015). *Estudio comparativo del manejo convencional, orgánico, y mixto en la producción de brócoli (Brassica oleracea L.)*, en la Provincia de Imbabura. Obtenido de <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/12977>

Wikifarmer.. (2018). *Brócoli cultivo y manejo – como sembrar brócoli paso a paso*. Obtenido de Resumen de la guía de cultivo de brócoli: <https://wikifarmer.com/es/brocoli-cultivo-y-manejo-como-sembrar-brocoli-paso-a-paso/>

- Yara. (2022). Nutrición vegetal . Obtenido de Coles y otras brassicas :
<https://www.yara.com.ec/nutricion-vegetal/brassicas/resumen-nutricional/>
- Zakata. (2021). *Zakata* . Obtenido de Manual técnico del cultivo de brócoli
- Zamora , E. (enero de 2016). *El cultivo de brócoli*. Serie guías - *producción de hortalizas DAG/HORT-010*. Universidad de Sonora:
<https://dagus.unison.mx/Zamora/BROCOLI-DAG-HORT-010.pdf>
- Zamora , F. (2014). *Evaluación del efecto a la aplicación de ácidos Húmicos y fúlvicos en el cultivo de brócoli) brassica Oleacea) variedad Italica*. . Tesis de grado. Universidad Técnica de Ambato :
<https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/6994/1/Tesis-71%20%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-CD%202014.pdf>
- Zamora , V. (2013). *Comportamiento agronómico de cinco hortalizas de hoja con tre abonos orgánicos en la hacienda tecnilandia Quevedo*. Tesis de grado. Universidad Estatal de Quevedo:
<https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/2781/1/T-UTEQ-0350.pdf>















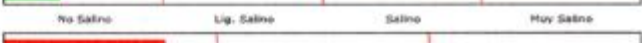



ANEXOS


Anexo 1 Resultado análisis de suelos.



LABONORT

LABORATORIOS NORTE
Juan Hernández y Jaime Roldós (Entrada Mercado Mayorista) Ibarra - Ecuador cel. 0999591050

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS										
DATOS DE PROPIETARIO					DATOS DE LA PROPIEDAD					
Nombre: JOHAN PAÚL REGALADO MAFLA					Provincia: Imbabura					
Ciudad: Ibarra					Cantón: Ibarra					
Teléfono: 0992696141					Parroquia: La Victoria					
Fax:					Sitio: PUCESI					
DATOS DEL LOTE					DATOS DE LABORATORIO					
Sitio: PUCESI					Nro Reporte.: 10927					
Superficie:					Tipo de Análisis: Completo más textura					
Número de Campo: Muestra 1					Muestra: Suelo, muestra 1					
Cultivo Actual:					Fecha de Ingreso: 2022-05-27					
A Cultivar:					Fecha de Reporte: 2022-06-02					
Nutriente	Valor	Unidad	INTERPRETACION							
N	46.25	ppm								
P	122.40	ppm								
S	36.75	ppm								
K	2.20	meq/100 ml								
Ca	13.38	meq/100 ml								
Mg	4.03	meq/100 ml								
Zn	3.15	ppm								
Cu	3.24	ppm								
Fe	54.38	ppm								
Mn	11.63	ppm								
B	0.75	ppm								
pH	6.75									
Acidez Int. (Al+H)		meq/100 ml								
Al		meq/100 ml								
Na		meq/100 ml								
Ce	0.700	mS/cm								
MO	2.27	%								
Ca	Mg	Ca+Mg	(meq/100ml)	%	ppm	(%)				Clase Textural
Mg	K	K	Sum Bases	NTot	Cl	Arena	Limo	Arcilla		
3.32	1.83	7.91	19.61			43.60	46.80	9.60		FRANCO
Dr. Quim. Edison M. Miño M. Responsable Laboratorio										



LABONORT
IBARRA - ECUADOR
ANÁLISIS QUÍMICOS - SUELOS Y AGUAS

Anexo 2 Datos obtenidos en campo por variables dependientes

<i>Altura 30 días</i>	<i>Altura a 60 días</i>	<i>Altura a los 90 días</i>	<i>Diámetro tallo(mm) 30 días</i>	<i>Diámetro tallo (mm) 60 días</i>	<i>Diámetro tallo(m) 90 días</i>	<i>Diámetro Pella (g)</i>	<i>Peso pella(g)</i>	<i>Rendimiento (g/m²)</i>
13,73	37,58	49,66	5,16	20,94	36,43	141,42	341,52	8348,3
21,27	34,65	51,59	8,8	29,54	35,49	135,02	377,32	9222,3
22,74	38,28	48,75	10,33	27,46	38,5	129,18	347,39	8491,7
18,08	36,73	53,66	7,57	24,2	34,09	141,04	327,11	7996,1
16	39,28	53,78	7,99	28,41	37,31	139,23	380,61	9303,9
19,53	39,26	50,81	8,37	27,14	40,09	134	333,14	8143,3
18,85	40,14	51,7	9,02	24,18	38,03	133,62	363,43	8883,9
15,78	41,51	55,86	8,04	29,79	36,93	135,53	373,13	9120,8
18,31	41,11	51,45	8,02	27,02	44,94	133,32	360,05	8801,1
24,26	44,56	55,92	12,33	28,61	46,14	143,81	437,7	10699,4
15,51	43,58	52,81	7,65	27,75	29,87	138,35	403,86	10443,3
18,46	43,74	52,07	8,11	25,73	46,83	146,6	395,8	9773,9
17,21	39,3	49,49	8,14	22,88	34,92	145,1	340,61	8326,1
18,61	38,93	49,07	8,43	28,96	36,17	133,6	349,59	8545,6
19,83	37,23	47,14	7,63	27,17	39,51	133,07	377,09	9217,8
19,77	35,98	53,89	9,77	25,88	36,78	138,98	340,8	8330,6
21,57	40,18	52,58	11,71	35,44	39,62	127,03	358,25	8757,2
18,01	38,8	49,66	7,58	26,46	44,06	145	361,32	8832,2
18,03	41,73	53,92	7,96	24,12	38,36	130,14	389,86	9530,0
15,79	41,58	52,94	6,88	27,43	34,4	129,08	361,74	8842,5
20,89	40,02	51,47	8,87	27,15	44,17	147,9	374,91	9164,4
18,81	45,62	57,64	9,73	32,84	41,97	148,24	388,84	9505,0
16,9	44,09	54,59	6,89	27,05	33,4	137,29	436,45	10668,9
20,38	41,63	54,07	8,11	25,42	46,11	135,54	360,36	8808,9

Anexo 3 Archivo fotográfico fase de campo



Designación de lote



Preparación de lote con rastra

Segunda pasada de rastra



Descomposición de maleza e incorporación en el suelo.



Pasada de motocultor



Terreno preparado



Toma de muestra de suelo



Delimitación de lote (Teorema de Pitágoras)



Trazado de bloques y parcelas



Plantas listas para trasplante



Siembra plantas de brócoli



Instalación completa del ensayo



Letreros de identificación de Bloques y tratamientos



Toma de datos (Altura (cm) de planta y diámetro de tallo)



Cosecha (medición de diámetro y peso de pella)



Anexo 4 Costos de producción de brócoli con fertilización orgánica

<i>Concepto</i>	<i>Unidad</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Valor unitario (dólares)</i>	<i>Valor Parcial dólares</i>	<i>Total</i>
A. Costos directos					
1. Análisis de suelo					
Análisis completo de suelo	Unidad	1	58	58	58
2. Preparación del suelo					
Arada	Hora	4	38	152	532
Rastra	Hora	4	38	152	
Trazado surcado	Hora	6	38	228	
3. Variedad de planta					
Plantas	Plántula	106666	0,05	5333,3	5333,3
4. Desinfección de suelo					
Terraclor 75% PCNB (pentacloronitrobenceno)	Kg	10	15	150	150
5. Fertilización de fondo					
Abono de ovino sacios de 50 kilos	Sacos	2000	3,5	7000	7000
6. Control de hierba					
Herbicidas	Galón	4	18	72	312
Jornal limpieza a mano	Jornales	10	15	150	
Aplicaciones herbicidas	Jornal	6	15	90	
7. Control de plagas y enfermedades					
Match, otros	Global	1	130	130	220
Aplicación	Jornales	6	15	90	
7. Sistema de riego por goteo					

Por aspersión	Sistema	1	2400	2400	2400
----------------------	---------	---	------	------	------

8. Mano de obra

Continuación de tabla 13

Jornales manejo del cultivo trasplante, manejo	Jornal	50	15	750	1440
Cosecha	Jornal	46	15	690	
Total, inversión					17445,3
B. Costos indirectos					
Pago de agua de riego	Ha	1	90	90	90
Imprevistos (5%)					876,765
Total, inversión año					18322,065

Ingreso de una hectárea de brócoli

Ingresos	
kilos/planta	0,61
plantas sembradas / ha ciclo	53333
Rendimiento kg/ ha ciclo	32533,13
precio unitario de la pella unidad	0,65
Ingresos (\$) /ha	21146,5345
Relación B/C	1,15

Nota. La relación obtenida de beneficio para siembra de brócoli es 1,15\$ interpretándose que por cada dólar se tiene de utilidad 0,15 centavos según el aporte con el tratamiento de la enmienda 3 (alta con 10 kg/ m² con la variedad Zafiro. Siendo inferior al análisis de costo beneficio que Fierro (2013) establece en su estudio de 1,67 siendo inferior al estudio realizado por Cualchi (2017), en donde señala un relacion de beneficio / costo de 3,11 para una hectare de brocoli. De igual manera establece en su estudio para el tratamiento con estiercol de ovino Ruiz (2016), con valor costo beneficio de 1,51.