



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES**  
**CARRERA AGRONOMÍA**

**EVALUACIÓN DE DOS FUNGICIDAS Y TRES BIOPRODUCTOS**  
**PARA EL CONTROL DE *Plasmodiophora brassicae* Woronin EN EL**  
**RENDIMIENTO DEL BRÓCOLI (*Brassica oleracea* var. *italica*)**

**Trabajo de Integración Curricular**

**Tipo:** Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERA AGRÓNOMA**

**AUTORA:**

**CARINA ELIZABETH CAJO AJO**

Riobamba – Ecuador

2023



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES**  
**CARRERA AGRONOMÍA**

**EVALUACIÓN DE DOS FUNGICIDAS Y TRES BIOPRODUCTOS**  
**PARA EL CONTROL DE *Plasmodiophora brassicae* Woronin EN EL**  
**RENDIMIENTO DEL BRÓCOLI (*Brassica oleracea* var. *italica*)**

**Trabajo de Integración Curricular**

**Tipo:** Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERA AGRÓNOMA**

**AUTORA:** CARINA ELIZABETH CAJO AJO

**DIRECTOR:** ING.PABLO ISRAEL ALVAREZ ROMERO Ph.D

Riobamba – Ecuador

2023

© 2023, Carina Elizabeth Cajo Ajo

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, Carina Elizabeth Cajo Ajo, declaro que el presente Trabajo de Integración Curricular es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autora asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 22 de mayo de 2023

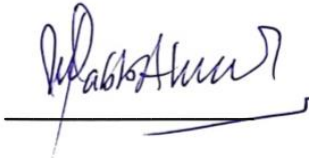


**Carina Elizabeth Cajo Ajo**

**060508551-3**

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES**  
**CARRERA AGRONOMÍA**

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular; tipo: Proyecto de Investigación, **EVALUACIÓN DE DOS FUNGICIDAS Y TRES BIOPRODUCTOS PARA EL CONTROL DE *Plasmodiophora brassicae* Woronin EN EL RENDIMIENTO DEL BRÓCOLI (*Brassica oleracea* var. *italica*)**, realizado por el señor/ la señorita: **CARINA ELIZABETH CAJO AJO**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	<b>FIRMA</b>	<b>FECHA</b>
Ing. Víctor Alberto Lindao Córdova <b>PRESIDENTE DEL TRIBUNAL</b>		2023-05-22
Ing. Pablo Israel Álvarez Romero <b>DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR</b>		2023-05-22
Ing. Norma Soledad Erazo Sandoval <b>ASESORA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR</b>		2023-05-22

## **DEDICATORIA**

A Dios quién siempre sostuvo mi mano durante este largo trayecto, a mis padres por enseñarme valores y brindarme su apoyo durante este camino, a mis hermanos por enseñarme a no rendirme y perseguir mis sueños, a mis suegros por apoyarme y fortalecer mis conocimientos dentro del área y a mi querido esposo quien a sido un apoyo fundamental en este proceso.

Carina

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por guiarme y bendecirme en el proceso profesional, a mis padres, hermanos por formar parte importante dentro de mi proceso académico, a mis suegros por brindarme nuevos conocimientos, a mi esposo por enseñarme a ser perseverante y constante, a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo quien me formo con excelente formación académica y sobre todo con valores humanos, a la Facultad de Recursos Naturales, a los docentes de la carrera de Ingeniería Agronómica, por brindarme excelentes conocimientos y experiencias, al Ingeniero Pablo Álvarez Ph.D. por guiarme en esta investigación en su calidad de director, a la Ingeniera Norma Erazo Ph.D., por compartir sus conocimientos en su calidad de Asesora.

Carina

## ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	xii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xiii
RESUMEN.....	xiv
SUMMARY.....	xv
INTRODUCCIÓN.....	1

### CAPÍTULO I

1. Problema de investigación.....	2
1.1 Planteamiento del problema.....	2
1.2 Objetivos.....	2
1.3 Justificación.....	2
1.4 Hipótesis.....	3

### CAPITULO II

2. Marco teórico Referencial.....	4
2.1 Hernia de las crucíferas ( <i>Plasmodiophora brassicae</i> Woronin).....	4
2.1.1 Taxonomía.....	4
2.1.2 Ciclo biológico.....	5
2.1.3 Síntomas.....	6
2.1.4 Especies afectadas.....	6
2.1.5 Manejo integral.....	7
2.2 Control químico de la hernia.....	8
2.2.1 Fluazinam.....	8
2.2.2 Cyazofamid.....	8
2.3 Control biológico.....	9



2.3.1	<i>Trichoderma harzianum</i> .....	9
2.3.2	<i>Bacillus subtilis</i> .....	10
2.4	<b>Cultivo de brócoli</b> .....	10
2.4.1	<i>Clasificación taxonómica</i> .....	11
2.4.2	<i>Características morfológicas</i> .....	11
2.4.3	<i>Requerimientos generales del cultivo</i> .....	13

### CAPITULO III

3.	<b>MARCO METODOLÓGICO</b> .....	15
3.1	<b>Características del lugar</b> .....	15
3.1.1	<i>Localización</i> .....	15
3.1.2	<i>Ubicación geográfica</i> .....	15
3.1.3	<i>Condiciones climáticas</i> .....	15
3.2	<b>Materiales y equipo</b> .....	15
3.2.1	<i>Materiales de campo</i> .....	15
3.2.2	<i>Material biológico</i> .....	15
3.2.3	<i>Materiales de oficina</i> .....	16
3.3	<b>Especificaciones del campo experimental</b> .....	16
3.3.1	<i>Unidad experimental</i> .....	16
3.3.2	<i>Especificaciones del campo experimental</i> .....	16
3.3.3	<i>Forma de la parcela</i> .....	16
3.4	<b>Factores y tratamientos en estudio</b> .....	16
3.4.1	<i>Croquis del ensayo</i> .....	16
3.4.2	<i>Tratamientos en estudio</i> .....	17
3.4.3	<i>Diseño experimental</i> .....	17
3.4.4	<i>Análisis económico</i> .....	18
3.5	<b>Variables y métodos de evaluación</b> .....	18
3.5.1	<i>Incidencia de <i>Plasmodiophora brassicae</i></i> .....	18

3.5.2	<i>Severidad de Plasmodiophora brassicae</i> .....	18
3.5.3	<i>Peso fresco de las raíces</i> .....	20
3.5.4	<i>Altura de la planta</i> .....	20
3.5.5	<i>Diámetro de la pella</i> .....	20
3.5.6	<i>Peso de la pella</i> .....	21
3.5.7	<i>Rendimiento</i> .....	21
3.5.8	<i>Análisis económico</i> .....	21
3.6	<b>Manejo del cultivo</b> .....	21
3.6.1	<i>Preparación del suelo y delimitación de parcelas</i> .....	21
3.6.2	<i>Recomendaciones de fertilización</i> .....	21
3.6.3	<i>Labores culturales</i> .....	21

#### CAPITULO IV

4.	<b>MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS</b> .....	23
4.1	<b>Incidencia de <i>Plasmodiophora brassicae</i></b> .....	23
4.2	<b>Severidad</b> .....	25
4.3	<b>Peso fresco de las raíces</b> .....	29
4.4	<b>Altura a los 15, 30,45,60 y 75 ddt</b> .....	30
4.5	<b>Diámetro de la pella</b> .....	31
4.6	<b>Peso de la pella (kg)</b> .....	33
4.7	<b>Rendimiento</b> .....	35
4.8	<b>Análisis económico</b> .....	37
4.9	<b>Discusión</b> .....	38
4.10	<b>Comprobación de la hipótesis</b> .....	41

#### CAPITULO V

5.	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	42
5.1	<b>Conclusiones</b> .....	42

<b>5.2 Recomendaciones</b> .....	43
----------------------------------	----

**GLOSARIO**

**BIBLIOGRAFÍA**

**ANEXOS**

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1-3:</b>	Tratamientos en estudio .....	17
<b>Tabla 2-3:</b>	Esquema del análisis de varianza.....	18
<b>Tabla 3-3:</b>	Escala de severidad.....	18
<b>Tabla 4-3:</b>	Labores culturales.....	22
<b>Tabla 5-4:</b>	ANOVA de la incidencia a los 24, 32 y 40 ddt en plantas tratadas con dos fungicidas y tres bioproductos para el control <i>Plasmodiophora brassicae</i> .....	24
<b>Tabla 6-4:</b>	ANOVA de la incidencia a los 48,56 y 64 ddt en plantas tratadas con dos fungicidas y tres bioproductos para el control de <i>Plasmodiophora brassicae</i> .....	25
<b>Tabla 7-4:</b>	ANOVA de la severidad en plantas tratadas con dos fungicidas y tres bioproductos para el control <i>Plasmodiophora brassicae</i> .....	26
<b>Tabla 8-4:</b>	Promedios de la variable severidad en plantas tratadas con dos fungicidas y tres bioproductos para el control de <i>Plasmodiophora brassicae</i> .....	27
<b>Tabla 9-4:</b>	Eficiencia biológica en plantas tratadas con dos fungicidas y tres bioproductos para el control de <i>Plasmodiophora brassicae</i> .....	28
<b>Tabla 10-4:</b>	ANOVA del peso fresco de las raíces en plantas tratadas con dos fungicidas y tres bioproductos para el control <i>Plasmodiophora brassicae</i> .....	29
<b>Tabla 11-4:</b>	ANOVA de la altura a los 15, 30 y 45 ddt en plantas tratadas con dos fungicidas y tres bioproductos para el control <i>Plasmodiophora brassicae</i> .....	30
<b>Tabla 12-4:</b>	ANOVA de la altura a los 60 y 75 ddt en plantas tratadas con dos fungicidas y tres bioproductos para el control <i>Plasmodiophora brassicae</i> .....	31
<b>Tabla 13-4:</b>	ANOVA del diámetro de la pella evaluada a los 73 y 87 ddt en plantas tratadas con dos fungicidas y tres bioproductos para el control de <i>Plasmodiophora brassicae</i> .....	32
<b>Tabla 14-4:</b>	Diámetro final de las pellas evaluada a los 90 ddt en plantas tratadas con dos fungicidas y tres bioproductos para el control de <i>Plasmodiophora brassicae</i> .....	33
<b>Tabla 15-4:</b>	Peso final de las pellas evaluada a los 90 ddt en plantas tratadas con dos fungicidas y tres bioproductos para el control de <i>Plasmodiophora brassicae</i> .....	34
<b>Tabla 16-4:</b>	ANOVA del rendimiento en plantas tratadas con dos fungicidas y tres bioproductos para el control de <i>Plasmodiophora brassicae</i> .....	36
<b>Tabla 17-4:</b>	Promedio del rendimiento en plantas tratadas con dos fungicidas y tres bioproductos para el control de <i>Plasmodiophora brassicae</i> .....	37
<b>Tabla 18-4:</b>	Rendimiento.....	37
<b>Tabla 19-4:</b>	Análisis económico de los tratamientos evaluados con dos fungicidas y tres bioproductos para el control de <i>Plasmodiophora brassicae</i> .....	38

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<b>Ilustración 1-2:</b>	Ciclo de vida de <i>Plasmodiophora brassicae</i> .....	5
<b>Ilustración 2-3:</b>	Croquis de la experimentación .....	17
<b>Ilustración 3-4:</b>	Evaluación de la variable incidencia en plantas tratadas con dos fungicidas y tres bioproductos para el control de <i>Plasmodiophora brassicae</i> . .....	23
<b>Ilustración 4-4:</b>	Incidencia en plantas tratadas con dos fungicidas y tres bioproductos para el control de <i>Plasmodiophora brassicae</i> en brócoli. ....	24
<b>Ilustración 5-4:</b>	Evaluación de la severidad en plantas tratadas con dos fungicidas y tres bioproductos para el control de <i>Plasmodiophora brassicae</i> en brócoli. ....	25
<b>Ilustración 6-4:</b>	Severidad evaluada a los 90 ddt en plantas tratadas con dos fungicidas y tres bioproductos para el control de <i>Plasmodiophora brassicae</i> . ....	26
<b>Ilustración 7-4:</b>	Promedios de severidad en plantas tratadas con dos fungicidas y tres bioproductos para el control de <i>Plasmodiophora brassicae</i> . ....	27
<b>Ilustración 8-4:</b>	Comparación de la severidad entre tratamientos, (A) plantas tratadas con cyazofamid (T2) y (B) plantas tratadas con <i>Trichoderma harzianum</i> (T3). .	28
<b>Ilustración 9-4:</b>	Peso fresco de las raíces evaluado a los 90 ddt en plantas tratadas con dos fungicidas y tres bioproductos para el control de <i>Plasmodiophora brassicae</i> .....	29
<b>Ilustración 10-4:</b>	Altura evaluada a los 15, 30, 45, 60 y 75 ddt en plantas tratadas con dos fungicidas y tres bioproductos para el control de <i>Plasmodiophora brassicae</i> .....	30
<b>Ilustración 11-4:</b>	Diámetro de la pella evaluada a los 73 y 87 ddt en plantas tratadas con dos fungicidas y tres bioproductos para el control de <i>Plasmodiophora brassicae</i> .....	31
<b>Ilustración 12-4:</b>	Diámetro final de la pella evaluada a los 90 ddt en plantas tratadas con dos fungicidas y tres bioproductos para el control de <i>Plasmodiophora brassicae</i> .....	32
<b>Ilustración 13-4:</b>	Peso de la pella evaluada a los 90 ddt en plantas tratadas con dos fungicidas y tres bioproductos para el control de <i>Plasmodiophora brassicae</i> .....	33
<b>Ilustración 14-4:</b>	Promedios del peso de la pella en plantas tratadas con dos fungicidas y tres bioproductos para el control de <i>Plasmodiophora brassicae</i> . ....	34
<b>Ilustración 15-4:</b>	Rendimiento en plantas tratadas con dos fungicidas y tres bioproductos para el control de <i>Plasmodiophora brassicae</i> .....	35
<b>Ilustración 16-4:</b>	Promedios de rendimiento en plantas tratadas con dos fungicidas y tres bioproductos para el control de <i>Plasmodiophora brassicae</i> . ....	36

## **ÍNDICE DE ANEXOS**

- ANEXO A:** COEFICIENTE DE VARIACIÓN Y PRUEBA DE NORMALIDAD (SHAPIRO - WILK) PARA LA VARIABLE INCIDENCIA
- ANEXO B:** COEFICIENTE DE VARIACIÓN Y PRUEBA DE NORMALIDAD (SHAPIRO - WILK) PARA LA VARIABLE SEVERIDAD
- ANEXO C:** COEFICIENTE DE VARIACIÓN Y PRUEBA DE NORMALIDAD (SHAPIRO - WILK) PARA LA VARIABLE PESO FRESCO DE LAS RAÍCES
- ANEXO D:** COEFICIENTE DE VARIACIÓN Y PRUEBA DE NORMALIDAD (SHAPIRO - WILK) PARA LA VARIABLE ALTURA
- ANEXO E:** COEFICIENTE DE VARIACIÓN Y PRUEBA DE NORMALIDAD (SHAPIRO - WILK) PARA LA VARIABLE DIÁMETRO DE LA PELLA
- ANEXO F:** COEFICIENTE DE VARIACIÓN Y PRUEBA DE NORMALIDAD (SHAPIRO - WILK) PARA LA VARIABLE PESO DE LA PELLA
- ANEXO G:** COEFICIENTE DE VARIACIÓN Y PRUEBA DE NORMALIDAD (SHAPIRO - WILK) PARA LA VARIABLE RENDIMIENTO
- ANEXO H:** INCIDENCIA DE *Plasmodiophora brassicae*
- ANEXO I:** INCIDENCIA Y SEVERIDAD
- ANEXO J:** SEVERIDAD
- ANEXO K:** ALTURA
- ANEXO L:** COSTOS DE PRODUCCIÓN
- ANEXO M :** TOMA DE MUESTRA PARA EL ANÁLISIS DE SUELO
- ANEXO N:** ETIQUETADO DE LA MUESTRA DE SUELO
- ANEXO O:** PREPARACIÓN Y DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE EXPERIMENTACIÓN
- ANEXO P:** DESHIERVE
- ANEXO Q:** RIEGO
- ANEXO R:** EVALUACIÓN DE LA ALTURA
- ANEXO S:** EVALUACIÓN DE PESO DE LAS PELLAS
- ANEXO T:** EVALUACIÓN DEL PESO FRESCO DE LAS RAICES
- ANEXO U:** EVALUACIÓN DE LA SEVERIDAD
- ANEXO V:** ANÁLISIS DE SUELO

## RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue evaluar el efecto de dos fungicidas y tres bioproductos para el control de *Plasmodiophora brassicae* Woronin en el rendimiento de brócoli (*Brassica oleraceae* var itálica) para lo cual se utilizó un diseño de bloques completos al azar con 5 tratamientos , un testigo y cuatro repeticiones cada unidad experimental se constituyó con 32 plantas, de las cuales se evaluó la incidencia y severidad de la enfermedad, la altura, el peso de la pella, diámetro de la pella, peso fresco de las raíces y el rendimiento. Para la evaluación de la incidencia se realizó una observación de los síntomas cada 8 días después del trasplante, la altura se evaluó cada 15 días después del trasplante, el diámetro de la pella se midió a los 73 días después del trasplante cada 15 días, la severidad, el peso de las pellas, el peso fresco de las raíces y el rendimiento se determinó al momento de la cosecha, el rendimiento se expresó en kg/ha. Las variables en mención fueron sometidas a un análisis estadístico, en el que se utilizó el software R Studio versión 4.2.2. Los resultados mostraron que las plantas tratadas con cyazofamida en la variable severidad obtuvo el menor grado de afectación, con 62 %; mientras que Fluazinam, *Trichoderma harzianum*, *Bacillus subtilis*, *Trichoderma harzianum* + *B. subtilis* y testigo presentaron el 79 %, 82%, 78%, 76 % y 78 % respectivamente. Así se concluyó que cyazofamida generó el mejor rendimiento, obteniéndose 13 923 kg/ha. Se recomienda estudiar diferentes dosis de cyazofamida para mejorar la eficacia.

**Palabras clave:** <*Plasmodiophora brassicae*>, <fluazinam>, <cyazofamid>, <*Trichoderma harzianum*>, <*Bacillus subtilis*>, <*Brassica oleraceae*>.




1109-DBRA-UPT-2023

## SUMMARY

This research aimed to evaluate the effect of two fungicides and three bioproducts to control the *Plasmodiophora brassicae* Woronin on the yield of broccoli (*Brassica oleraceae* var *italica*). A randomized complete block design with five treatments, a control and four replicates were used. Each experimental unit consisted of 32 plants. These were evaluated on incidence and severity of the disease, height, head weight, head diameter, fresh weight of roots and yield. For the evaluation of incidence, symptoms were observed every 8 days after transplanting, height was evaluated every 15 days after transplanting, the diameter of the head was measured 73 days after transplanting every 15 days. Severity, head weight, fresh weight of roots and yield were determined at the time of harvest, and it was expressed in kg/ha. The variables were analyzed statistically using R Studio software version 4.2.2. The results showed that the plants treated with cyazofamide in the severity variable obtained the lowest degree of affectation with 62 %; while Fluazinam, *Trichoderma harzianum*, *Bacillus subtilis*, *Trichoderma harzianum* + *B. subtilis* and control presented 79 %, 82 %, 78 %, 76 % and 78 % respectively. Thus, it was concluded that cyazofamide generated the best yield with 13 923 kg/ha. It is recommended to study different doses of cyazofamid to improve the efficacy.

**Key words:** <*Plasmodiophora brassicae*>, <fluazinam>, <cyazofamid>, <*Trichoderma harzianum*>, <*Bacillus subtilis*>, <*Brassica oleraceae*>.



Esthela Isabel Coircha Guashpa

0603020678



## INTRODUCCIÓN

El brócoli es un cultivo de gran importancia económica en Ecuador, debido a que esta, es necesaria, forma parte de uno de los rubros más importantes en el comercio internacional, su producción aporta con el 2 % a las exportaciones agropecuarias, el brócoli tiene como uno de los principales destinos de exportación a Japón con el 40% y Estados Unidos con 32% de las exportaciones (MAG, 2021).

El brócoli también es parte importante de la economía familiar de los pequeños productores es necesaria, que comercializan la mayor parte de su producción para el mercado mundial, el cultivo está ubicado en el octavo lugar dentro de los principales productos de exportación no petroleros, siendo la Región Sierra la que abarca la mayor parte de producción a nivel nacional (MAG, 2021). A nivel provincial, Cotopaxi produce casi el 90% de brócoli en todo el país, apenas el 4,7% le corresponde a Chimborazo y el 2,6% a Tungurahua, le siguen Imbabura, Pichincha, Azuay, Cañar y Loja (Sánchez et al., 2020: pp.1-2).

Factores como el desconocimiento de los agricultores acerca de las plagas y enfermedades, y su diseminación, e incluso la prevalencia de monocultivos ha provocado que haya un incremento de estas en las áreas cultivables e incluso que haya grandes pérdidas económicas. La hernia de las brassicas cuyo agente causal es el protista *Plasmodiophora brassicae* Woronin, que en la última década en el Ecuador se ha convertido en un problema de gran importancia sanitaria en este cultivo y otras brassicas que se cultivan en la Sierra ecuatoriana (MAG, 2021). Según Salcedo ( 2016, p.15 ), se estima que a nivel mundial existen pérdidas de 10 a 15 % en la producción, esto debido a que el patógeno provoca una muerte prematura, limita el crecimiento de la planta y la formación de los quistes que forma el patógeno que permanecen en el suelo por mucho tiempo lo que predispone a que el cultivo tenga una baja rentabilidad. Este patógeno produce un gran impacto económico en los cultivos de la familia de Brassicaceae, en donde se encuentran cultivos de gran importancia como la canola, la col, la coliflor, el nabo, el rábano, la mostaza, entre otras (Liu et al., 2020: pp.1710-1714).

## CAPÍTULO I

### 1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

#### 1.1 Planteamiento del problema

La producción de brócoli se ve reducida en un 20 a 50 % debido a la presencia de *Plasmodiophora brassicae*, debido a que los sistemas de control utilizados no han minimizado las afectaciones ocasionadas por esta enfermedad.

#### 1.2 Objetivos

##### *Objetivo general*

- Evaluar el efecto de dos fungicidas y tres bioproductos para el control de *Plasmodiophora brassicae* Woronin en el rendimiento de brócoli (*Brassica oleraceae var. italica*).

##### *Objetivos específicos*

- Analizar el efecto de la aplicación de los fungicidas Fluazinam, cyazofamid y el efecto de tres bioproductos basados en *Trichoderma*, *Bacillus subtilis* y una mezcla entre estos, sobre el nivel de daño ocasionado por *P. brassicae* en brócoli.
- Determinar la influencia de los productos en el rendimiento del cultivo
- Realizar el análisis económico de los tratamientos en estudio.

#### 1.3 Justificación

Considerando la importancia económica que representa el cultivo de brócoli para los grandes y pequeños productores e incluso dentro de la economía nacional, con este estudio se pretendió encontrar una medida de control efectiva que permita control de *Plasmodiophora brassicae* dentro del cultivo de las brassicáceas para de esta manera ayudar a la economía familiar de los agricultores y así obtener un buen rendimiento con un bajo costo de producción.

## 1.4 Hipótesis

### *Hipótesis Nula*

- Ninguno de los productos evaluados para el control de *Plasmodiophora brassicae*, influye en el rendimiento de brócoli (*Brassica oleracea*).

### *Hipótesis Alterna*

- Al menos uno de los productos evaluados para el control de *Plasmodiophora brassicae*, influye en el rendimiento de brócoli (*Brassica oleracea*).

## CAPITULO II

### 2. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

#### 2.1 **Hernia de las crucíferas** (*Plasmodiophora brassicae* Woronin)

Se le denomina hernia debido a los síntomas que presenta la raíz, tales como la hipertrofia y la formación de agallas, la enfermedad apareció entre los años de 1742 – 1744 en Inglaterra, afectando principalmente al cultivo del nabo, la hernia se encuentra distribuida en más de 88 países del mundo, afectando a 330 géneros y más de 3700 especies de plantas (Saharaui et al., 2021: p.47).

Factores como la humedad, pH, textura, niveles del calcio, temperatura del suelo juegan un papel fundamental en el desarrollo de la enfermedad; los rangos de pH óptimos para el desarrollo del patógeno se encuentran entre 6,0 -6,9 con una humedad del 50% (Dixon , 2009a: pp.212-228). Además, el mismo autor menciona que la textura de los suelos más propicios y de supresión para el desarrollo de la enfermedad son los suelos arcillosos y francos debido a que suelen compactarse y son suelos calcáreos lo cual es un factor importante para la expresión de la enfermedad. Estudios recientes demuestran que incluso los microorganismos del suelo juegan un papel muy importante en la germinación de las esporas, este estudio de *Plasmodiophora* revela que dentro de estos microorganismos se encuentran bacterias procedentes de los géneros *Stenotrophomonas*, *Chryseobacterium*, *Flavobacterium* y *Achromobacter* (Wang et al., 2023: pp. 10-12).

El patógeno se transmite a través del movimiento de las esporas en reposo en las semillas o restos de vegetales infectados, factores como agua, viento y estiércol contribuyen a que la enfermedad se distribuya de manera rápida en zonas donde no existía la enfermedad (Chai et al., 2014: pp. 142-153).

El patógeno *Plasmodiophora brassicae*, afecta principalmente a la familia de las crucíferas, ocasionando daños generalmente en la raíz (Liu et al., 2020: pp.1710-1715).

#### 2.1.1 **Taxonomía**

Reino: Protozoa

Phylum: Endomixa

Clase: Fitomixea

Orden: *Plasmodiophorida*

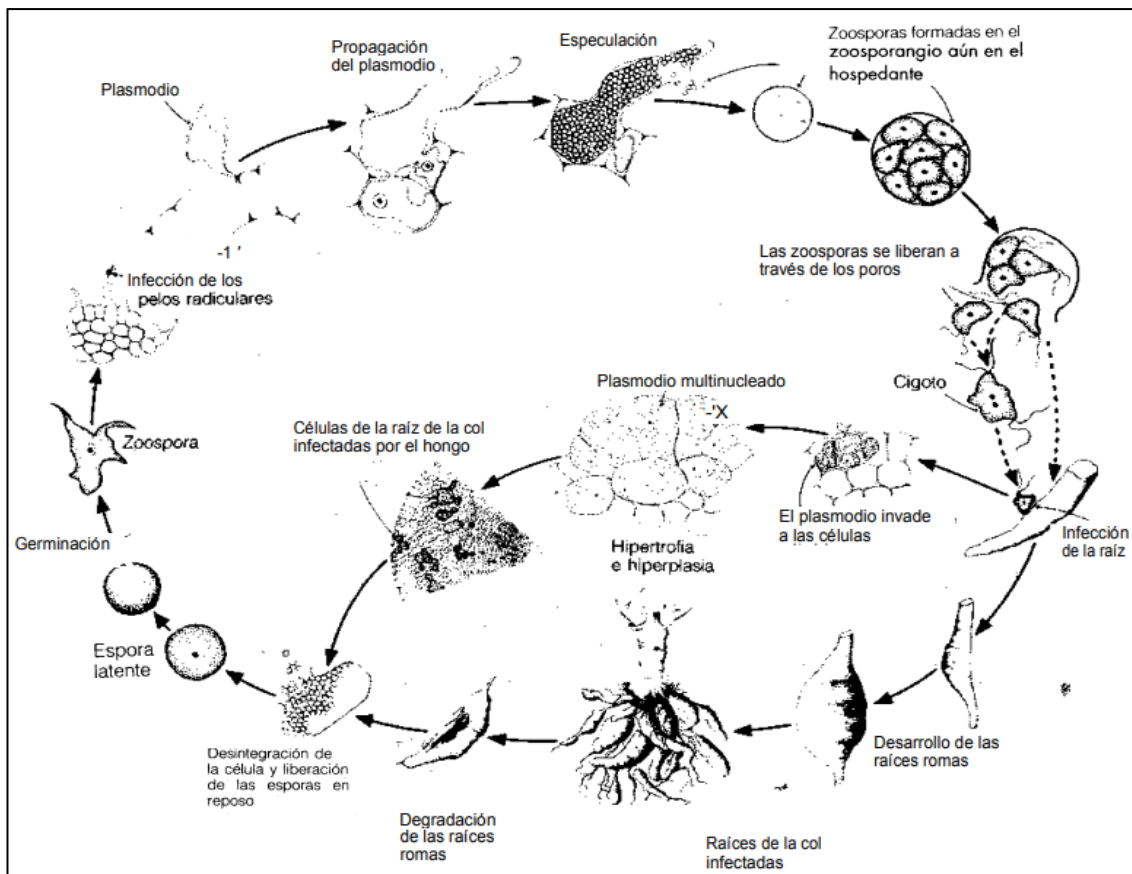
Familia: *Plasmodiophoridae*

Género: *Plasmodiophora*

Especie: *Plasmodiophora brassicae* (Schoch CL et al., 2020).

### 2.1.2 Ciclo biológico

*Plasmodiophora brassicae* es un parásito obligado que puede sobrevivir en el suelo de 6 a 8 años sin la presencia del huésped, posee un ciclo de vida que se divide en tres etapas; sobrevivencia en el suelo, infección en los pelos radiculares e infección cortical las cuales se describen a continuación (Kageyama & Asano, 2009: pp. 203-211).



**Ilustración 1-2:** Ciclo de vida de *Plasmodiophora brassicae*

**Fuente:** (Agrios, 2012, pp. 225-229)

- **Sobrevivencia en el suelo**

La hernia de las crucíferas (*Plasmodiophora brassicae* Woronin) produce estructuras denominadas quistes, los cuales pueden sobrevivir en el suelo por largos periodos, los quistes se encuentran estimulados por la exudación de las raíces lo cual da paso a la germinación de las esporas de descanso (Shuhei et al., 1991: pp. 105-112).

- **Infección en los pelos radicales**

Esta fase se presenta al momento de realizarse el trasplante, los pelos radicales y raicillas de las plántulas se infectan por esporas móviles (zoosporas), las cuales perforan la pared celular del pelo radicular inyectando el contenido parasitario en el citoplasma de la célula del huésped (Liu et al., 2020: pp.1710-1715).

- **Infección cortical**

La tercera fase es la infección cortical la cual se lleva a cabo dentro de los pelos de la raíz aquí las zoosporas secundarias penetran en los tejidos corticales de las raíces principales, el patógeno forma plasmodios primarios los cuales se dividen sincrónicamente seguidas de divisiones en zoosporangios, esto conlleva a que se formen de 4 a 16 zoosporangios y se liberan en el suelo para continuar con el ciclo de infección (Kageyama & Asano, 2009: pp. 203-211).

### **2.1.3 Síntomas**

Generalmente se pueden observar en la parte aérea del cultivo presentándose como una marchitez y una clorosis, siendo más marcada en las horas de mayor intensidad solar, la raíz, por otro lado, presenta hipertrofia e hiperplasia del tejido que al desenterrar se observa una serie de hernias, protuberancias o bultos, las cuales limitan la absorción de los nutrientes y agua por parte de la planta, lo que ocasiona la muerte del cultivo (Agris, 2005, p. 410).

### **2.1.4 Especies afectadas**

Las especies generalmente afectadas por esta enfermedad pertenecen a la familia Brassicae, dentro de las cuales se encuentran cultivos de importancia económica tales como el brócoli, la col, la canola (Dixon, 2009, pp. 194-202).

La enfermedad es propia de las crucíferas, sin embargo, *P. brassicae* Woronin puede afectar otras especies de plantas como: *Agrostis stolonifera*, *Dactylis glomerata*, *Fragaria* spp., *Lolium perenne*, *Papaver rhoeas*, *Rumex* spp. (Tewari et al., 2004: pp. 143-144).

### 2.1.5 Manejo integral

- **Control cultural**

Cuando la enfermedad ha sido detectado en los lotes se recomienda evitar sembrar durante 7 a 10 años cultivos que pertenezcan a la familia de las brassicas, esto con la finalidad de reducir la incidencia de la enfermedad, se deben realizar rotaciones que sean prolongadas con especies diferentes a las brassicas, se deben eliminar las plantas afectadas y las malezas que pertenezcan a esta familia debido a que también son susceptibles y pueden perpetuar la enfermedad en el suelo (Velandia et al., 1998: p. 1).

Se recomienda realizar encalados antes de realizar el trasplante debido a que estudios desmostraron que la enfermedad disminuye, debido a que la germinación de las esporas de reposo disminuye una vez el pH ha alcanzado niveles de 7,4 (Niwaa et al., 2007: pp. 783-785).

- **Control biológico**

*Trichoderma harzianum* ha resultado efectivo para la regulación de *P. brassicae* (Labrador et al, 2013: p. 43). Otro microorganismo que toma un papel importante en el control de la hernia es *Bacillus subtilis* quién también ha demostrado ser efectivo en el control de la hernia de las brassicas (Bunce, 2020, pp. 64).

- **Control químico**

Pentacloro nitrobenzeno (PCNB) es un ingrediente activo que ha sido utilizado para combatir la hernia, este fungicida puede ser espolvoreado directamente o mezclado en agua se debe distribuir uniformemente a través del terreno a 10 o 12 cm de profundidad o se puede aplicar directamente en los surcos en donde se va a trasplantar (Tewari et al., 2010: pp. 143-144). Por otra parte, estudios demuestran que otros productos han tenido efecto sobre la hernia siendo estos el fluazinam y ciazofamid (Castro et al., 2020: p. 48).

## 2.2 Control químico de la hernia

### 2.2.1 *Fluazinam*

- **Características**

El fluazinam es un fungicida protector que actúa inhibiendo la germinación de esporas y el desarrollo de estructuras infecciosas, posee un amplio espectro, se clasifica como diarilamina y más específicamente como arilaminopiridina, su nombre químico es 3-cloro- N - (3-cloro-2,6-dinitro-4-trifluorometilfenil) -5-trifluorometil-2-piridinamina, se utiliza para el control de *Sclerotinia* en cacahuets y césped, *Botrytis* en uvas y frijoles y clubroot en brassicas (Wikipedia , 2021).

- **Modo de acción**

Fluazinam tiene su punto de acción en los desacopladores de la fosforilación oxidativa (Frac, 2019, p. 14). Actúa interrumpiendo la producción de energía en varios sitios metabólicos, inhibe los procesos de infección, tales como germinación de esporas, formación de apresorios, penetración, crecimiento de hifas y la esporulación de los patógenos de las plantas (Edifarm, 2020).

### 2.2.2 *Cyazofamid*

- **Características**

El ciazofamid (4-cloro-2-ciano- *N,N* -dimetil-5- *p* -tolilimidazol-1-sulfonamida) es un fungicida que posee altos niveles de actividad en hongos Oomycetes y *Plasmodiophora brassicae* Woronin (Mitani, et al., 2003: p.627). Cyazomid posee actividad protectora, translaminar y antiesporulante que actúa inhibiendo la actividad respiratoria, a nivel de complejo III mitocondrial del hongo, posee gran respuesta en velocidad a la lluvia, no genera riesgos fitotóxicos ni efectos adversos en el rendimiento (AgroBesser , 2021).

- **Modo de acción**



Cyazofamid pertenece al grupo de Qil Inhibidores internos de la Quinona (Frac, 2019, p. 14). Interfiere la actividad del complejo III (ubiquinol-citocromo-c reductasa) en la cadena respiratoria en las mitocondrias de los microorganismos, con un modo de acción diferente a los comúnmente utilizados para fitopatógenos policíclicos que generan una rápida resistencia (AgroBesser, 2021).

## **2.3 Control biológico**

### **2.3.1 *Trichoderma harzianum***

- **Características**

*Trichoderma harzianum*. es un hongo Ascomycota, anaeróbico facultativo, el cual se puede encontrar de manera natural en los diversos tipos de suelos agrícolas, este hongo se caracteriza por poseer un micelio de color blanco algodonoso que debido a su rápida y abundante esporulación se torna de color verde, posee conidias hialinas que son unicelulares y ovoides que se agregan formando masas, presenta un conidióforo hialino, largo y no verticilado, *Trichoderma* posee la capacidad de producir clamidosporas las cuales son estructuras de resistencia permitiéndole sobrevivir bajo condiciones adversas (Castro et al., 2012: pp. 5-6).

- **Modo de acción**

*Trichoderma* posee tres principales modos de acción competencia, micoparasitismo y antibiosis (Frac, 2019, p. 18), las cuales se describen a continuación:

Micoparasitismo: es un mecanismo en el cual el antagonista crece y se desarrolla alrededor del patógeno con la finalidad de degradar la pared celular, una vez que el antagonista ha rodeado al patógeno forma estructuras parecidas a ganchos o apresorios en la superficie del patógeno, estos apresorios permiten que el antagonista pueda introducirse en el patógeno, crear enzimas líticas y degradar de la pared celular del patógeno (Sivila et al., 2013: pp. 19-20).

Antibiosis: se refiere a la producción de compuestos no volátiles, los cuales están relacionados con la actividad biorreguladora de patógenos, juegan un papel importante inhibiendo el crecimiento y desarrollo de los patógenos, dentro de estos compuestos tenemos: harzianolida, tricolina, trichodermina, trichorzianina, viridina, etc (Castro et al., 2012: pp. 7-8).

Competencia: la competencia por espacio o nutrientes ha sido considerada uno de los mecanismos más importantes utilizados por *Trichoderma* para el biocontrol, debido a que *Trichoderma* presenta una tasa alta de desarrollo lo que le hace un gran competidor por el espacio en el momento de colonizar la rizosfera (Castro et al., 2012: pp. 7-8).

Resistencia inducida: se refiere a la liberación de electrolitos de las hifas los cuales inducen diferentes señales dentro de la planta tales como la producción de ácido jasmónico, ácido salicílico o especies reactivas de oxígeno, estos compuestos desencadenan la expresión de proteínas de defensa, así de esta manera las plantas producen enzimas que permiten la supresión directa de los patógenos a su vez mejoran las barreras bioquímicas y estructurales (Nawrock & Malolepsza, 2013: pp. 149-156).

### 2.3.2 *Bacillus subtilis*

- **Características**

*Bacillus subtilis* es una bacteria bacilo gram-positiva, está clasificada dentro de la familia *Bacillaceae*, género *Bacillus*, es un antagonista aeróbico estricto, sin embargo, hay estudios que han demostrado que puede crecer y desarrollarse en vía anaeróbica, produce endosporas, antibióticos y matriz extracelular, las colonias son de color blanco opacas con una consistencia viscosa posee una forma irregular, individualmente cada célula posee forma bacilar y presentan flagelos peritricos que les permiten moverse de un lado a otro (Yáñez, 2021, p. 7).

- **Modo de acción**

*Bacillus subtilis* posee un punto de acción en los disruptores microbianos de las membranas celulares del patógeno (Frac, 2019, p. 18). Posee un modo de acción de antibiosis a través de lipopéptidos antifúngicos, los cuales no solo actúan como antagonistas al inhibir el crecimiento de los patógenos, sino que también actúan como bloqueadores del crecimiento mediante la competencia y como inmuno estimuladores debido a que refuerza la resistencia del huésped, además de la antibiosis también se le conocen otros modos de acción tales como competencia por espacio y la inducción de resistencia en el hospedero (Ongena & Jacques, 2008: pp. 115-125)

## 2.4 Cultivo de brócoli

El cultivo de brócoli tiene su origen en las Costas del Mediterráneo y Asia occidental, desde su lugar de origen fue trasladada a países como Inglaterra, Dinamarca, Holanda, Francia, España y Grecia. Su nombre deriva del italiano «broco» que quiere decir brote, que hace referencia a la parte comestible de la planta (Jaramillo et al., 2006: pp. 12-13).

En Ecuador es un cultivo de gran importancia económica, debido a que se encuentra dentro de los 25 productos principales no petroleros de exportación a Estados Unidos, siendo el 90 % de la producción nacional destinada a la exportación, Cotopaxi es una de las provincias que posee una producción de casi el 90% de brócoli en todo el país, apenas el 4,7% le corresponde a Chimborazo y el 2,6% a Tungurahua, le siguen Imbabura, Pichincha, Azuay, Cañar y Loja, estos datos de acuerdo a INEC 2014-2019 (Sánchez et al., 2020: pp. 2-3). Los principales híbridos más cultivados son Marathon, Legacy, Domador, Avenger, Coronado (Haro & Maldonado, 2009, p.20).

#### **2.4.1 Clasificación taxonómica**

Reino: Viridiplantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: *Brasicales*

Familia: *Brassicaceae*

Género: *Brassica*

Especie: *Brassica oleraceae* var. *Itálica* (Schoch CL et al., 2020).

#### **2.4.2 Características morfológicas**

- **Raíz**

El sistema radicular del cultivo es pivotante y leñoso, su raíz principal puede alcanzar profundidades de hasta 0,8 m en el suelo, es este tipo de raíz generalmente se pierde en el almácigo, el sistema radicular del brócoli toma otra forma una vez ha sido trasplantado en campo definitivo, el sistema radicular se presenta en forma de raíces adventicias secundarias, terciarias y raicillas, las que pueden alcanzar profundidades de 0,4 a 0,6 m de profundidad (Toledo, 2003, pp. 9).

- **Tallo**

El cultivo de brócoli posee una naturaleza herbácea, con un tallo principal en forma de cilindro con un diámetro que varía entre 2 y 6 cm y 20 a 50 cm de longitud, presenta entre nudos cortos con un desarrollo intermedio entre la forma roseta y caulinar, presenta ramificaciones en forma de inflorescencia secundarias ubicadas en los nudos superiores (Toledo, 2003, p. 9).

- **Hojas**

Posee de 15 a 30 hojas grandes de 50 cm de largo aproximadamente y 30 cm de ancho. La lámina es lobulada y el peciolo es de mayor tamaño que la col o coliflor. La superficie de las hojas presenta una cutícula cerosa que es impermeable (Toledo, 2003, p. 9). Son de color verde oscuro, rizadas, usualmente son alternas y a distancias cortas, formando entre nudos cortos lo que le da el aspecto de roseta (Jaramillo et al., 2006: p. 16).

- **Flor**

Las flores son de color amarillo, compuestas, regulares e hipóginas, posee cuatro pétalos libres, amarillos dispuestos en forma de una cruz (Jaramillo et al., 2006: p. 16). Posee cuatro sépalos, seis estambres cuatro de ellos más grandes que los otros dos, el estilo este compuesto de dos carpelos y tiene dos lóbulos (Cosme, 2015, p. 8).

- **Inflorescencia**

Presenta una inflorescencia en forma de corimbo, conocida también como pella (SAGARPA, 2015). La inflorescencia del brócoli es la parte comestible del fruto, está formada por una masa densa de yemas florales de color verde, gris a morado (Jaramillo et al., 2006: p. 16).

- **Fruto**

El fruto que posee el brócoli es denominado silicua que se abre cuando esta ha madurado (SAGARPA, 2015). Jaramillo et al. (2006, p. 16), menciona que el fruto tiene un color verde oscuro con una longitud de 3 a 4 cm y puede contener de tres a ocho semillas.

- **Semillas**

Las semillas son redondas, pequeñas con un diámetro de aproximadamente 2 mm, poseen un color marrón oscuro a rojizo. Un gramo de semilla de brócoli puede contener de 180 a 250 semillas (Toledo, 2003, p. 9).

### **2.4.3 *Requerimientos generales del cultivo***

- **Suelo**

El cultivo de brócoli puede desarrollarse bien en cualquier tipo de suelo, pero prefiere suelos francos -arenosos y profundos con un buen drenaje, con un alto contenido de materia orgánica (SAGARPA, 2015). El pH recomendable para el correcto desarrollo del cultivo varía de 6 a 7,55 (Santoyo et al., 2018: pp. 7 -8 ).

- **Temperatura**

El cultivo puede desarrollarse bien en climas fríos y frescos, debido a que es un cultivo de invierno o de estación fría puede tolerar temperaturas de hasta -2 °C siempre y cuando no esté presente la inflorescencia en la planta, la temperatura óptima para su correcto desarrollo es de 17 °C (Santoyo et al., 2018: pp. 7 -8 ). A temperaturas mayores a 24 °C la pella pierde su calidad esto debido a una pérdida de compactación de la cabeza por el crecimiento, separación de las flores individuales, abertura de las flores y aceleración de los procesos de senescencia (Toledo, 2003, p. 12).

- **Precipitaciones**

Las precipitaciones anuales deben variar entre 800 y 1200 mm cuando la latitud se encuentre entre los 2600 y 3000 msnm, la humedad relativa óptima para el desarrollo del cultivo es de 80%, por lo cual no es recomendable que esta se encuentre menos del 70 % (SAGARPA, 2015).

- **Luz**

El cultivo puede considerarse como una planta de fotoperiodo neutro, en condiciones de baja luminosidad se puede evidenciar una buena calidad y cantidad de producto, por lo contrario,

cuando la luz se encuentra en concentraciones altas afecta el crecimiento y el desarrollo del cultivo (Toledo, 2003, pp. 12-13).

- **Fertilización**

Para la fertilización adecuada para el cultivo de brócoli se debe establecer desde un análisis del suelo tomando en cuenta el tipo de suelo, pH, CE, CIC.

La fertilización está estrechamente ligada al tipo de suelo y por hectárea suele requerir 220-40-00 de N.P-K, se recomienda que para la aplicación de nitrógeno, se lo realice en tres tiempos la primera aplicación se realizara en la pre siembra colocando un tercio de nitrógeno, y además se colocara todo el fósforo y el potasio, la segunda aplicación se la realizará cuando se realice el aclareo aplicando un tercio o un cuarto de nitrógeno y la última aplicación se la realizará después de la aparición de las primeras yemas aplicando un tercio o un cuarto de nitrógeno, la incorporación de boro evita la deformación del follaje y las cavidades internas de color parduzco en tallos, se recomienda la aplicación de este nutriente de 1 a 1,5 kg por ha (Evarardo, 2016, p. 4).

## CAPITULO III

### 3. MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1 Características del lugar

##### 3.1.1 Localización

El presente trabajo de investigación se realizó en la provincia de Chimborazo, en el cantón Chambo, en la parroquia Matriz, en la comunidad de Molinopamba.

##### 3.1.2 Ubicación geográfica

- Longitud: 1°42' 32"S
- Latitud: 78°35' 32"W (EcuRed, 2019)

##### 3.1.3 Condiciones climáticas

- Temperatura promedio: 14°C
- Temperatura máxima: 22 °C
- Temperatura mínima: 5° C
- Precipitaciones: 515 y 1372 mm (Lara et al., 2021: pp. 122-125)

#### 3.2 Materiales y equipo

##### 3.2.1 Materiales de campo

Azadones, estacas, cinta métrica, flexómetro, piola, fertilizantes, bomba de mochila, balanza analítica, calibrador, libreta de campo, equipo de protección para aplicaciones fitosanitarias, cámara fotográfica, rótulos de identificación de tratamientos.

##### 3.2.2 Material biológico

Brócoli cultivar Avenger, *Bacillus subtilis*, *Trichoderma*

### **3.2.3 *Materiales de oficina***

Computadora, impresora, hojas de papel bon, lápiz, cuaderno borrador.

## **3.3 Especificaciones del campo experimental**

### **3.3.1 *Unidad experimental***

Se utilizó un Diseño de Bloques Completos al Azar con 6 tratamientos incluido el testigo y 4 repeticiones. Todas las variables fueron sometidas al análisis de varianza y se determinó la diferencia estadística entre las medias de los tratamientos, se utilizó la prueba de Tukey al 5 %.

### **3.3.2 *Especificaciones del campo experimental***

Número de tratamientos: 6

Número de repeticiones: 4

Número de unidades experimentales: 24

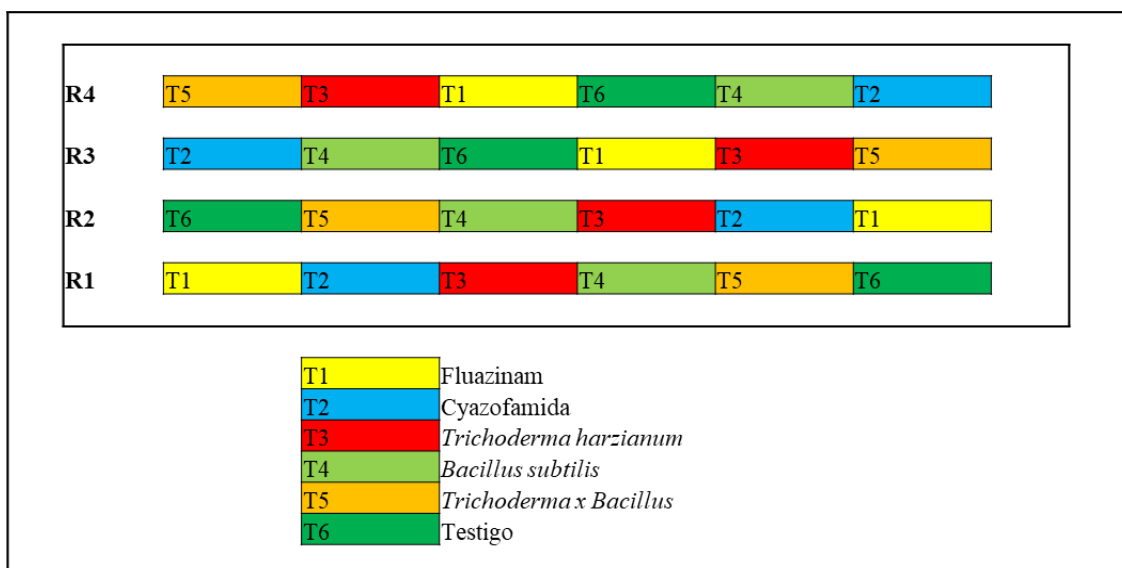
### **3.3.3 *Forma de la parcela***

- Forma de la parcela: rectangular
- Ancho de la parcela: 15,20 m
- Largo de la parcela: 39 m
- Número total de plantas: 768
- Distancia de trasplante
- Entre plantas: 0,40 m
- Entre hileras: 0,60 m

## **3.4 Factores y tratamientos en estudio**

### **3.4.1 *Croquis del ensayo***





**Ilustración 2-3:** Croquis de la experimentación

Realizado por: Cajo C., 2022

### 3.4.2 Tratamientos en estudio

**Tabla 1-3:** Tratamientos en estudio

Tratamientos	Descripción
T1	Brócoli cultivar. Avenger x Fluazinam
T2	Brócoli cultivar. Avenger x Cyazofamid
T3	Brócoli cultivar. Avenger x <i>Trichoderma</i>
T4	Brócoli cultivar. Avenger x <i>Bacillus subtilis</i>
T5	Brócoli cultivar. Avenger x <i>Trichoderma</i> + <i>Bacillus subtilis</i>
T6	Testigo

Realizado por: Cajo C., 2022

### 3.4.3 Diseño experimental

Se utilizó el diseño experimental DBCA con arreglo factorial con 6 tratamientos incluido el testigo y 4 repeticiones. En la presente tabla 1-3 se detalla el esquema ANOVA que se empleó en la presente investigación para el posterior análisis de los tratamientos.

**Tabla 2-3:** Esquema del análisis de varianza

Fuente de variación	Fórmula	Grados de libertad
Total	(T*R)-1	23
Repeticiones	R-1	3
Fungicidas, bioproductos	T-1	5
Error	(R-1) (T-1)	15

Realizado por: Cajo C., 2022

### 3.4.4 Análisis económico

En el análisis económico se utilizó la relación beneficio-costos.

## 3.5 Variables y métodos de evaluación

### 3.5.1 Incidencia de *Plasmodiophora brassicae*


La incidencia se evaluó cada 8 días, una semana después de la aplicación de los fungicidas y bioproductos utilizando la fórmula descrita a continuación:






$$\% \text{ de Incidencia} = \left( \frac{\text{No. de plantas enfermas}}{\text{No. total de plantas}} \right) \times 100$$

### 3.5.2 Severidad de *Plasmodiophora brassicae*

Se evaluó la severidad de la enfermedad mediante una escala con notas de 1 al 5. Propuesta por Quispe et al. (2009), la cual se describe en la tabla 3-3:

**Tabla 3-3:** Escala de severidad

Grado de severidad	Tipo de ataque	Porcentaje	Color de los tumores	Descripción fotográfica de las agallas de <i>Plasmodiophora brassicae</i>
0	Sana	0% de daño en raíces principal y secundarias, sin presencia de tumor	-	

1	Ataque muy tardío	De 1-25% de daño de la enfermedad solo en las raíces secundarias, presenta tumor de 0,25-0,5 cm de longitud. Raíz principal sin tumor	Blanco brillante	
2	Ataque tardío	De 25-50% de daño solo las raíces secundarias presentan tumor de 0,5-2 cm de longitud. Raíz principal sin tumor	Blanco	
3	Ataque semitardío	De 50-70 % de daño de la enfermedad solo en las raíces secundarias presntan tumor de 2-5 cm de longitud. Raíz principal sin tumor	Blanco cremoso	
4	Ataque semitemprano	De 70-90 % de daño de la enfermedad en la raíz principal con tumor de 2-4 cm de diámetro y tambien en las raíces secundarias con tumores de diferentes tamaños	Café claro en proceso de descomposición	
5	Ataque temprano	90-100% de daño	Café oscuro en proceso de descomposición	

Fuente: Tiella, 2019, pp. 42-43

El índice de la enfermedad (ID) se calculó al final del ciclo fenológico utilizando la fórmula descrita a continuación propuesta por (McKinney & Davis, 1925, pp.827 - 829):

$$ID\% = \frac{\Sigma(nx0 + nx1 + nx2 + nx3 + nx4 + nx5)}{Nx5} \times 100\%$$

Donde:

**n** es el número de plantas en una clase

**N** es el número total de plantas en una unidad experimental

**0, 1, 2, 3,4 y 5** las clases de gravedad de los síntomas.

### **Eficacia biológica de Abbott**

Se utilizó la fórmula de eficacia de Abbot (Andújar et al, 1997: pp. 32-33).

La fórmula permitió expresar la eficacia de los tratamientos en porcentaje.

$$\text{Porcentaje de eficacia} = \left( \frac{IT-it}{IT} \right) * 100$$

Donde:

**IT:** Porcentaje de infección en el control

**it:** Porcentaje de infección en el tratamiento

#### **3.5.3 *Peso fresco de las raíces***

Se midió el peso fresco de las raíces mediante la utilización de una balanza al finalizar el ciclo fenológico.

#### **3.5.4 *Altura de la planta***

Se midió la altura en cm mediante la utilización de un flexómetro, cada 15 días, una semana después de la aplicación de los fungicidas y bioproductos, desde la base del cuello hasta la parte más alta de la planta, en cada tratamiento y repetición.

#### **3.5.5 *Diámetro de la pella***

Se midió el diámetro de la pella mediante la utilización de un calibrador, cada 15 días, al apareamiento de esta.

### **3.5.6 *Peso de la pella***

Se registró el peso de las pellas en Kg mediante la utilización de una balanza a los 90 días después del trasplante.

### **3.5.7 *Rendimiento***

Se pesó las pellas de la parcela neta en kg y luego se proyectó a Kg/h

### **3.5.8 *Análisis económico***

El análisis económico de la investigación se realizó a través de la metodología de presupuesto parcial propuesto por Perrin et al. (1981), (CIMMYT, 1998, p.2). Para realizar el análisis se procedió a obtener los beneficios netos de cada uno de los tratamientos en estudio y además se obtuvieron los costos variables, a través de estos datos se obtuvo la relación beneficio-costo y la rentabilidad.

## **3.6 *Manejo del cultivo***

### **3.6.1 *Preparación del suelo y delimitación de parcelas***

La preparación del suelo se realizó de forma mecánica, después de la labor de arada en toda la superficie destinada para el ensayo y se incorporó gallinaza a esta labor, transcurridos 10 días se procedió a realizar la labor de rastrada, posteriormente a los 5 días de esta labor se trazó los surcos tomando en cuenta las especificaciones de la unidad experimental y de acuerdo con el croquis establecido por último se realizó la medición y trazado del experimento.

### **3.6.2 *Recomendaciones de fertilización***

Se utilizó la fertilización recomendada por Evarardo (2016), que se describió anteriormente en el Capítulo II en fertilización, tomando en cuenta el análisis de suelo.

### **3.6.3 *Labores culturales***

Las prácticas culturales en el cultivo se realizaron de forma manual y cada una correspondiente a los días después del trasplante.

**Tabla 4-3:** Labores culturales

<b>Labores culturales</b>	<b>Días después del trasplante</b>
<b>Deshierbe</b>	20
<b>Aporque</b>	52

**Realizado por:** Cajo C., 2022

## CAPITULO IV

### 4. MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

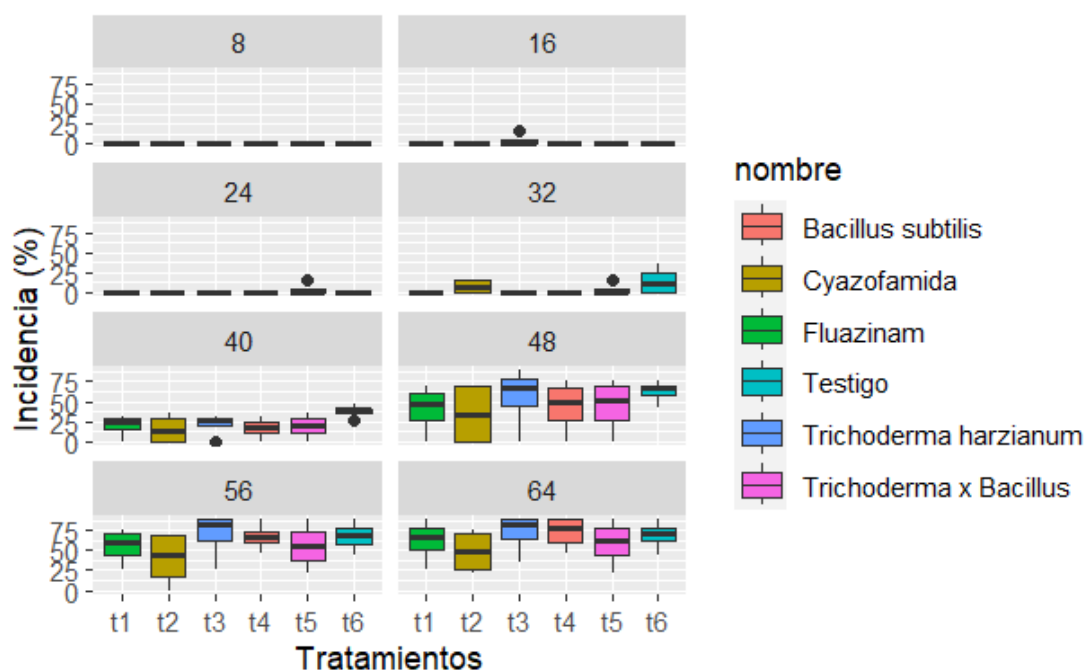
#### 4.1 Incidencia de *Plasmodiophora brassicae*



**Ilustración 3-4:** Evaluación de la variable incidencia en plantas tratadas con dos fungicidas y tres bioproductos para el control de *Plasmodiophora brassicae*.

Realizado por: Cajo C.,2023

En la ilustración 6-4 se puede observar el síntoma principal de la enfermedad fue un marchitamiento de las plantas la cual se presentó con mayor intensidad al medio día.



**Ilustración 4-4:** Incidencia en plantas tratadas con dos fungicidas y tres bioproductos para el control de *Plasmidiophora brassicae* en brócoli.

Realizado por: Cajo C.,2023

El análisis de varianza para la variable incidencia a los 24, 32 y 40 ddt no mostró un efecto de los tratamientos en estudio ( $P > 0,05$ ) (Tabla 5-4).

**Tabla 5-4:** ANOVA de la incidencia a los 24, 32 y 40 ddt en plantas tratadas con dos fungicidas y tres bioproductos para el control *Plasmidiophora brassicae*

Fuente de variación	gl	Cuadrados Medios					
		Incidencia %					
		24 ddt	valor P	32 ddt	valor P	40 ddt	valor P
<b>Total</b>	23						
Tratamientos	5	9,34	0,45 ns	130,53	0,19 ns	270,5	0,20 ns
Repeticiones	3	9,34	0,42	49,0	0,59	385,5	0,11
<b>Error</b>	15						
<b>Promedio</b>		<b>0,62</b>		<b>4,23</b>		<b>21,71</b>	

Diferencias significativas \*( $p < 0,05$ ), diferencias altamente significativas \*\*( $p < 0,01$ ), ns: no significativo ( $p > 0,05$ ).

Realizado por: Cajo C.,2023

El análisis de varianza para la variable incidencia a los 48,56 y 64 ddt no mostró un efecto de los tratamientos en estudio ( $P > 0,05$ ) (Tabla 6-4).



**Tabla 6-4:** ANOVA de la incidencia a los 48,56 y 64 ddt en plantas tratadas con dos fungicidas y tres bioproductos para el control de *Plasmodiophora brassicae*

Fuente de variación	gl	Cuadrados Medios					
		Incidencia %					
		48 ddt	valor P	56 ddt	valor P	64 ddt	valor P
<b>Total</b>	23						
Tratamientos	5	433,0	0,77 ns	540,1	0,33 ns	367,9	0,49 ns
Repeticiones	3	2263,2	0,09	2011,5	0,02*	1948,7	0,01*
<b>Error</b>	15						
<b>Promedio</b>		<b>46,94</b>		<b>59,36</b>		<b>64,01</b>	

Diferencias significativas \*( $p < 0,05$ ), diferencias altamente significativas \*\*( $p < 0,01$ ), ns: no significativo ( $p > 0,05$ ).

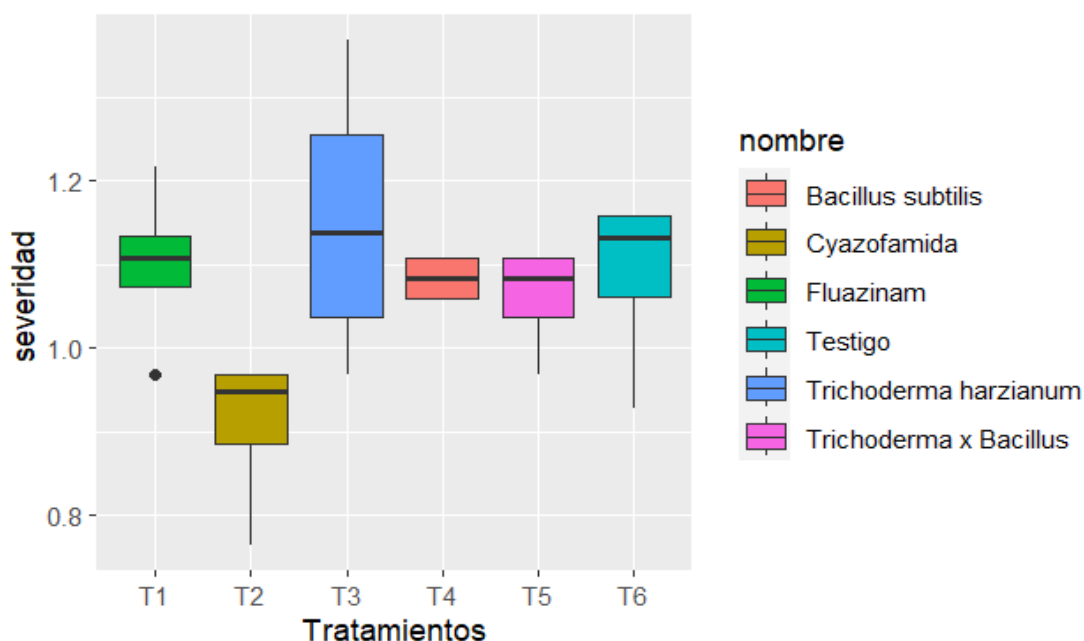
Realizado por: Cajo C., 2023

## 4.2 Severidad



**Ilustración 5-4:** Evaluación de la severidad en plantas tratadas con dos fungicidas y tres bioproductos para el control de *Plasmodiophora brassicae* en brócoli.

Realizado por: Cajo C., 2023



**Ilustración 6-4:** Severidad evaluada a los 90 ddt en plantas tratadas con dos fungicidas y tres bioproductos para el control de *Plasmodiophora brassicae*

Realizado por: Cajo C.,2023

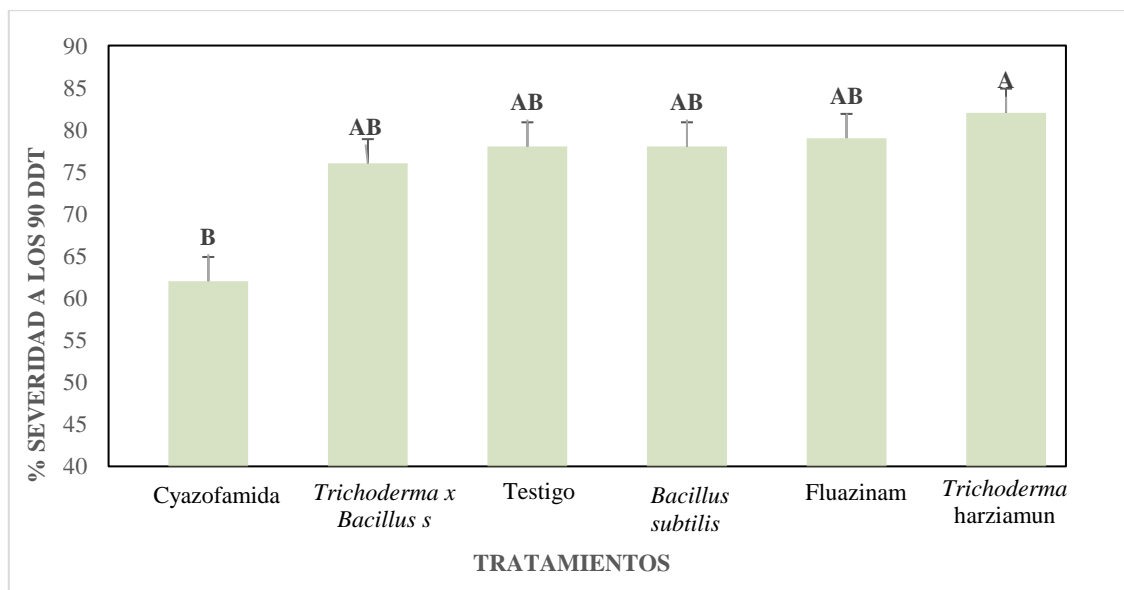
El análisis de varianza para la variable severidad mostró un efecto significativo de los tratamientos ( $P < 0,05$ ), donde a los 90 ddt las plantas tratadas con Cyazofamida mostraron el menor porcentaje de severidad con 62% y el tratamiento con *Trichoderma harzianum* mostro el mayor porcentaje de severidad con 82% (Tabla 7-4).

**Tabla 7-4:** ANOVA de la severidad en plantas tratadas con dos fungicidas y tres bioproductos para el control *Plasmodiophora brassicae*

Fuente de variación	gl	Cuadrados Medios	
		90 ddt	valor <i>P</i>
<b>Total</b>	23		
Tratamientos	5	199,07	0,049*
Repeticiones	3	100,22	0,263
<b>Error</b>	15		
<b>Promedio</b>		<b>75,83</b>	

Diferencias significativas \*( $p < 0,05$ ), diferencias altamente significativas \*\*( $p < 0,01$ ), ns: no significativo ( $p > 0,05$ ).

Realizado por: Cajo C.,2023



**Ilustración 7-4:** Promedios de severidad en plantas tratadas con dos fungicidas y tres bioproductos para el control de *Plasmodiophora brassicae*

**Realizado por:** Cajo C.,2023

La prueba de Tukey al 5% para la severidad evaluada a los 90 días después del trasplante, identificó dos rangos de significancia estadística entre tratamientos. En el primer rango (a) el tratamiento con mayor porcentaje de severidad fue *Trichoderma harzianum* con un 82%, siendo el más afectado con la enfermedad. Además, el tratamiento con menor severidad fue Cyazofamida con un porcentaje de severidad de 62 % (Tabla 8-4).

**Tabla 8-4:** Promedios de la variable severidad en plantas tratadas con dos fungicidas y tres bioproductos para el control de *Plasmodiophora brassicae*

Tratamientos	Severidad	
	Medias y rangos de significancia	
	90 ddp	
T2 (Cyazofamida)	62	b
T5 ( <i>Trichoderma x Bacillus subtilis</i> )	76	ab
T6 (Testigo)	78	ab
T4 ( <i>Bacillus subtilis</i> )	78	ab
T1 (Fluazinam)	79	ab
T3 ( <i>Trichoderma harzianum</i> )	82	a

Medias con la misma letra no difieren estadísticamente (Tukey, p = 0,05)

**Realizado por:** Cajo C.,2023



**Ilustración 8-4:** Comparación de la severidad entre tratamientos, T2 Vs T3. (A) plantas tratadas con cyazofamida (T2) y (B) plantas tratadas con *Trichoderma harzianum* (T3).

**Realizado por:** Cajo C.,2023

En la ilustración 12-4 se puede observar la comparación entre los tratamientos que respondieron significativamente, en donde para T2 se puede apreciar que la severidad fue menor con un 62% e incluso se puede observar que aún se conserva gran parte del sistema radicular, por otro lado, T3 muestra raíces más afectadas en donde no se puede observar el sistema radicular y este se encuentra fuertemente afectado por la enfermedad.

### **Eficacia biológica de Abbott**

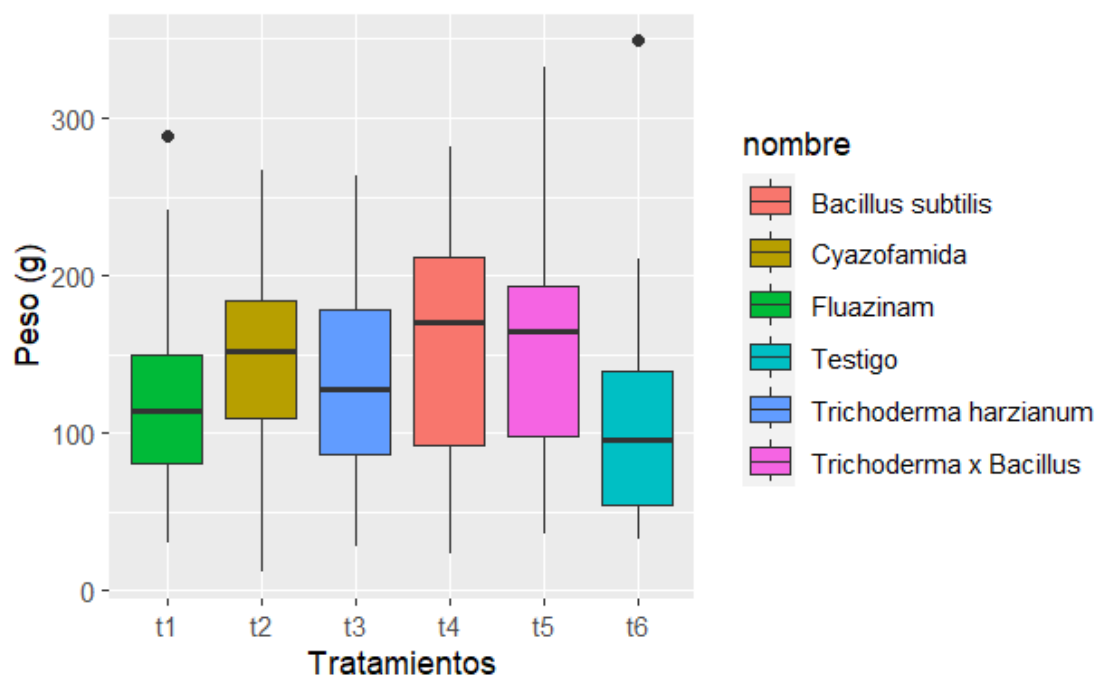
El cálculo de la eficiencia biológica mostró que el tratamiento cyazofamida obtuvo un porcentaje el mayor porcentaje entre los tratamientos con el 20,51%, por otro lado, el tratamiento con menor porcentaje de eficacia fue *Trichoderma harzianum* con un porcentaje de -5,13. (Tabla 9-4)

**Tabla 9-4:** Eficiencia biológica en plantas tratadas con dos fungicidas y tres bioproductos para el control de *Plasmodiophora brassicae*

<b>Tratamientos</b>	<b>% de eficacia de Abbott</b>
<b>T2 (Cyazofamida)</b>	20,51
<b>T5 (<i>Trichoderma x Bacillus</i>)</b>	2,56
<b>T6 (Testigo)</b>	0,00
<b>T4 (<i>Bacillus subtilis</i>)</b>	0,00
<b>T1 (Fluazinam)</b>	-1,28

Realizado por: Cajo C.,2023

### 4.3 Peso fresco de las raíces



**Ilustración 9-4:** Peso fresco de las raíces evaluado a los 90 ddt en plantas tratadas con dos fungicidas y tres bioproductos para el control de *Plasmodiophora brassicae*

Realizado por: Cajo C.,2023

El análisis de varianza para la variable peso fresco de las raíces a los 90 ddt no mostró un efecto de los tratamientos en estudio ( $P > 0,05$ ) (Tabla 10-4).

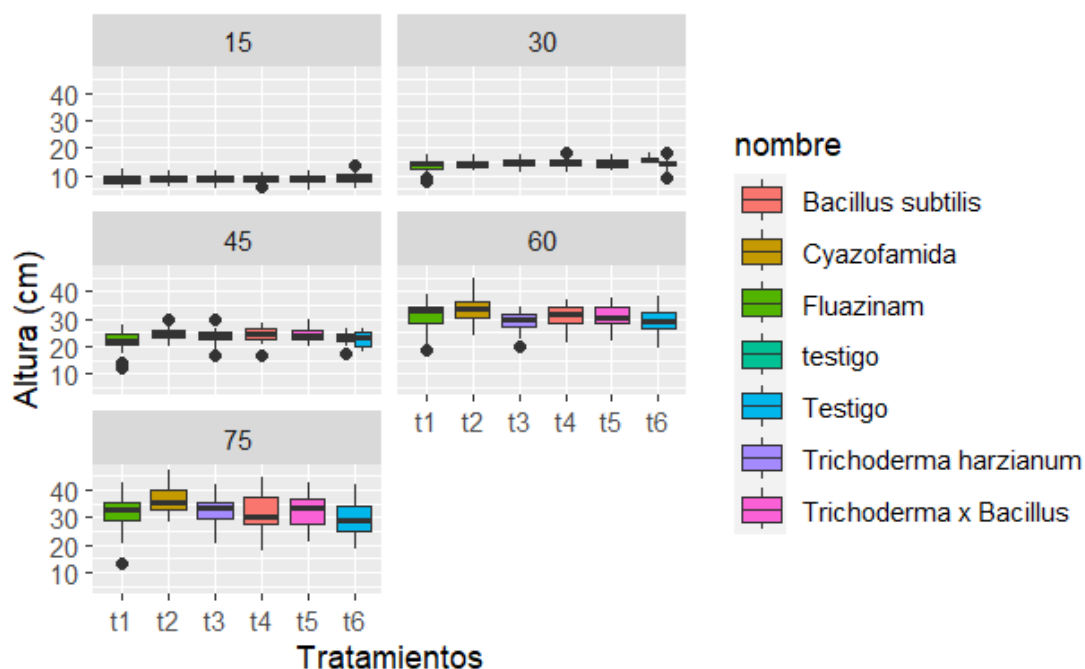
**Tabla 10-4:** ANOVA del peso fresco de las raíces en plantas tratadas con dos fungicidas y tres bioproductos para el control *Plasmodiophora brassicae*

Fuente de variación	gl	Cuadrados Medios	
		90 ddt	valor <i>P</i>
<b>Total</b>	23		
Tratamientos	5	965,8	0,55 ns
Repeticiones	3	410,3	0,79
<b>Error</b>	15		
<b>Promedio</b>		<b>139,15</b>	

Diferencias significativas \*( $p < 0,05$ ), diferencias altamente significativas \*\*( $p < 0,01$ ), ns: no significativo ( $p > 0,05$ ).

Realizado por: Cajo C.,2023

#### 4.4 Altura a los 15, 30,45,60 y 75 ddt



**Ilustración 10-4:** Altura evaluada a los 15, 30, 45, 60 y 75 ddt en plantas tratadas con dos fungicidas y tres bioproductos para el control de *Plasmodiophora brassicae*

Realizado por: Cajo C.,2023

El análisis de varianza para la variable altura a los 15, 30 y 45 ddt no mostró un efecto de los tratamientos en estudio ( $P>0,05$ ) (Tabla 11-4).

**Tabla 11-4:** ANOVA de la altura a los 15, 30 y 45 ddt en plantas tratadas con dos fungicidas y tres bioproductos para el control *Plasmodiophora brassicae*

Fuente de variación	Gl	Cuadrados Medios					
		Altura					
		15 ddt	valor P	30 ddt	valor P	45 ddt	valor P
<b>Total</b>	23						
Tratamientos	5	0,265	0,46 ns	0,601	0,25 ns	3,79	0,07 ns
Repeticiones	3	2,698	0,0007 **	5,531	0,0001 **	3,02	0,15
<b>Error</b>	15						
<b>Promedio</b>		<b>8,69</b>		<b>14,23</b>		<b>23,60</b>	

Diferencias significativas \*( $p<0,05$ ), diferencias altamente significativas \*\*( $p<0,01$ ), ns: no significativo ( $p>0,05$ ).

Realizado por: Cajo C.,2023

El análisis de varianza para la variable altura a los 60 y 75 ddt no mostró un efecto de los tratamientos en estudio ( $P>0,05$ ) (Tabla 12-4).

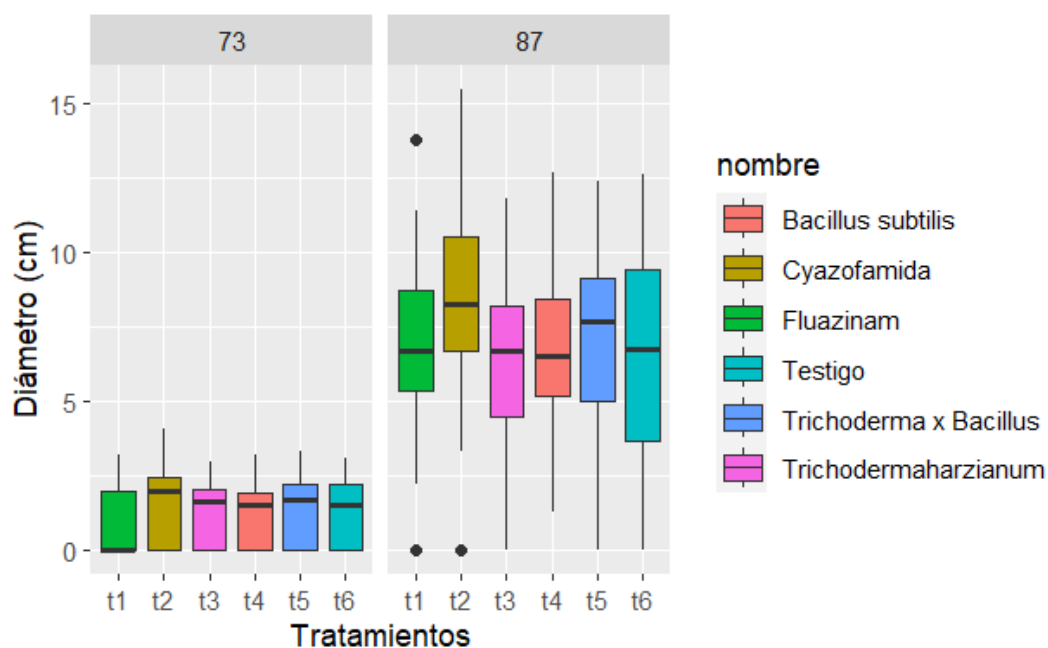
**Tabla 12-4:** ANOVA de la altura a los 60 y 75 ddt en plantas tratadas con dos fungicidas y tres bioproductos para el control *Plasmodiophora brassicae*

Fuente de variación	Cuadrados Medios				
	gl	Altura			
		60 ddt	valor P	75 ddt	valor P
<b>Total</b>	23				
Tratamientos	5	9,43	0,44 ns	20,36	0,28 ns
Repeticiones	3	19,35	0,15	48,3	0,05 *
<b>Error</b>	15				
<b>Promedio</b>		<b>30,71</b>		<b>32,46</b>	

Diferencias significativas \*( $p < 0,05$ ), diferencias altamente significativas \*\*( $p < 0,01$ ), ns: no significativo ( $p > 0,05$ ).

Realizado por: Cajo C., 2023

#### 4.5 Diámetro de la pella



**Ilustración 11-4:** Diámetro de la pella evaluada a los 73 y 87 ddt en plantas tratadas con dos fungicidas y tres bioproductos para el control de *Plasmodiophora brassicae*

Realizado por: Cajo C., 2023

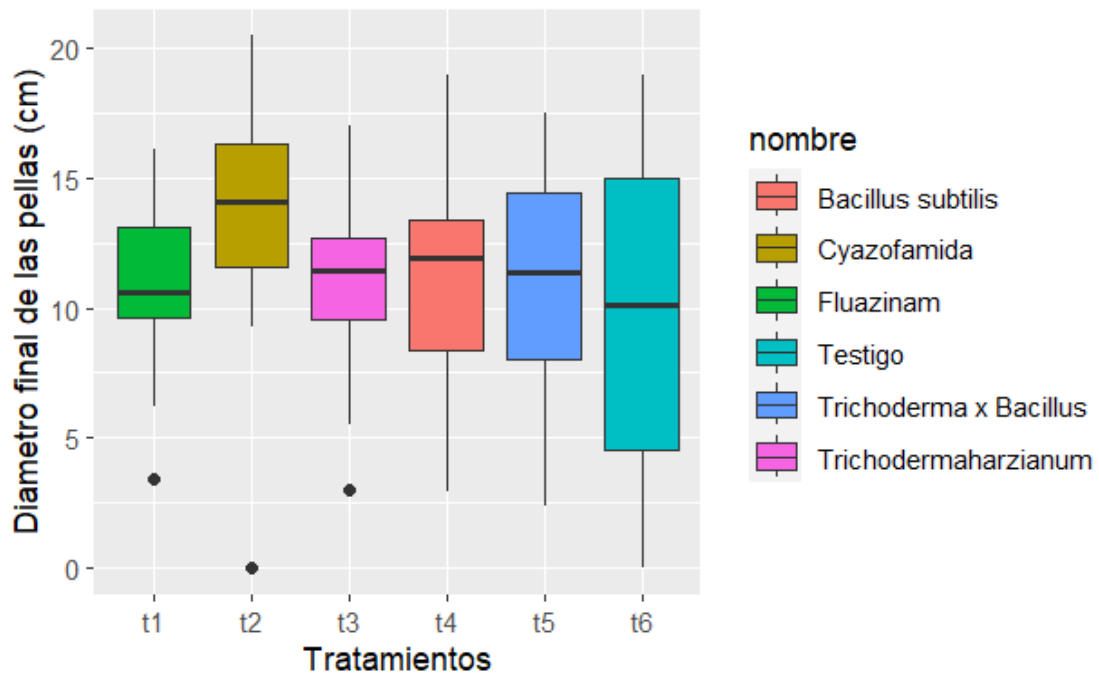
El análisis de varianza para la variable diámetro de las pellas a los 73 y 87 ddt no mostró un efecto de los tratamientos en estudio ( $P > 0,05$ ) (Tabla 13-4).

**Tabla 13-4:** ANOVA del diámetro de la pella evaluada a los 73 y 87 ddt en plantas tratadas con dos fungicidas y tres bioproductos para el control de *Plasmodiophora brassicae*

Fuente de variación	gl	Cuadrados Medios			
		Diámetro de las pellas			
		73 ddt	valor P	85 ddt	valor P
<b>Total</b>	23				
Tratamientos	5	0,26	0,41 ns	11	0,61 ns
Repeticiones	3	0,82	0,05*	35,96	0,03 *
<b>Error</b>	15				
<b>Promedio</b>				<b>24,77</b>	

Diferencias significativas \*( $p < 0,05$ ), diferencias altamente significativas \*\*( $p < 0,01$ ), ns: no significativo ( $p > 0,05$ ).

Realizado por: Cajo C.,2023



**Ilustración 12-4:** Diámetro final de la pella evaluada a los 90 ddt en plantas tratadas con dos fungicidas y tres bioproductos para el control de *Plasmodiophora brassicae*

Realizado por: Cajo C.,2023

El análisis de varianza para la variable diámetro final de la pella a los 90 ddt no mostró un efecto de los tratamientos en estudio ( $P > 0,05$ ) (Tabla 14-4).



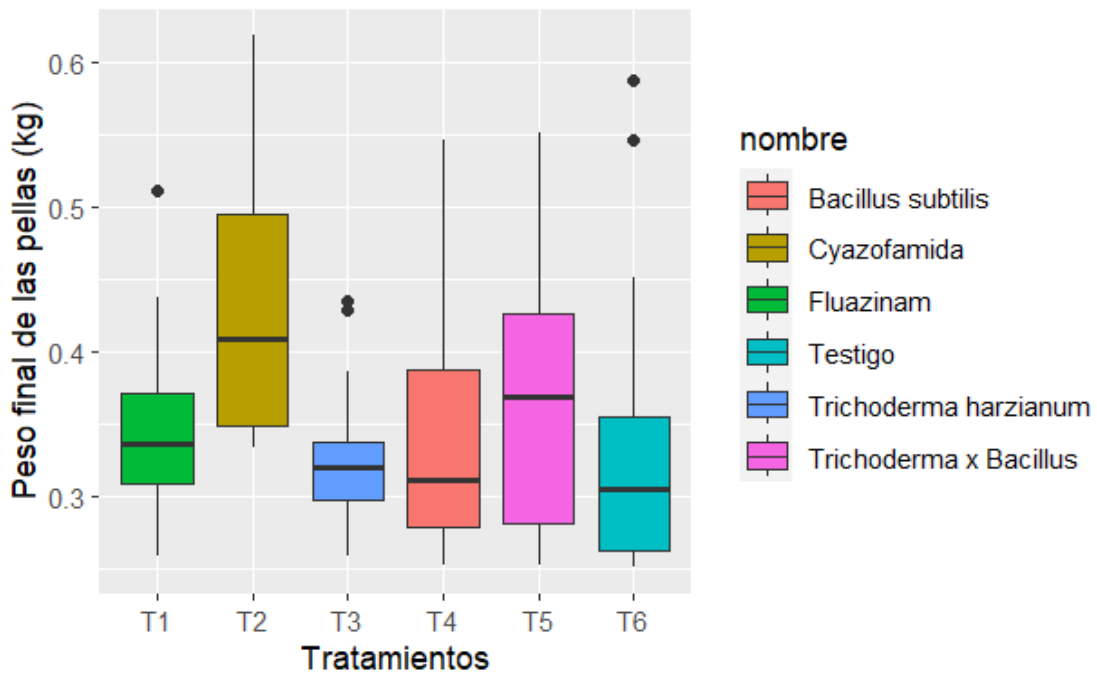
**Tabla 14-4:** Diámetro final de las pellas evaluada a los 90 ddt en plantas tratadas con dos fungicidas y tres bioproductos para el control de *Plasmodiophora brassicae*

Fuente de variación	gl	Cuadrados Medios	
		90 ddp	valor P
<b>Total</b>	23		
Tratamientos	5	0,02	0,56 ns
Repeticiones	3	0,04	0,16
<b>Error</b>	15		
<b>Promedio</b>		1,04	

Diferencias significativas \*( $p < 0,05$ ), diferencias altamente significativas \*\*( $p < 0,01$ ), ns: no significativo ( $p > 0,05$ ).

Realizado por: Cajo C.,2023

#### 4.6 Peso de la pella (kg)



**Ilustración 13-4:** Peso de la pella evaluada a los 90 ddt en plantas tratadas con dos fungicidas y tres bioproductos para el control de *Plasmodiophora brassicae*

Realizado por: Cajo C.,2023

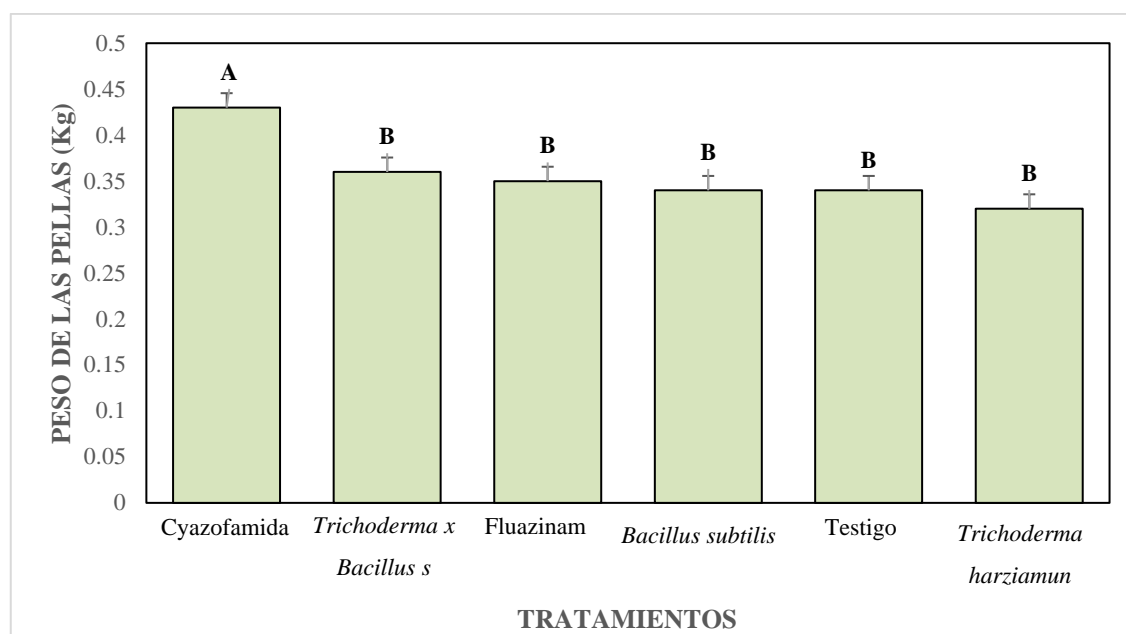
El análisis de varianza para la variable rendimiento mostró un efecto altamente significativo de los tratamientos ( $P < 0,05$ ), donde a los 90 ddt las plantas tratadas con Cyazofamida mostraron el mayor promedio de 0,43 kg mientras que el tratamiento con menor promedio fue T3 con 0,32 kg (Tabla 15-4).

**Tabla 15-4:** Peso final de las pellas evaluada a los 90 ddt en plantas tratadas con dos fungicidas y tres bioproductos para el control de *Plasmodiophora brassicae*

Fuente de variación	gl	Cuadrados Medios	
		90 ddp	valor P
<b>Total</b>	23		
Tratamientos	5	0,006	0,0007**
Repeticiones	3	0,0004	0,58
<b>Error</b>	15		
<b>CV%</b>		7,47	
<b>Promedio</b>		0,36	

Diferencias significativas \*( $p < 0.05$ ), diferencias altamente significativas \*\*( $p < 0.01$ ), ns: no significativo ( $p > 0.05$ ).

Realizado por: Cajo C., 2023



**Ilustración 14-4:** Promedios del peso de la pella en plantas tratadas con dos fungicidas y tres bioproductos para el control de *Plasmodiophora brassicae*

Realizado por: Cajo C., 2023

La prueba de Tukey al 5% para la severidad evaluada a los 90 días después del trasplante, identificó dos rangos de significancia estadística entre tratamientos. En el primer rango (a) el tratamiento con mayor peso de pella fue cyazofamida con un 0,43 kg, siendo el que obtuvo mayor peso de la pella. Además, el tratamiento con menor peso de la pella fue *Trichoderma harzianum* con una media de 0,32 kg (Tabla 16-4).

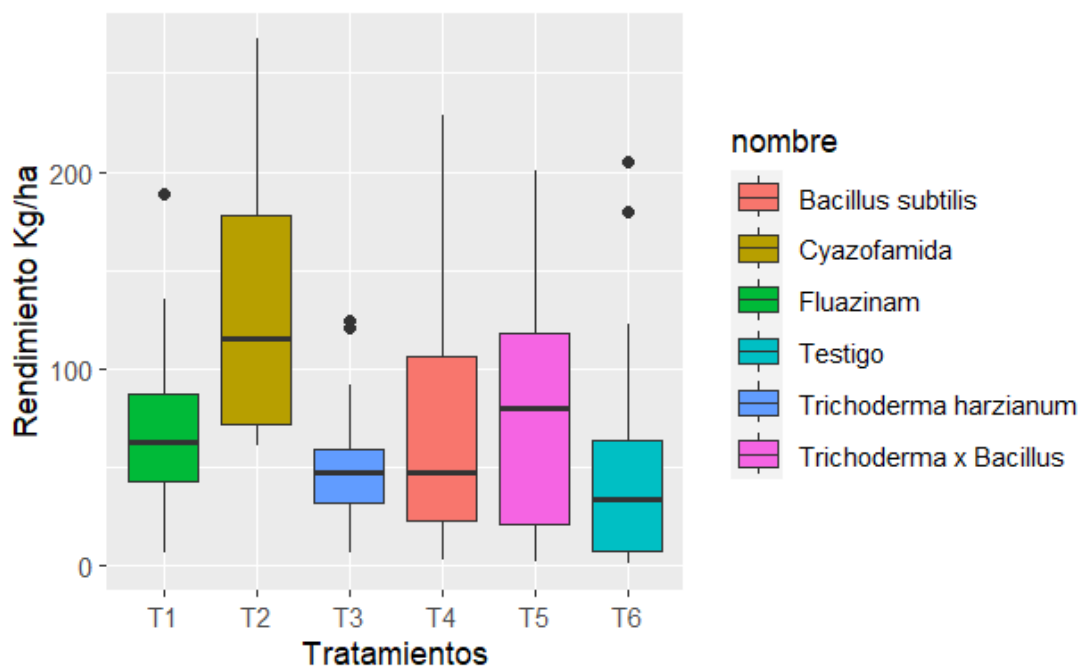
**Tabla 16-4:** Promedios de la variable peso de las pellas en plantas tratadas con dos fungicidas y tres bioproductos para el control de *Plasmodiophora brassicae*

Tratamientos	Peso de las pellas	
	Medias y rangos de significancia	
	90 ddp	
T2 (Cyazofamida)	0,43	a
T5 ( <i>Trichoderma x Bacillus subtilis</i> )	0,36	b
T1 (Fluazinam)	0,35	b
T4 ( <i>Bacillus subtilis</i> )	0,34	b
T6 (Testigo)	0,34	b
T3 ( <i>Trichoderma harzianum</i> )	0,32	b

Medias con la misma letra no difieren estadísticamente (Tukey,  $p = 0,05$ )

Realizado por: Cajo C.,2023

#### 4.7 Rendimiento



**Ilustración 15-4:** Rendimiento en plantas tratadas con dos fungicidas y tres bioproductos para el control de *Plasmodiophora brassicae*

Realizado por: Cajo C.,2023

El análisis de varianza para la variable rendimiento mostró un efecto altamente significativo de los tratamientos ( $P < 0,05$ ), donde a los 90 ddt las plantas tratadas con Cyazofamida mostraron el

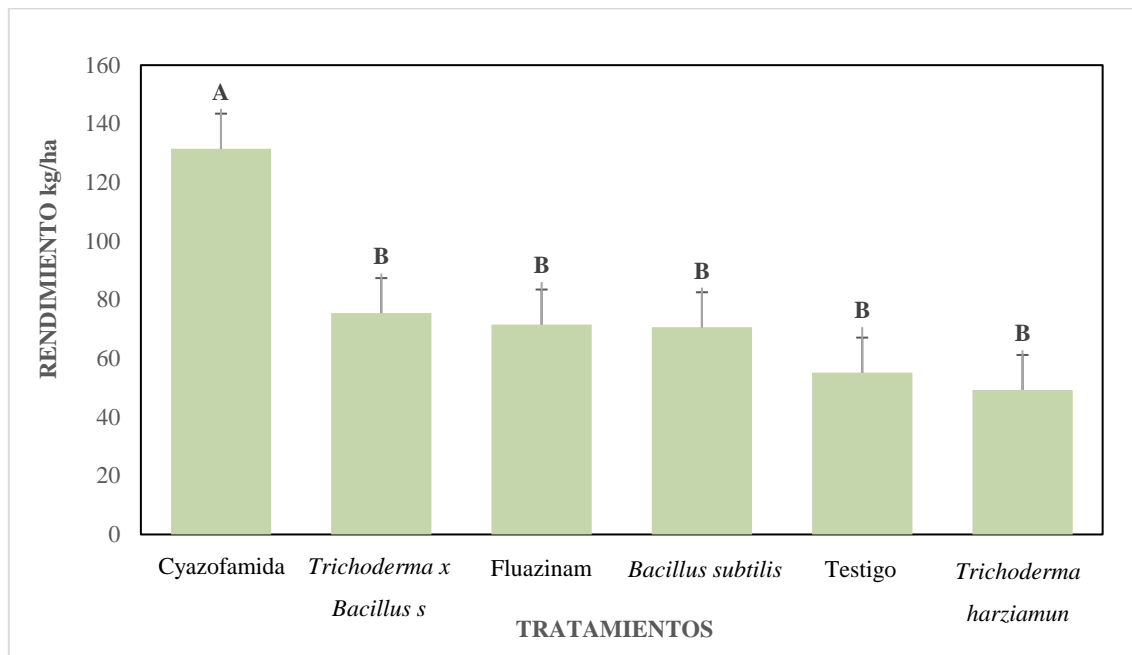
mayor rendimiento con 32,25 kg por parcela neta y el tratamiento testigo mostro la menor media de rendimiento de con 12,50 Kg por parcela neta (Tabla 17-4).

**Tabla 17-4:** ANOVA del rendimiento en plantas tratadas con dos fungicidas y tres bioproductos para el control de *Plasmodiophora brassicae*

Fuente de variación	Gl	Cuadrados Medios	
		90 ddp	valor P
<b>Total</b>	23		
Tratamientos	5	3423	0,00006**
Repeticiones	3	213	0,25
<b>Error</b>	15		
<b>Promedio</b>		75,6	

Diferencias significativas \*(p<0.05), diferencias altamente significativas \*\*(p<0.01), ns: no significativo (p>0.05).

Realizado por: Cajo C.,2023



**Ilustración 16-4:** Promedios de rendimiento en plantas tratadas con dos fungicidas y tres bioproductos para el control de *Plasmodiophora brassicae*

Realizado por: Cajo C.,2023

La prueba de Tukey al 5% para el rendimiento evaluado a los 90 días después del trasplante, identificó dos rangos de significancia estadística entre tratamientos. En el primer rango (a) el

tratamiento con mayor promedio de kg/ha corresponde al tratamiento T2 (Cyazofamida) con 131,52. Además, el tratamiento con menor promedio de kg/ha fue el tratamiento T3 (*Trichoderma harzianum*) con una media de 12,5 (Tabla 18-4).

**Tabla 18-4:** Promedio del rendimiento en plantas tratadas con dos fungicidas y tres bioproductos para el control de *Plasmodiophora brassicae*

Tratamientos	Rendimiento	
	Medias y rangos de significancia	
	90 ddp	
Cyazofamida	131,52	
<i>Trichoderma x Bacillus</i>	75,46	
Fluazinam	71,56	
<i>Bacillus subtilis</i>	70,63	
Testigo	55,17	
<i>Trichoderma harzianum</i>	49,26	

Medias con la misma letra no difieren estadísticamente (Tukey, p = 0,05)

**Realizado por:** Cajo C.,2023

La tabla (19-4) muestra la suma total de cada uno de los tratamientos en la que el tratamiento que tuvo mayor rendimiento es Cyazofamida con un total de 15923,00 kg/ha y con menor rendimiento se encuentra testigo con un rendimiento de 2528,95 kg/ha.

**Tabla 19-4:** Rendimiento

Tratamientos	Rendimiento Kg/ha
<b>T2</b> (Cyazofamida)	15923,00
<b>T1</b> (Fluazinam)	7585,35
<b>T4</b> ( <i>Bacillus subtilis</i> )	6560,86
<b>T5</b> ( <i>Trichoderma x Bacillus s</i> )	6160,57
<b>T3</b> ( <i>Trichoderma</i> )	4233,16
<b>T6</b> (Testigo)	2528,95

**Realizado por:** Cajo C.,2023

#### 4.8 Análisis económico

Para la sistematización (análisis económico) de la ganancia bruta, la ganancia neta, la relación beneficio- costo (relación entre los costos variables y el ingreso neto) y la rentabilidad se tomó en cuenta el costo referencial del brócoli en el mes de enero 2023, los precios del mercado en este rubro fueron de USD 0,35 por cada unidad, puesto que, a partir de la información citada se calculó

los ingresos y egresos del cultivo en función del rendimiento (Tabla 19-4). Por otra parte, el análisis de la rentabilidad muestra que la mitad de los tratamientos en estudio presentan un porcentaje positivo en la rentabilidad y la otra mitad muestra un porcentaje negativo, por lo tanto, se puede decir que el control químico y el control integrado tuvieron un efecto sobre *Plasmodiophora* y sobre el rendimiento.

Asimismo, si bien la mitad de los tratamientos generaron ganancia, Cyazofamida obtuvo la mayor relación beneficio-costo por cada dólar invertido, en cuanto a la rentabilidad esta fue mayor alcanzando un porcentaje de 18,69 %, con un beneficio de USD 0,19 por cada dólar invertido.

A su vez, el análisis marginal determinó que el tratamiento testigo donde no se aplicó ningún producto generó una rentabilidad negativa de – 22,42 %, es decir, que en este tratamiento no se logró obtener ninguna ganancia, sino lo contrario; no se recupera el dólar invertido.

**Tabla 20-4:** Análisis económico de los tratamientos evaluados con dos fungicidas y tres bioproductos para el control de *Plasmodiophora brassicae*

Tratamientos	USD/ha		B/C	Rentabilidad
	Ingresos USD	Costo de producción		
Fluazinam	42,4	39,28	1,08	7,94
Cyazofamida	48,4	40,78	1,19	18,69
<i>Trichoderma</i>	33,2	35,78	0,93	-7,21
<i>Bacillus subtilis</i>	38	35,78	1,06	6,20
<i>Trichoderma+Bacillus</i>	33,2	36,78	0,90	-9,73
Testigo	20	25,78	0,78	-22,42

Realizado por: Cajo C.,2023

#### 4.9 Discusión

En esta investigación al analizar el efecto de la aplicación de los fungicidas Fluazinam, cyazofamid y el efecto de tres bioproductos basados en *Trichoderma*, *Bacillus subtilis* y una mezcla entre estos, sobre la incidencia de *Plasmodiophora brassicae* en brócoli se pudo encontrar que la variable evaluada a los 24, 32, 40, 48, 56 y 64 ddt no fue significativa esto contrasta con la investigación de Almachi (2013, p. 68), quién demostró que hay diferencias significativas, esto pudo deberse principalmente a la distribución del patógeno del suelo a demás que otro factor importante es el pH del suelo debido a que este es un factor que está relacionado con la germinación de las esporas, Rashid et al. (2013: pp. 16-23), menciona que a pH de 6,0 – 7,0 la

enfermedad se vuelve más agresiva y mientras se logre subir el pH a partir de 7,0 la enfermedad no logra desarrollarse, el análisis de suelo de la investigación muestra un pH de 6,2 el cual se encuentra dentro del rango establecido por Rashid et al. (2013: pp. 16-23), en su estudio.

El análisis sobre el nivel de daño ocasionado por *P. brassicae* en brócoli, se puede encontrar que la variable severidad evaluada a los 90 ddt fue significativa en tratamientos lo cual según la prueba de Tukey el tratamiento T2 correspondiente a cyazofamida reduce de manera significativa la severidad de la enfermedad, este tratamiento posee un porcentaje 62% con respecto a *Trichoderma* que fue el más afectado con un 82%. La reducción de la enfermedad coincide con el análisis realizado por Arenales (2017, p.54) con aplicaciones de cada 7ddt, además el mismo autor menciona que las frecuencias de aplicación de cyazofamida promueve un mayor aumento de diámetro basal de brócoli esto debido a que existe un mejor control de diseminación del organismo.

Mitani et al. (2003, p.627), menciona que cyazofamida posee un alto potencial para el control de *Plasmodiophora brassicae* debido a que el fungicida influye directamente en la germinación de las esporas que se encuentran en reposo e incluso que puede afectar la movilidad de las zoosporas primarias, además el mismo autor menciona que la aplicación del ingrediente activo puede inhibir la enfermedad hasta un 80%.

En cuanto a la variable altura, sobre la incidencia de *Plasmodiophora brassicae* en brócoli se puede encontrar que la variable evaluada a los 15, 30, 45, 60 y 75 ddt no fue significativa esto contrasta con la investigación de Telenchana (2015, pp. 37-39), en donde las evaluaciones fueron significativas esto puede deberse a que la evaluación de los fungicidas no tiene relación directa con desarrollo y crecimiento de las plantas, sin embargo, el autor menciona que los fertilizantes promueven el crecimiento y desarrollo de las plantas a su vez el control químico es un complemento para disminuir la enfermedad, lo que permite que al reducir la enfermedad, las raíces tengan la capacidad de absorber los nutrientes del suelo.

Munévar (2004, p.177), menciona que una buena asimilación de los nutrientes provee a la planta resistencia ante enfermedades y patógenos debido a que los nutrientes permiten que la planta pueda desarrollar enzimas, que les permite defenderse ante cualquier peligro, y que las plantas con carencia de nutrientes son más susceptibles al ataque de enfermedades lo cual impide el desarrollo de las plantas.

En el análisis del diámetro de la pella a los 90 ddt se pudo encontrar que no existió diferencias significativas eso pudo deberse a que la variable está relacionada con el desarrollo radicular. Red Agrícola (2014), menciona que las hortalizas poseen una relación directa entre su masa radicular y el desarrollo de la parte aérea, resalta que a mayor masa radicular se puede obtener un mayor el grosor del tallo y más capacidad de traslocación, esto incrementa el área foliar, y favorece la fotosíntesis lo cual aumenta el tamaño de los frutos.

En el análisis del peso de la pella a los 90 ddt se pudo encontrar que existió diferencias significativas esto coincide con la investigación de Telenchana (2015, pp. 39-42), en el cual se encontraron diferencias significativas entre tratamientos, el cual explica que la interacción entre el fungicida y el fertilizante tiene efecto positivo en el aumento del diámetro de las pellas.

Al determinar la influencia de los productos en el rendimiento del cultivo se pudo encontrar que se pudo encontrar que existió diferencias altamente significativas para el tratamiento T2 Cyazofamida con un promedio de 131,52 kg/ha y con rendimiento de 15923,00 kg/ha y con un promedio menor a *Trichoderma harzianum* con 49,26 Kg/ha y testigo fue el tratamiento que obtuvo un rendimiento menor con respecto a los demás tratamientos con 2528,95 kg/ha, este análisis coincide con Arenales (2017, p.54).

Además, que los resultados de severidad apoyan el resultando en cuanto al rendimiento debido que mostraron que la severidad de las raíces es menor en un 62%, se observó incluso que en tratamientos de T2 se conservó gran parte del sistema radicular con respecto a los demás tratamientos.

Red Agrícola (2014), menciona que el desarrollo radicular tiene un efecto directo en la productividad las raíces dañadas pueden disminuir la productividad debido a la falta de absorción de agua y nutrientes.

Al realizar el análisis económico de los tratamientos se pudo encontrar que el tratamiento T2 correspondiente a cyazofamida debido a que son eficaces para el control del patógeno y además permite que se pueda obtener rendimientos, por cada dólar que se invierte se obtiene un beneficio de 0,19 USD. Lo cual indica que la aplicación del producto es rentable, así también lo indica Arenales (2017, pp.54), quien evaluó tres diferentes frecuencias de aplicación 7, 14 y 21 días, este



estudio mostro que la molécula Cyazofamida es viable para el control de *Plasmodiophora brassicae*.

#### **4.10 Comprobación de la hipótesis**

De acuerdo con los resultados obtenidos para las variables severidad (%) y rendimiento (kg/ha) se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ) y se acepta la hipótesis alternativa ( $H_1$ ).

## CAPITULO V

### 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1 Conclusiones

- El tratamiento que obtuvo un porcentaje de severidad menor fue Cyazofamida con el 62 %, a su vez este tratamiento mostró un porcentaje de eficiencia de 20,51 % superior a los demás tratamientos, por otro lado, el tratamiento con el mayor porcentaje de severidad *Trichoderma harzianum* con 82 %, mostrando una eficacia baja de -5,13 %, siendo este tratamiento el más afectado con la enfermedad.
- La mejor productividad se obtuvo con el tratamiento a Cyazofamida, puesto que alcanzó un rendimiento de 15 923 kg/ha, producción que generó la mejor rentabilidad. Asimismo, los tratamientos Fluazinam, *Trichoderma harzianum*, *Bacillus subtilis*, *Trichoderma harzianum* + *Bacillus subtilis*, y el testigo absoluto, obtuvieron rendimientos de 7585,35 kg/ha, 4233,16 kg/ha, 6560,57 kg/ha, 6160,57 kg/ha y 2528,95kg/ha, respectivamente, producción que generó una rentabilidad positiva en la mitad de los tratamientos.
- El tratamiento a base de Cyazofamida con 18,69 % fue el que mayor rentabilidad generó, es decir que, por cada 1,00 USD invertido, se espera recuperar 1,00 USD y obtener una ganancia de 0,19 USD adicional a lo invertido.

## **5.2 Recomendaciones**

- Probar el encalado como complemento para la utilización de cyazofamida.
- Probar cyazofamida en otras variedades de brócoli como Legacy, Domador, Marathon.
- Estudiar diferentes dosis de cyazofamida para mejorar la eficacia.

## **GLOSARIO**

**Agallas:** son alteraciones de crecimiento ocasionadas por el crecimiento o la multiplicación celular exagerada, se presenta generalmente en raíces y tallos (Villalva, 2021, p. 28).

**Anaeróbico Facultativo:** organismos que pueden vivir en ambientes con oxígeno o en ausencia de este (Barioglio, 2006, p. 47).

**Apresorios:** estructura hinchada procedente de una hifa o de un tubo germinativo que permite que el patógeno pueda sujetarse e ingresar a su hospedante (Barioglio, 2006, p. 56).

**Bioproducto:** productos obtenidos a través de organismos vivos hongos, bacterias, enzimas etc (Filippone et al, 2017: p. 24).

**Carpelo:** hojas modificadas del gineceo que se encuentran soldada entre sí (Monlau, 1870, p. 206).

**Clamidospora:** espora sexual, que posee una pared gruesa y resistente, se forma en una hifa o en un conidio por la transformación de una o varias células (González, 1975, p. 18).

**Clorosis:** es una coloración de tono amarillo o verde claro que se da generalmente en las hojas, ocasionado por deficiencias nutricionales, infecciones por virus, viroides y fitoplasmas, el síntoma aparece en procesos degenerativos del metabolismo de los cloroplastos (Rivera, 1999, p. 11).

**Endospora:** estructura que poseen algunas bacterias en forma de bastón, la estructura es resistente y sirve de protección ante condiciones adversas (Audesirk et al, 2003: p. 372).

**Enzimas líticas:** permiten al patógeno ingresar y expandirse dentro de los tejidos vegetales (Ramírez & Matínez, 2016: pp. 5-7).

**Esporulación:** último paso en el ciclo vegetativo de las esporas en donde se empieza la producción de esporas (Kader, 2011, p. 234).

**Exudados:** compuestos orgánicos que producen las raíces de las plantas y que son liberados al medio para facilitar el paso de las raíces (Torres, 2008, p. 6).

**Fitopatógono policíclico:** patógeno que tiene más de un ciclo de infección por ciclo de cultivo (Arneson, 2001).

**Fitotóxico:** compuestos de origen antropogénico o natural que impiden el crecimiento normal de las plantas cuando son expuestas a determinadas dosis provocando la muerte del cultivo (Ronco, 2018, p. 1).

**Fotoperiodo:** influencia de los cambios diurnos de luz y los periodos de oscuridad sobre el crecimiento y desarrollo de las plantas (Rey, 2008, p. 920).

**Hifa:** estructura que pertenece generalmente a los hongos, están formados por células alineadas que agrupadas forman una especie de hilos (Villalva, 2021, p. 24).

**Hiperplasia:** crecimiento desordenado de las células que se caracteriza por el incremento en el número de unidades celulares (Rivera, 1999, p. 13).

**Hipertrofia:** consiste en el aumento de volumen celular ocasionado por el patógeno, a diferencia de la hiperplasia, las células no se dividen, pero aumenta su tamaño (Rivera, 1999, p. 13).

**Inflorescencia:** agrupación de ramificaciones y flores (Vargas, 2011, p. 313).

**Micelio:** agrupación de las hifas (Villalva, 2021, p. 24).

**Patógeno:** organismo capaz de causar una enfermedad (Arauz, 1998, p. 23).

**Plasmodio:** masa de células de capa fina, amorfa y mucilaginosa con citoplasma multinucleado (Rivera, 1999, p. 39).

**Silicua:** fruto sincárpico capsular que se abre por dehiscencia está formado por dos carpelos, placentas marginales y parietales (Muller, 2001, p. 219).

**Suelo de supresión:** son aquellos suelos en los que la incidencia y la severidad de las enfermedades es baja a pesar de la presencia del patógeno (Baker, 1987, pp. 67-85).

**Translaminar:** denominados así los plaguicidas que penetran en los tejidos de las plantas pero que no se desplazan por ellos, ejercen su acción en el sitio donde se los ha aplicado (Mundi-Prensa, 1987, p. 333).

**Zoospora:** esporas en reposo que adquieren movilidad propia a través de flagelos (Rivera, 1999, p. 39).

**Zoosporangios - quistes:** esporas en reposo del patógeno (Rivera, 1999, p. 66).

## BIBLIOGRAFÍA

**AGRIOS, G N.** *Plant Diseases Caused by Fungi* [en línea]. New York- United States : Elsevier Science, 2012. [Consulta: 20 septiembre 2022 ]. Disponible en: [https://www.google.com.ec/books/edition/Plant\\_Pathology/xLdSrKhThNEC?hl=es-419&gbpv=1&dq=agrios&printsec=frontcover](https://www.google.com.ec/books/edition/Plant_Pathology/xLdSrKhThNEC?hl=es-419&gbpv=1&dq=agrios&printsec=frontcover)

**AGRIOS, George N.** *The Pathogen: Plasmodiophora brassicae*. 5<sup>th</sup> ed . New York- United States : Elsevier Science & Technology Rihgts, 2005. [Consulta: 25 septiembre 2022 ]. Disponible en: [https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=CnzbgZgby60C&oi=fnd&pg=PP1&dq=agrios+2005+plant+pathology+pdf&ots=FrGkzg1Moh&sig=Ig1WHYuarNctax2o\\_CDQDTbCaqc#v=onepage&q=plasmodiophora%20brassicae%20%20syptom&f=false](https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=CnzbgZgby60C&oi=fnd&pg=PP1&dq=agrios+2005+plant+pathology+pdf&ots=FrGkzg1Moh&sig=Ig1WHYuarNctax2o_CDQDTbCaqc#v=onepage&q=plasmodiophora%20brassicae%20%20syptom&f=false)

**AGROBESSER .** Cyazofamid. [blog]. [Consulta: 20 septiembre 2022 ]. Disponible en: <https://agrobesser.com/fungicidas/rennam-11-cyazofamid-fungicida-con-actividad-sobre-tizon-tardio-silvestre-917.html>.

**ALMACHI PANELUISA, Victor Ernesto.** Evaluación de dos híbridos de Brócoli (*Brassica oleracea* var. itálica) a tres Métodos Alternativos, aplicados a dos dosis, para el control de Hernia de la col (*Plasmodiophora brassicae* Wor.), en la Hacienda Limache – Mulaló –Cotopaxi [en línea] (Trabajo de titulación). Universidad Técnica de Cotopaxi, Latacunga, Ecuador. 2013. p.68. [Consulta : 2023-02-01]. Disponible en: <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/2575/1/T-UTC-00112.pdf>

**ANDUJAR, A; et al.** "Análisis de de eficacia de productos fitosanitarios". *19as jornadas de productos fitosanitarios*, vol.94 (1997), (España-Andalucía) pp. 32-33.

**ARAUZ, Luis.** *Fitopatología un enfoque agroecológico* [en línea]. San José - Costa Rica: Universidad de Costa Rica, 1998. [Consulta : 18 enero 2023 ]. Disponible en : [https://www.google.com.ec/books/edition/Fitopatolog%C3%ADa\\_Un\\_Enfoque\\_Agroecol%C3%B3gico/I6jDW5HI9BAC?hl=es-419&gbpv=1&dq=aprosorio&pg=PA165&printsec=frontcover](https://www.google.com.ec/books/edition/Fitopatolog%C3%ADa_Un_Enfoque_Agroecol%C3%B3gico/I6jDW5HI9BAC?hl=es-419&gbpv=1&dq=aprosorio&pg=PA165&printsec=frontcover)

**ARENALES BARRERA, Roberto Antonio.** Evaluación de cuatro frecuencias de aplicación de cyazofamida para el control de la hernia de las crucíferas causada por *Plasmodiophora brassicae*,

en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea var. Italica*), PROMOAGRO [en línea] (Trabajo de titulación). USAC, Guatemala, Santa Cruz. 2017. pp. 54. [Consulta: 19 febrero 2023]. Disponible: <http://www.repositorio.usac.edu.gt/8329/1/ROBERTO%20ANTONIO%20ARENALES%20BARRERA.pdf>

**ARNESON, Phil A.** *Plant Disease Epidemiology: Temporal Aspects* [blog]. (United States.) [Consulta: 06 febrero 2023]. Disponible en: [10.1094/PHI-A-2001-0524-01](https://doi.org/10.1094/PHI-A-2001-0524-01).

**AUDESIRK, Teresa; et al.** *Biología en la tierra* [en línea]. Puerto Rico : Pearson Educación, 2003. [Consulta: 28 enero 2023]. Disponible en: <https://books.google.com.ec/books?id=uO48-6v7GcoC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>

**BARIOGLIO, Carlos.** *Diccionario de las ciencias pecuarias*. [en línea]. Córdoba-Argentina : Encuentro Grupo Editor, 2006. [Consulta: 28 enero 2023]. Disponible en: [https://www.google.com.ec/books/edition/Diccionario\\_de\\_Las\\_Ciencias\\_Agropecuaria/xzLQnBU6DOKC?hl=es-419&gbpv=1](https://www.google.com.ec/books/edition/Diccionario_de_Las_Ciencias_Agropecuaria/xzLQnBU6DOKC?hl=es-419&gbpv=1)

**BARKER, Kenneth.** "Evolving concepts of biological control of plant pathogens". *Annual Review Phytopathology*, vol. 25 (1987), (Estados Unidos) pp.67-85.

**BUNCE SAYAVEDRA, Ruth Nataly.** Efecto de la aplicación de *Bacillus subtilis* a tres frecuencias y tres dosis en brócoli [en línea]. UCE, Quito, Ecuador. 2020. p.64. [Consulta: 25 septiembre 2022]. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/22366/1/T-UCE-0004-CAG-274.pdf>

**CASTRO, Leida; et al.** "Abono orgánico, microorganismos de montaña (mm) y fertibiol para el control biológico de la hernia de las crucíferas (*Plasmodiophora brassicae* wor.) en el cultivo de mostaza china". *Agronomía Costarricense* (2020), (Montes de Oca - Costa Rica) p.48.

**CASTRO, Ángela & RIVILLAS, Carlos.** *Trichoderma spp. Modos de acción, eficacia y usos en el cultivo de café*. [en línea]. Caldas-Colombia: Centro Nacional de Investigaciones del café, 2012. [Consulta: 23 Septiembre 2022]. Disponible en: <https://biblioteca.cenicafe.org/handle/10778/577>

**CHAI, Ai; et al.** "Research status of clubroot (*Plasmodiophora brassicae*) on cruciferous crops in China". *Canadian Journal of Plant Pathology* [en línea], 2014, (Canadá) 36(1), pp. 142-153.



[Consultado: 19 diciembre 2022 ]. ISSN: 1715-2992. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/07060661.2013.868829>

**CIMMYT.** *La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos; Un manual metodológico de evaluación económica* [en línea]. Mexico-Lisboa : CIMMYT, 1998. [Consulta: 18 noviembre 2022]. Disponible en: <https://repository.cimmyt.org/xmlui/bitstream/handle/10883/1063/9031.pdf>

**COSME, Reymundo.** *Tecnología de producción de brócoli* [blog]. 25 Septiembre 2015. [Consulta : 18 septiembre 2022]. Disponible en: <https://es.slideshare.net/reymundcosmocerno/cultivo-de-brocoli>.

**CUENCA, Jefferson Stalin.** Evaluación de dos elicitores sintéticos y dos microorganismos para el manejo agroecológico de punta morada de la papa (pmp), variedad superchola (Trabajo de titulación). ESPOCH, Riobamba. 2021. pp. 30.

**DIXON, Geoffrey R.** "*Plasmodiophora brassicae* in its Environment". *J Plant Growth Regul*, vol. 28 (2009 a), (Reino Unido) pp. 212–228.

**DIXON, Geoffrey R.** "*Plasmodiophora brassicae* in its Environment". *J Plant Growth Regul*, vol. 28 (2009 b), (Reino Unido) pp. 194–202.

**ECURED.** *Cantón Chambo (Ecuador)*. [blog]. [Consulta: 29 septiembre 2022]. Disponible en : [https://www.ecured.cu/index.php?title=Especial:Citar&page=Cant%C3%B3n\\_Chambo\\_%28Ecuador%29&id=3480407](https://www.ecured.cu/index.php?title=Especial:Citar&page=Cant%C3%B3n_Chambo_%28Ecuador%29&id=3480407). 3480407.

**EDIFARM.** *Fluazenth*. [blog]. [Consulta: 20 septiembre 2022]. Disponible en: [https://gestion.edifarm.com.ec/edifarm\\_quickagro/pdfs/productos/FLUAZENTH-20201201-093908.pdf](https://gestion.edifarm.com.ec/edifarm_quickagro/pdfs/productos/FLUAZENTH-20201201-093908.pdf).

**EVARARDO, Zamora.** "El cultivo del brócoli". *Universidad de Sonora* , vol. 38 (2016), (Mexico) p. 4.

**Filippone, Maria; et al.** " Bioproductos y sanidad vegetal . Los bioproductos y la agricultura". *Dossier*, vol. 38 (2017) ,(Argentina) p.24.

**FRAC.** *Clasificación de fungicidas y bactericidas según el modo de acción* [blog]. [Consulta: 12 noviembre 2022]. Disponible en: [https://fmcagro.es/img/folleto\\_Clasificaci%C3%B3n%20de%20fungicidas%20y%20bactericidas%20seg%C3%BAn%20el%20modo%20de%20acci%C3%B3n.pdf](https://fmcagro.es/img/folleto_Clasificaci%C3%B3n%20de%20fungicidas%20y%20bactericidas%20seg%C3%BAn%20el%20modo%20de%20acci%C3%B3n.pdf)

**GONZÁLEZ, Luis.** *Introducción a la fitopatología* [en línea]. San José - Costa Rica : IICA, 1975. [Consulta: 01 noviembre 2022]. Disponible en: <https://repositorio.iica.int/handle/11324/16538?show=full>

**HARO, Milton & MALDONADO, Lizardo.** *Guía Técnica para el cultivo de Brócoli* [en línea]. Riobamba-Ecuador : Pedagógica Freire, 2009. [Consulta: 04 noviembre 2022]. Disponible en: <https://biblioteca.esPOCH.edu.ec/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=25303>

**JARAMILLO, Jorge & DÍAZ, Cipriano.** *El cultivo de las crucíferas. Origen y dispersión* [en línea]. Antioquia - Colombia : Litomadrid, 2006. [Consulta: 15 septiembre 2022]. Disponible en: [https://www.academia.edu/29823010/El\\_Cultivo\\_Cruciferas](https://www.academia.edu/29823010/El_Cultivo_Cruciferas)

**KADER, Adel A.** *Tecnología Postcosecha de cultivos hortícolas* [en línea]. California : University of California, Agriculture and Natural Resources, 2011. [Consulta: 15 enero 2022] Disponible en: [https://www.google.com.ec/books/edition/Tecnolog%C3%ADa\\_postcosecha\\_de\\_cultivos\\_hort/x62K8WywAt4C?hl=es-419&gbpv=1](https://www.google.com.ec/books/edition/Tecnolog%C3%ADa_postcosecha_de_cultivos_hort/x62K8WywAt4C?hl=es-419&gbpv=1)

**LABRADOR, Mirna, POZO, Elio & GARCIA, Irma.** "Efecto de *Trichoderma harzianum* Rifai sobre *Plasmodiophora brassicae* Woronin, en brócoli, en la localidad de Escagüey, municipio Rangel, estado Mérida". *Centro agrícola*, Vol. 41, n° 2 (2013), (Cuba) p.43.

**LARA VÁSCONEZ, Norma Ximena; et al.** Identificación de zonas potenciales de recarga y descarga de agua subterránea en la subcuenca del Río Chambo mediante los sistemas de información geográfica y el análisis multicriterio [En línea] (Trabajo de titulación). Universidad de Granada, ESPOCH, Riobamba, Ecuador. 2021. pp.122-125. [Consulta: 2022-11-15]. Disponible en : <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8017000>

**LIU, Lijiang; et al.** " Refinado el ciclo de vida de *Plasmodiophora brassicae*". *Etiology* [en línea], 2020, (Canadá) 110(10), pp.1710-1714 . [Consulta: 10 septiembre 2022]. ISSN: 1710 - 1711. Disponible en: <https://apsjournals.apsnet.org/doi/epdf/10.1094/PHYTO-02-20-0029-R>

**MAG.** *Boletín situacional cultivo de brócoli*. [blog]. [Consulta: 28 octubre 2022]. Disponible en;

[http://sipa.agricultura.gob.ec/boletines/situacionales/2021/boletin\\_situacional\\_brocoli\\_2021.pdf](http://sipa.agricultura.gob.ec/boletines/situacionales/2021/boletin_situacional_brocoli_2021.pdf).

**MCKINNEY & DAVIS, J.** "Influence of temperature and soil moisture on Heminthosporium sativum infection of wheat seedlings". *Journal of Agricultural Research*, vol. 31, n°9 (1925), (Estados Unidos), PP 827 - 829.

**MITANI, Shigeru; et al.** "Effects of cyazofamid against *Plasmodiophora brassicae* Woronin on Chinese cabbage". *Pest Management Science*, Vol. 59, n° 3 (2003), (United Kingdom) p.627.

**MONLAU, Josep.** *Programa de un curso de historia natural para uso de los institutos de segunda enseñanza y escuelas normales* [en línea]. Barcelo-España : Libr. de La Publicidad, 1870. [Consulta: 20 enero 2022]. Disponible en : [https://books.google.com.ec/books?id=1B6t2epf1PIC&printsec=frontcover&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.ec/books?id=1B6t2epf1PIC&printsec=frontcover&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false)

**MULLER, Ludwig. 2001.** *Manual de laboratorio de morfología vegetal* [en línea]. Turrialba-Costa Rica : Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales, Carrera de Ingeniería Agronómica, 2001. [Consulta: 18 enero 2023]. Disponible en : <https://books.google.com.ec/books?id=9I8gAQAAIAAJ&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false>

**MUNDI-PRENSA.** *Los parásitos de la vid* [en línea]. Madrid-España : Mundi-Prensa, 1987. [Consulta: 18 enero 2023]. Disponible en : [https://www.google.com.ec/books/edition/Los\\_par%C3%A1sitos\\_de\\_la\\_vid/yRaBg0TthAMC?hl=es-419&gbpv=1&dq=Los+par%C3%A1sitos+de+la+vid.&printsec=frontcover](https://www.google.com.ec/books/edition/Los_par%C3%A1sitos_de_la_vid/yRaBg0TthAMC?hl=es-419&gbpv=1&dq=Los+par%C3%A1sitos+de+la+vid.&printsec=frontcover)

**MUNÉVAR, Fernando.** "Relación entre la nutrición y las enfermedades de las plantas". *Sanidad Vegetal* [en línea], 2004, (España) 25(1), p.177. [Consulta: 19 febrero 2023 ]. ISSN: 2744-8266. Disponible en: <https://exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/nutrici%C3%B3nylasenfermedadesenplantas.pdf>

**NAWROCKA, J. y MALOLEPSZA, U.** "Diversity in plant systemic resistance induced by *Trichoderma*". *Biological Control*, Vol. 67, n° 2 (2013), (Lodz-Polonia) pp.5-7.

**NIWAA, Rieko; et al.** "Increase in soil pH due to Ca-rich organic matter application causes suppression of the clubroot disease of crucifers". *Soil Biology and Biochemistry* [en línea], 2007, (Aichi-Japón) 39(3), pp. 783-785. [Consulta: 18 noviembre 2022]. ISSN: 0038-0717. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2006.09.027>

**ONGENA, Marc.; & JACQUES, Felipe.** "*Bacillus lipopeptides*: versatile weapons for plant disease biocontrol". *Trends in Microbiology* vol. 16, n° 3 (2008), (Belgium) pp. 115-125.

**PERRIN, R K. 1976.** *La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: Un manual metodológico de evaluación económica.* México D.F [en línea]. México : Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. [Consulta: 18 diciembre 2022]. Disponible en: <https://repository.cimmyt.org/xmlui/bitstream/handle/10883/1063/9031.pdf>

**RAMÍREZ, Edilene & MARTÍNEZ, Sixta.** "Determinación del contenido extra e intracelular de algunas enzimas líticas relacionadas con pared celular en raíces de clavel (*Dianthus caryophyllus L.*)". *Revista Colombiana de Química*, Vol. 45, n° 2 (2016), (Colombia) pp5-7.

**RASHID, A; et al."** Effects of root exudates and pH on *Plasmodiophora brassicae* resting spore germination and infection of canola (*Brassica napus L.*) root hairs". *Crop Protection*, vol. 48 (2013). (Estados Unidos) pp.16-23.

**RED AGRÍCOLA.** *La raíz es el cerebro de la planta (Darwin) Manejos y productos para potenciar el desarrollo radicular.* [blog]. [Consulta: 11 abril 2023]. Disponible en: <https://www.redagricola.com/cl/la-raiz-es-el-cerebro-de-la-planta/#:~:text=Las%20ra%C3%ADces%20o%20sistemas%20radiculares,debidatenci%C3%B3n%20manejo%20y%20cuidado>

**REY, Cruz.** "Factores que influyen en el desarrollo : el fotoperiodo". *Editorial Agrícola Española*, n° 913 (2008), (Chile) p.920.

**RIVERA, Germán.** *Conceptos introductorios a la fitopatología* [en línea]. San José-Costa Rica : Universidad Universidad Estatal a Distancia, 1999. [Consulta: 18 enero 2023 ]. Disponible en:

[https://books.google.com.ec/books?id=xpTHXEWG\\_t8C&printsec=frontcover&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.ec/books?id=xpTHXEWG_t8C&printsec=frontcover&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false)

**RONCO CAMPAÑA, Alejandro.** Fitotóxicos como alternativa a herbicidas contaminantes [En línea] (Trabajo de titulación). (Maestría) Universidad Pablo de Olavide, Sevilla, España. 2018. p.1. [Consulta: 2023-01-15 ]. Disponible en: <https://www.upo.es/cms1/export/sites/upo/moleqla/documentos/Numero30/Fitotoxicos.pdf>

**SAGARPA.** *Guía técnica del cultivo del brócoli.* [blog]. [Consulta: 18 septiembre de 2022]. Disponible en : <https://es.scribd.com/doc/287808187/Guia-Tecnica-Del-Cultivo-Del-Brocoli>.

**SAHARAUI, Govind; et al.** *The Disease: Clubroot. Clubroot Disease of Crucifers* [en línea]. Singapur: Springer, 2021. Consulta: [18 septiembre de 2022]. Disponible en: [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-16-2133-8\\_2](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-16-2133-8_2)

**SALCEDO RUALES, Fabián Tarquino.** Evaluación de la resistencia de cuatro variedades de brócoli a *Plasmodiophora brassicae* Woronin. [En línea] (Trabajo de titulación). ESPOCH, Riobamba, Ecuador. 2016. p.15, [Consulta: 2022-09-15]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/5740/1/13T0837.pdf>

**SÁNCHEZ, Ana; et al.** Producción de brócoli en Ecuador. [En línea] (Trabajo de titulación). UTA, Ambato, Ecuador 2020. pp. 2-3. [Consulta: 2022-09-21 ]. Disponible en : [https://fca.uta.edu.ec/v4.0/images/OBSERVATORIO/dipecticos/Dipectico\\_N38.pdf](https://fca.uta.edu.ec/v4.0/images/OBSERVATORIO/dipecticos/Dipectico_N38.pdf)

**SANTOYO, Juan & MARTINEZ, César.** *Tecnología de producción de brócoli* [en línea]. Sinaloa-Mexico:Funación prodeuce Sinaloa, A.C. 2018. [Consulta: 18 septiembre 2022]. Disponible en: <https://infoagronomo.net/monografia-cultivo-de-brocoli-pdf/>

**SIVILA, Nancy y ALVAREZ, Susana.** *Produccion artesanal de trichoderma* [en línea]. Jujuy-Argentina : Universidad Nacional de Jujuy, 2013. [Consulta: 08 octubre 2022]. Disponible en : [https://www.academia.edu/11343364/Produccion%20Artesanal\\_y\\_Control\\_de\\_Calidad\\_d\\_el\\_hongo\\_antagonista\\_Trichoderma](https://www.academia.edu/11343364/Produccion%20Artesanal_y_Control_de_Calidad_d_el_hongo_antagonista_Trichoderma)

**SCHOCH, Conrad; et al.** "Taxonomía de NCBI: una actualización completa sobre curación, recursos y herramientas". *Base de datos (Oxford)* [en línea], 2020, (Estados Unidos) 20.

[Consulta: 25 noviembre 2022 ] ISSN:1758-0463. Disponible en:  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7408187/>

**TELENCHANA PAUCAR, Norma Yolanda.** Aplicación de productos sello verde en el manejo de la hernia de las crucíferas (*Plasmodiophora brassicae*) en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* var. Avenger), en las condiciones agroecológicas de Izamba. [En línea] (Trabajo de titulación). Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador. 2015. pp. 37-39. [Consulta: 2022-09-19]. Disponible en :  
<https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/18284/1/Tesis-107%20%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-CD%20349.pdf>

**TEWARI, JP; et al.** " Identificación de la raíz club de las crucíferas en la canola ( *Brassica napus* ) en Alberta". *Revista candiense de patología vegeta*, vol.27 (2010), (Edmonton-Canadá) pp. 143-144.

**TICLLA QUISPE, Herlinda Miriam.** Control de *Plasmodiophora brassicae* en brócoli (*Brassica oleracea* var. Italica) cv. 'Avenger' con *Trichoderma viride* mezclado con biocarbón activado. [En línea] ( Trabajo de titulación).Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Arequipa, Perú. 2019. pp.42-43. [Consulta: 2023-01-25]. Disponible en:  
<https://repositorio.unsa.edu.pe/server/api/core/bitstreams/2880f74e-8d53-4de8-9c9b-272c5f6cbe39/content>

**TOLEDO, Julio.** *Cultivo del brócoli* [en línea]. Lima-Perú: INIAP, 2003. [Consulta: 16 septiembre 2022]. Disponible en:  
[http://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/20.500.12955/895/1/Toledo-Cultivo\\_brocoli.pdf](http://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/20.500.12955/895/1/Toledo-Cultivo_brocoli.pdf)

**TORRES DE LOS SANTOS , Rodolfo.** Determinación preliminar de las señales químicas presente en exudados radiculares implicados en la asociacion *Azospirillum* -Maíz [En línea] ( Trabajo de titulación). Instituto Politécnico Nacional, Reynosa, Mexico. 2008. p.6. [Consulta: 2023-01-20]. Disponible en:  
<https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/3487/DETERMINACIONPRELIMINAR.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

**VARGAS, Gustavo.** *Botánica General desde los musgos a las algas* [en línea] . Costa Rica : EUNED, 2011. [Consulta: 15 enero 2023 ]. Disponible en:  
[https://www.google.com.ec/books/edition/Bot%C3%A1nica\\_General\\_Desde\\_Los\\_Musgos\\_Has](https://www.google.com.ec/books/edition/Bot%C3%A1nica_General_Desde_Los_Musgos_Has)

[ta/Ss\\_VwMLNu7sC?hl=es-](#)

[419&gbpv=1&dq=Bot%C3%A1nica+General+desde+los+musgos+a+las+algas&pg=PA164&printsec=frontcover](#)

**VELANDIA, Jorge, GALINDO, Ricardo & ÁVILA, Clemencia.** "Evaluación de la gallinaza en el control de *Plasmodiophora brassicae* en repollo". *Agronomía Colombiana*, vol.15 (1998), (Colombia) p.1.

**VILLALVA, Sonia.** *Fitopatología* [en línea]. Madrid-España : Paraninfo S.A, 2021. [Consulta: 15 enero 2023 ]. Disponible en: [https://books.google.com.ec/books?id=InE-EAAAQBAJ&printsec=frontcover&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.ec/books?id=InE-EAAAQBAJ&printsec=frontcover&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false)

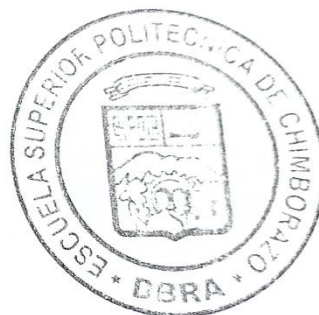
**WANG, Yao; et al.** "The soil bacterial community regulates germination of *Plasmodiophora brassicae* resting spores rather than root exudates". *Plos Pathogens*, vol. 3, n° 19 (2023), (Cologne-Germany) pp. 10-12.

**WIKIPEDIA .** Fluaziman. [blog]. 2021. [Consulta: 15 octubre 2022 ]. Disponible en: <https://en.wikipedia.org/wiki/Fluazinan>

**YÁNEZ MENDIZÁBAL, Viviana del Rocío.** Potencial de la cepa CPA-8 de *Bacillus subtilis* como agente de biocontrol de enfermedades de postcosecha de fruta [En línea] (Trabajo de titulación). (Maestría) Universidad de Lleida, Lleida, España. 2021. pp.7. [Consulta: 2022-09-20]. Disponible en: <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/80456/Tvrym1de1.pdf>



A handwritten signature in blue ink is written over a circular stamp. The stamp contains the text "Escuela Superior Politécnica de Chimborazo" and "DBRA".



## ANEXOS

### ANEXO A: COEFICIENTE DE VARIACIÓN Y PRUEBA DE NORMALIDAD (SHAPIRO - WILK) PARA LA VARIABLE INCIDENCIA

<b>Incidencia</b>			
<b>Días después del trasplante (ddt)</b>	<b>Coefficiente de variación</b>	<b>Normalidad</b>	
		p-valor	
40		25,2	0,22
48		38,5	0,51
56		23,59	0,23
64		21,41	0,06

### ANEXO B: COEFICIENTE DE VARIACIÓN Y PRUEBA DE NORMALIDAD (SHAPIRO - WILK) PARA LA VARIABLE SEVERIDAD

<b>Severidad</b>			
<b>Días después del trasplante ( ddt)</b>	<b>Coefficiente de variación</b>	<b>Normalidad</b>	
		p-valor	
90		10,89	0,51

### ANEXO C: COEFICIENTE DE VARIACIÓN Y PRUEBA DE NORMALIDAD (SHAPIRO - WILK) PARA LA VARIABLE PESO FRESCO DE LAS RAÍCES

<b>Peso fresco de las raíces</b>			
<b>Días después del trasplante (ddt)</b>	<b>Coefficiente de variación</b>	<b>Normalidad</b>	
		p-valor	
90		24,61	0,87

### ANEXO D: COEFICIENTE DE VARIACIÓN Y PRUEBA DE NORMALIDAD (SHAPIRO - WILK) PARA LA VARIABLE ALTURA

<b>Altura</b>			
<b>Días después del trasplante (ddt)</b>	<b>Coefficiente de variación</b>	<b>Normalidad</b>	
		p-valor	
15		5,7	0,11
30		4,4	0,47
45		5,1	0,73
60		9,9	0,65
75		11,75	0,19



**ANEXO E: COEFICIENTE DE VARIACIÓN Y PRUEBA DE NORMALIDAD (SHAPIRO - WILK) PARA LA VARIABLE DIÁMETRO DE LA PELLA**

<b>Altura</b>			
<b>Días después del trasplante (ddt)</b>	<b>Coefficiente de variación</b>	<b>Normalidad</b>	
		p-valor	
73		40,8	0,99
87		24,7	0,69

**ANEXO F: COEFICIENTE DE VARIACIÓN Y PRUEBA DE NORMALIDAD (SHAPIRO - WILK) PARA LA VARIABLE PESO DE LA PELLA**

<b>Peso de la pella</b>			
<b>Días después del trasplante (ddt)</b>	<b>Coefficiente de variación</b>	<b>Normalidad</b>	
		p-valor	
90		7,46	0,05

**ANEXO G: COEFICIENTE DE VARIACIÓN Y PRUEBA DE NORMALIDAD (SHAPIRO - WILK) PARA LA VARIABLE RENDIMIENTO**

<b>Rendimiento</b>			
<b>Días después del trasplante (ddt)</b>	<b>Coefficiente de variación</b>	<b>Normalidad</b>	
		p-valor	
90		21,8	0,07

**ANEXO H: DOSIS DE LOS TRATAMIENTOS EN ESTUDIO**

<b>Tratamientos químicos</b>			
<b>Nombre comercial</b>	<b>Ingrediente activo</b>	<b>Dosis cc/L</b>	<b>Volumen/ tratamiento</b>
Fluastar	Fluazinam	1,5	2 L
Ranman	Cyazofamid	1	2 L

<b>Tratamientos biológicos</b>			
	<b>Especies</b>	<b>Concentración</b>	<b>Volumen/ tratamiento</b>
	<i>Trichoderma harzianum</i>	1x10 <sup>6</sup> UFC/ml	2 L

<b>Nombre comercial</b>	<b>Especies</b>	<b>Dosis g/L</b>	<b>Volumen/</b>
-------------------------	-----------------	------------------	-----------------

			tratamiento
Armony	<i>Bacillus subtilis</i>	5	2 L
Biohealth	<i>Trichoderma x Bacillus</i>	0,5	2 L

#### ANEXO I: INCIDENCIA DE *Plasmodiophora brassicae*



#### ANEXO J: INCIDENCIA Y SEVERIDAD





## **ANEXO K: SEVERIDAD**



## **ANEXO L: ALTURA**



## **ANEXO M: COSTOS DE PRODUCCIÓN**

RECURSO	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNIT. (USD)	P. TOTAL (USD)
<b>COSTOS DIRECTOS</b>				
<b>Preparacion del suelo</b>				
Análisis de suelo	Kg	1	39,06	39,06
Arada-Rastrada	Hora	1	12	12
Nivelada	Hora	1	6	6
Mano de obra	Jornal	1	6	6
Surcada	Hora	1	6	6
<b>Delimitación del área</b>				
Piola	Unidad	2	3	6
Azadón	Unidad	1	15	15
Estacas	Unidad	16	0,31	5,0
Mano de obra	Jornal	1	6	6
<b>Trasplante</b>				
Plántulas	Plántulas	768	0,01	7,68
Mano de obra	Jornal	2	6	12
<b>Fertilización</b>				
Urea	Kg	9,33	1,32	12,3
Nitrato de amonio	Kg	9,33	1,32	12,3
Bioestim	mL	100	0,042	4,2
Abono Orgánico(gallinaza)	Saco	10	2,25	22,5
Transporte	Carro	1	10	10
Mano de obra	Jornal	1	6	6
<b>Labores culturales</b>				
Deshierba	Jornal	2	6	12
Aporque	Jornal	2	6	12
<b>Control de plagas y enfermedades</b>				
Fluaster	Litro	1	13,5	13,5
Ranman	Litro	1	15	15
<i>Trichoderma</i>	Litro	1	10	10
<i>Bacillus subtilis</i>	mL	1	10	10
Biohealth	mL	1	11	11
Decil	mL	1	3	3
Mano de obra	Jornal	1	6	6
<b>Evaluación</b>				
Metro	Unidad	1	2	2
Balanza	Unidad	1	5	5
Calibrador	Unidad	1	20	20
Identificadores	Unidad	576	0,02	11,52
Mochila de bomba	Bomba	2	20	40
<b>Cosecha</b>				
Mano de obra	Jornal	3	6	18
Transporte	Carro	1	10	10
			<b>Total</b>	<b>387,1</b>



## ANEXO N : TOMA DE MUESTRA PARA EL ANÁLISIS DE SUELO



## ANEXO O: ETIQUETADO DE LA MUESTRA DE SUELO



## ANEXO P: PREPARACIÓN Y DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE EXPERIMENTACIÓN



**ANEXO Q: DESHIERVE**



**ANEXO R: RIEGO**



**ANEXO S: EVALUACIÓN DE LA ALTURA**





## **ANEXO T: EVALUACIÓN DE PESO DE LAS PELLAS**



## **ANEXO U: EVALUACIÓN DEL PESO FRESCO DE LAS RAICES**



## **ANEXO V: EVALUACIÓN DE LA SEVERIDAD**



# ANEXO W: ANÁLISIS DE SUELO



**ESTACION EXPERIMENTAL DEL AUSTRO**  
**LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS**  
Km 12 1/2 vía El Descanso - BULLCAY - Guailaco - www@iniap.gob.ec  
 Atay - Ecuador TeleFax: (07) 2171161



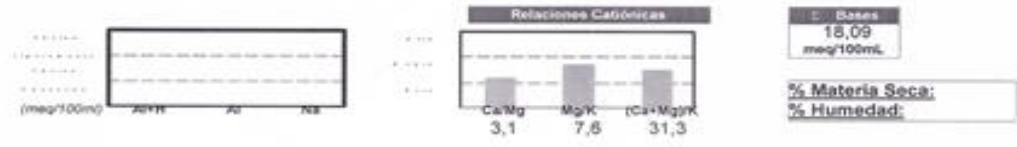
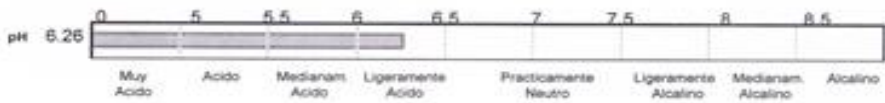
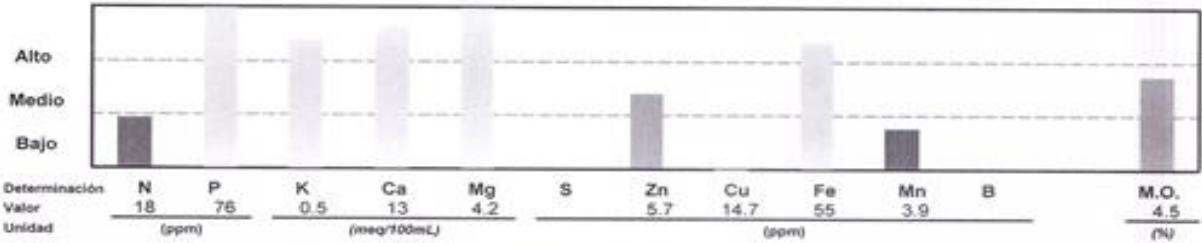
## REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO			
Nombre :	CARINA CAJO	Teléfono :	0969693146
Dirección :	RIOBAMBA	e-mail :	carinacajo09@gmail.com
Ciudad :	Chambo		

DATOS DE LA PROPIEDAD			
Nombre :	Chimborazo	Parroquia :	Chambo
Provincia :	Chimborazo	Ubicación :	Molinopamba
Cantón :	Chambo	Latitud :	Longitud :

DATOS DE LA MUESTRA			
No. Laboratorio :	7602	Responsable Muestreo :	Cliente
Factura No. :	0	Fecha Muestreo :	20/09/2022
Identificación :		Fecha Análisis :	22/09/2022
Cultivo Actual :	HORTALIZAS	Fecha Ingreso :	22/09/2022
		Fecha Emisión :	29/09/2022

### INTERPRETACION



Determinación	Metodología	Extractante
N, P	Colorimetría	Olsen
K, Ca, Mg	Absorción	Modificado
Zn, Cu, Fe, Mn	Atómica	pH 8.5
S	Turbidimetría	Fosfato de Ca
B	Colorimetría	Mundobaco
Cl	Volumetría	Piela Saturada
M.O.	Oxalación	No aplica
	Vía Humeda	

Determinación	Metodología	Extractante
pH	Potenciometría	Suelo Agua (1:2.5)
CE	Conductimetría	Pasta Saturada
Textura	Boyovolum	No Aplica
Al	Volumetría	K, Cl, 1N
Al + H		
Na	Absorción	Pasta Saturada
E Bases	Atómica	Olsen Modificado pH 8.5

Niveles de Referencia Óptimos							
N	20 - 40	S	10 - 20	B	0.5 - 1.0	Na	0.5 - 1.0
P	10 - 20	Zn	4 - 8	Cl	0 - 0	Ca/Mg	2 - 8
K	0.2 - 0.4	Cu	1 - 10	M.O.	3 - 5	Mg/K	2.5 - 10.0
Ce	4 - 8	Fe	20 - 40	Al+H	0.5 - 1.5	(Ca+Mg)/K	12.5 - 50.0
Mg	1 - 3	Mn	5 - 10	Al	0.3 - 1.0		

  
 \_\_\_\_\_  
 Responsable laboratorio

  
 ESTACION EXPERIMENTAL CHUQUIVITA  
 Laboratorio de Suelos y Aguas  
 \_\_\_\_\_  
 Laboratorista

N/E: No Entrega  
 Los resultados emitidos en este informe, corresponden únicamente a la(s) muestra(s) sometida(s) al ensayo.





epoch

Dirección de Bibliotecas y  
Recursos del Aprendizaje

UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y  
DOCUMENTAL

REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 21 / 06 / 2023

<b>INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)</b>
<b>Nombres – Apellidos:</b> Carina Elizabeth Cajo Ajo
<b>INFORMACIÓN INSTITUCIONAL</b>
<b>Facultad:</b> Recursos Naturales
<b>Carrera:</b> Agronomía
<b>Título a optar:</b> Ingeniera Agrónoma
<b>f. responsable:</b> Ing. Cristhian Fernando Castillo Ruiz



Ing. Cristhian Fernando Castillo



1109-DBRA-UTP-2023