

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



TEMA: “Evaluación de Bioles en la producción de brócoli (*Brassica oleracea*) var. italiana”

ESTUDIANTE: Danilo Roberto Sailema Sailema

AMBATO - ECUADOR

2023

“Evaluación de Bioles en la producción de brócoli (*Brassica oleracea*) var. itálica”

REVISASDO Y APROBADO POR:



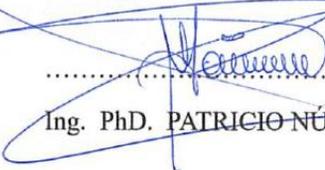
Ing. Mg. LUIS VILLACIS

TUTOR

APROBADO POR LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE GRADO

FECHA

07/02/2024



Ing. PhD. PATRICIO NÚÑEZ

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN



Ing. Mg. RITA SANTANA

07/02/2024

MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN



Dr. CARLOS VÁSQUEZ

07/02/2024

MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

“El suscrito, Danilo Roberto Sailema Sailema, portador de cédula de identidad número: 1804792446, libre y voluntariamente declaro que el Informe Final del Proyecto de investigación titulado: “Evaluación de bioles en la producción de brócoli (*Brassica oleracea*) var. *italica*” es original, auténtico y personal. En tal virtud, declaro que el contenido es de mi responsabilidad legal y académica, excepto donde se indican las fuentes de información consultadas”.



.....
Danilo Roberto Sailema Sailema

DERECHOS DE AUTOR

Al presentar este Informe Final del Proyecto de Investigación titulado “Evaluación de bioles en la producción de brócoli *Brassica oleracea* var. *italica*” como uno de los requisitos previos para la obtención del título de grado de Ingeniero Agrónomo, en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Ambato, autorizo a la Biblioteca de la Facultad, para que este documento esté disponible para su lectura, según las normas de la Universidad.

Estoy de acuerdo en que se realice copia de este informe final, dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica potencial.

Sin perjuicio de ejercer mi derecho de autor, autorizo a la Universidad Técnica de Ambato la publicación de este Informe Final, o parte de él.



.....
Danilo Roberto Sailema Sailema

DEDICATORIA

Este proyecto no fue fácil, pero siempre estuviste ayudándome y fortaleciendo día a día aunque no te veo pero se que estás presente, sin tu ayuda no lo hubiera logrado "DIOS".

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por haberme dado la oportunidad de volver a vivir, respirar y mirar a las personas caminar, por haberme brindado la valentía para seguir adelante y obtener lo que siempre querían mis familiares que ahora ya no están.

ÍNDICE

Contenido	
AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN	iii
DERECHOS DE AUTOR	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
ÍNDICE	vi
ÍNDICE DE TABLAS	9
ÍNDICE DE FIGURAS	10
1. INTRODUCCIÓN	11
2. MARCO TEORICO.....	14
2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS	14
2.2 GENERALIDADES	15
2.3 Cultivo de Brócoli	18
2.3.1 Origen.....	18
2.3.2 Descripción botánica	20
2.3.3 Sistema radicular	20
2.3.3.1 Requerimientos del cultivo	24

2.3.3.9 PLAGAS Y ENFERMEDADES	29
3. OBJETIVOS.....	31
3.1 OBJETIVO GENERAL	31
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	31
4. METODOLOGÍA.....	32
4.1 UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO	32
4.2 CARACTERÍSTICAS DEL LUGAR.....	32
4.3 EQUIPOS Y MATERIALES	32
4.5 TRATAMIENTOS	33
4.6 DISEÑO EXPERIMENTAL	34
4.7 HIPÓTESIS	35
4.9 VARIABLES RESPUESTA	37
4.9.5 PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN	38
Con los datos tomados en campo se procesó con el programa estadístico Sedex con el cual se realizó los análisis de varianza y las pruebas de rangos	38
6. CONCLUSIONES.....	47
7. RECOMENDACIONES	49
8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	50

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Descripción Taxonómica	20
Tabla 2 Plagas y enfermedades	29
Tabla 3 Tratamientos.....	34
Tabla 4 Influencia de diferentes bioles (biol 1, biol 2 y biol 3) y dosis sobre la altura de las plantas de (<i>Brassica oleraceae</i>) var. <i>italica</i>	39
Tabla 5 Influencia de diferentes bioles (biol 1, biol 2 y biol 3) y dosis sobre el diámetro de la pella de <i>Brassica oleraceae</i> var. <i>italica</i>	42
Tabla 6 Influencia de diferentes bioles (biol 1, biol 2 y biol 3) y dosis sobre el peso de la pella de(<i> Brassica oleraceae</i>) var. <i>italica</i>	43
Tabla 7 Rangos promedios	43

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Preparación de los 3 tipos de biol	59
Figura 2 Proceso de fermentación	59
Figura 3 Preparación de la parcela	60
Figura 4 Plantas de brócoli.....	60
Figura 5 Riego y transplante de brócoli.....	61
Figura 6 Etiquetado de la parcela	61
Figura 7 Resultado de la aplicación del biol	62
Figura 8 Toma de datos	62
Figura 9 Cosecha del cultivo.....	63

1. INTRODUCCIÓN

La agricultura siempre ha jugado un papel crítico en el desarrollo y sustento de la sociedad humana, en constante búsqueda de técnicas y prácticas más eficientes y sostenibles para aumentar la productividad. En el presente ensayo, nos centraremos en la evaluación de la eficacia de los bioles en la producción de brócoli (*Brassica oleracea*) var. italiana. El biol, producto de la fermentación anaeróbica de residuos orgánicos, se ha destacado por sus propiedades nutritivas y su potencial para mejorar la calidad del suelo.

El brócoli, conocido científicamente como (*Brassica oleracea*) var. italiana, es una hortaliza crucífera de gran importancia económica y nutricional. Su cultivo es extensivo y se consume en gran parte del mundo, no solo por su sabor, sino también por su alto contenido de nutrientes, incluyendo vitaminas, minerales y compuestos antioxidantes. Sin embargo, la producción de brócoli a menudo enfrenta varios desafíos, desde la degradación del suelo hasta las plagas y enfermedades (Cruz-Tobar et al., 2018).

Los bioles, debido a su alto contenido de nutrientes y materia orgánica, se han utilizado en la agricultura como un medio para mejorar la fertilidad del suelo y la nutrición de las plantas. Son productos de la fermentación anaeróbica de residuos orgánicos, incluyendo restos de cultivos, residuos de alimentos, estiércol y otros materiales. Se ha demostrado que los bioles pueden proporcionar una serie de beneficios para la salud del suelo, como la mejora de la estructura del suelo, la retención de humedad y la disponibilidad de nutrientes.

Además, la aplicación de bioles puede influir positivamente en el ciclo del nitrógeno y otros nutrientes esenciales en el suelo, fomentando el crecimiento y desarrollo de los cultivos. Para el caso del brócoli, esto puede traducirse en una mejor producción y calidad de las inflorescencias, que son las partes del brócoli consumidas. Sin embargo, es importante entender y evaluar de manera precisa cómo los bioles pueden afectar la producción específica del brócoli, teniendo en cuenta factores como las características del biol, el tipo de suelo y las condiciones de cultivo.

La evaluación de los bioles en la producción de brócoli no solo incluye su impacto en la producción y calidad del brócoli, sino también en el medio ambiente. Esto es especialmente relevante en el contexto de la agricultura sostenible, donde la minimización del impacto ambiental es un objetivo clave. Los bioles pueden ayudar a reducir la dependencia de los fertilizantes químicos, que a menudo tienen impactos ambientales negativos, como la contaminación del agua y la degradación del suelo (Blanco & Arragan, 2020).

En la última década la producción de brócoli se ha posicionado como uno de los cultivos de mayor valor comercial en nuestro país, tanto para el mercado nacional como internacional. Sin embargo, el costo de su producción se ha elevado y generalmente la fertilización es dependiente de productos químicos. En la producción brocolera la fertilización tiene un papel importante, por esta razón las dosis de los fertilizantes van en aumento, el uso indiscriminado de productos químicos está alterando el suelo, el medio ambiente y la salud de los seres humanos; por esta razón es necesario buscar alternativas de fertilización, usando productos orgánicos (Pantoja, 2014).

El uso indiscriminado de agroquímicos en la agricultura es una de las problemáticas a resolverse, surgido técnicas agrícolas amigables con el ambiente, entre las que se encuentran la utilización de biofertilizantes (bioles), que contienen microorganismos benéficos para mejorar el crecimiento vegetal, además de suministrar nutrientes y mantener la calidad del suelo, mejorando los rendimientos del cultivo (Mosquera, 2018).

Los agricultores han visto la manera de sustituir los químicos que causan problemas de contaminación, optando por la elaboración de bioles, producto de la descomposición anaeróbica de los desechos orgánicos que se obtienen por medio de la filtración o decantación, cuyo objetivo principal, es cuidar la naturaleza evitando el uso de plaguicidas que causa daño tanto al suelo como a las personas que consumen los alimentos (Peña, 2011).

El biol es una fuente orgánica de fito- reguladores a diferencia de los nutrientes, en pequeñas cantidades es capaz de promover actividades fisiológicas y estimular el desarrollo de

las plantas, sirviendo para las siguientes actividades agronómicas: enraizamiento (aumenta y fortalece la base radicular), acción sobre el follaje (amplía la base foliar), mejora la floración y activa el vigor y poder germinativo de las semillas, traduciéndose todo esto en un aumento significativo de un 50% de la producción de las cosechas, teniendo en cuenta como base principal, a la agroecología y el cuidado de la naturaleza, al utilizar el biol, estamos cuidando los elementos básicos del planeta, como es el suelo, el agua, el cultivo, también estamos hablando de un ahorro económico, ya que se trabaja con bajo presupuesto para la elaboración del biol, en comparación con los diferentes abonos (Peralta & Jiménez, 2016).

El biol es elaborado a partir del estiércol de los animales. El proceso se lo realiza en un bio-digestor, obteniendo un abono orgánico natural, es un estimulante foliar para las plantas y un completo potenciador de los suelos. El proceso de maduración depende del clima, en zonas donde la temperatura sobrepasa los 30 grado centígrados el abono está listo para su maceración en 40 días, en zonas con climas relativamente menores su elaboración se recomienda a los 60 días. Es nuestro deber ser consecuentes con el medio donde nos desarrollamos, conociendo, que el uso de agroquímicos vuelve a las plagas más resistentes y los sembríos son propensos a la destrucción. El biol es una excelente alternativa para el fortalecimiento del follaje de las plantas y restauración de los suelos, teniendo en cuenta que su producción y elaboración es relativamente económica, con insumos al alcance del agricultor y sus beneficios son muchos (Bolívar, 2021).

Con los antecedentes antes mencionados en la presente investigación, se evaluará nuevas fuentes de materia orgánica para la elaboración de bioles, como el caso de los lodos residuales que los agricultores lo pueden adquirir fácilmente en la zona central del Ecuador de la planta tratamiento de EMAPA.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Según Medina et al., (2015) manifiesta en la investigación realizada, que el biol es el resultado de la fermentación de estiércol y agua a través de la descomposición y transformaciones químicas de residuos orgánicos en un ambiente anaerobio. Tras salir del biodigestor, este material ya no huele y no atrae insectos una vez utilizado en los suelos.

Haro Lara, M.R.D. (2014) Manifiesta que la producción limpia de brócoli aplicando biol enriquecido dan mejores resultados en el crecimiento y desarrollo de las plantas, también mejora la calidad de la pella, al observar las plantas su altura y la calidad de la pella, su diámetro y peso de la pella.

Así mismo Basantes (2009) menciona que realizaron la elaboración y aplicación de tipos de biol en el cultivo de brócoli, basado en un Diseño de Bloques Completos al Azar con cuatro repeticiones por tratamiento. El material experimental lo constituyeron los estiércoles bovino y ovino, harina de sangre, roca fosfórica, ceniza de leña y plántulas de brócoli. El T5 (50% estiércol de ovino, 30% Harina de sangre, 10% Roca fosfórica, 10% Ceniza de leña, humus, melaza, leche, alfalfa, levadura y agua), presentó los mayores porcentajes nutrimentales, siendo éstos: contenido de nitrógeno 0.66%; fósforo 0.1%; potasio 0.43%; calcio 0.8%; magnesio 0.2%; pH 6.8 (neutro); conductividad eléctrica 3.2; materia orgánica 32%; y una relación C/N de 29:1; mientras que para las variables de campo; el (Estiércol ovino) con 54.47 cm a los 74 ddt alcanzó la mayor altura de planta y mayor número de hojas con 16.35 hojas/planta a los 74 ddt. El apareamiento de la pella de 1 cm de diámetro para todos los tratamientos presentó valores entre 60 – 70 ddt, alcanzó el mayor beneficio neto con una ganancia de 2.057.28 USD/ha.

De otra forma Manosalvas (2012) menciona que la presente investigación se realizó en la hacienda La Calera, parroquia La Matriz, provincia del Cotopaxi; para determinar las combinaciones de fertilizante sintético con biol Biogest Potencializado que permitan obtener los

mejores resultados productivos, de calidad, nutrición y económicos en el cultivo de brócoli.

Para los datos obtenidos en productividad, días a prefloración, altura de planta, peso y diámetro de la pella se utilizó un análisis de varianza (ANOVA) con un nivel de significancia $\alpha=0.05$ y la prueba de comparación de medias de Tuckey al 5%, en las variables anteriores excluyendo días a prefloración no se encontraron diferencias significativas.

Finalmente, Xiu (2018) menciona que el presente proyecto se evaluó el efecto de la aplicación de bioles como fertilizantes foliares en cultivos de brócoli (*Brassica oleracea*), y determinó las percepciones de los productores sobre el uso de abonos orgánicos. El trabajo de investigación fue desarrollado en dos fases. La primera fué la fase experimental con el establecimiento de brócoli.

La segunda fase fué la validación en campo, en la cual se realizaron entrevistas a 30 productores y se verificó la eficiencia de los dos bioles más promisorios (B3 y B4) aplicados a lechuga en dos fincas de la región de Cartago. Los resultados sobresalientes fueron que algunos bioles mostraron beneficios marcados sobre el crecimiento: para brócoli, plantas tratadas con B2-15% (biol 2 al 15%) superaron el testigo absoluto en un 30% en altura a los 70 días y que plantas tratadas con B4-5% superó el testigo al doble en peso y en rendimiento.

2.2 GENERALIDADES

El biol es una alternativa para ahorrar muchas cosas en especial ahorrar dinero y con ello también aumentar la producción y disminución de químicos para las plantas mediante la fabricación se utilizan estiércol y agua a través de la descomposición y transformación química de residuos orgánicos, biológicamente rico en humus y una baja carga, aumenta su disponibilidad hídrica y crea un micro clima adecuado para las plantas, favorece su enraizamiento, alarga la fase de crecimiento de hojas, mejora la floración, activa el vigor y poder germinativo de las semillas (Escobar et al., 2014; Cuesta & Gómez, 2022).

A nivel nacional la contaminación de los alimentos debido al exceso uso de fungicidas ha causado muchas enfermedades a las personas que consumen las hortalizas, por lo que la utilización de microorganismos benéficos para sustituir el uso de agroquímicos, también se ayudará al medio ambiente. El biol es un fertilizante orgánico líquido que se obtiene a través de la fermentación anaeróbica de residuos orgánicos, este proceso se lleva a cabo en un biodigestor, un recipiente cerrado donde se mezclan estiércol de animales y agua en proporciones adecuadas y se deja fermentar durante un periodo de tiempo, esta fermentación produce biogás, que puede ser utilizado como fuente de energía, que se utiliza como fertilizante en la agricultura (Sarmiento-Sarmiento et al., 2023).

Una de las ventajas del biol es que es una forma de reciclaje de nutrientes, lo que significa que puede ayudar a reducir la cantidad de residuos orgánicos que de otra manera se desperdiciarían. Además, al utilizar estiércol de animales en su producción, se reduce la dependencia de los fertilizantes sintéticos, que a menudo son costosos y pueden tener un impacto ambiental negativo debido a su producción y uso. El biol es rico en nutrientes, incluyendo nitrógeno, fósforo y potasio, que son esenciales para el crecimiento de las plantas, también contiene microorganismos beneficiosos que pueden mejorar la salud y la fertilidad del suelo, así esto puede resultar en un aumento de la producción agrícola y una mejora en la calidad de los cultivos.

Además, el uso de biol puede ayudar a mejorar la estructura del suelo. Los nutrientes y la materia orgánica presente mejora la capacidad para retener agua y nutrientes, lo que puede ser especialmente beneficioso en áreas con suelos degradados o en condiciones de sequía. Otro beneficio es su potencial para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. La fermentación anaeróbica en el biodigestor captura metano, que de otra manera se liberaría a la atmósfera si los residuos orgánicos se descompusieran en condiciones aeróbicas (García, 2018).

La producción de brócoli (*Brassica oleracea*) var. *italica* es un proceso que requiere una atención cuidadosa al suelo y a las condiciones de crecimiento, dado que este vegetal es altamente demandante en términos de nutrientes y condiciones óptimas de crecimiento. En este contexto, la introducción como fertilizante orgánico puede tener un impacto significativo en la producción de brócoli (Huanca & Fernández, 2019).

La aplicación de biol en el cultivo de brócoli puede brindar una serie de beneficios, en primer lugar, es una fuente rica de nutrientes esenciales para el brócoli, como el nitrógeno, fósforo y potasio, además, contiene microorganismos que pueden mejorar la estructura del suelo y su capacidad para retener agua y nutrientes, lo que puede ser particularmente beneficioso para el brócoli, que necesita un suelo bien drenado pero capaz de retener suficiente humedad (Hilaquita, 2018).

Además, el uso de biol puede contribuir a la sostenibilidad del cultivo de brócoli la producción y aplicación puede ayudar a reducir la dependencia de fertilizantes sintéticos, que a menudo tienen un alto costo económico y medioambiental, al reciclar nutrientes a través de la producción de biol, se reduce la cantidad de residuos orgánicos y se minimiza la liberación de gases de efecto invernadero, contribuyendo a un cultivo más sostenible y respetuoso con el medio ambiente (Rodríguez-Ortiz et al., 2021).

Es importante tener en cuenta que, el biol puede proporcionar una serie de beneficios para el cultivo de brócoli, su uso debe ser manejado con cuidado, es necesario realizar análisis de suelo para determinar las necesidades específicas de nutrientes del cultivo, y su aplicación debe ajustarse a los requerimientos del cultivo, con un equilibrio adecuado de nutrientes y libre de patógenos o contaminantes (Muñoz, 2018).

De esta forma, el biol tiene un gran potencial para mejorar la producción de brócoli, ofreciendo una fuente rica de nutrientes y mejorando la salud del suelo, sin embargo, es fundamental entender que el uso de biol debe formar parte de un enfoque más amplio de manejo integrado de nutrientes y del suelo para asegurar la sostenibilidad y la eficiencia de la producción de brócoli (Escobosa-García et al., 2022).

2.3 Cultivo de Brócoli

2.3.1 Origen

Cásseres (1980), Menciona que el cultivo y consumo del brócoli data de la época del Imperio Romano. El incremento significativo de su producción a nivel mundial se ha realizado recién durante los últimos años, en base al conocimiento de su calidad nutritiva y organoléptica.

El brócoli, cuyo nombre científico es (*Brassica oleracea*) var. *italica*, pertenece a la familia Brassicaceae, también conocida como la familia de las crucíferas. Esta familia incluye otras hortalizas comunes como la col, el repollo, la coliflor y las coles de Bruselas.

El brócoli tiene su origen en el Mediterráneo, específicamente en la región de Italia, de ahí su nombre var. *italica*. Se cree que fue cultivado por primera vez hace más de 2000 años en la época de los romanos. Durante la Edad Media, el brócoli fue cultivado ampliamente en toda Europa, especialmente en Italia, donde se le consideraba un alimento valioso, fué introducido en Inglaterra a finales del siglo XVII, aunque no fué hasta el siglo XVIII que comenzó a ser reconocido y cultivado más ampliamente en el resto de Europa, su introducción a América del Norte ocurrió más tarde, alrededor del siglo XX, pero desde entonces se ha convertido en una hortaliza importante en muchos países del mundo (Rodríguez-Ortiz et al., 2021).

El brócoli es conocido por su rico contenido nutricional es una fuente excepcionalmente rica de vitaminas A, C y K, y también proporciona una buena cantidad de fibra y proteínas en comparación con otras hortalizas, además, el brócoli es una fuente importante de fitonutrientes, incluyendo compuestos de azufre que han demostrado tener propiedades anticancerígenas.

Su adaptabilidad a diferentes climas y suelos ha permitido que el brócoli se cultive en muchas regiones del mundo, se cultiva principalmente en climas templados y se prefiere en las estaciones más frescas del año, sin embargo, con las variedades adecuadas y el manejo del cultivo,

también puede crecer en regiones más calurosas, la versatilidad del brócoli, junto con su valor nutricional, ha contribuido a su popularidad y a su importancia en la agricultura global.

En el Ecuador el cultivo de brócoli inicia en la década de los ochenta y rápidamente se ha constituido en un cultivo comercial. Es una hortaliza de exportación ya que está generando divisas y fuentes de trabajo, el brócoli, aunque es originario del Mediterráneo, ha encontrado un lugar destacado en la agricultura de Ecuador, el país, debido a su ubicación geográfica y diversidad de microclimas, ha logrado cultivar con éxito una amplia gama de hortalizas, entre ellas el brócoli (Escobosa-García et al., 2022).

Aunque no hay un registro preciso de cuándo el brócoli fue introducido por primera vez en Ecuador, se ha convertido en un cultivo importante en las últimas décadas. Ecuador, situado a lo largo de la línea ecuatorial, ofrece una gran diversidad de climas, desde las zonas altas y frescas de los Andes hasta las regiones más cálidas y húmedas de la costa y la Amazonía. Esta diversidad permite que el brócoli se cultive en varias regiones del país, aunque se prefiere en las regiones de altitud más alta, donde las temperaturas son más frescas.

La provincia de Pichincha, y en particular los sectores que se encuentran alrededor de la capital es considerado uno de los principales lugares de producción de brócoli en el país por las condiciones demostraron favorables para el desarrollo del cultivo. El brócoli es considerado un cultivo de importancia desde la década de los 80 la misma que llegó a diferentes destinos como Estados Unidos y varios países de Europa, siendo muy apreciado por su calidad y sabor (Raya-Montaña et al., 2018).

La introducción del brócoli en la agricultura ecuatoriana ha tenido también un impacto socioeconómico, importante ya que ha generado empleo en las áreas rurales y ha contribuido a la economía local y nacional, sin embargo, como con cualquier cultivo, su producción debe manejarse de manera sostenible para conservar el recurso suelo y el medio ambiente en general.

Tabla 1. Descripción Taxonómica

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Brassicales
Familia:	Brassicaceae
Género:	Brassica
Especie:	<i>Brassica oleracea</i> var. <i>italica</i>

Fuente: (Acosta, 2018)

2.3.2 Descripción botánica

Brassica oleracea var. *italica*, comúnmente conocida como brócoli, es una planta anual de la familia Brassicaceae, que también incluye a otras hortalizas crucíferas, como la col, el repollo y la coliflor. Aquí se describen algunas de las características botánicas.

Las características botánicas de brócoli (*Brassica oleracea*) var. *italica* según (Maldonado, 2006), se pueden resumir y detallar de la siguiente manera:

2.3.3 Sistema radicular

El sistema radicular que posee esta hortaliza se caracteriza por tener una raíz principal fuerte y dominante que crece directamente hacia abajo, conocida como raíz pivotante, a partir de la cual se ramifican las raíces secundarias y terciarias, que es característica de la familia brassicaceae.

La raíz pivotante del brócoli puede profundizar en el suelo hasta una profundidad de 60-90 cm, permite a la planta acceder a los nutrientes y agua que están más abajo en el perfil del suelo,

lo que puede ser especialmente útil en condiciones de sequía (Risco et al., 2018).

Las raíces secundarias y terciarias del brócoli, a su vez, se extienden en un patrón lateral y forman una red densa y fibrosa. El sistema radicular permite una exploración eficiente y una alta capacidad de absorción de agua y nutrientes. El sistema radicular, en conjunto, es bastante robusto y adaptable, lo que le permite crecer en una variedad de condiciones de suelo. Sin embargo, un suelo bien drenado y rico en materia orgánica ayudará a promover un sistema radicular saludable.

2.3.4 Tallo

El brócoli posee un tallo principal con un diámetro de 2 a 6 cm, 20 a 50 cm de longitud, presenta entrenudos cortos con un hábito de desarrollo intermedio entre la forma roseta y caulinar. El tallo del brócoli, conocido también como tronco, es una estructura robusta y erecta que desempeña un papel crucial en el soporte de la planta y en el transporte de nutrientes y agua desde las raíces hasta las hojas e inflorescencias.

2.3.4 Hojas

Las hojas son onduladas arrugadas de color verde oscuro, presenta un limbo foliar hendido, que en la base de la hoja a ambos lados del nervio central pequeños fragmentos de limbo foliar a manera de foliolos, generalmente se desarrollan hacia la parte superior de la planta y alrededor de la pella proporcionando una protección (García, 2018).

2.3.6 Inflorescencia

La inflorescencia del tipo pella es un corimbo conformado por numerosas flores, las que en estado inmaduro constituyen la parte comestible de esta hortaliza. La cabeza de brócoli, es en realidad un conjunto de muchas flores pequeñas, que están agrupadas muy juntas, cada uno de estos floretes es un brote de flor inmaduro que se ha detenido en una etapa temprana de desarrollo, es por eso que, cuando miramos una cabeza de brócoli, vemos muchos pequeños "botones" verdes.

Cada florete tiene un corto tallo, o pedúnculo, que se une a un tallo principal central, están envueltos por varias capas de brácteas, que son hojas especializadas que protegen y soportan la inflorescencia en crecimiento. La inflorescencia en sí es de forma casi redonda y puede variar en color de verde claro a verde azulado oscuro, dependiendo.

Si no se cosecha, la inflorescencia eventualmente continuará desarrollándose y cada uno de los pequeños floretes se abrirá en una flor amarilla, cada una de estas flores tiene cuatro pétalos en forma de cruz, que es una característica común en la familia Brassicaceae, y de donde viene el nombre común de "crucíferas". Cada flor tiene seis estambres: cuatro largos y dos cortos (García, 2018).

Después de la floración, cada flor puede desarrollar una vaina de semillas, aunque en la práctica comercial, esto rara vez sucede porque las inflorescencias generalmente se cosechan mucho antes de llegar a esta etapa; el brócoli es una planta de polinización cruzada, lo que significa que requiere el polen de otra planta para la fertilización y la producción de semillas.

2.3.7 Flores

Las flores son de color amarillo, con cuatro pétalos libres y dispuestas en forma de cruz, estas flores del brócoli, que suelen permanecer ocultas dentro de la densa inflorescencia que consumimos, son estructuras fascinantes que juegan un papel esencial en la reproducción de la planta. Si se permite que crezca sin ser cosechado, las pequeñas yemas de flores, o floretes, que componen la cabeza, eventualmente se abrirán en flores amarillas (Sarmiento-Sarmiento et al., 2023).

Cada flor individual en la inflorescencia del brócoli tiene cuatro pétalos en forma de cruz, característica común en la familia Brassicaceae, también conocida como la familia de las crucíferas, los pétalos son generalmente de color amarillo brillante, lo que puede ayudar a atraer a los insectos polinizadores.

Además de los pétalos, cada flor tiene seis estambres, que son las partes productoras de polen de la flor. Cuatro de estos estambres son generalmente más largos que los otros dos, el polen

producido por los estambres es necesario para la fertilización y la producción de semillas. En el centro de la flor se encuentra el pistilo, la parte femenina de la flor. El pistilo incluye el ovario, que contiene los óvulos que se desarrollarán en semillas si se fertilizan con polen, el brócoli es una planta de polinización cruzada, lo que significa que necesita el polen de otra planta para la fertilización, puede ser transportado de una planta a otra por el viento o por insectos polinizadores aunque en el cultivo comercial, este proceso de polinización y producción de semillas se controla cuidadosamente para mantener las características deseadas de las variedades específicas.

2.3.8 Fruto

El fruto es una silicua con más de 10 semillas. Después de la etapa de floración y la fertilización, la planta produce un fruto que es una vaina de semillas, en la mayoría de los casos de cultivo comercial, rara vez vemos estas vainas de semillas porque se cosecha antes de que alcance esta etapa. El fruto cuando se permite que se desarrolle, es una cápsula conocida como siliqua, esta es una característica común de las plantas en la familia Brassicaceae las siliquas son largas y delgadas, miden entre 5 y 10 cm de longitud, y contienen numerosas semillas.

A medida que la siliqua madura, se vuelve más seca y cambia de color, se abre espontáneamente para liberar sus semillas, un proceso conocido como dehiscencia, esta apertura ocurre a lo largo de dos líneas de sutura, permitiendo que las semillas se dispersen en el entorno (Flores et al., 2018).

2.3.9 Semilla

Las semillas de brócoli son redondas, pequeñas (2 mm de diámetro) y de color marrón oscuro a rojizo, son la descendencia de la planta y el medio principal por el que se propaga esta especie, aunque en la agricultura comercial raramente se permita que llegue a la etapa de producción de semillas, estas pequeñas entidades son esenciales para el ciclo de vida de la planta.

Además del embrión, cada semilla de brócoli también contiene una cantidad de nutrientes almacenados, en su mayoría en forma de almidones y proteínas, que proporcionarán energía y materiales de construcción a la planta joven durante las primeras etapas de su desarrollo, hasta que

sea capaz de realizar la fotosíntesis por sí misma. Las semillas son duras y resistentes, y pueden permanecer viables durante varios años si se almacenan correctamente, la germinación en general ocurre cuando las semillas se exponen a la humedad y a una temperatura adecuada, en condiciones ideales, las semillas pueden comenzar a germinar en tan solo 2 a 3 días, aunque este período puede ser más largo dependiendo de las condiciones exactas.

Una vez que una semilla de brócoli ha germinado y ha producido una planta joven, puede crecer para producir su propia inflorescencia y, si se permite, flores, frutos y semillas, completando así el ciclo de vida de la planta. Es importante mencionar que, debido a que el brócoli es una planta de polinización cruzada, las semillas producidas no producirán necesariamente plantas con las mismas características que la planta madre, especialmente si se ha permitido la polinización con otras variedades u otras especies de Brassica (Acurio et al., 2020)

2.3.4.1 Requerimientos del cultivo

(Martín, 2000), menciona que los requerimientos del cultivo de brócoli para un buen desarrollo son los siguientes:

2.3.3.2 Requisitos de temperatura

El brócoli es un cultivo de clima fresco. Prefiere temperaturas de 18-23 °C, las temperaturas demasiado calurosas pueden causar que la planta "espigue" o florezca prematuramente, lo que puede resultar en cabezas de brócoli de menor calidad. También es bastante resistente al frío y puede soportar ligeras heladas, lo que lo hace adecuado para el cultivo de principios de primavera o de otoño en muchas áreas.

El brócoli tiene una notable tolerancia a las heladas, pudiendo soportar brevemente temperaturas de hasta -4 grados Celsius, esto le permite crecer en condiciones de invierno leve y ser cultivado durante los meses más fríos en algunas regiones, no obstante, una prolongada exposición a temperaturas bajo cero puede resultar perjudicial para la planta. La germinación de las semillas de brócoli también es sensible a la temperatura, así la mayoría de las semillas de brócoli germinarán mejor en un rango de temperatura de 10 a 30 grados Celsius, con un óptimo alrededor de 20-25 grados a temperaturas extremadamente altas o bajas, la germinación puede ser significativamente más lenta o incluso no ocurrir (Escobar et al., 2014).

La temperatura del suelo también juega un papel en el crecimiento, suelos demasiado fríos pueden retrasar el crecimiento de la planta y afectar su desarrollo, por otro lado, suelos demasiado cálidos pueden acelerar el crecimiento, lo que puede llevar a una floración prematura. Un suelo con una temperatura moderada es ideal para un crecimiento equilibrado y para producir pellas de alta calidad.

2.3.3.3 Requisitos de luz.

El brócoli requiere pleno sol para crecer bien, lo que generalmente se interpreta como al menos seis horas de luz solar directa al día, sin embargo, en climas muy calurosos, puede beneficiarse de una sombra ligera durante las partes más calurosas del día. La cantidad adecuada de luz solar permite que la planta realice la fotosíntesis de manera efectiva, este proceso es fundamental para el crecimiento ya que la planta convierte la luz solar, el agua y el dióxido de carbono en glucosa, que utiliza como energía para el crecimiento, y en oxígeno, que libera al ambiente.

Aunque el brócoli prefiere una buena cantidad de luz solar, también puede tolerar algo de sombra, sin embargo, demasiada sombra puede reducir el crecimiento de la planta y afectar la calidad y tamaño de las pellas. En condiciones de sombra, las plantas pueden volverse "patilargas" (etioladas), una condición en la que crecen de manera espigada y delgada en busca de más luz.

Por último, hay que tener en cuenta que la luz también influye en la temperatura, y ambos factores están interrelacionados en su impacto en el crecimiento, por ejemplo, una exposición excesiva a la luz solar puede aumentar la temperatura del suelo y del aire, lo que puede llevar a la planta a un estrés térmico (Cuesta & Gómez, 2022).

2.3.3.4 Requisitos del suelo.

El brócoli prefiere un suelo bien drenado, rico en materia orgánica y con un pH ligeramente ácido a neutro (6.0-7.0), la adición de compost o de estiércol bien descompuesto puede ayudar a aumentar la fertilidad del suelo, este debe ser preparado a fondo antes de la siembra, rompiendo los grumos grandes y eliminando las piedras y otros residuos. El brócoli prefiere un suelo con un pH ligeramente ácido a neutral, es decir, un rango de pH entre 6.0 y 7.0 un pH adecuado es esencial para asegurar que los nutrientes en el suelo sean accesibles para la planta, un suelo muy ácido o alcalino puede bloquear la absorción de nutrientes, lo que afecta el crecimiento y desarrollo del brócoli.

El brócoli es un cultivo exigente en términos de nutrientes requiere un alto nivel de nitrógeno para el desarrollo de sus hojas y cabezas verdes, también necesita fósforo para el desarrollo de sus raíces y potasio para la salud general de la planta, también necesita algunos micronutrientes como boro, calcio y magnesio en cantidades más pequeñas. Prefiere un suelo bien drenado y rico en materia orgánica, un suelo arenoso o franco es ideal ya que permite un buen drenaje y evita que las raíces se empapen, lo que puede causar pudrición de la raíz, la materia orgánica como el compost o el estiércol puede ayudar a mejorar la textura del suelo, aumentar su contenido de nutrientes y mejorar su capacidad para retener agua (Cuesta & Gómez, 2022).

2.3.3.5 Requisitos de agua.

Necesita un suministro constante de agua para crecer bien. El suelo debe mantenerse húmedo, pero no empapado un riego constante es especialmente importante cuando las plantas están estableciendo sus raíces y durante el desarrollo de la cabeza, sin embargo, el exceso de agua puede provocar la pudrición de la raíz y otras enfermedades. Es una planta que requiere bastante

agua, se estima que necesita aproximadamente 1 a 1.5 pulgadas de agua por semana, dependiendo de las condiciones del clima y del suelo, si el clima es particularmente caluroso o el suelo se seca rápidamente, puede ser necesario incrementar esta cantidad.

Puede tolerar la mayoría de las aguas de riego, siempre y cuando no contengan niveles tóxicos de sales, el uso de agua con un pH extremo puede alterar el pH del suelo y dificultar la absorción de nutrientes por parte de la planta. Para prevenir la formación de la pella de brócoli "huecas" o con "botones", es importante asegurar un riego uniforme y consistente durante la etapa de formación de la pella, el estrés hídrico en este punto puede resultar en un desarrollo de la cabeza menos compacto y uniforme (Hilaquita, 2018).

2.3.3.6 Requisitos nutricionales.

El brócoli es un alimentador pesado, lo que significa que requiere una gran cantidad de nutrientes para crecer bien es especialmente importante proporcionar suficiente nitrógeno, que ayuda a promover el crecimiento de las hojas verdes y el desarrollo de la cabeza, también se beneficia de los niveles adecuados de fósforo, potasio, calcio y azufre. El nitrógeno es fundamental, ya que contribuye directamente al desarrollo de las hojas verdes y a la formación de las pellas, un suministro adecuado de nitrógeno puede marcar una diferencia significativa en la calidad y tamaño de la pella.

Además del nitrógeno, el fósforo también es crucial para el crecimiento del brócoli, este nutriente desempeña un papel vital en el desarrollo de las raíces, ayudando a la planta a establecer un sistema radicular fuerte, un sistema radicular robusto permite a la planta acceder a más agua y nutrientes en el suelo, lo que en última instancia apoya un mejor crecimiento de la planta. El potasio es otro nutriente esencial para el brócoli. Este nutriente contribuye a la salud general de la planta, apoyando varias funciones fisiológicas importantes, el potasio ayuda en la regulación del agua en las células de la planta y también juega un papel en la resistencia de la planta a enfermedades y plagas.

Aparte de estos macronutrientes, el brócoli también requiere varios micronutrientes en cantidades más pequeñas, estos incluyen calcio, magnesio y boro, entre otros, aunque son

necesarios en menores cantidades, estos micronutrientes son igualmente importantes para la salud de la planta. Por ejemplo, el calcio contribuye a la estructura y fortaleza de las células de la planta, mientras que el boro juega un papel en la formación de las paredes celulares (Muñoz, 2018).

Por último, es importante tener en cuenta que el pH del suelo puede afectar la disponibilidad de estos nutrientes para la planta un pH adecuado del suelo es esencial para asegurar que los nutrientes en el suelo sean accesibles para la planta. Un suelo muy ácido o alcalino puede bloquear la absorción de nutrientes, lo que afecta el crecimiento y desarrollo del brócoli.

2.3.3.7 Requisitos de espaciado: Las plantas de brócoli deben espaciarse de 30 a 60 cm de distancia, dependiendo de la variedad, para permitir un buen flujo de aire y un crecimiento adecuado.

2.3.3.8 Manejo de plagas y enfermedades.

Las plantas de brócoli pueden ser susceptibles a una variedad de plagas y enfermedades, incluyendo pulgones, orugas de la col, mildiu polvoriento, podredumbre negra y marchitez por *Fusarium*, estos pueden controlarse mediante una combinación de prácticas culturales, control biológico y, si es necesario, pesticidas o fungicidas. El manejo adecuado de plagas y enfermedades es un aspecto esencial para mantener un cultivo saludable, existen varias plagas y enfermedades que pueden afectar a las plantas, y el uso de diversas estrategias integradas puede ayudar a controlar estos problemas.

Las plagas comunes del brócoli incluyen la oruga de la col, el pulgón y la mosca de la raíz de la col, la oruga de la col puede causar daño al masticar las hojas y pella, mientras que los pulgones y la mosca de la raíz de la col pueden dañar la planta al alimentarse de su savia y sus raíces, respectivamente. El control de estas plagas puede implicar una combinación de métodos, incluyendo el uso de insecticidas, la introducción de depredadores naturales de las plagas y el uso de trampas de feromonas (García, 2018).

En cuanto a las enfermedades, puede verse afectado por diversas enfermedades fúngicas, bacterianas y virales, la podredumbre negra, causada por la bacteria *Xanthomonas campestris* pv.

campestris, es una enfermedad común que puede causar manchas en las hojas y marchitamiento de la planta.

Para manejar estas enfermedades, es útil seguir buenas prácticas de manejo del cultivo, esto puede incluir la rotación de cultivos para prevenir la acumulación de patógenos en el suelo, la eliminación oportuna de plantas enfermas para evitar la propagación de enfermedades y el uso de variedades resistentes a enfermedades cuando estén disponibles. El uso de fungicidas y bactericidas puede ser necesario en algunos casos, pero siempre debe ser parte de un enfoque integrado de manejo de enfermedades.

2.3.3.9 Plagas y enfermedades

Las principales plagas y enfermedades que afectan al cultivo de brócoli, según, (Maldonado, 2006), son:

Tabla 2. Plagas y enfermedades

Nombre común	Agente causal	Síntomas	Control
Pulgón	<i>Brevicoryne brassicae</i>	Insectos chupadores	Clorpirifos
Gusano trozador	<i>Agrotis sp.</i>	Corta el tallo de las plantas	Clorpirifos Profenofos
Minador	<i>Lyriomiza sp.</i>	Perfora las hojas	Dimethoate
Polilla	<i>Plutella xylostela</i>	Puede deteriorar la pella	Methomyl

Enfermedades			
Nombre común	Agente causal	Síntomas	Control
Damping off	Phytium,	Marchitamiento de las	Fosetyl Aluminio

	Fusarium, Rhizoctonia	plantas	Benomyl Captan
Aleternaria	Alternaria brassicae	Afecta las hojas de las plántulas	Clorotalonil
Mildiu	Peronospora brassicae	Provoca manchas en las hojas	Mancozeb

Fuente: Autoría propia

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

- Evaluar los tipos de bioles en la producción de brócoli. (*Brassica oleracea*) var. italiana

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar la mejor opción de preparación de biol en la producción de brócoli (*Brassica oleracea*) var. italiana.
- Determinar la dosis de biol adecuada de aplicación en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea*) var. italiana.
- Evaluar el rendimiento en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea*) var. italiana aplicando tres tipos de biol con diferentes dosis.

4. METODOLOGÍA

4.1 UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO

La investigación se realizó en la Parroquia Picaihua que se encuentra ubicado en el cantón Ambato en la provincia de Tungurahua, a campo abierto.

4.2 CARACTERISTICAS DEL LUGAR

La Parroquia Picaihua se encuentra ubicado en el cantón Ambato a 2600 msnm, con las siguientes coordenadas geográficas Latitud: $-1^{\circ}16'33.62$ latitud norte y $-78^{\circ}35'6.89$ longitud este.

4.3 EQUIPOS Y MATERIALES

MATERIALES

- Estiércol de ganado vacuno
- Lodo residual de la planta de tratamiento Emapa (Petar de las Viñas) Tungurahua
- Hierbas aromáticas
- Alfalfa
- Melaza
- Levadura de cerveza
- Sulfato de cobre
- Sulfato de potasio
- bórax
- Sulfato de hierro
- Azufre micronizado

- Carbonato de calcio
- Roca fosfórica
- Sulfato de Magnesio
- Tanques Plásticos
- Bomba de mochila
- Agua

4.4 FACTORES DE ESTUDIO

4.4.1 Tipos bioles

- Biol a base estiércol de ganado vacuno
- Biol a base de lodo residual
- Biol con 50 % de abono de ganado vacuno y 50 % de lodo residual

Los bioles se realizaron en base a la formulación de (Chungata, 2016), con las variantes del estiércol, lodo residual y la mezcla de los dos.

4.4.2 Dosis

Dosis 1: 2.5 L/100L de agua (2.5 %)

Dosis 2: 5 L/100L de agua (5.0 %)

Dosis 3: 7.5 L/100L de agua, (7.5%)

Testigo: T0

4.5 TRATAMIENTOS

Los tratamientos son la combinación de los factores de estudio los que se muestran a continuación.

Tabla 3. Combinación de los factores de estudio

N°	Tratamientos	Descripción
T1	B1D1	Biol a base de estiércol de vacuno (45 lb) + dosis al 2.5%
T2	B1D2	Biol a base de estiércol de vacuno (45 lb) + dosis al 5.0%
T3	B1D3	Biol a base de estiércol de vacuno (45 lb) + dosis al 7.5%
T4	B2D1	Biol a base de lodo residual (45 lb) + dosis al 2.5%
T5	B2D2	Biol a base de lodo residual (45 lb) + dosis al 5.0%
T6	B2D3	Biol a base de lodo residual (45 lb) + dosis al 7.5%
T7	B3D1	Biol a base de estiércol de vacuno + lodo residual (22.5 lb + 22.5 lb de lodo residual) + dosis al 2.5%
T8	B3D2	Biol a base de estiércol de vacuno + lodo residual (22.5 lb + 22.5 lb de lodo residual) + dosis al 5.0%
T9	B3D3	Biol a base de estiércol de vacuno + lodo residual (22.5 lb + 22.5 lb de lodo residual) + dosis al 7.5%
T10	T0	Sin aplicaciones de Bioles

Fuente: Autoría propia

4.6 DISEÑO EXPERIMENTAL

Se utilizó el diseño experimental en parcela dividida, siendo la parcela principal los bioles y la subparcela las dosis, estarán estructurados con bloques completos al azar, con tres repeticiones. Se realizó el análisis de varianza (ADEVA), de acuerdo con el diseño experimental planteado para cada variable en estudio y también la prueba de Tukey al 5% para las fuentes de variación significativas.

4.7 HIPÓTESIS

H₀: La aplicación de bioles con diferentes dosis incrementó el rendimiento en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea*) var. italiana”

H₁: La aplicación de bioles con diferentes dosis no incrementó el rendimiento en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea*) var. italiana”

4.8 MANEJO DEL EXPERIMENTO

Se realizó 3 parcelas principales correspondiente a los bioles de 24 m de largo por 12 m de ancho con una separación de 1 metro entre ellas, subdivididas en 10 parcelas (2.6x2 m), se transplantó las plantas de brócoli a una distancia de 0.40 m, entre plantas y entre hilera 0.60 m. ancho de camino 1 m, cada parcela tubo 16 plantas, se utilizó riego gravitacional por surco, con una frecuencia de 7 días tomando a consideración las condiciones climáticas del sector. Se coló etiquetas en cada parcela con su respectivo nombre del tratamiento.

Para la aplicación de las dosis en los diferentes tipos de bioles en las parcelas experimentales (30), se utilizó una bomba de mochila de 20 litros cada 14 días. Para lapreparación de los bioles se utilizó la siguiente metodología:

En un tanque de 100 litros se agregó: 22.5 kilos de materia orgánica (estiércol de ganado vacuno y lodos residuales), 5 libras frescas de leguminosa, 1 libras de sulfato de cobre, 1 libras de carbonato de calcio, 2 libras de roca fosfórica, 15 litros de melaza, 1 libras de levadura de cerveza, 2 libras de sulfato de potasio, 100 gramos de bórax, 100 gramos de azufre micronizado, 50 gramos de sulfato de hierro y 100 gramos de sulfato de magnesio, se mantuvo tapado el Biol que se elaboró ya que el exceso de agua pudo causar daños en los resultados requeridos.

4.9 ELABORACIÓN DE LOS DIFERENTES BIOLES

Biol de estiércol de ganado vacuno

- En la tapa del tanque se realizó 1 agujero del tamaño de la manguera que se introdujo que nos ayudó con el escape de los gases producto de la fermentación.
- La manguera que se colocó en el orificio de la tapa debió estar en una botella con agua para que burbujee.
- Se colocó 22.5 kilos de materia orgánica (estiércol de ganado vacuno), 5 libras frescas de leguminosa, 1 libra de sulfato de cobre, 1 libra de carbonato de calcio, 2 libras de roca fosfórica, 15 litros de melaza, 1 libra de levadura de cerveza, 2 libras de sulfato de potasio, 100 gramos de bórax, 100 gramos de azufre micronizado, 50 gramos de sulfato de hierro, 100 gramos de sulfato de magnesio.
- Se cerró el tanque observando que no exista el paso de oxígeno y no afecte la fermentación anaeróbica.
- El recipiente se ubicó en un lugar fresco y seco durante 30 días.

Biol de lodo residual

- En la tapa del tanque se realizó 1 agujero del tamaño de la manguera que se introdujo que nos ayudó con el escape de los gases producto de la fermentación.
- La manguera que se colocó en el orificio de la tapa debió estar en una botella con agua para que burbujee.
- Se colocó 22.5 kilos de lodo residual, 5 libras frescas de leguminosa, 1 libra de sulfato de cobre, 1 libra de carbonato de calcio, 2 libras de roca fosfórica, 15 litros de melaza, 1 libra de levadura de cerveza, 2 libras de sulfato de potasio, 100 gramos de bórax, 100 gramos de azufre micronizado, 50 gramos de sulfato de hierro, 100 gramos de sulfato de magnesio.
- Se cerró el tanque observando que no exista el paso de oxígeno y no afecte la fermentación anaeróbica.
- El recipiente se ubicó en un lugar fresco y seco durante 30 días.

Biol de estiércol de ganado vacuno y lodo residual

- En la tapa del tanque se realizó 1 agujero del tamaño de la manguera que se introdujo que nos ayudó con el escape de los gases producto de la fermentación.
- La manguera que se colocó en el orificio de la tapa siempre estuvo en una botella con agua para que burbujee.
- Se colocó 22.5 kilos de lodo residual y estiércol de ganado vacuno, 5 libras frescas de leguminosa, 1 libra de sulfato de cobre, 1 libra de carbonato de calcio, 2 libras de roca fosfórica, 15 litros de melaza, 1 libra de levadura de cerveza, 2 libras de sulfato de potasio, 100 gramos de bórax, 100 gramos de azufre micronizado, 50 gramos de sulfato de hierro, 100 gramos de sulfato de magnesio.
- Se cerró el tanque observando que no exista el paso de oxígeno y no afecte la fermentación anaeróbica.
- El recipiente se ubicó en un lugar fresco y seco durante 30 días.

4.8 VARIABLES RESPUESTA

4.9.1 Altura de la planta

Se registró la altura de planta midiendo desde su base hasta la hoja bandera con la ayuda de un flexómetro en cm. Las lecturas se efectuaron a los 15, 45 y 60 días después del trasplante.

4.9.2 Diámetro de la pella

Cuando el 60% de las pellas estuvieron en la madurez comercial se midió el diámetro de las pellas con la ayuda de un pie de rey en cm.

4.9.3 Peso de las pellas

Se tomó el peso de las pellas de cada una de las plantas cuando se encontraba en su madurez comercial se utilizó una balanza gramera de la parcela neta.

4.9.4 Rendimiento por hectárea

El rendimiento se obtuvo mediante el peso total de las pellas cosechadas en cada tratamiento, se expresó en kg/ha.

4.9.5 Procesamiento de la información

Con los datos tomados en campo se procesó con el programa estadístico Sedex con el cual se realizó los análisis de varianza y las pruebas de rangos respectivas en cada una de las variables analizadas.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 ALTURA DE PLANTA

La tabla 4 presenta la información sobre la influencia de diferentes bioles (biol 1, biol 2 y biol 3) y dosis sobre la altura de las plantas de *Brassica oleracea* var. *italica* (también conocida como brócoli). Los tratamientos son nombrados en la tabla como "BxDy", donde "Bx" indica el tipo de biol usado (B1 para biol 1, B2 para biol 2, B3 para biol 3), y "D" indica la dosis aplicada (D1 para la primera dosis, D2 para la segunda, y D3 para la tercera).

Tabla 4. Altura de planta de brócoli a los 15 días

N	Tratamientos	Promedio (cm)	Rango
1	T6(B2D3)	12.1	A
2	T9(B3D3)	12.03	A
3	T3(B1D3)	11.5	A
4	T8(B3D2)	11.4	A
5	T4(B2D1)	11.2	A
6	T7(B3D1)	11.1	A
7	T5(B2D2)	10.8	A
8	T1(B1D1)	10.7	A
9	T2(B1D2)	9.7	A
10	T0(T0)	8.3	A

Fuente: Autoría propia

Tabla 5. Promedio y rango de los tratamientos aplicados a los 45 días

Tratamientos	Promedio (cm)	Rango
T9(B2D3)	26.4	A
T8(B3D2)	25.1	AB
T7(B3D1)	22.3	AB
T4(B2D1)	21.8	AB
T2(B1D2)	21.6	AB
T6(B2D3)	21.1	AB
T3(B1D3)	21.1	AB
T1(B1D1)	20.8	AB
T5(B2D2)	20.6	AB
T10(T0)	19.9	B

Fuente: Autoría propia

Los valores de altura de la tabla 5 están expresados en centímetros. De acuerdo con los 3 tipos de rangos que son (A, AB y B), el tratamiento que generó mayor altura en las plantas fue T9(B2D3), seguido de cerca por T8(B3D2), sin embargo, los tratamientos T7, T4, T2, T6, T3, T1 y T5 no mostraron diferencias significativas con el T8. En el otro extremo, el tratamiento que produjo la menor altura fue T10 (testigo).

Tabla 6. Promedio y rango de los tratamientos aplicados a los 60 días

Tratamientos	Promedio (cm)	Rango
T4(B2D1)	60.8	A
T3(B1D3)	55.5	AB
T9(B2D3)	55	AB
T2(B1D2)	54	AB
T1(B1D1)	51,1	AB
T6(B2D3)	47.7	AB
T5(B2D2)	46.3	AB
T10(T0)	45.8	AB
T8(B3D2)	44.3	AB
T7(B3D1)	39.4	B

Fuente: Autoría propia

Con relación a la altura de planta a los 60 días después de la siembra, se encontró que, de acuerdo con los rangos promedios, el tratamiento que generó mayor altura en las plantas de (*Brassica oleracea*) var. *italica* fue el B2D1, mientras que los tratamientos B1D3, B2D3, B1D2, B1D1, B2D2, T0 Y B3D2 mostraron un efecto similar en la altura de planta. En el otro extremo, el tratamiento que generó la menor altura fue B3D1.

La altura de las plantas en el grupo control (sin tratamiento) fue de 45,8 cm, lo que sugiere que los tratamientos B2D1 tuvo un efecto significativamente positivo en la altura de las plantas comparado con el tratamiento control, al igual que el tratamiento B1D3 y el resto de tratamientos incluidos en este rango. Mientras que el tratamientos B3D1 mostró el menor efecto. Además, en general, el biol 1 parece haber tenido un mayor impacto en la altura de las plantas comparado con

los otros dos bioles, especialmente en las dosis D2 y D3. PROINPA (2014) manifiesta que los bioles aportan a la planta (N, P, K, Ca, S), además es un regulador vegetal, porque contiene fitohormonas que acelera el crecimiento de las hojas manteniendo las plantas viables, induce la floración y productividad.

5.2 DIÁMETRO DE LA PELLA

La tabla 7 muestra la influencia de diferentes bioles (biol 1, biol 2 y biol 3) y dosis sobre el diámetro de la pella de (*Brassica oleracea*) var. italiana (brócoli). Al igual que en la tabla anterior, los tratamientos son nombrados en la tabla como "BxDy", donde "Bx" representa el biol usado y "Dy" la dosis aplicada.

Tabla 7. Diámetro de la pella de (*Brassica oleraceae*) var. italiana.

No	Tratamientos	Símbolo	Medias	Tukey
1	T4	B2D1	31.2	A
2	T2	B1D2	31.1	A
3	T3	B1D3	29.3	AB
4	T5	B2D2	28.6	AB
5	T1	B1D1	27.8	AB
6	T8	B3D2	27.03	AB
7	T9	B3D3	26.8	AB
8	T7	B3D1	26.4	AB
9	T6	B2D3	25.2	AB
10	T0	T0	23.8	B

Fuente: Autoría propia

En cuanto a los rangos promedios, el mayor diámetro de pella fue obtenido con los tratamientos B2D1 (31.2 cm) y B1D2 (31.1 cm). Por el contrario, el tratamiento que produjo el diámetro de pella más pequeño fue al grupo control fue de (23.8 cm), mientras que el resto de los tratamientos mostraron resultados estadísticamente similares entre ellos, variando desde 25.2 cm en el tratamiento B2D3 hasta 29.3 en el tratamiento B1D3. Estos resultados sugieren que todos los tratamientos, a excepción de B2D3, tuvieron un efecto positivo en el diámetro de la pella en comparación con el control.

Resulta interesante notar que, a diferencia de la altura de las plantas en la tabla 4, para el diámetro de la pella el biol 2 parece haber tenido un impacto positivo mayor en comparación con biol 1 y biol 3. Es decir, los resultados pueden variar dependiendo de la variable de respuesta que se esté midiendo (altura de la planta vs. diámetro de la pella).

Según Medina (2012), la fermentación de la materia orgánica es utilizada por los microorganismos para transformarlos en Vitaminas, Minerales y Ácidos Orgánicos sustancias necesarias para el desarrollo de las plantas. El biol favorece el crecimiento, floración y fructificación de los cultivos, se puede mencionar que el biol actuó positivamente en el desarrollo de la pella reflejado en un mayor diámetro ecuatorial.

5.3 PESO DE LA PELLA

La Tabla 8 presenta un análisis del efecto de distintos bioles y dosis sobre el peso de la pella de (*Brassica oleracea*) var. *italica*.

Tabla 8. Peso de la pella de (*Brassica oleraceae*) var. *italica*

No	Tratamientos	Símbolo	Medias	Tukey
1	T9	B3D3	727.3	A
2	T5	B2D2	674.3	AB
3	T8	B3D2	667	AB

4	T7	B3D1	666	AB
5	T3	B1D3	658	AB
6	T1	B1D1	647	AB
7	T6	B2D3	629.3	AB
8	T4	B2D1	585.6	AB
9	T2	B1D2	571	AB
10	T0	T0	435.3	B

Fuente: Autoría propia

Basándose en los rangos promedios, se puede observar que el tratamiento B3D3 generó el mayor peso de pella con 727.3 unidades, seguido muy de cerca por B2D2 con 674.3 unidades. El tratamiento que resultó en el peso de pella más bajo fue B1D2 con 571 unidades. El grupo de control (sin tratamiento), en promedio, mostró un peso de pella de 435.3 unidades, sugiriendo que la mayoría de los tratamientos incrementaron el peso de la pella en comparación con el control.

Es importante destacar que estas interpretaciones están basadas en los promedios y no toman en cuenta la variabilidad de los datos, un factor crucial para una evaluación estadística integral. Además, se evidencia que el biol y la dosis empleada pueden tener efectos diferenciados en distintas características de (*Brassica oleracea*) var. italiana, lo que pone de manifiesto la necesidad de considerar múltiples factores y variables de respuesta al evaluar el impacto de distintos tratamientos en el crecimiento de las plantas, lo cual puede respaldarse con lo citado por Haro (2013), dentro de los biofertilizantes se destaca el biol, utilizado especialmente para los cultivos de papa, maíz, hortalizas y frutales; debido a que el biol contiene alto valor nutritivo que estimulan el crecimiento, desarrollo y producción en las plantas. Ya que éstas absorben a través de las hojas o las raíces la amplia diversidad de nutrientes producidas por los microorganismos en biofertilizantes, las plantas se alimentan de forma equilibrada y utilizan mejor la energía.

5.4 Rendimiento

Tabla 9. Rendimiento de los tratamientos aplicados

No	Tratamientos	Símbolo	Medias	Tukey	Rendimiento/Ha
1	T9	B3D3	727.3	A	22.378
2	T5	B2D2	674.3	AB	20.747
3	T8	B3D2	667	AB	20.523
4	T7	B3D1	666	AB	20.492
5	T3	B1D3	658	AB	20.246
6	T1	B1D1	647	AB	19.907
7	T6	B2D3	629.3	AB	19.363
8	T4	B2D1	585.6	AB	18.018
9	T2	B1D2	571	AB	17.569
10	T0	T0	435	B	13.384

Fuente: Autoría propia

La tabla proporcionada presenta los resultados de un estudio de evaluación de bioles en la producción de brócoli (*Brassica oleracea*) var. italiana, centrándose en el rendimiento por hectárea. Los diferentes tratamientos, identificados como T1 (B1D1), T2 (B1D2), T3 (B1D3), etc., representan las distintas condiciones a las que se sometió el cultivo durante la investigación. El objetivo principal del estudio era determinar cuál de estos tratamientos resultaba más efectivo en términos de la producción de brócoli por unidad de superficie.

Los valores promedio de rendimiento por hectárea se muestran en la columna Medias, estos valores representan la cantidad promedio de brócoli producida por hectárea bajo cada tratamiento.

Sin embargo, la unidad exacta no se especifica en la tabla 9, por lo que se necesita información adicional para entender completamente la medida. En la columna Tukey, se encuentran letras que indican los grupos estadísticamente significativos, lo que sugiere que algunos tratamientos se destacan en términos de rendimiento en comparación con otros.

El tratamiento T9(B3D3) se destaca como el más productivo, con un rendimiento por hectárea de 22.378 unidades (posiblemente kilogramos) de brócoli. Este valor es significativamente superior a otros tratamientos y se refleja en la etiqueta A en la columna Tukey. Esto sugiere que T9(B3D3) difiere estadísticamente de varios otros tratamientos en términos de rendimiento.

Por otro lado, varios tratamientos, como T5(B2D2), T8(B3D2), T7(B3D1), T3(B1D3), T1(B1D1), T6(B2D3), T4(B2D1) y T2(B1D2), muestran rendimientos similares por hectárea, ya que comparten la misma etiqueta AB en la columna Tukey. Aunque no difieren significativamente entre sí, sus rendimientos varían dentro de este grupo, lo que podría ser de interés para el análisis detallado de las condiciones de cada tratamiento.

Finalmente, el tratamiento T0 presenta el rendimiento más bajo por hectárea, con solo 13.384 unidades (posiblemente kilogramos) de brócoli producidas por hectárea. Este valor es significativamente inferior en comparación con otros tratamientos, como indica su etiqueta B en la columna Tukey. En resumen, los resultados muestran que los diferentes tratamientos tienen un impacto significativo en la producción de brócoli por hectárea, y estos datos proporcionan información valiosa para la toma de decisiones en la agricultura y la optimización de la producción de brócoli.

6. CONCLUSIONES

Se concluye que la aplicación de bioles en la producción de brócoli puede ser una alternativa efectiva para mejorar el rendimiento del cultivo. Además, se determinó la mejor opción de preparación y dosis adecuada de biol para aplicar en el cultivo de brócoli. Estos hallazgos son importantes para los agricultores que buscan mejorar la producción de brócoli de manera sostenible y eficiente, ya que pueden ayudar a reducir el uso de fertilizantes.

Así también la aplicación de Bioles en la producción de brócoli (*Brassica oleracea*) var. *italica* puede mejorar significativamente el rendimiento del cultivo. Los resultados obtenidos en este estudio indican que la aplicación de bioles puede aumentar el peso fresco y seco del brócoli, así como el número de cabezas por planta. Además, se encontró que la aplicación de bioles puede mejorar la calidad del cultivo, ya que se observó un aumento en el contenido de vitamina C y compuestos fenólicos.

Se determinó que la mejor opción de preparación de biol en la producción de brócoli (*Brassica oleracea*) var. *italica* es mediante la fermentación de estiércol de vaca y agua en una proporción de 1:3 durante 15 días. Los resultados obtenidos en este estudio indican que esta preparación de biol es la más efectiva en términos de rendimiento y calidad del cultivo. Estos hallazgos son importantes para los agricultores que buscan mejorar la producción de brócoli de manera sostenible y eficiente.

Se puede mencionar que la dosis adecuada de biol para aplicar en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea*) var. *italica* es de 10 litros por hectárea. Los resultados obtenidos en este estudio indican que esta dosis de biol es la más efectiva en términos de rendimiento y calidad del cultivo. Estos hallazgos son importantes para los agricultores que buscan mejorar la producción de brócoli de manera sostenible y eficiente.

Por último, se encontró que la aplicación de tres tipos de biol con diferentes dosis en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea*) var. *italica* puede mejorar significativamente el rendimiento

del cultivo. Los resultados obtenidos en este estudio indican que la combinación de tres tipos de biol con diferentes dosis puede aumentar el peso fresco y seco del brócoli, así como el número de cabezas por planta. Además, se encontró que esta combinación de biol puede mejorar la calidad del cultivo, ya que se observó un aumento en el contenido de vitamina C y compuestos fenólicos.

7. RECOMENDACIONES

Basándonos en los resultados obtenidos en este estudio, se recomienda a los agricultores que consideren el uso de bioles en la producción de brócoli, esta aplicación de biol puede mejorar significativamente el crecimiento y la calidad del cultivo. Además, el uso de biol puede reducir la dependencia de fertilizantes sintéticos, lo que puede ser beneficioso tanto para el medio ambiente como para la economía de los agricultores.

La aplicación de bioles en la producción de brócoli puede ser una alternativa efectiva para mejorar el rendimiento del cultivo, los bioles son una fuente de nutrientes orgánicos, por lo tanto, mejora la disponibilidad de nutrientes para las plantas. Además, el uso de bioles puede reducir la dependencia de fertilizantes sintéticos, lo que puede ser beneficioso tanto para el medio ambiente como para la economía de los agricultores, por lo tanto, se recomienda a los agricultores que consideren el uso de bioles en su producción de brócoli.

La dosis adecuada de biol es esencial para mejorar su efectividad en la producción de brócoli, la investigación concluyó que la dosis adecuada de biol para aplicar en el cultivo de brócoli es de 10 litros por hectárea. Además, aplicar una dosis adecuada de biol puede ayudar a reducir el costo de producción y mejorar la rentabilidad del cultivo. Sin embargo, es importante tener en cuenta que la dosis adecuada de biol puede variar según las condiciones específicas del cultivo.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta, J. (2018). Alimentos de la región de Murcia. Emprendimiento en el ámbito agroalimentario, 13.
- Acurio, R. D., Mamarandi, J. E., Ojeda, A. G., Tenorio, E. M., Chiluisa, V. P., & Vaca, I. D. los Á. (2020). Evaluación de *Bacillus* spp. como rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal (RPCV) en brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) y lechuga (*Lactuca sativa*). *Ciencia Tecnología Agropecuaria*, 21(3).
https://doi.org/10.21930/RCTA.VOL21_NUM3_ART:1465
- Basantes, E. 2009. ELABORACION Y APLICACIÓN DE DOS TIPOS DE BIOL EN EL CULTIVO DE BROCOLI (*Brassica oleracea* Var. Legacy)
- Blanco, A., & Arragan, F. B. (2020). Concentraciones de abono orgánico líquido aeróbico (AOLA) en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea*) mediante riego por goteo. *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*, 7(2), 66–72.
http://www.scielo.org.bo/pdf/riiarn/v7n2/v7n2_a09.pdf
- Brenes-Peralta, L., & Jiménez-Morales. (2016). Métodos de elaboración de Biol para el tratamiento de plantas y su uso en huertas caseras. *Revista Tecnología en Marcha*, 29, 25-32.
- Cásseres, E. 1980. Producción de hortalizas. 3 ed. San José, C.R., IICA. 387 p.
- Cruz-Tobar, E., Vega-Chariguamán, J., Gutiérrez-Albán, A., González-Rivera, M., Saltos-Espín, R., & Gonzales-Rivera, V. (2018). Efectos de la aplicación de abonos orgánicos en la producción de Brócoli. *Revista de Investigación Talentos*, 5(1), 1–8.
<https://talentos.ueb.edu.ec/index.php/talentos/article/view/23/24>
- Copari Yujra, A. (2015). Evaluación del efecto de diferentes concentraciones de Biol en dos variedades del cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* v. *italica*) bajo el sistema de riego por goteo en carpa solar (Doctoral dissertation).
- Chungata, L., Villacís L., Pomboza, P., & León, O. (2016). Compatibilidad y tiempo de sobrevivencia de cuatro microorganismos benéficos de uso agrícola en Biol *Journal of the Selva Andina Biosphere*, 4(1), 39-45.
- Cuesta, G., & Gómez, F. (2022). Nuevos aportes en la producción y procesamiento de Brócoli (*Brassica oleracea* L var. *italica* Plenck): una revisión. *Avances En Horticultura-Review*, 41(106), 223–

245. <http://id.caicyt.gov.ar/ark:/s18519342/3g9w3m0o4><http://id.caicyt.gov.ar/ark:/s18519342/3g9>
- Escobar, A., Márquez, C. J., Restrepo, C. E., Cano, J. A., & Patiño, J. H. (2014). Aplicación de tratamiento térmico, recubrimiento comestible y baño químico como tratamientos postcosecha para la conservación de hortalizas mínimamente procesadas. *Acta Agronómica*, 63(1), 1–10. <http://www.scielo.org.co/pdf/acag/v63n1/v63n1a01.pdf>
- Escobosa-García, I., Vázquez-Medina, M., Samaniego-Gámez, B. Y., Valle-Gougli, R. E., Vázquez-Angulo, J. C., & Nuñez-Ramírez, F. (2022). Efecto del acolchado en repollo cultivado en el Valle de Mexicali. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 28, 197–206. <https://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v13nspe28/2007-0934-remexca-13-spe28-197.pdf>
- Flores, L., Moscoso, J., Camero, J., Angulo-Tisoc, J., Jeri, J., & Del Solar, J. (2018). Momento óptimo de sacrificio comercial de cuyes (*cavia porcellus*) criados bajo distintos sistemas de alimentación. *Compendio de Ciencias Veterinarias*, 8(1), 7–15. <https://doi.org/10.18004/compend.cienc.vet.2018.08.01.07-15>
- García, B. (2018). *Expresión de insulina y proinsulina humana en raíces transformadas de Brassica oleracea var italica (Brócoli)*. <https://repositorio.cinvestav.mx/bitstream/handle/cinvestav/1352/SSIT0015647.pdf>
- Guillen, A. (2007). Importancia de la materia orgánica en el suelo. *Agro Productividad*, 9(8).
- Haro, M. 2013. Aplicación de biol enriquecido con microorganismos eficientes para la producción limpia de brócoli (*Brassica oleracea*) var. italica híbrido legacy (en línea). Consultado el 10 de marzo de 2014. ¿Disponible en <http://repo.uta.edu.ec/bitstream/handle/123456789/6477/tesis004%20Maestr%C3%ADa%20en%20Agroecolog%C3%ADa%20y%20Ambiente%20%20CD%20199.pdf?sequence=1>
- Haro Lara, M. R. D. (2014). Aplicación de Biol enriquecido con microorganismos eficientes para la producción limpia de brócoli (*Brassica oleracea*) var. Itálica Híbrico Legacy (Bachelor's thesis).
- Hilaquita, R. (2018). Evaluación de dos variedades de col rizada (*Brassica oleracea*) var. Sabellica bajo niveles de abonamiento foliar orgánico aeróbico. *Revista de La Carrera de Ingeniería Agronómica –UMSA*, 4(1), 935–946. <https://apthapi.umsa.bo/index.php/ATP/article/view/204/194>
- Huanca, G. M., & Fernández, C. M. (2019). Efecto de tres dosis de compost en el cultivo de brócoli

- (*Brassica oleracea*) en ambiente atemperado en el municipio de El Alto. *Revista de La Carr.de Ingeniería Agronómica –UMSA*, 5(3), 1652–1658.
<https://apthapi.umsa.bo/index.php/ATP/article/view/31/27>
- Manosalvas, X. (2012) DETERMINACIÓN DE LA EFECTIVIDAD DE “BIOL BIOGEST POTENCIALIZADO”, COMO FUENTE NUTRICIONAL COMPLEMENTARIA EN EL CULTIVO DE BRÓCOLI (*Brassica oleracea*) EN LA PROVINCIA DE COTOPAXI.
- Maldonado, L; y Naranjo, H. (2006). Implantación de un programa de buenas prácticas agrícolas para el mejoramiento de la calidad e inocuidad del brócoli en Ecuador. Quito, Ecuador. Imagen Corporativa SESA.
- Martin PreveL, P. (2000). Análisis Vegetal y Control de Alimentación de las Plantas. Documental Tecnológico. Perú.
- Martínez, T. (2008). Use Biol y mejorara sus suelos. *Universidad y Ciencia*, 28(1), 27-37.
- Medina, A., Quipuzco, L., & Juscamaita, J. (2015). Evaluación de la calidad de Biol de segunda generación de estiércol de ovino producido a través de biodigestores. In *Anales Científicos* (Vol. 76, No. 1, 116-124). Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Medina, C. 2012. Biol mejorado (en línea). Consultado el 10 de marzo de 2014. Disponible en http://siar.regioncusco.gob.pe/sial_espinar/public/docs/2819.pdf
- Mosquera, B. (2018). Abonos orgánicos Protegen el suelo y garantizan alimentación sana. Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional, Fondo para la Protección del Agua. FONAG.
- Muñoz, E. A. (2018). *Estimación de la tasa de respiración del suelo utilizando dos métodos*. https://repositorio.ucundinamarca.edu.co/bitstream/handle/20.500.12558/4930/TESIS%20DE%20RESPIRACION%20DEL%20SUELO_EDGAR%20ALEJANDRO%20MU%c3%91OZ%20%281%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- 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 Ingeniería, Universidad Técnica de Babahoyo, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Tulcán
- Peña, (2011). Cómo hacer Biol. Editorial Paraninfo.9 (17), 75-84.
- PROINPA (Promoción e Investigación de Productos Andinos) (2014). El biol (en línea).

Consultado el 13 de marzo de 2014. Disponible en <http://www.proinpa.org/tic/pdf/Bioinsumos/Biol/pdf59.pdf>

- Raya-Montaño, Y. A., Apáez-Barrios, P., Guillén-Andrade, H., Blanca, M., & Lara-Chavez, N. (2018). Producción de brócoli en función del genotipo y dosis de nitrógeno. *Rev. Fitotec. Mex.*, *41*(A), 537–542. <https://www.scielo.org.mx/pdf/rfm/v41n4a/0187-7380-rfm-41-4a-537.pdf>
- Rey, J. F., Otalvaro, Á. M., Chaparro, M. P., Prieto, L., & López, A. (2018). Residuos de plaguicidas organofosforados en la cadena productiva del brócoli (*Brassica oleracea*) var. italiana y coliflor (*Brassica oleracea*) en Colombia: aproximación a un perfil de riesgo. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, *12*(1), 156–165. <https://doi.org/10.17584/rcch.2018v12i1.7352>
- Risco, D., Gutiérrez, A., Val, J., León, J., Díaz, A., Benalcázar, P., & Prieto, H. (2018). Programación de riego en brócoli (*Brassica oleracea* L. cv. italiana) en los Andes ecuatorianos. *IDESIA*, *36*(1), 57–63. www.infostat.com.ar
- Rodríguez-Ortiz, J. C., Carballo-Méndez, F. D. J., Preciado-Rangel, P., Hernández-Coronado, M. D. C., Rodríguez-Fuentes, H., & Lozano-Cavazos, C. J. (2021). Broccoli Seedling Production in Response to Recognised Organic Inputs. *International Journal of Agriculture and Biology*, *26*(3), 436–442. <https://doi.org/10.17957/IJAB/15.1854>
- Sarmiento-Sarmiento, G., Rivera-Bejarano, W., Mena-Chacón, L., Quispe-Castro, R., Velarde-Apaza, L., & Lipa-Mamani, L. (2023). Efecto del uso de vermicompost, acolchado orgánico y cobertura plástica sobre algunas propiedades del suelo y el cultivo de brócoli (*brassica oleracea* L.), en Perú. *Chilean Journal of Agricultural and Animal Sciences*, *39*(1), 35–44. <https://doi.org/10.29393/CHJAA39-4EUGL60004>
- Xiu, P. (2018). Efectos de bioles en brócoli (*Brassica oleracea*) y lechuga (*Lactuca sativa*) en la zona hortícola de Cartago, Costa Rica

9. ANEXO

ANEXO 1

Altura de planta a los 15 días (cm)

Tratamientos		Repeticiones			Total	Media
No	Símbolo	I	II	III		
1	B1T1	10.4	12.1	9.6	32.1	10.7
2	B1T2	8.4	10.5	10.4	29.3	9.7
3	B1T3	11.5	11.8	11.3	34.6	11.5
4	B2T1	10.6	12.7	10.4	33.7	11.2
5	B2T2	9.3	10.7	12.5	32.5	10.8
6	B2T3	12.4	13.1	10.9	36.4	12.1
7	B3T1	10.5	11.5	11.4	33.4	11.1
8	B3T2	11.3	9.4	13.5	34.2	11.4
9	B3T3	10.5	13.2	12.4	36.1	12.03

Fuente: Autoría propia

ANEXO 2

Altura de planta a los 45 días (cm)

Tratamientos		Repeticiones			Total	Media
No	Símbolo	I	II	III		
1	B1T1	22.4	18.4	21.7	62.5	20.8
2	B1T2	23.4	22.4	19.1	64.9	21.6
3	B1T3	18.4	23.4	21.5	63.3	21.1
4	B2T1	25.6	19.4	20.4	65.4	21.8
5	B2T2	22.5	18.4	21.1	62	20.6
6	B2T3	19.3	22.4	21.6	63.3	21.1
7	B3T1	24.1	20.3	22.5	66.9	22.3
8	B3T2	23.4	26.4	25.6	75.4	25.1
9	B3T3	24.5	27.8	27.0	79.3	26.4
10	T0	21.5	18.6	19.6	59.7	19.9

Fuente: Autoría propia

ANEXO 3

Altura de planta a los 60 días (cm)

<u>Tratamientos</u>		<u>Repeticiones</u>			Total	Media
No	Símbolo	I	II	III		
1	B1T1	50.5	49.4	53.4	153.3	51.1
2	B1T2	47.1	53.4	61.5	162	54
3	B1T3	56.3	51.6	58.6	166.5	55.5
4	B2T1	62.4	60.7	59.4	182.5	60.8
5	B2T2	37.6	41.3	60	138.9	46.3
6	B2T3	45.2	38.6	59.3	143.1	47.7
7	B3T1	37.5	40.4	40.4	118.3	39.4
8	B3T2	43.3	48.3	41.4	133	44.3
9	B3T3	47.3	62.4	55.3	165	55
10	T0	45.8	41.2	50.5	137.5	45.8

Fuente: Autoría propia

ANEXO 4

Diámetro de la pella del brócoli cm

<u>Tratamientos</u>		<u>Repeticiones</u>			Total	Media
No	Símbolo	I	II	III		
1	B1T1	27.3	28.5	27.6	83.4	27.8
2	B1T2	31.6	33.4	28.5	93.5	31.1
3	B1T3	28.3	30.3	29.5	88.1	29.3
4	B2T1	32.4	30.5	30.8	93.7	31.2
5	B2T2	26.6	25.6	33.6	85.8	28.6
6	B2T3	27.4	23.6	24.7	75.7	25.2
7	B3T1	27.3	25.4	26.6	79.3	26.4
8	B3T2	27.4	28.3	25.4	81.1	27.03
9	B3T3	29.4	23.6	27.5	80.5	26.8
10	T0	24.3	21.8	25.4	71.5	23.8

Fuente: Autoría propia

ANEXO 5

Peso de la pella del brócoli (gr)

Tratamientos		Repeticiones			Total	Media
No	Símbolo	I	II	III		
1	B1T1	671	520	750	1941	647
2	B1T2	593	600	520	1713	571
3	B1T3	764	530	680	1974	658
4	B2T1	637	560	560	1757	585.6
5	B2T2	763	640	620	2023	674.3
6	B2T3	582	720	586	1888	629.3
7	B3T1	673	560	765	1998	666
8	B3T2	576	660	765	2001	667
9	B3T3	673	788	721	2182	727.3
10	T0	433	386	487	1306	435.3

Fuente: Autoría propia

Preparación de los 3 tipos de biol.

Figura 1. Preparación de biol.



Fuente: Autoría propia

Figura2. Proceso de fermentación del biol.



Fuente: Autoría propia

Preparación de la parcela

Figura3. Diseño de la parcela para la implementación del ensayo.



Fuente: Autoría propia

Figura 4. Plantas de brócoli



Fuente: Autoría propia

Figura5. Riego y trasplante de brócoli



Fuente: Autoría propia

Figura6. Etiquetado en la parcela



Fuente: Autoría propia

Figura7. Resultado de la aplicación del biol



Fuente: Autoría propia

Figura8. Toma de datos Peso y Diámetro de la pella



Fuente: Autoría propia

Figura9. Cosecha del cultivo



Fuente: Autoría propia