

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS



CARRERA DE AGRONOMÍA

“EVALUACIÓN DE DOSIS Y ÉPOCA DE APLICACIÓN DE EXTRACTO DE AZOLLA (*Anabaena azollae*) EN EL CULTIVO DE BRÓCOLI (*Brassica oleracea Var. italica*)”

DOCUMENTO FINAL DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN COMO
REQUISITO PARA OBTENER EL GRADO DE INGENIERO AGRÓNOMO

AUTOR

GANDHY ESTEBAN VITERI JIMÉNEZ

TUTOR

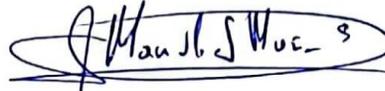
ING. MANOLO SEBASTIÁN MUÑOZ ESPINOZA, MG

CEVALLOS – ECUADOR

2023

**“EVALUACIÓN DE DOSIS Y ÉPOCA DE APLICACIÓN DE
EXTRACTO DE AZOLLA (*Anabaena azollae*) EN EL CULTIVO
DE BRÓCOLI (*Brassica oleracea* Var. *italica*)”**

REVISADO POR:



.....
ING. MANOLO SEBASTIÁN MUÑOZ ESPINOZA Mg.

TUTOR

APROBADO POR LOS MIEMBROS DE CALIFICACIÓN



FECHA

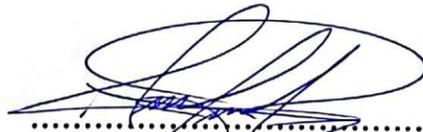
.....
ING. PATRICIO NUÑEZ TORRES. PhD
PRESIDENTE TRIBUNAL

11-09-2023.



.....
ING. HERNÁN ZURITA. Mg
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN

11-09-2023



.....
ING. EDWIN PALLO. Mg
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN

11-09-2023

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

El suscrito, GANDHY ESTEBAN VITERI JIMÉNEZ, portador de la cédula de ciudadanía número: 055010353-5, libre y voluntariamente declaro que el informe Final del Proyecto de investigación titulado: “EVALUACIÓN DE DOSIS Y ÉPOCA DE APLICACIÓN DE EXTRACTO DE AZOLLA (*Anabaena azollae*) EN EL CULTIVO DE BRÓCOLI (*Brassica oleracea* Var. *italica*)” es original, auténtico y personal. En tal virtud, declaro que el contenido es de mi sola responsabilidad legal y académica, excepto donde se indican las fuentes investigadas.



Gandhy Esteban Viteri Jiménez

DERECHO DE AUTOR

Al presentar este informe Final del Proyecto de Investigación titulado “EVALUACIÓN DE DOSIS Y ÉPOCA DE APLICACIÓN DE EXTRACTO DE AZOLLA (*Anabaena azollae*) EN EL CULTIVO 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 cualquier 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 de parte de él.



Gandhy Esteban Viteri Jiménez

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de investigación con profundo agradecimiento a lo más hermoso que la vida me ha brindado, Amy Shannel Viteri, mi amada hija.

A mi querida madre, quien ha sido el pilar fundamental a lo largo de mi trayecto vital, brindándome un apoyo inquebrantable. Sus sabios consejos y dedicación han allanado el camino para que alcance esta meta con éxito.

A mi esposa, Gabriela Laguaquiza, quien ha sido mi compañera incondicional en cada jornada, en los momentos felices y en los desafíos. Tu constante apoyo y amor han sido mi refugio en los momentos de tristeza y alegría.

A mi querido hermano Hugo, esta realización también es tuya. Tu papel fundamental a lo largo de este camino ha sido tan significativo como el de un padre.

Así mismo, extendiendo esta dedicación a todas las personas que han cruzado mi camino, de una manera u otra, ofreciendo su apoyo y afecto sincero. Agradezco de corazón a mi familia entera por estar a mi lado en este viaje.

Con gratitud infinita,

Gandhy Esteban Viteri Jiménez

AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mi más profundo agradecimiento a todas aquellas personas que desinteresadamente contribuyeron de manera invaluable en la realización de esta tesis, convirtiéndola en una empresa exitosa y significativa.

En primer lugar, extiendo mi gratitud sincera a mi dedicado tutor de tesis, cuya experiencia y paciencia han sido fundamentales a lo largo de este arduo proceso. Su guía experta y orientación constante han sido la brújula que me ha dirigido en cada etapa de este viaje académico.

Así mismo, quiero expresar mi reconocimiento al Ing. David Guerrero por su generosidad al proporcionarme el material vegetal esencial para la realización del extracto. Además, agradezco de corazón a mis estimados profesores y compañeros de clase, cuyas perspicaces ideas y comentarios enriquecieron sobremanera mi investigación, dotándola de profundidad y diversidad de perspectivas.

Por último, pero no menos importante, deseo manifestar mi profunda gratitud hacia mi amada familia y mis queridos amigos. Su amor incondicional y apoyo constante han sido mi motor a lo largo de esta travesía académica. También quiero expresar mi agradecimiento especial a la Sra. Lucrecia Lema, cuyo apoyo inquebrantable y palabras alentadoras han sido un pilar fundamental a lo largo de toda mi carrera.

Gandhy Esteban Viteri Jiménez

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN	iii
DERECHO DE AUTOR.....	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS.....	vii
ÍNDICE DE TABLAS	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xi
RESUMEN EJECUTIVO	xii
ABSTRACT.....	xiii
CAPÍTULO 1	1
MARCO TEÓRICO.....	1
INTRODUCCIÓN	1
1.1 Antecedentes investigativos	2
1.1.1 Azolla (<i>Anabaena azollae</i>).....	3
1.1.1.1 Origen.....	3
1.1.1.2 Clasificación taxonómica	3
1.1.2 Cultivo de brócoli (<i>Brassica oleracea var. italica</i>).....	3
1.1.2.1 Origen.....	3
1.1.2.2 Clasificación taxonómica	3
1.1.2.3 Características botánicas	4
1.1.2.3.1 Raíz.....	4
1.1.2.3.2 Tallo.....	4
1.1.2.3.3 Hojas.....	4
1.1.2.3.4 Flores	4
1.1.2.3.5 Inflorescencia.....	4
1.1.2.3.6 Fruto y Semillas.....	4
1.1.3 Extracto vegetal	5
1.1.3.1 Clasificación de extractos vegetales	5
1.2 Objetivos	6
1.2.1 Objetivo general	6
1.2.2 Objetivos específicos.....	6
1.3 Hipótesis.....	6
1.3.1 Hipótesis alterna (Ha).....	6
1.3.2 Hipótesis nula (Ho)	6

CAPÍTULO II	7
METODOLOGÍA	7
2.1 Ubicación del experimento	7
2.1.1 División política territorial	7
2.2 Características del lugar	7
2.2.1 Características del suelo	7
2.2.2 Características climáticas	7
2.3 Materiales y Equipos.....	8
2.4 Factores de estudio.....	8
2.4.1 Dosis de extracto	8
2.4.2 Épocas de aplicaciones.....	8
2.5 Tratamientos.....	9
2.6 Diseño experimental.....	9
2.7 Manejo agronómico del ensayo	10
2.7.1 Preparación del terreno.....	10
2.7.2 Trazado de las parcelas.....	10
2.7.3 Descontaminación del suelo.....	10
2.7.4 Obtención del material vegetal.....	10
2.7.5 Trasplante	10
2.7.6 Riego	11
2.7.7 Deshierba.....	11
2.7.8 Cosecha	11
2.7.9 Metodología de obtención del extracto	11
2.8 Variables respuestas	12
2.8.1 Altura de planta	12
2.8.2 Volumen radicular.....	12
2.8.3 Número de hojas.....	12
2.8.4 Diámetro de la pella	12
2.8.5 Peso de la pella.....	12
CAPÍTULO III	13
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	13
3.1 Altura de planta (cm)	13
3.2 Volumen radicular (cm ³)	15
3.3 Número de hojas	16
3.4 Diámetro de la pella (cm).....	17
3.5 Peso de la pella.....	19
3.5.1 Rendimiento en Kg/ha	20

CAPÍTULO IV	22
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	22
4.1 Conclusiones	22
4.2 Recomendaciones.....	23
MATERIAL BIBLIOGRÁFICO	24
ANEXOS	27

ÍNDICE DE TABLAS

Descripción	Página
Tabla 1. Clasificación taxonómica (<i>Anabaena azollae</i>).	3
Tabla 2. Clasificación taxonómica (<i>Brassica oleracea var. italica</i>).	3
Tabla 3. Características meteorológicas del cantón Salcedo.	7
Tabla 4. Esquema de los tratamientos.	9
Tabla 5. Análisis de varianza para altura de planta.	13
Tabla 6. Distribución de medias para la variable altura de la planta mediante la prueba de Tukey al 5%	13
Tabla 7. Distribución de medias para dosis de aplicaciones en la variable altura de planta.	14
Tabla 8. Distribución de medias para épocas de aplicaciones en la variable altura de planta.	14
Tabla 9. Distribución de medias para la interacción dosis por épocas de aplicaciones en la variable altura de planta.	14
Tabla 10. Análisis de varianza para volumen radicular.	15
Tabla 11. Distribución de medias para la variable volumen radicular mediante la prueba de Tukey al 5%	13
Tabla 12. Distribución de medias para dosis de aplicaciones en la variable volumen radicular.	16
Tabla 13. Distribución de medias para épocas de aplicaciones en la variable volumen radicular.	16
Tabla 14. Análisis de varianza para números de hojas.	17
Tabla 15. Análisis de varianza para diámetro de pella.	17
Tabla 16. Distribución de medias para la variable diámetro de pella mediante la prueba de Tukey al 5%	18
Tabla 17. Distribución de medias para dosis de aplicaciones en la variable diámetro de pella.	18
Tabla 18. Distribución de medias para épocas de aplicaciones en la variable diámetro de pella.	18
Tabla 19. Análisis de varianza para peso de la pella.	19
Tabla 20. Distribución de medias para la variable peso de la pella mediante la prueba de Tukey al 5%	19
Tabla 21. Distribución de medias para dosis de aplicaciones en la variable peso de la pella.	20
Tabla 22. Análisis de varianza para rendimiento por hectárea.	20
Tabla 23. Distribución de medias para la variable rendimiento por hectárea mediante la prueba de Tukey al 5%.	21
Tabla 24. Distribución de medias para dosis de aplicaciones en la variable rendimiento por hectárea.	21

ÍNDICE DE FIGURAS

Descripción	Página
Figura 1. Esquema del proceso de elaboración del extracto.	12

ÍNDICE DE ANEXOS

Descripción	Página
Anexo 1. Análisis de varianza de las variables respuestas.	27
Anexo 2. Análisis de varianza factorial de las variables respuestas.	30
Anexo 3. Análisis de suelo.	34
Anexo 4. Recolección y secado del material vegetal (<i>Anabaena azollae</i>).	35
Anexo 5. Preparación del terreno.	35
Anexo 6. Aplicación del extracto a los distintos tratamientos.	36
Anexo 7. Labores culturales.	36
Anexo 8. Levantamiento de datos de la variable altura de planta.	36
Anexo 9. Levantamiento de datos de la variable volumen radicular.	37
Anexo 10. Levantamiento de datos de la variable peso de la pella.	37

RESUMEN EJECUTIVO

El presente estudio de investigación se desarrolló en el barrio Anchilivi, ubicado en el cantón Salcedo, provincia de Cotopaxi. El objetivo fue evaluar la dosis y época de aplicación de extracto de azolla (*A. azollae*) en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea var. italica*) con el fin de analizar su efecto en los diferentes tratamientos. Los factores de estudio evaluados fueron la dosis del extracto: 5 cm³/L, 10 cm³/L y 15 cm³/L, y la época de aplicación; a los 15 días (A1), a los 15 y 30 días (A2) y a los 15, 30 y 45 días (A3) posterior al trasplante, el tratamiento más efectivo y con resultados más favorables fue el D3A3 en las diferentes variables respuestas, donde presenta el peso de la pella (452.67 g), altura de planta (37.20 cm³), volumen radicular (32.73 cm³), diámetro de la pella (12.00 cm) y rendimiento (18106.67 kg/ha), de igual forma se observó que en la variable número de hojas no existe variaciones significativas en ningún tratamiento, estos resultados se atribuyen a las bondades y los diferentes compuestos metabólicos que posee los extractos mismos que actúan de forma favorable en la producción del cultivo de brócoli (*Brassica oleracea var. italica*), lo cual se ve reflejado en la presente investigación.

Palabras claves: Extracto de Azolla (*Anabaena azollae*), Variables, Rendimiento, Dosis, Compuestos Metabólicos.

ABSTRACT

This research study was conducted in the Anchilivi neighborhood, located in the Salcedo canton, Cotopaxi province. The objective was to evaluate the dose and timing of application of Azolla extract (*A. azollae*) in broccoli cultivation (*Brassica oleracea* var. *italica*) in order to analyze its effect on different treatments. The study factors evaluated were the extract dose: 5 cm³/L, 10 cm³/L, and 15 cm³/L, and the timing of application; at 15 days (A1), at 15 and 30 days (A2), and at 15, 30, and 45 days (A3) after transplanting. The most effective treatment with the most favorable results was D3A3 in various response variables, which showed head weight (452.67 g), plant height (37.20 cm), root volume (32.73 cm³), head diameter (12.00 cm), and yield (18106.67 kg/ha). Similarly, it was observed that there were no significant variations in the number of leaves in any treatment. These results are attributed to the benefits and different metabolic compounds present in the extracts, which act favorably in the production of broccoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) cultivation, as reflected in this research.

Keywords: Azolla Extract (*Anabaena azollae*), Variables, Yield, Dosage, Metabolic Compounds.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la producción agrícola se enfrenta a numerosos desafíos, tales como la necesidad de incrementar la productividad, mejorar la calidad de los cultivos y reducir el impacto ambiental de las prácticas agrícolas, en este contexto, el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea var. itálica*) se ha posicionado como uno de los alimentos con más demanda debido a sus propiedades nutricionales y sus grandes beneficios para la salud (Soto et al., 2021).

La búsqueda de alternativas sostenibles y respetuosas con el medio ambiente para el manejo de los cultivos se ha convertido en una prioridad para los agricultores y científicos agrícolas. En este sentido, el uso de productos naturales y biológicos ha despertado un gran interés como estrategia para mejorar la productividad y la calidad de los cultivos, al tiempo que se reduce la dependencia de agroquímicos sintéticos (Pretty, 2008).

El extracto de Azolla (*Anabaena azollae*), obtenido de la planta acuática Azolla y su simbiosis con la cianobacteria *Anabaena azollae*, ha demostrado poseer propiedades promotoras del crecimiento, bioestimulantes y fitoprotectoras en diferentes cultivos. Esta planta acuática presenta características excepcionales, como su capacidad de fijar nitrógeno atmosférico y su contenido rico en compuestos bioactivos, los cuales podrían influir positivamente en el crecimiento y desarrollo de los cultivos (Mosquera Lenti & Calderón Rodríguez, 2016).

En el delicado baile de la vida vegetal, los metabolitos secundarios emergen como valientes soldados, desplegando su diversidad química para salvaguardar a las plantas superiores de las garras de los microorganismos patógenos. Los alcaloides, terpenoides y fenilpropanoides se unen en un coro letal, aniquilando a los intrusos o impidiendo su avance por todo el organismo vegetal (Sepúlveda-Jiménez, 2003).

El uso de extractos de plantas y residuos en el suelo pueden inhibir el crecimiento de plántulas cultivadas, en un proceso conocido como alelopatía. Este fenómeno resulta de la acción de sustancias químicas liberadas por otras especies vegetales, llamadas metabolitos secundarios, que abarcan distintas categorías como fenoles, aldehídos, cumarinas y terpenos (Celis et al., 2019).

El presente trabajo, pretende investigar y a la vez comparar como los metabolitos secundarios analizados de la planta Azolla (*Anabaena azollae*) pueden influir en las variables morfológicas del cultivo de brócoli (*Brassica oleracea var. itálica*).

1.1 Antecedentes Investigativos

Según **Ríos, (2014)**, nos menciona que se evaluó dos métodos de secado del helecho acuático azolla (*Anabaena azollae*) en combinación con zeolita en diversas proporciones, con el objetivo de obtener un sustrato orgánico alternativo y más rentable que las prácticas convencionales. Además, se analizó el contenido nutricional del sustrato resultante de la mezcla de azolla y zeolita. Se examinaron dos métodos de secado: al aire libre y bajo cobertura plástica, durante períodos de 7, 14 y 21 días. Se incorporaron tres cantidades de zeolita (10%, 20% y 30% del peso inicial de 20 kg). En términos de humedad, se destacó que el método bajo cubierta, con un tiempo de secado de 21 días y una concentración del 30% de zeolita (6 kg), logró un contenido de humedad del 7,92% lo cual fue el más óptimo para el uso deseado.

Según **Gavilanes, (2015)**, en su trabajo de investigación, se llevó a cabo un estudio sobre diferentes mezclas de sustratos que incluían azolla (*Anabaena azollae*) en combinación con otros materiales comunes como Pomina y Kekilla. El objetivo fue desarrollar una alternativa ecológica de sustrato para el cultivo de plantas de brócoli en piloneras. Se analizaron las propiedades físicas y químicas de estas mezclas. Se probaron diversas proporciones de mezclas, incluyendo combinaciones de azolla (*Anabaena azollae*) con kekilla y pomina en diferentes porcentajes. Se recopilaron datos de las plantas de brócoli en diferentes etapas de crecimiento (20, 24 y 28 días después de la siembra). Los resultados indicaron que la combinación de 75% de Azolla anabaena y 25% de kekilla presentó las características más favorables como sustrato para las plantas de brócoli (*Brassica oleracea var. italica*).

Según **Ortíz, (2022)**, nos dice que los resultados indican que las combinaciones de azolla y urea en la primera dosificación de tratamientos favorecieron el crecimiento de las plantas, especialmente en los tratamientos T2 (Azolla 8kg+ urea 8kg/25m²) y T4 (Urea 6kg/ 25m²). En contraste, el tratamiento T1 de urea pura no tuvo un buen crecimiento inicial. Esto sugiere que la combinación de azolla y urea resultó en una mayor rentabilidad en los tratamientos T2 y T4. En cuanto al análisis de beneficio costo, se determinó que el tratamiento T2 obtuvo un beneficio de 0.26 centavos por cada dólar invertido, mientras que el tratamiento T4 obtuvo un beneficio de 0.14 centavos. Esto llevó a considerar el proyecto como viable y recomendó la aplicación de las dosis del tratamiento T2 para lograr una producción sustentable.

Según **Calle, (2022)**, nos dice que en su trabajo de investigación de 60 días con cinco tratamientos diferentes, se observó que la combinación de biomasa de Azolla y riego con NitrAgua se obtuvo mejores resultados para el cultivo de lechuga, con plantas más altas, tallos más gruesos, más hojas y mayor peso. La calidad del agua en el cultivo fue adecuada, con un pH de 7.5 y una temperatura promedio de 22°C, y un contenido máximo de nitrógeno en el azollario de 130 mg/l. En resumen, esta investigación demuestra que la combinación de Azolla y NitrAgua es un efectivo biofertilizante que enriquece el suelo y beneficia el crecimiento de la lechuga.

1.1.1 Azolla (*Anabaena azollae*)

1.1.1.1 Origen

Originaria de América tropical, desde Estados Unidos hasta el sur de Brasil, Uruguay y Argentina (**LIFE MED WET RIVERS, n.d.**)

1.1.1.2 Clasificación Taxonómica

Tabla 1.

Clasificación taxonómica

Reino	Plantae
<i>Clase</i>	<i>Filicopsidae</i>
<i>Orden</i>	<i>Salviniaceae</i>
<i>Familia</i>	<i>Azollaceae</i>
<i>Género</i>	<i>Azolla</i>
<i>Especie</i>	<i>Caroliniana, Filiculoides, Mexicana, Anabaena</i>

Nota: **LIFE MED WET RIVERS, (2011)**

1.1.2 Cultivo de brócoli (*Brassica oleracea L*)

1.1.2.1 Origen

El brócoli según la historia tiene como origen los países de climas templado del Mediterráneo Oriental y Oriente próximo donde abarca los siguientes países (Líbano, Siria, Yemen, etc.) (**Acosta et al., 2018**)

1.1.2.2 Clasificación Taxonómica

Tabla 2.

Clasificación taxonómica

Reino	Plantae
<i>División</i>	<i>Fanerógama Magnoliophyta</i>
<i>Clase</i>	<i>Dicotiledónea Magnoliopsida</i>
<i>Orden</i>	<i>Brassicales</i>
<i>Familia</i>	<i>Brassicaceae (crucíferas)</i>
<i>Género</i>	<i>Brassica L. 1753</i>
<i>Especie</i>	<i>Brassica oleracea</i>
<i>Subespecie</i>	<i>Brassica oleracea var. italica</i>
<i>Nombre común</i>	<i>Brócoli</i>

Nota: **Acosta et al., (2018)**

1.1.2.3 Características Botánicas

1.1.2.3.1 Raíz

El brócoli (*Brassica oleracea var. italica*) tiene una raíz pivotante la misma que puede llegar hasta 0.4 metros de profundidad (**Tecnología-Prodice, 2014**).

1.1.2.3.2 Tallo

Según **Toledo, (2003)**, el brócoli tiene un tallo principal el mismo que su diámetro vario entre 2 y 6 centímetros y de 20 a 50 centímetros de longitud.

1.1.2.3.3 Hojas

La planta tiene entre 15 a 30 hojas grandes, su lamina es lobulada y tiene un peciolo mucho más grande en comparación con la col y la coliflor (**Toledo, 2003**).

1.1.2.3.4 Flores

Las flores exhiben una estructura impecable y simétrica, los pétalos presentes en un total de cuatro, ostentan un color amarillo y se encuentran organizados en una forma que se asemeja a una cruz, una característica distintiva de las plantas crucíferas. Debido a cuestiones de incompatibilidad entre su propio polen, la polinización se lleva a cabo mayormente a través de cruces entre individuos, mediada por insectos como abejas y moscas (**Toledo, 2003**).

1.1.2.3.5 Inflorescencia

Según **Toledo, (2003)**, la estructura floral conocida como pella se presenta en forma de corimbo, el cual está compuesto por numerosas flores. Estas flores, cuando aún no han alcanzado la madurez, son la parte comestible de esta hortaliza, en nuestra región, la pella se conoce comúnmente como "cabeza", mientras que el conjunto de flores individuales que se insertan en un pedúnculo compartido con el tallo principal de la inflorescencia se denomina florete.

1.1.2.3.6 Fruto y Semillas

El fruto es una cápsula llamada silicua que se abre al madurar y contiene más de 10 semillas. Las semillas son pequeñas y redondas, con un diámetro de aproximadamente 2 mm, y su color varía entre marrón oscuro y rojizo. En cada gramo de semillas se encuentran alrededor de 180 a 250 unidades (**Toledo, 2003**).

1.1.3 Extracto vegetal

Un extracto vegetal es un producto obtenido mediante la extracción de componentes bioactivos de plantas usando métodos con tecnologías avanzadas y usando solventes, estos extractos contienen una concentración de compuestos como polifenoles, terpenoides y flavonoides, que poseen propiedades antioxidantes, antiinflamatorias y anticancerígenas. Además, se utilizan en la industria alimentaria, farmacéutica y cosméticas (Chuengsamarn et al., 2012).

1.1.3.1 Clasificación de extractos vegetales

- **Extractos Fluidos o líquidos:**

Es una forma de preparación de plantas medicinales en la que se utiliza alcohol como solvente, preservante, o ambos, en este tipo de extracto, cada mililitro contiene los componentes extraídos de 1 gramo de la planta cruda utilizada (Guañuna, 2018). Según Rubio & Rodríguez, (2018), el alcohol actúa como agente para extraer los principios activos de la planta, permitiendo que se conserven en el líquido resultante.

- **Extractos Secos:**

Los extractos secos se obtienen al eliminar completamente el solvente hasta obtener una forma en polvo, estos extractos son altamente estables, aunque a veces pueden ser higroscópicos, lo que significa que tienen una tendencia a absorber la humedad del ambiente (Guañuna, 2018).

- **Extractos Semisólidos o blandos:**

Estos compuestos se obtienen mediante el proceso de evaporación del disolvente, lo que resulta en la formación de un producto con una consistencia semisólida. Sin embargo, es importante destacar que este producto no tiene la capacidad de humedecer o mojar el papel de filtro (Guañuna, 2018).

- **Crioextractos:**

Se adquiere mediante la molienda de la planta medicinal debidamente deshidratada, sometida a condiciones de congelación extrema (-196 °C), mediante la aplicación de nitrógeno líquido (Guañuna, 2018).

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general

“Evaluar la dosis y época de aplicación de extracto de azolla (*A. azollae*) en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea var. italica*)”

1.2.2 Objetivos específicos

Establecer la dosis adecuada de extracto de azolla (*A. azollae*) en el rendimiento del cultivo de brócoli (*Brassica oleracea var. italica*)

Determinar la época de aplicaciones del extracto de azolla (*A. azollae*) para mejorar tamaño y peso de la pella

1.3 Hipótesis

1.3.1 Ha:

La aplicación de extracto a partir de azolla (*A. azollae*) afecta el rendimiento en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea var. italica*)

1.3.2 Ho:

La aplicación de extracto elaborado a partir de Azolla (*A. azollae*) no afecta el rendimiento en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea var. italica*)

CAPÍTULO II METODOLOGÍA

2.1 Ubicación del experimento

La presente investigación se llevó a cabo en la provincia de Cotopaxi, cantón Salcedo cuya parroquia pertenece a San Miguel, barrio Anchilivi con las siguientes coordenadas, Latitud 01° 02'49'' y una Longitud 78° 34'06'' (GoogleEarthPro,2022).

2.1.1 División política territorial

Provincia: Cotopaxi

Cantón: Salcedo

Parroquia: San Miguel

Lugar: Anchilivi

(PDOT. 2014)

2.2 Características del lugar

2.2.1 Características del suelo

El cantón Salcedo de acuerdo con la clasificación Soil Taxonomy tiene la siguiente clasificación Mollisoles, Inceptisoles y Histosoles (MAGAP, 2015)

El suelo donde se realizó el ensayo pertenece a la clasificación Mollisoles.

2.2.2 Características climáticas

Tabla 3.

Características meteorológicas del cantón Salcedo

Temperatura media anual:	12 °C
Temperatura máxima anual:	22 °C
Temperatura mínima anual:	8 °C
Precipitación anual:	417 mm
Humedad relativa:	65%

Nota: (Casa & Clavijo, 2018)

2.3 Materiales y Equipos

- ❖ Plántulas de brócoli (Variedad avenger)
- ❖ Extracto de azolla
- ❖ Rastrillo
- ❖ Azadón
- ❖ Bomba de mochila
- ❖ Aspersor manual de 4 litros
- ❖ Rótulos de identificación
- ❖ Piola
- ❖ Estacas
- ❖ Balanza digital
- ❖ Cinta métrica

2.4 Factores de estudio

2.4.1 *Dosis de extracto*

- ❖ **D1:** 5 cm³ /L
- ❖ **D2:** 10 cm³ /L
- ❖ **D3:** 15 cm³ /L

2.4.2 *Épocas de Aplicaciones*

- ❖ **A1:** 15 días después del trasplante.
- ❖ **A2:** 15 y 30 días después del trasplante.
- ❖ **A3:** 15, 30 y 45 días después del trasplante

2.5 Tratamientos

Tabla 4.

Esquema de los tratamientos

N.º	Símbolo	Dosis de Extracto de Azolla	Descripción
1	D1A1	5 cm ³ /L	15 días después del trasplante a una dosis de 5 cm ³ /L
2	D1A2	5 cm ³ /L	15 y 30 días después del trasplante a una dosis de 5 cm ³ /L
3	D1A3	5 cm ³ /L	15, 30 y 45 días después del trasplante a una dosis de 5 cm ³ /L
4	D2A1	10 cm ³ /L	15 días después del trasplante a una dosis de 10 cm ³ /L
5	D2A2	10 cm ³ /L	15 y 30 días después del trasplante a una dosis de 10 cm ³ /L
6	D2A3	10 cm ³ /L	15, 30 y 45 días después del trasplante a una dosis de 10 cm ³ /L
7	D3A1	15 cm ³ /L	15 días después del trasplante a una dosis de 15 cm ³ /L
8	D3A2	15 cm ³ /L	15 y 30 días después del trasplante a una dosis de 15 cm ³ /L
9	D3A3	15 cm ³ /L	15, 30 y 45 días después del trasplante a una dosis de 15 cm ³ /L
10	TESTIGO		Sin aplicación

2.6 Diseño experimental

El diseño experimental que se utilizó fue en bloques completamente al azar (DBCA) con arreglo factorial de 3x3+1, con tres repeticiones.

Se efectuó un análisis de varianza, y para las respuestas significativas se utilizó la prueba de Tukey al 5% para diferenciar los tratamientos planteados.

2.7 Manejo agronómico del ensayo

2.7.1 Preparación del terreno

Se lo realizó mediante la utilización de un tractor agrícola implementado con una rastra realizando 3 pases, para tener el suelo en las condiciones deseadas para establecer el cultivo.

2.7.2 Trazado de las parcelas

La delimitación del área de estudio en la cual establecimos el cultivo se lo realizó con la ayuda de una cinta métrica, estacas y piola.

2.7.3 Decontaminación del suelo

Se realizó la decontaminación al suelo con el producto comercial (Novak, 500ml / 200L agua) el cual tiene como ingrediente activo: Tiofanato de metil cuya acción es preventiva y curativa, cubre una amplia gama de hongos (*Botrytis cinérea*, *Alternaria brassicae* y *Oidio* sp).

De la misma forma usamos un insecticida químico que tiene el nombre comercial como (Kañon, 100ml / 200L) tiene como ingrediente activo: Clorpirifos y cipermetrina, posee doble mecanismo de acción (por sus dos ingredientes activos), que lo hace altamente eficiente para el control de una amplia gama de insectos (*Agrotis* spp, *Prodiplosis* sp, *Brevicoryne brassicae* y *Frankliniella* spp).

2.7.4 Obtención de material vegetal

Para la presente investigación se obtuvieron plántulas de brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) de la variedad avenger, las mismas que fueron adquiridas en el sector de Cunchibamba en el vivero la Esperanza.

2.7.5 Trasplante

Las plántulas fueron trasplantadas en los surcos trazados, con una distancia entre planta de 30 cm y entre hilera 50 cm, a lo largo de la cama. El método de siembra fue de 3 bolillo.

2.7.6 Riego

El método de riego utilizado fue por inundación. En todo el ciclo del cultivo se llevaron a cabo 16 riegos cada uno con una duración de aproximadamente 45 min a 60 min, guiándome en el requerimiento de la planta.

2.7.7 Deshierba

El control de arvenses se realizó de manera manual con el uso de un rastrillo, el primero fue a los 30 días y el segundo a los 65 días después del trasplante.

2.7.8 Cosecha

Se realizó a los 80 días después del trasplante cuando la mayoría de las pellas llegaron a su madurez fisiológica, la recolección de las pellas se realizó de manera manual.

2.7.9 Metodología de obtención del extracto vegetal

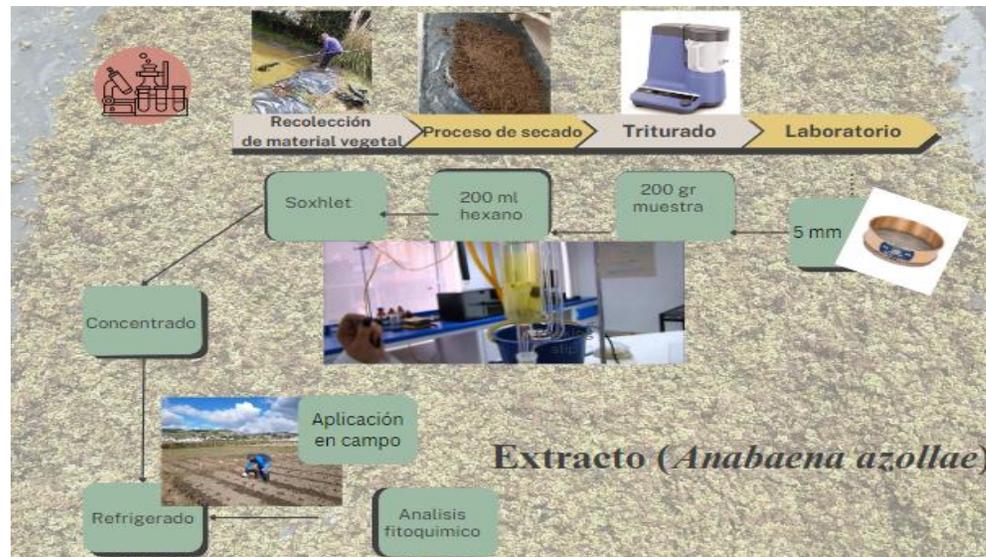
La muestra de Azolla (*Anabaena azollae*) fue recolectada del tanque reservorio del caserío San Vicente de cantón Quero, el extracto fue obtenido en el laboratorio de TotalChem de la ciudad de Ambato.

Pasos para la obtención del extracto:

- ❖ Secado de la muestra. (El secado se llevo a cabo durante 21 días al aire libre).
- ❖ Trituración de la muestra. (El proceso de trituración se llevó a cabo en el laboratorio usando un molino marca corona).
- ❖ Se tamizo la muestra en un tamiz de 5 mm.
- ❖ Elaboración de cartuchos. (Se procedió a tomar 200 gr de la muestra ya triturada y colocarlo en una tela y hacerles tipo capsulas).
- ❖ Se preparo el equipo Soxhlet con 200 ml de hexano para posterior colocar los cartuchos con la muestra vegetal.
- ❖ Una vez obtenido el extracto se procedió al almacenamiento y refrigerado.

Figura 1.

Esquema del proceso de elaboración del extracto



2.8 Variables respuestas

2.8.1 Altura de planta

Para el registro de la variable altura de planta se tomó cinco plantas al azar de la parcela neta al finalizar el ciclo del cultivo, y con la ayuda de una regla se midió la altura considerándola desde la base de la planta hasta las hojas apicales, dato expresado en cm.

2.8.2 Volumen radicular

Para el registro volumen de raíz, se realizó la toma de datos de cinco plantas al azar de la parcela neta y con la ayuda de una probeta graduada de 150 cm³ se procedió a obtener el volumen radicular dato expresado en cm³.

2.8.3 Número de hojas

Se tomo al azar 5 plantas de la parcela neta, para lo cual se contabilizo el número de hojas, dato numérico.

2.8.4 Diámetro de la pella

Para la toma de datos de la variable diámetro de la pella se tomó al azar 5 plantas al final del ciclo, para lo cual se usó una cinta métrica y dicho dato fue expresado en cm.

2.8.5 Peso de la pella

Para esto, se usó una balanza analítica, pesamos todas las pellas obtenidas al finalizar el trabajo de investigación para así en función a lo obtenido conseguir el rendimiento por hectárea.

CAPITULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Altura de planta (cm)

Analizando la (Tabla 5), se observa el análisis de varianza para la variable altura de planta, observando una respuesta altamente significativa para; tratamientos, dosis, época y la interacción época por dosis, con un coeficiente de variación de 4.16.

Tabla 5.

Análisis de varianza para altura de planta.

Fuente de Variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F
Tratamiento	180.15	9	20.02	11.80 **
Dosis	54.86	2	27.43	16.39 **
Época	83.90	2	41.95	25.06 **
Dosis*Época	37.21	4	9.30	5.56 **
Error	30.13	18	1.67	
Total	206.11	29		

En la (Tabla 6), se puede observar la distribución de medias para la variable altura de planta, teniendo que el tratamiento (D3A3) presenta una media de 37.20 cm seguido del tratamiento (D2A3) con una media de 33.13 cm siendo estos los de mayor altura, mientras que los tratamientos (D3A1) y (D1A1) con media de 28.93 y 28.27 cm respectivamente resultan ser los tratamientos de menor altura.

Tabla 6.

Distribución de medias para la variable altura de la planta mediante la prueba de Tukey al 5%.

TRATAMIENTOS	MEDIAS (cm)	RANGO
D3A3	37.20	a
D2A3	33.13	b
D3A2	32.13	b c
D2A2	31.27	b c d
D2A1	30.53	b c d
D1A3	30.27	b c d
TESTIGO	30.00	b c d
D1A2	29.47	b c d
D3A1	28.93	c d
D1A1	28.27	d

En la (**Tabla 7**), podemos observar que al aplicar la dosis 3 de extracto se nota una variación significativa encontrándose en el rango (a) con una media de 32.76 cm.

Tabla 7.

Distribución de medias para dosis de aplicaciones en la variable altura de planta.

Dosis	Medias (cm)	n	Error Estándar	Rango
3	32.76	9	0.43	a
2	31.64	9	0.43	a
1	29.33	9	0.43	b

En la (**Tabla 8**), se observa que al realizar la aplicación en las 3 épocas analizadas se logró obtener el mayor valor respecto a las otras épocas aplicadas, teniendo una media de 33.53 cm encontrándose en el rango (a).

Tabla 8.

Distribución de medias para épocas de aplicaciones en la variable altura de planta.

Épocas	Medias (cm)	n	Error Estándar	Rango
3	33.53	9	0.43	a
2	30.96	9	0.43	a
1	29.24	9	0.43	b

En la interacción entre dosis por épocas (**Tabla 9**), se logra evidenciar que existe variación significativa entre la correlación dosis (15 cm³/L) y épocas de aplicaciones (15,30 y 45 días) posterior al trasplante.

Tabla 9.

Distribución de medias para la interacción dosis por épocas de aplicaciones en la variable altura de planta

Dosis	Época	Medias (cm)	Error Estándar	Rangos
3	3	37.20	0.75	a
2	3	33.13	0.75	b
3	2	32.13	0.75	b c
2	2	31.27	0.75	b c d
2	1	30.53	0.75	b c d
1	3	30.27	0.75	b c d
1	2	29.47	0.75	b c d
3	1	28.93	0.75	c d
1	1	28.27	0.75	d

Estos resultados obtenidos posiblemente se deban a que al hacer 3 aplicaciones a los 15, 30 y 45 días con dosis de (15 cm³/L) posterior al trasplante, el extracto ingreso de manera más rápida a la planta proporcionando una mayor cantidad de nutrientes los cuales provocaron que la variable altura de planta se vea afectada de manera positiva, lo que concuerda con **Gómez, (2014)**, el cual nos menciona que al realizar aplicaciones foliares los nutrientes disponibles para la planta queda de manera directa en la hoja incluso movilizándolo y acumulando los nutrientes en la raíz.

Volumen radicular (cm³)

Analizando la (Tabla 10), se observa el análisis de varianza para la variable volumen radicular, observando una respuesta significativa para; tratamientos, dosis y época, mientras que en la interacción época por dosis no existe significancia, con un coeficiente de variación de 5.09.

Tabla 10.

Análisis de varianza para volumen radicular

Fuente de Variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F
Tratamiento	165.95	9	18.44	8.06 **
Dosis	113.15	2	56.57	25.11**
Época	26.06	2	13.03	5.78 **
Dosis*Época	1.35	4	0.34	0.15 n/s
Error	41.19	18	1.70	
Total	208.54	29		

En la (Tabla 11), se puede observar la distribución de medias para la variable volumen radicular, teniendo que el tratamiento (D3A3) presenta una media de 32,73 cm³ seguido del tratamiento (D3A2) con una media de 32,53 cm³ siendo estos los de mayor volumen radicular encontrándose en el rango (a), mientras que el tratamiento (D1A1) con una media 25,60 cm³ respectivamente resulta ser el tratamiento de menor volumen radicular.

Tabla 11.

Distribución de medias para la variable volumen radicular mediante la prueba de Tukey al 5%.

TRATAMIENTOS	MEDIAS cm ³	RANGO
D3A3	32.73	a
D3A2	32.53	a
D2A3	31.93	a b
D2A2	31.07	a b c
D3A1	30.40	a b c
D2A1	29.87	a b c d
D1A2	28.00	b c d
D1A3	27.87	b c d
TESTIGO	26.93	c d
D1A1	25.60	d

En la (Tabla 12), se logra observar que existe variación significativa en la dosis 15 cm³ siendo el mayor valor con una media de 31.89 cm³ encontrándose en el rango (a), mientras que la dosis 1 presenta una media de 27.16 cm³ encontrándose en el rango (b).

Tabla 12.*Distribución de medias para dosis de aplicaciones en la variable volumen radicular.*

Dosis	Medias (cm³)	n	Error Estándar	Rango
3	31.89	9	0.50	a
2	30.96	9	0.50	a
1	27.16	9	0.50	b

En la tabla (**Tabla 13**), se observa que al realizar la aplicación a los 15, 30 y 45 días, se logró obtener el mayor valor respecto a las otras épocas aplicadas, teniendo una media de 30.84 cm³ encontrándose en el rango (a).

Tabla 13.*Distribución de medias para épocas de aplicaciones en la variable volumen radicular.*

Épocas	Medias (cm³)	n	Error Estándar	Rango
3	30.84	9	0.50	a
2	30.53	9	0.50	a
1	28.62	9	0.50	b

Estos resultados obtenidos posiblemente se deban a que al realizar la aplicación del extracto de manera foliar con dosis de (15 cm³/L) posterior al trasplante, los nutrientes permanecen en la hoja de manera directa para la planta, movilizándolo y acumulando los nutrientes en la raíz (**Gómez, 2014**).

Según **Gaviláñez (2015)**, nos menciona que la planta de azolla proporciona fósforo a los cultivos, lo que concuerda con Gavilanes ya que al aplicar el extracto de azolla (*Anabaena azollae*) se obtuvo un mayor volumen radicular siendo este macroelemento translocado hasta la raíz el causante de que la variable volumen radicular se vea alterada de manera positiva.

3.2 Número de hojas

En el análisis de varianza para la variable número de hojas (**Tabla 14**), se puede observar que no existe variación significativa entre; tratamientos, dosis, épocas y la interacción entre estas dos teniendo un coeficiente de variación de 3.50 y todos los valores superiores al 0,05, por lo tanto, no fue necesario realizar las pruebas de Tukey para la variable número de hojas.

Tabla 14.*Análisis de varianza para números de hojas*

Fuente de Variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F
Tratamiento	2.26	9	0.25	1.6 n/s
Dosis	0.39	2	0.20	1.60 n/s
Época	0.77	2	0.38	3.12 n/s
Dosis*Época	1.09	4	0.27	2.22 n/s
Error	2.26	18	0.15	
Total	5.03	29		

Estos resultados obtenidos posiblemente se deban a que los extractos vegetales no incluyen en la variable número de hojas ya que es algo característico de la variedad.

3.4 Diámetro de la pella

Analizando la (**Tabla 15**), se observa el análisis de varianza para la variable diámetro de pella, determinado que existe una respuesta altamente significativa para; tratamientos, dosis y época, pero no para la interacción época por dosis, con un coeficiente de variación de 4.20.

Tabla 15.*Análisis de varianza para diámetro de pella*

Fuente de Variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F
Tratamiento	50.51	9	5.61	29.58 **
Dosis	9.12	2	4.56	17.59 **
Época	31.44	2	15.72	60.64 **
Dosis*Época	2.31	4	0.58	2.23 n/s
Error	3.38	18	0.19	
Total	55.41	29		

En la (**Tabla 16**), se puede observar la distribución de medias para la variable diámetro de la pella, teniendo que el tratamiento (D3A3), (D3A2) Y (D2A2) presentan una similitud numérica pero no estadística, encontrándose el tratamiento (D3A3) con el mayor resultado con una media de 12 cm seguido del tratamiento (D3A2) con una media de 11,93 cm, siendo estos los de mayor diámetro ubicándose en el rango (a). Mientras que el tratamiento (D1A1) presenta una media de 8.73 cm ubicándose en el rango (e) con el menor valor en comparación a los demás tratamientos analizados.

Tabla 16.

Distribución de medias para la variable diámetro de pella mediante la prueba de Tukey al 5%.

TRATAMIENTOS	MEDIAS (cm)	RANGO
D3A3	12.00	a
D3A2	11.93	a
D2A2	11.73	a
D2A3	11.47	a b
D1A3	10.20	b c
D1A2	10.13	c d
D3A1	9.27	c d e
D2A1	8.87	d e
TESTIGO	8.80	e
D1A1	8.73	e

En la (**Tabla 17**), se logra observar que existe variación significativa en la dosis 3 siendo el mayor valor con una media de 11.07 cm encontrándose en el rango (a), mientras que la dosis 1 presenta una media de 9.69 cm encontrándose en el rango (b).

Tabla 17.

Distribución de medias para dosis de aplicaciones en la variable diámetro de la pella

Dosis	Medias (cm)	n	Error Estándar	Rango
3	11.07	9	0.17	a
2	10.69	9	0.17	a
1	9.69	9	0.17	b

En la tabla (**Tabla 18**), se observa que al realizar la aplicación en las 3 épocas analizadas se logró obtener el mayor valor respecto a las otras épocas aplicadas, teniendo una media de 11.27 cm en la variable diámetro de pella encontrándose en el rango (a). Mientras que a 1 época de aplicación se obtuvo una media de 8.96 cm siendo el valor menor.

Tabla 18.

Distribución de medias para épocas de aplicaciones en la variable diámetro de la pella

Épocas	Medias (cm)	n	Error Estándar	Rango
3	11.27	9	0.17	a
2	11.22	9	0.17	a
1	8.96	9	0.17	b

Estos resultados obtenidos posiblemente se deban a que al hacer 3 aplicaciones a los 15, 30 y 45 días con dosis de (15 cm³/L), la planta almacena los componentes bioactivos del extracto de azolla (*Anabaena azollae*) produciendo un efecto positivo en la variable diámetro de la pella, lo que concuerda con **Jasso-de Rodríguez, (2019)**, el mismo que nos dice que las plantas son capaces de almacenar los compuestos bioactivos de los extractos vegetales para crear fuentes de reservas, siendo esta la causa que la variable diámetro de la pella se vea alterada de manera positiva.

3.5. Peso de la pella

Analizando la (**Tabla 19**), se observa el análisis de varianza para la variable peso de la pella, determinando que existe una respuesta altamente significativa para; tratamientos y dosis con un coeficiente de variación de 6.96.

Tabla 19.

Análisis de varianza para peso de la pella

Fuente de Variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F
Tratamiento	89599.38	9	9955.49	16.60 **
Dosis	64210.78	2	32105.39	38.43 **
Época	4025.59	2	2012.79	2.41 n/s
Dosis*Época	3695.26	4	923.81	1.11 n/s
Error	10797.26	18	599.85	
Total	105444.32	29		

En la (**Tabla 20**), se puede observar la distribución de medias para la variable peso de la pella, teniendo que el tratamiento (D3A3) presenta una media de 452.67 g categorizado como (a) y también se logra apreciar que el tratamiento Testigo con una media de 297.27 g se encuentra en el inferior de la tabla presentando el menor valor en función a los demás tratamientos perteneciendo a la categoría (e).

Tabla 20.

Distribución de medias para la variable peso de la pella mediante la prueba de Tukey al 5%.

TRATAMIENTOS	MEDIAS	RANGO
D3A3	452.67	a
D3A2	428.40	a b
D3A1	394.42	a b c
D2A3	359.17	b c d
D2A2	358.73	b c d
D2A1	324.95	d e
D1A2	313.17	d e
D1A1	309.75	d e
D1A3	300.18	d e
TESTIGO	297.27	e

En la (Tabla 21), se logra observar que existe variación significativa en la dosis 3 siendo el mayor valor con una media de 425.16 g encontrándose en el rango (a), mientras que la dosis 1 presenta una media de 307.70 g perteneciendo en el rango (b).

Tabla 21.

Distribución de medias para dosis de aplicaciones en la variable peso de la pella.

Dosis	Medias (cm)	n	Error Estándar	Rango
3	425.16	9	9.63	a
2	347.62	9	9.63	b
1	307.70	9	9.63	c

Según Cuvi (2016), nos menciona en su trabajo de investigación que al aplicar extractos amazónicos en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea var. itálica*) que, si existió significancia en sus tratamientos, por ello concuerdo con Cuvi ya que en el presente trabajo de investigación si hubo incremento en el peso de la pella existiendo variaciones significativas entre los tratamientos. Este resultado se obtiene gracias a que los extractos vegetales contienen metabolitos secundarios que ayudan a las plantas a almacenar mejor sus nutrientes proporcionándoles mayor tamaño a los frutos (Jasso-de Rodríguez et al., 2019)

3.5.1 Rendimiento (Kg/ha)

Analizando la (Tabla 22), se observa el análisis de varianza para la variable rendimiento por hectárea, observando una respuesta altamente significativa para; tratamientos y dosis con un coeficiente de variación de 8.21.

Tabla 22.

Análisis de varianza para rendimiento por hectárea

Fuente de Variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F
Tratamiento	143359002.13	9	15928778.34	16.60 **
Dosis	102737250	2	51368625.04	38.43 **
Época	6440937.19	2	3220468.59	2.41 n/s
Dosis*Época	5912413	4	1478103.26	1.11 n/s
Error	30.53	18	1.70	
Total	210.85	29		

En la (Tabla 23), se observa la distribución de medias para la variable rendimiento por hectárea, teniendo que el tratamiento (D3A3) presenta una media de 18106.67 kg por hectárea categorizado como (a) y de igual forma se logra apreciar que el tratamiento Testigo con una media de 11170.67 kg por hectárea se encuentra en la categoría (e) perteneciendo al menor rendimiento en producción.

Tabla 23.

Distribución de medias para la variable rendimiento por hectárea mediante la prueba de Tukey al 5%.

TRATAMIENTOS	MEDIAS	RANGO
D3A3	18106.67	a
D3A2	17136.00	a b
D3A1	15776.67	a b c
D2A3	14366.67	b c d
D2A2	14349.33	b c d
D2A1	12998.00	c d e
D1A2	12526.67	d e
D1A1	12390.00	d e
D1A3	12007.33	d e
TESTIGO	11170.67	e

En la (Tabla 24), se logra observar que existe variación significativa en la dosis 3 siendo el mayor valor con una media de 17006.44 kg por hectárea encontrándose en el rango (a), mientras que la dosis 1 presenta una media 12308.00 kg por hectárea g perteneciendo en el rango (b) con el valor más bajo entre dosis.

Tabla 24.

Distribución de medias para dosis de aplicaciones en la variable rendimiento por hectárea.

Dosis	Medias (cm)	n	Error Estándar	Rango
3	17006.44	9	385.38	a
2	13904.67	9	385.38	b
1	12308.00	9	385.38	c

Estos resultados obtenidos posiblemente se deban a que al hacer 3 aplicaciones a los 15, 30 y 45 días con dosis de (15 cm³/L) posterior al trasplante, la planta sea capaz de captar la mayor cantidad de componentes bioactivos ya que al realizar la aplicación de forma foliar estamos proporcionado de manera directa el consumo sin que gaste la planta mucha energía, lo que concuerda con **Rodríguez, (2019)**, ya que nos menciona que las plantas mediante el apoplasto absorben los nutrientes y Fito compuestos de forma fácil para posterior almacenarlos en el fruto.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

Se determinó que realizar múltiples aplicaciones a lo largo de las diferentes etapas fenológicas del cultivo, se obtienen resultados notablemente superiores en todos los aspectos. El tratamiento D3A3 (15 cm³ de extracto con unas épocas de aplicaciones a los 15, 30 y 45 días posterior al trasplante), en altura de planta (37.20 cm), volumen radicular (32.73 cm³), diámetro de la pella (12.00 cm) se destaca como la opción más sobresaliente tanto desde una perspectiva estadística como visual, evidenciando un rendimiento considerablemente superior en comparación con las demás alternativas evaluadas.

La dosis más óptima de extracto de azolla (*A. azollae*) fue 15 cm³/L para mejorar las variables respuestas como; Altura de planta (32.76 cm), Volumen radicular, (31,89 cm³), diámetro de la pella (11.07 cm) y el rendimiento en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea var. italica*).

La época adecuada para aplicar el extracto de azolla (*A. azollae*), para mejorar las variables respuestas como; volumen radicular (30.84 cm³) y diámetro de la pella (11.27 cm). Fue a los 15, 30 y 45 días posteriores al trasplante resultó ser la estrategia más efectiva.

4.2 Recomendaciones

Se recomienda usar la siguiente dosis de extracto ($15 \text{ cm}^3 / \text{L}$ de agua) con época de aplicación de 15, 30 y 45 días posterior al trasplante, ya que validamos de forma científica que si tiene efectos positivos en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea var. itálica*).

Se recomienda continuar con investigaciones relacionadas al empleo de extractos vegetales de azolla (*Anabaena azollae*) en calidad de fertilizante foliar. Con base en los hallazgos obtenidos, desarrollando excelentes resultados en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea var. itálica*), se propone explorar distintas dosificaciones, época de aplicación y métodos de utilización. De esta manera, se busca desarrollar una vía alternativa que no solo tenga consideraciones ambientales, sino que también promueva la salud tanto de los agricultores como de los consumidores.

MATERIAL BIBLIOGRÁFICO

- Acosta, J., Martínez, B., Cerdá, A., Ferrández, J., & Núñez, E. (2018). Alimentos de la región de Murcia: Brócoli. *Cátedra UCAM-Santander de Emprendimiento En El Ámbito Agroalimentario*, 10–17. https://www.ucam.edu/sites/default/files/catedras/agro-Santander/informe_brocoli_web.pdf
- Alejandro Espinosa-Antón, A., Mireya Hernández-Herrera, R., & Zapopan Jalisco, N. C. (2020). Extractos bioactivos de algas marinas como bioestimulantes del crecimiento y la protección de las plantas, <https://orcid.org/0000-0001-6207-445X>. *Artículo de Revisión Biotecnología Vegetal*, 20(4), 257–282.
- ALZUGARAY, P., HAASE, D., & ROSE, R. (2004). Efecto del volumen radicular y la tasa de fertilización sobre el comportamiento en terreno de plantas de pino oregón (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) producidas con el método 1+1. *Bosque (Valdivia)*, 25(2), 17–33. <https://doi.org/10.4067/s0717-92002004000200003>
- Ávalos García, A., & Pérez-Urria Carril, E. (2009). Metabolismo secundario de plantas. *Reduca (Biología). Serie Fisiología Vegetal*, 2(3), 119–145.
- Cabezas Monteros, R. J. (2013). Relación simbiótica (*Azolla caroliniana*, *A. filiculoides*, *A. mexicana*)-*anabaena* (*Anabaena azollae*) para la producción de nitrógeno en ecosistemas acuáticos de la zona de Cayambe. *Tesis*, 1–100. <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/5081/1/UPS-CYT00109.pdf>
- Carabalí, M. L. (2014). *Afloramiento de Azolla sp. presente en el humedal Carabalo (Valle del Cauca) Colombia: metabolitos secundarios y evaluación preliminar de toxicidad*. 96. <http://bdigital.unal.edu.co/49682/1/TesisFinal.pdf>
- Carchi, M. (2011). Evaluación de tres bioestimulantes orgánicos en el cultivo de Brócoli (*Brassica oleracea* L.), cantón Latacunga, Provincia de Cotopaxi. Ingeniero agrónomo. Universidad técnica de Babahoyo. <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/130>
- Casa, F., & Clavijo, H. (2018). Universidad técnica de cotopaxi. In *Universidad Técnica De Cotopaxi Facultad* (Vol. 1). <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/4501/1/PI-000727.pdf>
- Celis, A., Mendoza, C., & Pachón, E. (2019). Uso de extractos vegetales en el manejo integrado de plagas. In *Scielo* (Vol. 18, Issue 29, pp. 1–12).
- Chuengsamarn, S., Rattanamongkolgul, S., Luechapudiporn, R., Phisalaphong, C., & Jirawatnotai, S. (2012). Curcumin extract for prevention of type 2 diabetes. *Diabetes Care*, 35(11), 2121–2127. <https://doi.org/10.2337/dc12-0116>

- Cuvi, F. (2016). EFECTO DE SEIS EXTRACTOS DE PLANTAS AMAZÓNICAS SOBRE EL CULTIVO DE BRÓCOLI (*Brassica oleracea* L. var *Italica* cv. Avenger) Y SU ENTOMOFAUNA ASOCIADA. Escuela Superior Politécnica De Chimborazo.
- Espinosa-Antón, Adrián Alejandro, Hernández-Herrera, Rosalba Mireya, & González-González, Mayelín. (2020). Extractos bioactivos de algas marinas como bioestimulantes del crecimiento y la protección de las plantas. *Biotecnología Vegetal*, 20(4), 257-282. Epub 01 de diciembre de 2020. Recuperado en 31 de agosto de 2023, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2074-86472020000400257&lng=es&tlng=es.
- Flor, C. U. M., Edición, C. X. I. I., Aplicación, F. D. E., Intoxicación, E. N. C. D. E., Ltda, A. C., Francisco, S., Andina, R. N., Por, D., Ltda., A. C., Acci, M. D. E., & Peligroso, M. (n.d.). *Vademécum florícola xii edición*.
- Gavilanes, E. J. (2015). *EVALUACIÓN DEL HELECHO DE AGUA ASOCIADO CON ANABAENA (Azolla anabaena) COMO SUSTRATO ECOLÓGICO PARA PRODUCCIÓN DE PLANTAS DE BRÓCOLI (Brassica oleracea L, variedad itálica), EN LA PARROQUIA MONTALVO.* 112. [http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/10941/1/tesis-039 Maestría en Agroecología y Ambiente - CD 335.pdf](http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/10941/1/tesis-039%20Maestría%20en%20Agroecología%20y%20Ambiente%20-%20CD%20335.pdf)
- Google satelital. (2022). Salcedo, Ecuador. [Imagen satelital]. Google Earth.
- Guañuna, P. (2018). Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito. Tesis, 1, 141. <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/5081/1/UPS-CYT00109.pdf>
- Jasso-de Rodríguez, D., Alonso-Cueva, C. F., Rodríguez-García, R., Ramírez, H., Díaz-Jiménez, L., Villareal-Quintanilla, J. A., & Juárez-Maldonado, A. (2019). Extractos de plantas del semidesierto en la inducción del crecimiento de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill). *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 7(1), 1–10. <https://doi.org/10.19136/era.a7n1.2342>
- Juan A. (2020). Las algas y sus usos en la agricultura. Una visión actualizada. *Cultivos Tropicales*, 41(2), e10. Epub 01 de junio de 2020. Recuperado en 31 de agosto de 2023, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362020000200010&lng=es&tlng=es
- Julio H. Toledo. (2003). Cultivo del brócoli. Instituto Nacional de Investigación Agraria, pp 1,59.
- LIFE MED WET RIVERS. (n.d.). Datos básicos de *Azolla* spp.
- MAGAP. (2015). Cantón Saquisilí / Bloque 1 . 3 Proyecto : “ Levantamiento De Cartografía Temática. 1–72. http://metadatos.sigtierras.gob.ec/pdf/Memoria_tecnica_Coberturas_GONZALO_PIZARRO_20150601.pdf <https://www.googleearth.com/AquíVaElEnlaceDirectoALaImagen>

- Mosquera Lenti, J., & Calderón Rodríguez, A. (2016). EVALUACIÓN DE PARÁMETROS BIOQUÍMICOS Y MORFOGENÉTICOS EN LA SIMBIOSIS *Azolla filiculoides* – *Anabaena azollae* COMO RESPUESTA A LA INTERACCIÓN DE LA CALIDAD DE LUZ Y DOS NIVELES DE NITRÓGENO. *Ecología Aplicada*, 1(1–2), 89. <https://doi.org/10.21704/rea.v1i1-2.235>
- Noé, M. J. (2020). Fertilización foliar con extractos de algas marinas en el rendimiento y calidad del brócoli. 44.
- Pretty, J. (2008). Agricultural sustainability: Concepts, principles and evidence. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 363(1491), 447–465. <https://doi.org/10.1098/rstb.2007.2163>
- Rubio, J., & Rodríguez, S. (2018). “Extracción de compuestos bioactivos mediante pre- tratamiento con microondas de subproductos vitivinícolas. Valorización del raspón de la uva.” *UdeV*, 1(1), 15.
- Sepúlveda-Jiménez, G. (2003). Sepúlveda Jiménez, Gabriela; Porta Ducoing, Helena; Rocha Sosa, Mario. *Rev Mex Fitopatol*, 21(3), 355–363. <http://redalyc.uaemex.mx>
- Soto, V. C., González, R. E., & Galmarini, C. R. (2021). Bioactive compounds in vegetables, Is there consistency in the published information? A systematic review. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 96(5), 570–587. <https://doi.org/10.1080/14620316.2021.1899061>
- Tecnología-Produce. (2014). *Época de Siembra*. pp 107–108. https://www.cofupro.org.mx/cofupro/archivo/fondo_sectorial/Michoacan/31michoacan.pdf
- Toapanta, J. (2022). EVALUACIÓN DE LA APLICACIÓN DE EXTRACTO DE ALGAS MARINAS (*Ascophyllum nodosum*) Y ÁCIDOS HÚMICOS EN EL CULTIVO DE BRÓCOLI (*Brassica oleracea* Var. *Italica*). Universidad técnica de Ambato. <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/36450>
- Vademecum agrícola, edifarm. (2014). Ed, division de publicación técnicas. Edifarm

Anexos

Anexo 1.

Análisis de varianza de las variables respuestas.

Análisis de la varianza

ALTURA DE PLANTA

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
altura planta	30	0,86	0,77	4,18

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Repetición	0,17	2	0,08	0,05	0,9518
tratamiento	180,15	9	20,02	11,80	<0,0001
Error	30,53	18	1,70		
Total	210,85	29			

Contrastes

tratamiento	Contraste	E.E.	SC	gl	CM	F	p-valor
T VS RESTO	11,20	7,13	4,18	1	4,18	2,47	0,1338
Total			4,18	1	4,18	2,47	0,1338

Coefficientes de los contrastes

tratamiento	Ct.1
1	1,00
2	1,00
3	1,00
4	1,00
5	1,00
6	1,00
7	1,00
8	1,00
9	1,00
10	-9,00

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=3,81228

Error: 1,6959 gl: 18

tratamiento	Medias	n	E.E.				
9	37,20	3	0,75	A			
6	33,13	3	0,75		B		
8	32,13	3	0,75		B	C	
5	31,27	3	0,75		B	C	D
4	30,53	3	0,75		B	C	D
3	30,27	3	0,75		B	C	D
10	30,00	3	0,75		B	C	D
2	29,47	3	0,75		B	C	D
7	28,93	3	0,75			C	D
1	28,27	3	0,75				D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

VOLUMEN RADICULAR

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
VOLUMEN RAD	30	0,80	0,68	5,09

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	167,35	11	15,21	6,65	0,0002
repeticionr	1,39	2	0,70	0,30	0,7411
tratamiento	165,95	9	18,44	8,06	0,0001
Error	41,19	18	2,29		
Total	208,54	29			

Contrastes

tratamiento	Contraste	E.E.	SC	gl	CM	F	p-valor
Contrastel	27,60	8,29	25,39	1	25,39	11,10	0,0037
Total			25,39	1	25,39	11,10	0,0037

Coefficientes de los contrastes

tratamiento	Ct.1
1	1,00
2	1,00
3	1,00
4	1,00
5	1,00
6	1,00
7	1,00
8	1,00
9	1,00
10	-9,00

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=4,42854

Error: 2,2884 gl: 18

tratamiento	Medias	n	E.E.				
9	32,73	3	0,87	A			
8	32,53	3	0,87	A			
6	31,93	3	0,87	A	B		
5	31,07	3	0,87	A	B	C	
7	30,40	3	0,87	A	B	C	
4	29,87	3	0,87	A	B	C	D
2	28,00	3	0,87		B	C	D
3	27,87	3	0,87		B	C	D
10	26,93	3	0,87			C	D
1	25,60	3	0,87				D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

NÚMERO DE HOJAS

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
N HOJAS	30	0,47	0,14	3,50

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Repeticiones	0,08	2	0,04	0,28	0,7616
Tratamiento	2,26	9	0,25	1,68	0,1665
Error	2,69	18	0,15		
Total	5,03	29			

Contrastes

tratamiento	Contraste	E.E.	SC	gl	CM	F	p-valor
Contrastel	0,53	2,12	0,01	1	0,01	0,06	0,8040
Total			0,01	1	0,01	0,06	0,8040

Coefficientes de los contrastes

tratamiento	Ct.1
1	1,00
2	1,00
3	1,00
4	1,00
5	1,00
6	1,00
7	1,00
8	1,00
9	1,00
10	-9,00

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,13184

Error: 0,1495 gl: 18

tratamiento	Medias	n	E.E.	
9	11,53	3	0,22	A
4	11,47	3	0,22	A
3	11,27	3	0,22	A
6	11,07	3	0,22	A
8	11,00	3	0,22	A
10	11,00	3	0,22	A
5	10,93	3	0,22	A
7	10,87	3	0,22	A
2	10,73	3	0,22	A
1	10,67	3	0,22	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

DIAMETRO DE LA PELLA

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
DIAM PELLA	30	0,94	0,90	4,20

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
repeticiones	1,52	2	0,76	4,05	0,0353
tratamiento	50,51	9	5,61	29,85	<0,0001
Error	3,38	18	0,19		
Total	55,41	29			

Contrastes

tratamiento	Contraste	E.E.	SC	gl	CM	F	p-valor
Contrastel	15,13	2,37	7,63	1	7,63	40,61	<0,0001
Total			7,63	1	7,63	40,61	<0,0001

Coefficientes de los contrastes

tratamiento	Ct.1
1	1,00
2	1,00
3	1,00
4	1,00
5	1,00
6	1,00
7	1,00
8	1,00
9	1,00
10	-9,00

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,26932

Error: 0,1880 gl: 18

tratamiento	Medias	n	E.E.					
9	12,00	3	0,25	A				
8	11,93	3	0,25	A				
5	11,73	3	0,25	A				
6	11,47	3	0,25	A	B			
3	10,20	3	0,25		B	C		
2	10,13	3	0,25			C	D	
7	9,27	3	0,25			C	D	E
4	8,87	3	0,25				D	E
10	8,80	3	0,25					E
1	8,73	3	0,25					E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

PESO DE LA PELLA

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
REND	30	0,90	0,84	6,96

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Repeticiones	5047,68	2	2523,84	4,21	0,0317
Tratamiento	89599,38	9	9955,49	16,60	<0,0001
Error	10797,26	18	599,85		
Total	105444,32	29			

Contrastes

tratamiento	Contraste	E.E.	SC	gl	CM	F	p-valor
Contrastel	728,03	134,15	17667,75	1	17667,75	29,45	<0,0001
Total			17667,75	1	17667,75	29,45	<0,0001

Coefficientes de los contrastes

tratamiento	Ct.1
1	1,00
2	1,00
3	1,00
4	1,00
5	1,00
6	1,00
7	1,00
8	1,00
9	1,00
10	-9,00

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=71,69872

Error: 599,8480 gl: 18

tratamiento	Medias	n	E.E.					
9	452,67	3	14,14	A				
8	428,40	3	14,14	A	B			
7	394,42	3	14,14	A	B	C		
6	359,17	3	14,14		B	C	D	
5	358,73	3	14,14		B	C	D	
4	324,95	3	14,14			C	D	E
2	313,17	3	14,14				D	E
1	309,75	3	14,14				D	E
3	300,18	3	14,14				D	E
10	279,27	3	14,14					E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

ANEXO 2:

Análisis de varianza factorial de las variables respuestas.

**Análisis de la varianza
ALTURA DE PLANTA**

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
altura planta	27	0,85	0,79	4,16

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	175,97	8	22,00	13,14	<0,0001
Dosis	54,86	2	27,43	16,39	0,0001
epoca	83,90	2	41,95	25,06	<0,0001
Dosis*epoca	37,21	4	9,30	5,56	0,0043
Error	30,13	18	1,67		
Total	206,11	26			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,55664

Error: 1,6741 gl: 18

Dosis	Medias	n	E.E.	
3	32,76	9	0,43	A
2	31,64	9	0,43	A
1	29,33	9	0,43	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,55664

Error: 1,6741 gl: 18

epoca	Medias	n	E.E.	
3	33,53	9	0,43	A
2	30,96	9	0,43	B
1	29,24	9	0,43	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=3,70159

Error: 1,6741 gl: 18

Dosis	epoca	Medias	n	E.E.				
3	3	37,20	3	0,75	A			
2	3	33,13	3	0,75		B		
3	2	32,13	3	0,75		B	C	
2	2	31,27	3	0,75		B	C	D
2	1	30,53	3	0,75		B	C	D
1	3	30,27	3	0,75		B	C	D
1	2	29,47	3	0,75		B	C	D
3	1	28,93	3	0,75			C	D
1	1	28,27	3	0,75				D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

VOLUMEN RADICULAR

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
VOLUMEN RAD	27	0,78	0,68	5,06

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Dosis	113,15	2	56,57	25,11	<0,0001
epoca	26,06	2	13,03	5,78	0,0115
Dosis*epoca	1,35	4	0,34	0,15	0,9606
Error	40,56	18	2,25		
Total	181,12	26			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,80599

Error: 2,2533 gl: 18

Dosis	Medias	n	E.E.	
3	31,89	9	0,50	A
2	30,96	9	0,50	A
1	27,16	9	0,50	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,80599

Error: 2,2533 gl: 18

epoca	Medias	n	E.E.	
3	30,84	9	0,50	A
2	30,53	9	0,50	A
1	28,62	9	0,50	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=4,29451

Error: 2,2533 gl: 18

Dosis	epoca	Medias	n	E.E.			
3	3	32,73	3	0,87	A		
3	2	32,53	3	0,87	A		
2	3	31,93	3	0,87	A	B	
2	2	31,07	3	0,87	A	B	
3	1	30,40	3	0,87	A	B	
2	1	29,87	3	0,87	A	B	C
1	2	28,00	3	0,87		B	C
1	3	27,87	3	0,87		B	C
1	1	25,60	3	0,87			C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

NÚMERO DE HOJAS

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
N HOJAS	27	0,50	0,28	3,17

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Dosis	0,39	2	0,20	1,60	0,2288
epoca	0,77	2	0,38	3,12	0,0686
Dosis*epoca	1,09	4	0,27	2,22	0,1080
Error	2,21	18	0,12		
Total	4,47	26			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,42188

Error: 0,1230 gl: 18

Dosis	Medias	n	E.E.	
2	11,16	9	0,12	A
3	11,13	9	0,12	A
1	10,89	9	0,12	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,42188

Error: 0,1230 gl: 18

epoca	Medias	n	E.E.	
3	11,29	9	0,12	A
1	11,00	9	0,12	A
2	10,89	9	0,12	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,00320

Error: 0,1230 gl: 18

Dosis	epoca	Medias	n	E.E.	
3	3	11,53	3	0,20	A
2	1	11,47	3	0,20	A
1	3	11,27	3	0,20	A
2	3	11,07	3	0,20	A
3	2	11,00	3	0,20	A
2	2	10,93	3	0,20	A
3	1	10,87	3	0,20	A
1	2	10,73	3	0,20	A
1	1	10,67	3	0,20	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

DIAMETRO DE PELLA

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
DIAM PELLA	27	0,90	0,86	4,94

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Dosis	9,12	2	4,56	17,59	0,0001
epoca	31,44	2	15,72	60,64	<0,0001
Dosis*epoca	2,31	4	0,58	2,23	0,1069
Error	4,67	18	0,26		
Total	47,54	26			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,61259

Error: 0,2593 gl: 18

Dosis	Medias	n	E.E.	
3	11,07	9	0,17	A
2	10,69	9	0,17	A
1	9,69	9	0,17	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,61259

Error: 0,2593 gl: 18

epoca	Medias	n	E.E.	
2	11,27	9	0,17	A
3	11,22	9	0,17	A
1	8,96	9	0,17	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,45669

Error: 0,2593 gl: 18

Dosis	epoca	Medias	n	E.E.				
3	3	12,00	3	0,29	A			
3	2	11,93	3	0,29	A			
2	2	11,73	3	0,29	A			
2	3	11,47	3	0,29	A	B		
1	3	10,20	3	0,29		B	C	
1	2	10,13	3	0,29		B	C	D
3	1	9,27	3	0,29			C	D
2	1	8,87	3	0,29			C	D
1	1	8,73	3	0,29				D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

PESO DE LA PELLA

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
REND	27	0,83	0,75	8,21

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Dosis	64210,78	2	32105,39	38,43	<0,0001
epoca	4025,59	2	2012,79	2,41	0,1183
Dosis*epoca	3695,26	4	923,81	1,11	0,3841
Error	15037,62	18	835,42		
Total	86969,25	26			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=34,77407

Error: 835,4233 gl: 18

Dosis	Medias	n	E.E.	
3	425,16	9	9,63	A
2	347,62	9	9,63	B
1	307,70	9	9,63	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=34,77407

Error: 835,4233 gl: 18

epoca	Medias	n	E.E.	
3	370,67	9	9,63	A
2	366,77	9	9,63	A
1	343,04	9	9,63	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=82,69032

Error: 835,4233 gl: 18

Dosis	epoca	Medias	n	E.E.				
3	3	452,67	3	16,69	A			
3	2	428,40	3	16,69	A	B		
3	1	394,42	3	16,69	A	B	C	
2	3	359,17	3	16,69		B	C	D
2	2	358,73	3	16,69		B	C	D
2	1	324,95	3	16,69			C	D
1	2	313,17	3	16,69			C	D
1	1	309,75	3	16,69				D
1	3	300,18	3	16,69				D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Anexo 3.

Análisis de suelo.



DATOS DEL CLIENTE

Cliente: Gandhi Esteban Viteri Jimenez
Dirección: Ambato **Telefono:**
Provincia: Tungurahua **Canton:**

INFORMACION DE LA MUESTRA

Tipo de Muestra: suelo
Fecha de toma de muestra: 20/4/2023 **Dirección de la muestra:** Salcedo
Fecha de recepción: 21/4/2023 **ID. Lab**
Cultivo anterior: **Cultivo actual:**
Observaciones:

RESULTADOS						
Id. Cliente	Parametros		Resultado	Unidad	Nivel	Técnica analítica
	N TOTAL	kjeldahl	0,10	%	bajo	Volumétrica
	P	Olsen mod.	34,0	ppm	alto	Colorimétrico
	K	Ac.Am	0,18	meq/100g	bajo	A.atômica
	Ca	Ac.Am	6,8	meq/100g	alto	A.atômica
	Mg	Ac.Am	1,8	meq/100g	alto	A.atômica
	Cu	Olsen mod.	1	ppm	medio	A.atômica
	Mn	Olsen mod.	1,0	ppm	bajo	A.atômica
	Zn	Olsen mod.	1,0	ppm	bajo	A.atômica
	PH	H2O 1:2.5	7,77		Ligeram. Alcalino	Potenciometrico
	M.O.	W-B	3,21	%	medio	Gravimetrico
	C.E	H2O 1:2.5	0,16	mmhos/cm	no salino	Conduclimetrico
	Textura	clase textural		arena %		bouyoucus
limo %						
arcilla %						
	Ca/Mg	calculo	3,8	meq/100g	Óptimo	N/A
	Mg/K	calculo	10,0	meq/100g	Óptimo	N/A
	(Ca+Mg)/K	calculo	47,8	meq/100g	alto	N/A



0980622817/0985458514
 Ing. Carlos Mayorga
 TOTALCHEM

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

Anexo 4.

Recolección y secado del material vegetal. (A. azollae)



Anexo 5.

Preparación del terreno.



Anexo 6.

Aplicación del extracto a los distintos tratamientos.



Anexo 7.

Labores culturales.



Anexo 8.

Levantamiento de datos de la variable altura de planta.



Anexo 9.

Levantamiento de datos de la variable volumen radícula.



Anexo 10.

Levantamiento de datos de la variable peso de la pella.

