



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
CARRERA AGRONOMÍA

**EVALUACIÓN DE LA APLICACIÓN DE ELICITORES Y
BIOPRODUCTOS PARA EL CONTROL DE MILDIU**
(*Pseudoperonospora cubensis* Berk. & M.A.Curtis) EN PEPINO
(*Cucumis sativus* L.)

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO AGRÓNOMO

AUTOR:

MARIO ARTURO REMACHE REMACHE

Riobamba – Ecuador

2024



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
CARRERA AGRONOMÍA

**EVALUACIÓN DE LA APLICACIÓN DE ELICITORES Y
BIOPRODUCTOS PARA EL CONTROL DE MILDIU**
(Pseudoperonospora cubensis Berk. & M.A.Curtis) EN PEPINO
(Cucumis sativus L.)

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO AGRÓNOMO

AUTOR: MARIO ARTURO REMACHE REMACHE

DIRECTOR: ING. PABLO ÁLVAREZ ROMERO PhD.

Riobamba – Ecuador

2024

© 2024, Mario Arturo Remache Remache

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, Mario Arturo Remache Remache, 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 autor 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, 28 de mayo de 2024.



Mario Arturo Remache Remache

060448069-9

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 LA APLICACIÓN DE ELICITORES Y BIOPRODUCTOS PARA EL CONTROL DE MILDIU (*Pseudoperonospora cubensis* Berk. & M.A.Curtis) EN PEPINO (*Cucumis sativus* L.)**, realizado por el señor: **MARIO ARTURO REMACHE REMACHE**, 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.

	FIRMA	FECHA
Ing. Víctor Lindao Córdova Ph.D. PRESIDENTE DEL TRIBUNAL		2024-05-28
Ing. Pablo Álvarez Romero Ph.D. DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		2024-05-28
Ing. Norma Soledad Erazo Sandoval Ph.D. ASESORA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		2024-05-28

DEDICATORIA

La presente investigación le dedico a Dios por darme fuerza, sabiduría y sobre todo salud para alcanzar mi meta a pesar de muchas dificultades que se presentaron en mi camino. “Querer es poder”. A mis queridos padres, Luis Arturo Remache Ramírez y María Esther Remache Quitio; por su amor incondicional y su apoyo constante en cada paso de mi vida. Su esfuerzo y sacrificio han sido la base sobre la que he construido mis sueños. A mi alegría e inspiración diaria, mi amado hijo Christopher Alexander Remache Saldarriaga; que, con su sonrisa, sus locuras, su fugaz crecimiento ha sido el motivo para inspirarme a diario y dar lo mejor de mí. A mis hermanos, por estar siempre a mi lado, brindándome su compañía, ánimos en los momentos más difíciles. Nuestra hermandad ha sido una fuente inagotable de fuerza y motivación. A todos aquellos que, de una u otra manera, han contribuido a la culminación de este trabajo. Su apoyo y colaboración han sido cruciales para alcanzar esta meta.

Mario

AGRADECIMIENTO

La culminación de este trabajo no hubiera sido posible sin el apoyo y la colaboración de muchas personas, a quienes me gustaría expresar mi más profundo agradecimiento. Pero principalmente y sin dudarlo quiero agradecer a Dios por darme esa fuerza, sabiduría y salud en cada paso por su iluminación en la ejecución y culminación de este trabajo de investigación y todo el desarrollo académico. A mi familia, especialmente a mis padres (Luis Arturo Remache Ramírez y María Esther Remache Quitio), hermanos (Juan, Edison, Marcía) y mi hijo (Christopher Alexander Remache Saldarriaga) quienes siempre han creído en mí y me han brindado su amor y apoyo incondicional. Su confianza y motivación han sido mi mayor impulso. A mi director, el Ing. Pablo Israel Álvarez Romero PhD. por su guía inestimable, paciencia y constante apoyo a lo largo de este proceso. Sus consejos y críticas constructivas han sido fundamentales para el desarrollo de esta investigación. A la Ing. Norma Soledad Erazo Sandoval PhD. por su colaboración y asesoría en el desarrollo de este trabajo de investigación, por compartir sus conocimientos en calidad de Asesora en este proceso de investigación. A mis amigos y compañeros de estudios, por su amistad, comprensión y por los momentos de desahogo y risas que me ayudaron a mantener el equilibrio durante los momentos más difíciles del proceso. A todos, muchas gracias.

Mario

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS	xii
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	xiv
ÍNDICE DE ANEXOS	xvi
RESUMEN.....	xvii
ABSTRACT	xviii
INTRODUCCIÓN	1

CAPÍTULO I

1.	DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA.....	3
1.1.	Planteamiento del problema.....	3
1.2.	Objetivos	3
1.2.1.	<i>Objetivo general</i>	3
1.2.2.	<i>Objetivos específicos</i>	3
1.3.	Justificación	4
1.4.	Hipótesis	4
1.4.1.	<i>Hipótesis nula</i>	4
1.4.2.	<i>Hipótesis alterna</i>	5

CAPÍTULO II

2.	MARCO TEÓRICO	6
2.1.	Mildiu	6
2.1.1.	<i>Definición</i>	6
2.1.2.	<i>Agente causal</i>	6
2.1.3.	<i>Taxonomía</i>	7
2.1.4.	<i>Sintomatología y signo</i>	7
2.1.5.	<i>Ciclo de vida</i>	8
2.1.6.	<i>Condiciones óptimas de desarrollo</i>	9
2.1.7.	<i>Manejo de la enfermedad</i>	9
2.2.	Elicitores.....	10
2.2.1.	<i>Definición</i>	10
2.2.2.	<i>Funciones de los elicitores</i>	10
2.2.3.	<i>Tipos de elicitores</i>	11

2.2.4.	Aplicaciones en la agricultura	11
2.2.4.1.	Ácido salicílico.....	11
2.2.4.2.	Silicio	12
2.3.	Bioproductos	13
2.3.1.	Trichoderma sp.	13
2.3.1.1.	Generalidades	13
2.3.1.2.	Taxonomía	13
2.3.1.3.	Características	14
2.3.1.4.	Mecanismo de acción.....	14
2.3.1.5.	Patógeno que controla	15
2.3.2.	Bacillus subtilis	16
2.3.2.1.	Generalidades	16
2.3.2.2.	Taxonomía	16
2.3.2.3.	Características	16
2.3.2.4.	Mecanismo de acción.....	17
2.3.2.5.	Patógenos que controla.....	18
2.4.	Cultivo de pepino	19
2.4.1.	Origen	19
2.4.2.	Clasificación taxonómica	20
2.4.3.	Descripción botánica	20
2.4.4.	Requerimientos de clima y suelo	21
2.4.4.1.	Requerimientos de clima	21
2.4.4.2.	Requerimientos de suelo	21
2.4.5.	Producción de pepino en Ecuador	23
2.4.6.	Pepino variedad Jaguar F1	24
2.4.6.1.	Descripción del fruto.....	24
2.4.6.2.	Estados de desarrollo.....	24
2.4.6.3.	Clima o piso térmico	24
2.4.6.4.	Densidad de siembra.....	25
2.4.6.5.	Comportamiento fitosanitario.....	25

CAPÍTULO III

3.	MARCO METODOLÓGICO	26
3.1.	Localización del estudio	26
3.2.	Coordenadas geográficas	26
3.3.	Condiciones climatológicas	26

3.4.	Materiales y equipos	26
3.4.1.	<i>Materiales de campo.....</i>	26
3.4.2.	<i>Materiales de oficina.....</i>	27
3.4.3.	<i>Equipos</i>	27
3.5.	Manejo del cultivo	27
3.5.1.	<i>Labores de campo.....</i>	27
3.5.1.1.	<i>Control de malezas.....</i>	27
3.5.1.2.	<i>Riego</i>	27
3.5.1.3.	<i>Tutorado.....</i>	27
3.5.1.4.	<i>Aplicación de tratamientos</i>	27
3.5.1.5.	<i>Cosecha.....</i>	28
3.5.2.	<i>Insumos</i>	28
3.5.3.	<i>Material biológico</i>	28
3.6.	Métodos	28
3.6.1.	<i>Factores en estudio.....</i>	28
3.6.2.	<i>Tratamientos.....</i>	29
3.6.3.	<i>Croquis del ensayo</i>	29
3.6.4.	<i>Unidad experimental.....</i>	29
3.6.5.	<i>Diseño experimental.....</i>	30
3.6.6.	<i>Análisis de varianza</i>	30
3.6.7.	<i>Análisis funcional</i>	31
3.7.	VARIABLES Y MÉTODOS DE EVALUACIÓN	31
3.7.1.	<i>Incidencia de la enfermedad.....</i>	31
3.7.1.1.	<i>Incidencia de mildiu por parcela</i>	31
3.7.1.2.	<i>Incidencia de mildiu por planta</i>	32
3.7.2.	<i>Severidad de la enfermedad.....</i>	32
3.7.2.1.	<i>Severidad de mildiu por hoja</i>	32
3.7.3.	<i>Productividad.....</i>	33
3.7.3.1.	<i>Número de flores por planta.....</i>	33
3.7.3.2.	<i>Número de frutos por planta</i>	33
3.7.3.3.	<i>Longitud del fruto por planta</i>	33
3.7.3.4.	<i>Diámetro del fruto por planta</i>	34
3.7.3.5.	<i>Rendimiento por planta (kg/planta)</i>	34
3.7.4.	<i>Área Bajo la Curva del Progreso de la Enfermedad (ABCPE).....</i>	34
3.7.5.	<i>Eficacia biológica.....</i>	34
3.7.6.	<i>Análisis económico.....</i>	35

CAPÍTULO IV

4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	36
4.1.	Análisis e interpretación de los resultados	36
4.1.1.	<i>Incidencia de la enfermedad.....</i>	36
4.1.1.1.	<i>Incidencia de mildiu por parcela</i>	36
4.1.1.2.	<i>Incidencia de mildiu por planta</i>	39
4.1.2.	<i>Severidad de la enfermedad por estrato de la planta</i>	43
4.1.2.1.	<i>Severidad de mildiu por hoja en el estrato superior</i>	43
4.1.2.2.	<i>Severidad de mildiu por hoja en el estrato intermedio</i>	46
4.1.2.3.	<i>Severidad de mildiu por hoja en el estrato inferior</i>	49
4.1.3.	<i>Productividad.....</i>	52
4.1.3.1.	<i>Número de flores por planta.....</i>	52
4.1.3.2.	<i>Número de frutos por planta</i>	55
4.1.3.3.	<i>Longitud del fruto por planta (cm).....</i>	58
4.1.3.4.	<i>Diámetro del fruto por planta (cm).....</i>	61
4.1.3.5.	<i>Rendimiento por planta (kg/planta)</i>	63
4.1.4.	<i>Área Bajo la Curva del Progreso de la Enfermedad (ABCPE).....</i>	65
4.1.4.1.	<i>Incidencia de mildiu por planta</i>	65
4.1.4.2.	<i>Severidad de mildiu por hoja en el estrato superior</i>	68
4.1.4.3.	<i>Severidad de mildiu por hoja en el estrato intermedio</i>	71
4.1.4.4.	<i>Severidad de mildiu por hoja en el estrato inferior</i>	74
4.1.5.	<i>Eficacia biológica.....</i>	77
4.1.5.1.	<i>Eficacia de mildiu por planta.....</i>	77
4.1.5.2.	<i>Eficacia de mildiu por hoja en el estrato superior.....</i>	79
4.1.5.3.	<i>Eficacia de mildiu por hoja en el estrato intermedio</i>	81
4.1.5.4.	<i>Eficacia de mildiu por hoja en el estrato inferior</i>	83
4.2.	Análisis económico	85
4.3.	Discusión	86
4.3.1.	<i>Eficacia biológica.....</i>	86
4.3.2.	<i>Análisis económico.....</i>	90

CAPÍTULO V

5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	92
5.1.	Conclusiones	92
5.2.	Recomendaciones	93

GLOSARIO
BIBLIOGRAFÍA
ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1:	Fitopatógenos controlados por cepas de <i>Trichoderma</i>	15
Tabla 2-2:	Mecanismos de acción de <i>Bacillus subtilis</i>	18
Tabla 2-3:	Fitopatógenos controlados por cepas de <i>Bacillus</i>	18
Tabla 3-1:	Coordenadas geográficas de la ubicación de estudio.....	26
Tabla 3-2:	Condiciones climatológicas de la ubicación de estudio.....	26
Tabla 3-3:	Productos aplicados	28
Tabla 3-4:	Tratamientos en estudio	29
Tabla 3-5:	Especificaciones del área experimental	30
Tabla 3-6:	Esquema de análisis de varianza.....	30
Tabla 4-1:	Análisis de varianza de la incidencia por parcela	36
Tabla 4-2:	Análisis de varianza de la incidencia por planta	39
Tabla 4-3:	Análisis de varianza de la severidad de mildiu por hoja en el estrato superior....	43
Tabla 4-4:	Análisis de varianza de la severidad de mildiu por hoja en el estrato intermedio	46
Tabla 4-5:	Análisis de varianza de la severidad por hoja en el estrato inferior.....	49
Tabla 4-6:	Análisis de varianza del número de flores por planta	52
Tabla 4-7:	Análisis de varianza del número de frutos por planta.....	55
Tabla 4-8:	Análisis de varianza de la longitud del fruto por planta en la octava evaluación	58
Tabla 4-9:	Análisis de varianza del diámetro del fruto por planta en la octava evaluación ..	61
Tabla 4-10:	Análisis de varianza del rendimiento por planta (kg/planta)	63
Tabla 4-11:	Análisis de varianza del área bajo la curva de la incidencia de mildiu por planta por semana	66
Tabla 4-12:	Análisis de varianza del área bajo la curva de la severidad de mildiu por hoja en el estrato superior por semana	69
Tabla 4-13:	Análisis de varianza del área bajo la curva de la severidad de mildiu por hoja en el estrato intermedio por semana	72
Tabla 4-14:	Análisis de varianza del área bajo la curva de la severidad de mildiu por hoja en el estrato inferior por semana.....	75
Tabla 4-15:	Análisis de varianza de la eficacia de mildiu por planta.....	77
Tabla 4-16:	Análisis de varianza de la eficacia de los tratamientos por hojas del estrato superior	79
Tabla 4-17:	Análisis de varianza de la eficacia de los tratamientos por hojas del estrato intermedio	81
Tabla 4-18:	Análisis de varianza de la eficacia de los tratamientos por hojas del estrato inferior	83

Tabla 4-19: Relación beneficio/costo de los tratamientos 85

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 2-1:	Esporangios y esporangióforos de <i>P. cubensis</i>	7
Ilustración 2-2:	Lesiones con distinto grado de severidad en el haz y signo en el envés de la hoja.....	8
Ilustración 2-3:	Ciclo de vida de <i>Bacillus subtilis</i>	17
Ilustración 3-1:	Distribución de los tratamientos en el ensayo	29
Ilustración 3-2:	Distribución de los tratamientos en el ensayo	30
Ilustración 3-3:	Escala de severidad de mildiu en hojas de pepino	33
Ilustración 4-1:	Gráfico de la prueba de Tukey de la incidencia de mildiu por parcela	38
Ilustración 4-2:	Gráfico de la prueba de Tukey de la incidencia de mildiu por planta.....	42
Ilustración 4-3:	Gráfico de la prueba de Tukey de la severidad de mildiu por hoja en el estrato superior.....	45
Ilustración 4-4:	Gráfico de la prueba de Tukey de la severidad de mildiu por hoja en el estrato intermedio	48
Ilustración 4-5:	Gráfico de la prueba de Tukey de la severidad por hoja en el estrato inferior	51
Ilustración 4-6:	Gráfico de la prueba de Tukey del número de flores por planta	54
Ilustración 4-7:	Gráfico de la prueba de Tukey del número de frutos por planta	57
Ilustración 4-8:	Gráfico de la prueba de Tukey de la longitud del fruto por planta para la octava evaluación	60
Ilustración 4-9:	Gráfico de la prueba de Tukey del diámetro del fruto por planta para la octava evaluación	62
Ilustración 4-10:	Gráfico de la prueba de Tukey del rendimiento por planta (kg/planta).....	64
Ilustración 4-11:	Curva del proceso de la enfermedad para la variable incidencia (%) de mildiu por planta por semana	65
Ilustración 4-12:	Gráfico de la prueba de Tukey de la incidencia (%) de mildiu por planta por semana.....	67
Ilustración 4-13:	Curva del proceso de la enfermedad para la variable severidad de mildiu por hoja en el estrato superior por semana	68
Ilustración 4-14:	Gráfico de la prueba de Tukey de la severidad de mildiu por hoja en el estrato superior por semana	70
Ilustración 4-15:	Curva del proceso de la enfermedad para la variable severidad de mildiu por hoja en el estrato intermedio por semana	71
Ilustración 4-16:	Gráfico de la prueba de Tukey de la severidad de mildiu por hoja en el estrato intermedio por semana	73

Ilustración 4-17: Curva del proceso de la enfermedad para la variable severidad de mildiu por hoja en el estrato inferior por semana	74
Ilustración 4-18: Gráfico de la prueba de Tukey de la severidad de mildiu por hoja en el estrato inferior por semana.....	76
Ilustración 4-19: Gráfico de la prueba de Tukey de la eficacia de los tratamientos en planta.	78
Ilustración 4-20: Gráfico de la prueba de Tukey de la eficacia de los tratamientos en hojas del estrato superior	80
Ilustración 4-21: Gráfico de la prueba de Tukey de la eficacia de los tratamientos en hojas del estrato intermedio.....	82
Ilustración 4-22: Gráfico de la prueba de Tukey de la eficacia de los tratamientos en hojas del estrato inferior	84

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A: DISTRIBUCIÓN DE LA PLANTACIÓN

ANEXO B: TABLAS DEL ANÁLISIS ECONÓMICO

ANEXO C: ANÁLISIS DE VARIANZA

ANEXO D: ELICITORES Y BIOPRODUCTOS USADOS EN EL ESTUDIO

ANEXO E: PRODUCTOS QUÍMICOS USADOS EN EL ESTUDIO

ANEXO F: PROCEDIMIENTO LLEVADO A CABO DURANTE EL ESTUDIO

ANEXO G: INCIDENCIA Y SEVERIDAD DEL MILDIU

ANEXO H: RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DE LOS TRATAMIENTOS EN ESTUDIO

RESUMEN

Se evaluó la aplicación de elicitors y bioproductos para el control de mildiu (*Pseudoperonospora cubensis* Berk. & M.A Curtis) en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.) bajo invernadero. La metodología consistió en siete tratamientos con cinco repeticiones, los dos primeros fueron de los elicitors ácido salicílico (T1) y silicio (T2), los dos siguientes con los bioproductos *Trichoderma+Bacillus* (T3) y *Bacillus subtilis* (T4), el T5 estuvo conformado por una variedad de productos químicos con distintos compuestos activos, mientras que, el T6 fue el testigo consistente en la aplicación de solo agua; además, se analizaron las variables incidencia, severidad, productividad, Área Bajo la Curva del Progreso de la Enfermedad (ABCPE), eficacia biológica, así como un análisis de beneficio/costo. La aplicación del ácido salicílico como elicitor dio como resultado una mayor cantidad de flores (0,27 flores) y más frutos (1,37 frutos), mientras que el tratamiento químico favoreció el rendimiento de frutos por planta hasta la octava semana (4,68 kg/planta); además, este último tuvo una mayor rentabilidad con el 42%. Se concluyó que el tratamiento químico generó mejores resultados en la mayoría de variables en estudio, seguido por el ácido salicílico; por lo que, se recomienda el uso de productos químicos para disminuir la incidencia y severidad de mildiu en pepino bajo invernadero en la comunidad de Tunshi.

Palabras clave: <TUNSHI (COMUNIDAD)>, <PEPINO (*Cucumis sativus*)>, <MILDIU (*Pseudoperonospora cubensis*)>, <INCIDENCIA>, <RENDIMIENTO>.

0664-DBRA-UPT-2024



ABSTRACT

The application of elicitors and bioproducts for the control of downy mildew (*Pseudoperonospora cubensis* Berk. & M.A.Curtis) on cucumber (*Cucumis sativus* L.) under greenhouse conditions was evaluated. The methodology consisted on seven treatments with five replications, the first two were with the elicitors salicylic acid (T1) and silicon (T2), the next two with the bioproducts *Trichoderma*+*Bacillus* (T3) and *Bacillus subtilis* (T4), T5 consisted on a variety of chemical products with different active compounds, while T6 was the control consisting of the application of only water; In addition, the variables incidence, severity, productivity, Area Under the Disease Progress Curve (ABCPE), biological efficacy, as well as a benefit/cost analysis were analyzed. The application of salicylic acid as an elicitor resulted in more flowers (0.27 flowers) and fruits (1.37 fruits), while the chemical treatment favored fruit yield per plant up to the eighth week (4.68 kg/plant); in addition, the latter had a higher profitability with 42%. It was concluded that the chemical treatment generated better results in most of the variables under study, followed by salicylic acid; therefore, the use of chemical products is recommended to reduce the incidence and severity of downy mildew in cucumber under greenhouse in Tunshi community.

Key words: <TUNSHI (COMMUNITY)>, <CUTCUP (*Cucumis sativus*)>, <MILDIU (*Pseudoperonospora cubensis*)>, <INCIDENCE>, <YIELD>.

0664-DBRA-UPT-2024

06-05-2024



Lcda. Elsa A. Basantes A. Mgs.

C.C: 0603594409

INTRODUCCIÓN

El cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.) es una actividad agrícola significativa en todos los países, ya que este cultivo es una parte esencial de la dieta diaria de las personas, provechoso por su bajo contenido de vitamina B y alta cantidad de ácido ascórbico, también por ser rico en calcio, cloro, potasio y hierro; además, es un importante componente de las exportaciones agrícolas debido a su alto rendimiento e ingresos en lapso de tiempo más corto (Rodríguez y Girón, 2021, p. 72).

Según datos de la página web Statista (Orús, 2023, párr. 1), la producción mundial de pepino en 2021 fue de aproximadamente 93,5 millones de toneladas; por otra parte, para el año 2022 existieron 2174347 ha de área cosechada, de las cuales, la mayoría pertenece a China con 1311461 de ha (FAOSTAT, 2024, párr. 1).

Los métodos de cultivo de pepino varían según el clima y los objetivos del productor, los enfoques clave incluyen: cultivo en campo abierto: método tradicional en suelo fértil y bien drenado con temperaturas entre 18 y 30 °C, las semillas se plantan a 2-3 cm de profundidad y germinan en 5-10 días y requiere abundante riego. Cultivo en invernadero: permite cosechas más tempranas y consistentes con una mejor protección contra plagas y enfermedades, mantiene temperaturas de 24-32°C con riego abundante y regular (Heflebower y Drost, 2019, p. 1; Brandenberger et al., 2021, p. 1).

El Ecuador es uno de los principales productores de pepino en la región de América Latina y el Caribe con 580 ha sembradas para el 2022 (FAOSTAT, 2024, párr. 1), y el cultivo es especialmente importante en las provincias de la costa ecuatoriana, siendo la provincia del Guayas la que lidera su producción con alrededor del 40% del total (Rocohano, 2018, p. 1), la producción de pepino ha experimentado un crecimiento constante en los últimos años, y la exportación de este producto es una fuente importante de divisas para la nación.

Uno de los enfrentamientos más importantes que afrontan los productores de pepino en el mundo son las enfermedades que afectan significativamente la calidad y cantidad de la producción, se estima que entre el 35% y el 42% de la producción global potencial de cultivos se ve afectada negativamente debido a la actividad de estos organismos plaga; de los cuales, aproximadamente el 14% de estas pérdidas son atribuibles a plagas de insectos, mientras que los patógenos de las plantas y las malezas son responsables de pérdidas del 13% cada uno (Bozga, 2018, p. 1). Entre ellas se encuentra el mildiu (*Pseudoperonospora cubensis* Berk. & M.A.Curtis) que representa un impacto económico significativo para los agricultores y el sector agrícola en general (Hernández, 2020, pp. 28-29).

El mildiu, una enfermedad fúngica, es un problema grave para los cultivos de pepino. Infecta las hojas y los frutos, lo que reduce el proceso de fotosíntesis y afecta la producción y calidad del pepino (Chonillo, 2022, pp. 13-19). Su presencia es una preocupación para los agricultores, ya que puede limitar la exportación y la competencia en el mercado internacionales (Montoya, 2021, párr. 1). Además, depender en gran medida de los productos químicos para controlarlo puede dañar el medio ambiente y la salud humana, lo que subraya la necesidad de encontrar soluciones sostenibles (Grijalva, 2020, p. 80).

Ante el escenario actual, este estudio tuvo como objetivo evaluar la aplicación de elicitores y bioproductos como alternativas efectivas y sustentables para el control del mildiú vellosa en cultivo de el pepino en la comunidad Tunshi, San Pedro, Cantón Chambo, Provincia de Chimborazo. La investigación tuvo como propósito desarrollar estrategias de manejo de enfermedades que mejoren la productividad, la calidad del pepino, al mismo tiempo que minimicen los riesgos ambientales y de salud pública. Se espera que los hallazgos ayuden a los agricultores y a las partes interesadas agrícolas en Ecuador y otras regiones que enfrentan desafíos similares.

CAPÍTULO I

1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA

1.1. Planteamiento del problema

El mildiu es una enfermedad que puede tener efectos devastadores en los cultivos de pepino, causando pérdidas significativas en la producción, a pesar de la importancia económica de este cultivo en la región, hasta la fecha, existe una falta de información científica y práctica sobre la eficacia de elicitors y bioproductos como herramientas de manejo agroecológico para el control del mildiu en cultivos de pepino en invernaderos específicamente en la comunidad de Tunshi, San Pedro, Cantón Chambo, Provincia de Chimborazo.

La escasez de información científica y práctica impide a los agricultores locales aplicar técnicas de cultivo de pepino sostenibles y respetuosas con el medio ambiente. La falta de opciones sostenibles para controlar el mildiu fomenta el abuso de pesticidas químicos, lo que tiene efectos perjudiciales en la salud humana y el ecosistema.

1.2. Objetivos

1.2.1. *Objetivo general*

Evaluar la aplicación de elicitors y bioproductos para el control de mildiu (*Pseudoperonospora cubensis* Berk. & M.A.Curtis) en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.) bajo invernadero.

1.2.2. *Objetivos específicos*

- Determinar la eficacia biológica de elicitors y bioproductos para el control de mildiu (*Pseudoperonospora cubensis* Berk. & M.A.Curtis) en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.) bajo invernadero.
- Evaluar el efecto de elicitors y bioproductos para el control de mildiu (*Pseudoperonospora cubensis* Berk. & M.A.Curtis) en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.) bajo invernadero; sobre variables agronómicas.
- Realizar un análisis económico de los tratamientos.

1.3. Justificación

La aplicación de elicitors y bioproductos se presenta como una alternativa prometedora al uso de pesticidas químicos para el control de estas enfermedades; sin embargo, su eficacia y aplicabilidad en el cultivo de pepino en invernaderos no han sido ampliamente estudiadas ni validadas en la comunidad de Tunshi, San Pedro, Cantón Chambo, Provincia de Chimborazo. Además, la implementación de prácticas de manejo agroecológico, como el uso de elicitors y bioproductos, puede contribuir a la reducción de la resistencia de patógenos a los pesticidas químicos, preservando así la eficacia de estas herramientas a largo plazo, esto es de suma importancia para la sostenibilidad de la producción de pepino y la protección del medio ambiente.

La falta de conocimiento sobre el uso de inductores y bioproductos en el manejo del mildiú del pepino en invernadero en la comunidad Tunshi San Pedro es una brecha importante. Estudios anteriores sobre estos temas se han centrado en diferentes regiones y condiciones, por lo que es esencial investigar esta ubicación específica. La investigación científica brindará información precisa y confiable sobre la eficacia de los potenciadores de defensa natural y los productos biológicos para combatir enfermedades en cultivos de pepino en invernaderos. Estos datos beneficiarán a la comunidad científica ya los agricultores al ampliar los conocimientos sobre el manejo de enfermedades en cultivos hortícolas. Además, sentarán las bases para investigaciones adicionales en la región, lo que conducirá a estrategias mejoradas para proteger los cultivos de enfermedades.

Además, la producción de pepino es crucial para la economía de la comunidad de Tunshi y la región. Sin embargo, las pérdidas causadas por el mildiú pueden ser graves para los agricultores, reduciendo sus ganancias y amenazando la seguridad alimentaria local. El uso de elicitors y bioproductos en la agricultura puede ahorrar dinero a los agricultores al reducir su dependencia de los pesticidas químicos, que a menudo son costosos. Además, las prácticas agrícolas más sostenibles pueden hacer que los productos locales sean más competitivos en el mercado, ya que los consumidores buscan cada vez más alimentos producidos de manera responsable y ambientalmente consciente.

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipótesis nula

Ninguno de los elicitors y/o bioproductos reducen la intensidad de daño de mildiú vellosa en el cultivo de pepino, bajo invernadero.

1.4.2. Hipótesis alterna

Al menos uno de los elicitores y/o bioproductos reducen la intensidad de daño de mildiu veloso en el cultivo de pepino, bajo invernadero.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Mildiu

2.1.1. Definición

El mildiu constituye una patología que puede incidir en las plantas anfitrionas a lo largo de todas las fases fenológicas, aunque su impacto se circunscribe al follaje, la disminución en la actividad fotosintética en las primeras etapas del crecimiento vegetal provoca la atrofia de las plantas y una merma en el rendimiento, los signos y síntomas varían en su manifestación según las diferentes especies pertenecientes a la familia de las cucurbitáceas; también se conoce que el agente causal y la clasificación taxonómica de esta enfermedad corresponden a *Pseudoperonospora cubensis* (Berk. & Curt.) Rost. se han identificado cinco patotipos de *P. cubensis*, todos ellos capaces de infectar tanto el pepino como el melón reticulado, pero no presentan capacidad patógena sobre la sandía, el zapallo y la calabaza (Rafart et al., 2018, p. 7).

2.1.2. Agente causal

El mildiu, una enfermedad que afecta a una amplia variedad de cultivos, es causado por agentes patógenos específicos, principalmente hongos Oomycetos del género *Peronospora* y *Pseudoperonospora*, entre ellos se encuentra la especie *Pseudoperonospora cubensis* que provoca el denominado mildiu vellosa de las cucurbitáceas (Shetty, 2020, p. 2).

P. cubensis tiene un micelio que se presenta como hialino y sin tabiques, los esporangióforos exhiben ramificaciones dicotómicas en su tercio superior, y en sus extremos se ubican los esporangios de manera individual, los esporangios muestran una tonalidad gris violácea (Ilustración 2-1) y poseen una forma que varía entre ovoide y elipsoide, con dimensiones de 20-40 x 14-25 μm , presentando una pared delgada y careciendo de papilas. Las zoosporas son biflageladas, con un diámetro de 10-13 μm ; en cuanto a las oosporas, tienen una forma globosa y un diámetro que oscila entre 22-42 μm , exhibiendo un color amarillo claro o hialino (Rafart et al., 2018, p. 7).



Ilustración 2-1: Esporangios y esporangióforos de *P. cubensis*

Fuente: Sandoval, 2018; citado en Rafart et al., 2018.

2.1.3. Taxonomía

Según la base de datos mundial de la Fiscalía Europea (EPPO, 2023, párr. 2), la taxonomía de la especie agente causal del mildiu es:

Reino:	Cromista
Filo:	Oomicota
Clase:	Oomicetos
Orden:	Peronosporales
Familia:	Peronosporáceas
Género:	<i>Pseudoperonospora</i>
Especies:	<i>Pseudoperonospora cubensis</i> (EPPO, 2023, párr. 2).

2.1.4. Sintomatología y signo

En el cultivo de pepino, calabaza y zapallo, es posible identificar lesiones angulares delimitadas por las nervaduras de las hojas; inicialmente, estas lesiones presentan un tono verde claro, el cual evoluciona hacia la clorosis y finalmente la necrosis, como se ilustra en la Ilustración 2-2. En casos de infecciones severas, se observa una deformación significativa y la necrosis total de las hojas, un indicador visual de esta patología son los esporangios y esporangióforos, también conocido como esporulación el cual puede tener colores desde incoloro hasta tonos castaños grisáceos o púrpuras dependiendo de la densidad y la edad de los esporangios, los cuales se hacen más evidentes en condiciones de alta humedad, durante las primeras horas de la mañana o después

de períodos de lluvia, especialmente en el envés de la hoja; además, en situaciones de infecciones extremadamente graves, la esporulación puede ocurrir también en el haz de la hoja (Rafart et al., 2018, pp. 7-8).



Ilustración 2-2: Lesiones con distinto grado de severidad en el haz y signo en el envés de la hoja

Fuente: Remache, Mario, 2024.

2.1.5. *Ciclo de vida*

El mildiu de las cucurbitáceas se caracteriza como una enfermedad policíclica, siendo el patógeno *P. cubensis* capaz de subsistir tanto en el suelo como en restos de plantas, las infecciones primarias surgen a partir de esporangios, los cuales se dispersan mediante agua de lluvia, riego, viento, herramientas contaminadas e insectos (Martínez et al., 2006, p. 157).

La temperatura óptima para la esporulación se sitúa en 15° C, con una necesidad de 6-12 horas de humedad, las plantas afectadas con lesiones cloróticas presentan una elevada capacidad de esporulación, los esporangios y esporangióforos son sensibles a los cambios en humedad como a la temperatura. En cuanto un esporangio hace contacto con el hospedante susceptible, y en presencia de humedad, se liberan de 5-15 zoosporas, la humedad también juega un papel crucial en el movimiento de las zoosporas, el avance del tubo germinativo y la inserción en los tejidos del hospedante; mientras que, el exceso de humedad puede disminuir la viabilidad del esporangio (Rafart et al., 2018, p. 9).

Las zoosporas se desenlazan a temperaturas entre 5 °C y 28 °C, su temperatura óptima para la que las zoosporas se desenlacen depende del tiempo que la hoja permanezca húmeda. Si la hoja se conserva húmeda durante mínimo una hora, la temperatura necesaria para que las zoosporas sean liberadas es de 10 °C. La mejor temperatura para el enquistamiento es de 25 °C; además, la formación del tubo germinativo a partir de las zoosporas enquistadas permite la penetración en el hospedante a través de los estomas (Rafart et al., 2018, p. 9).

El patógeno, luego del crecimiento intercelular, forma haustorios que proveen los nutrientes esenciales para su supervivencia y reproducción asexual, la diferenciación del micelio da origen a nuevos esporangióforos simples o agrupados, emergiendo generalmente a través de los estomas. La producción de nuevos esporangios ocurre entre 4-12 días después del inicio de la infección, dependiendo de factores como la temperatura y la duración del día, principalmente en condiciones de elevada humedad. Los síntomas de la enfermedad se manifiestan entre 3-4 días después de la infección, siendo este intervalo afectado por la temperatura, la alta humedad y el nivel de inóculo. Se destaca que temperaturas elevadas (35° C) resultan desfavorables para el desarrollo del mildiu (Lebeda y Cohen, 2011, p. 163).

2.1.6. Condiciones óptimas de desarrollo

Las condiciones para que el mildiu se desarrolle favorablemente son:

- **Temperatura:** El mildiu del pepino se propaga mejor cuando la temperatura se mantiene entre 15 y 25 °C. Cuanto más cálida y húmeda sea la temperatura, más rápido se desarrollará la enfermedad. Por el contrario, si la temperatura desciende por debajo de los 5 grados o supera los 35 °C, el desarrollo del medio se interrumpe (Junta de Andalucía, 2023, párr. 4).
- **Humedad:** La humedad es esencial para el desarrollo del moho. Las esporas del hongo necesitan una humedad relativa muy alta (80-90%) para germinar y propagarse. Los invernaderos crean un ambiente ideal para este proceso. Además, el viento, la lluvia y el riego por aspersión pueden ayudar a transportar las esporas del hongo a las plantas y propagar la infección (Junta de Andalucía, 2023, párr. 4).
- **Fuentes de inóculo:** Esta enfermedad puede persistir en los residuos de cosechas, en el suelo y en las malas hierbas. Su transmisión puede producirse a través del viento, las salpicaduras de lluvia y la manipulación de residuos de cosechas infectadas (St. Hill et al., 2011, p. 1).
- **Densidad de plantación y ventilación:** El espacio de las plantas y la buena ventilación afectan el desarrollo del mildiu. Una ventilación adecuada ayuda a reducir la humedad del aire y disminuye la probabilidad de infección (Jackson, 2020, p. 2).

2.1.7. Manejo de la enfermedad

- **Medidas preventivas:** Monitoreo de la aparición y el movimiento del patógeno; además, eliminación de la humedad de la hoja, evitar tiempos de humedad mayores a 2-3 horas. En invernadero recurrir a riego por goteo, ventilación frecuente y calefacción antes del amanecer; mientras que, al aire libre se debe realizar siembra temprana y disminuir la densidad de siembra (Rafart et al., 2018, p. 9).

- **Fuentes de resistencia:** Emplear genotipos que exhiban niveles extensos y eficaces de resistencia, ya que los cultivares comerciales únicamente posibilitan un nivel restringido de esporulación del patógeno (Paris, 2008; citado en Rafart et al., 2018, p. 9).
- **Control químico:** Emplear fungicidas de contacto que preventivamente actúan evitando la liberación y germinación de las zoosporas, siendo efectivos cuando se aplican antes de la infección; por otro lado, los fungicidas sistémicos ofrecen protección y efecto curativo, deteniendo el desarrollo de la enfermedad después de la infección, aunque presentan un riesgo elevado de generar resistencia en el patógeno (Fernández et al., 2008; citado en Pavelková, 2012, p. 25).
- **Control biológico:** Para retrasar la infección primaria se puede tratar a las semillas con *Pythium oligandrum*; sin embargo, la eficiencia de esta protección es relativamente baja cuando hay niveles elevados de inóculo (Rafart et al., 2018, p. 9). Lebeda y Cohen (2011, p. 173) señalan que el uso del extracto de *Inula viscosa* y alicina disminuyen la severidad de *P. cubensis*. También, el aminoácido β -aminibutírico provoca la resistencia al hongo.

2.2. Elicidores

2.2.1. Definición

Los elicidores son compuestos orgánicos o inorgánicos, naturales o sintéticos, que desencadenan o estimulan respuestas de defensa en las plantas en respuesta a la presencia de patógenos, insectos u otros factores de estrés biótico o abiótico, estos compuestos actúan como señales moleculares que activan los mecanismos de defensa naturales de las plantas, mejorando su resistencia a enfermedades y plagas (Caicedo et al., 2021, p. 77).

2.2.2. Funciones de los elicidores

- Inducción de respuestas de defensa:** Los elicidores estimulan la activación de genes y proteínas que participan en la defensa de las plantas contra amenazas externas. Estos genes y proteínas promueven la síntesis de fitoalexinas (compuestos antimicrobianos), proteínas de resistencia y la acumulación de metabolitos secundarios con propiedades protectoras.
- Incremento de la resistencia:** Al activar el sistema de defensa natural de las plantas (RSA), ciertos estímulos hacen que las plantas sean más resistentes a futuras enfermedades, incluso frente a patógenos distintos de los que activaron la RSA inicialmente.
- Reducción del uso de pesticidas:** Ayuda a las plantas a defenderse de forma natural, lo que reduce la necesidad de pesticidas químicos. Esto es ventajoso para la agricultura sostenible, ya que protege las plantas mientras minimiza el uso de productos químicos nocivos (Guevara et al., 2019, p. 15).

2.2.3. *Tipos de elicitores*

Existen diferentes tipos de elicitores, entre ellos:

- **Biológicos:** Sustancias derivadas de microorganismos útiles (p. ej., extractos de hongos y bacterias) que activan las defensas de las plantas.
- **Químicos:** Sustancias sintéticas o naturales (p. ej., ácido jasmónico y ácido salicílico) que desencadenan reacciones defensivas en las plantas.
- **Físicos:** Técnicas como la radiación UV-C, altas temperaturas y estimulación mecánica que inducen respuestas de defensa en las plantas (Caicedo et al., 2021, p. 79).

2.2.4. *Aplicaciones en la agricultura*

En la agricultura, los elicitores son sustancias que ayudan a las plantas a fortalecerse contra enfermedades y plagas. Reduce la necesidad de pesticidas químicos y fomenta prácticas agrícolas más ecológicas. Pueden aplicarse antes (preventivo) o después (curativo) de que una planta se enferme, pero su efectividad varía según el tipo de planta y patógeno involucrado. Los científicos siguen estudiando los elicitores para encontrar nuevas moléculas y comprender cómo funcionan, con el objetivo de mejorar su uso para proteger los cultivos (Caicedo et al., 2021, p. 82).

2.2.4.1. *Ácido salicílico*

El ácido salicílico (AS) es una sustancia natural encontrada en las plantas que ha ganado popularidad en la agricultura. Tiene la capacidad de activar las defensas de las plantas, un proceso conocido como “resistencia sistémica adquirida” (RSA). Esta RSA ayuda a las plantas a resistir mejor las enfermedades y el estrés causado por factores no vivos (abióticos) (Delgado, 2020, pp. 3-6). A continuación, se presenta información clave sobre el uso del AS como activador en la agricultura:

– *Efectos sobre la resistencia de las plantas:*

El ácido salicílico advierte a las plantas de un peligro, lo que hace que reaccionan defendiéndose. Estas reacciones incluyen la creación de proteínas protectoras, el almacenamiento de sustancias químicas y la activación de genes que las protegen de enfermedades (Delgado, 2020, pp. 3-6).

– ***Efectos como biorregulador:***

El AS ejerce diversos impactos en el desarrollo de las plantas, como la supresión de la germinación y el crecimiento de las raíces y coleóptilos, la inducción y la inhibición de la floración, el cierre de las estomas con la consiguiente disminución de la transpiración, el mantenimiento de la turgencia en las estomas, así como la modificación de la permeabilidad de los tilacoides (Sánchez et al., 2011, p. 64).

– ***Interacciones con otros elicitores:***

El ácido salicílico puede interactuar con otros elicitores, como el ácido jasmónico (JA) y el etileno (ET), en la regulación de las respuestas de defensa de las plantas, la interacción entre estas señales puede influir en la especificidad de la respuesta de la planta a diferentes tipos de patógenos al frenar el crecimiento de órganos y acelerar los procesos de abscisión, senescencia, florecimiento y maduración de los frutos (Jordán y Casaretto, 2006, p. 22).

2.2.4.2. Silicio

Aunque el silicio no se clasifica como un elemento esencial para el desarrollo de las plantas, se considera beneficioso, es absorbido en forma de ácido monosilícico, se acumula en diversas estructuras de la planta, participando en procesos bioquímicos y morfofisiológicos, aumentando la resistencia de la planta a diversos estreses, ya sean bióticos, como el ataque de patógenos e insectos, o abióticos, como la sequía, salinidad, temperaturas extremas, presencia de metales pesados, así como la toxicidad o deficiencia de nutrientes esenciales (Nascimento, 2020, p. 7):

– ***Beneficios del silicio en las plantas:***

La utilización de silicio amplía la concentración de nitrato en las plantas; una excelente nutrición con silicio reduce la acumulación de nitrato en los frutos, asimismo, el uso de silicio como fertilizante incrementa la asimilación de fósforo en los suelos arenosos, ya que no solo fija el fósforo, sino que igualmente lo desbloquea, convirtiéndolo en formas disponibles para el aprovechamiento por parte de las plantas (Sociedad Española de Productos Húmicos [SEPHU], 2008, p. 2).

Los impactos positivos del silicio se ven reflejados en la capacidad de fortalecer la resistencia de las plantas frente a la acción de insectos y agentes patógenos, este puede proporcionar resistencia a través de su deposición, creando una barrera mecánica, y al actuar como un inductor del proceso de resistencia (Castellanos et al., 2015, p. 18).

El silicio se ha utilizado como un elicitador de resistencia en plantas en condiciones de estrés abiótico, como la salinidad, la intoxicación por metales pesados o el estrés hídrico, la acumulación de Si en los órganos de transpiración provoca la formación de una doble capa de silicio, con una disminución sutil en la apertura de las estomas, reduciendo la transpiración foliar, lo que restringe la pérdida de agua sin afectar el crecimiento (Araújo et al., 2019, p. 101).

2.3. Bioproductos

2.3.1. *Trichoderma sp.*

2.3.1.1. Generalidades

El género *Trichoderma* es reconocido por su valiosa contribución a la agricultura sostenible, ya que sus características como el rápido crecimiento, su habilidad para colonizar y la producción de metabolitos con propiedades antimicrobianas favorecen el desarrollo de diversos cultivos y árboles frutales al ser un componente habitual en la rizosfera, es un aerobio que se encuentra en suelos con alto contenido de materia orgánica y valores de pH tanto ácidos como neutros; actualmente, se han identificado más de 200 especies, de las cuales aproximadamente el 10% se ha utilizado con éxito como agentes de control biológico para combatir enfermedades agrícolas significativas (Sood, 2020, pp. 1-3).

2.3.1.2. Taxonomía

De acuerdo con Schoch et al. (2020; citado en González et al., 2022), este hongo tiene la siguiente clasificación taxonómica:

Phylum: Ascomycota
Clado: Saccharomyceta
Subphylum: Pezizomycotina
Clado: Leotiomyceta
Clado: Sordariomyceta
Clase: Sordariomycetes
Subclase: Hypocreomycetidae
Orden: Hypocreales
Familia: Hypocreaceae
Género: *Trichoderma* (p. 7).

2.3.1.3. Características

La reproducción de este organismo se lleva a cabo tanto de manera asexual, a través de la fase anamorfa denominada *Trichoderma*, como de manera sexual, mediante la fase teleomorfa conocida como *Hypocrea*, genera tres tipos de estructuras de propagación: las hifas, los conidios y las clamidosporas, esta última consiste en esferoides y cuentan con una pared rugosa y más gruesa en comparación con la de los conidios, lo que les confiere resistencia a condiciones ambientales adversas (González et al., 2022, p. 7).

Los conidióforos de este ascomiceto se determinan microscópicamente por ser enormemente ramificados, con hifas tabicadas que albergan más de un núcleo, mientras que los conidios, de forma ovoide y uninucleados, presentan normalmente una pared lisa, y dependiendo de la especie, exhiben una variedad de colores, siendo los tonos verdes los más comunes; además, las colonias de este organismo suelen ser aterciopeladas y dispuestas en círculos concéntricos, con diversas tonalidades determinadas por el color de las esporas (Martínez et al., 2013, p. 4).

2.3.1.4. Mecanismo de acción

Trichoderma es un género ampliamente distinguido como agente de control biológico en plantas, cuenta con diversos mecanismos de acción para combatir enfermedades y promover la salud de las plantas, entre estos se pueden mencionar: la antibiosis, disputa por nutrientes y espacio, el micoparasitismo, desarrollo del crecimiento vegetal e incitación a respuestas de defensa vegetal (Hernández et al., 2019, p. 99). Uno de los principales mecanismos es su capacidad para inducir resistencia sistémica, en este proceso, el hongo libera en la rizosfera diversas sustancias, incluyendo proteínas enzimáticas que provocan respuestas locales y necrosis; además, los productos de los genes de virulencia, como las cero-plataninas, activan los mecanismos de defensa de las plantas, induciendo respuestas sistémicas en el hospedero (Baccelli, 2015, p. 1).

En el curso del micoparasitismo, *Trichoderma* libera enzimas que descomponen la estructura de la pared celular de los hongos a los que parasita, entre estas enzimas se destacan las proteasas, quitinasas y glucanasas, las cuales inducen la contracción de la membrana plasmática y la desorganización del citoplasma; además, ejercen una inhibición sobre la germinación de esporas y el alargamiento del tubo germinativo (Hernández et al., 2019, p. 100).

La degradación de polisacáridos mediante enzimas como xilanas, producidas por *Trichoderma*, genera oligosacáridos y compuestos de bajo peso molecular que funcionan como elicitores, contribuyendo a la resistencia de las plantas, también inhibe el desarrollo de fitopatógenos al

producir sideróforos, evitando el acceso al hierro (Hernández et al., 2019, p. 100; Sood, 2020, pp. 1-3). Las cepas utilizadas en la agricultura destacan por su alta competitividad, desplazando poblaciones microbianas no benéficas en el agroecosistema, se comportan como un micoparásito eficaz, con al menos 75 especies capaces de atacar y lisar hongos patógenos mediante diversas interacciones hifales, como el enrollamiento, penetración, granulación, vacuolización, coagulación, desintegración y lisis (Guzmán et al., 2019, p. 12).

Otro mecanismo crucial de *Trichoderma* es la producción de antimicrobianos, incluyendo antifúngicos y nematocidas, tanto volátiles como no volátiles, entre estos metabolitos son: peptaiboles, terpenos, dicetopiperazinas, esteroides, amidas, lactonas, policétidos, péptidos, piridinas, ciclopentenonas, y derivados de ácido tetrónico y la piranona (González et al., 2022, p. 8).

2.3.1.5. Patógeno que controla

Tabla 2-1: Fitopatógenos controlados por cepas de *Trichoderma*

Cepa- <i>Trichoderma</i>	Fitopatógeno	Hallazgos
<i>T. asperellum</i> , <i>T. erinaceum</i> , <i>T. ghanense</i> y <i>T. harzianum</i>	<i>Fusarium oxysporum</i> y <i>Corynespora cassiicola</i>	Las cepas de <i>Trichoderma</i> inhiben el desarrollo de los fitopatógenos con diferentes grados de efectividad.
<i>T. atrobrunneum</i> ITEM908	<i>Fusarium graminearum</i>	Un formulado comercial de <i>Trichoderma</i> funciona para el tratamiento de los residuos de maíz infectado.
<i>T. gamsii</i> , <i>T. afroharzianum</i> y <i>T. harzianum</i>	<i>Fusarium pseudograminearum</i>	Existe prevalencia de cepas de <i>Trichoderma</i> para el tratamiento de la pudrición de la raíz en las plantas del cacahuate mediante métodos moleculares.
<i>T. harzianum</i>	<i>F. oxysporum</i>	La inoculación de la cepa de <i>Trichoderma</i> con <i>Glomus</i> spp. da resultados positivos en el control del marchitamiento del banano filipino.
<i>T. asperellum</i>	<i>F. oxysporum</i> y <i>F. solani</i>	La cepa de <i>Trichoderma</i> inhibe el desarrollo de los fitopatógenos en plantas de melón chino con síntomas de marchitez y necrosis en las raíces y el tallo.
<i>T. asperellum</i>	<i>F. oxysporum</i> y <i>Botrytis cinerea</i>	Efecto protector de la cepa de <i>Trichoderma</i> contra patógenos en plantas de tomate por disminución en los niveles de especies reactivas de oxígeno generadas durante el proceso de infección.
<i>T. harzianum</i>	<i>F. oxysporum</i>	La cepa inhibe el desarrollo del fitopatógeno por la producción de peptaiboles.
<i>Trichoderma</i> spp.	<i>F. oxysporum</i>	Siete cepas de <i>Trichoderma</i> disminuyen la severidad del marchitamiento del tomate en invernadero.
<i>T. harzianum</i> CCTCC-RW0024	<i>F. graminearum</i>	La inoculación en plantas de maíz disminuye la severidad del daño en la raíz.
<i>T. asperellum</i>	<i>F. graminearum</i>	La inoculación de diferentes cepas de la misma especie reduce la severidad de la pudrición en el tallo del maíz.

Fuente: González et al., 2022.

2.3.2. *Bacillus subtilis*

2.3.2.1. Generalidades

Bacillus subtilis es una bacteria Gram positiva presente en el suelo, que exhibe resistencia a condiciones extremas mediante la producción de endosporas, su morfología es bacilar y puede presentarse de manera individual, en pares o en cadenas, adoptando una forma ovalada durante la esporulación; además de estas características, destaca por su capacidad para sintetizar diversas enzimas hidrolíticas como glucanasas, amilasas, quitinasas y proteasas, también, se distingue por la síntesis de moléculas bioactivas estructuralmente diversas (Yáñez y Falconí, 2021, p. 721).

La bacteria exhibe propiedades industriales destacadas, como la producción de esporas y la formación de biofilms, sus esporas poseen una elevada resistencia, lo que contribuye a su supervivencia en la rizosfera vegetal; siendo así que, la capacidad de *B. subtilis* para generar sustancias biocontroladoras resulta crucial, ya que pueden inhibir el crecimiento de microorganismos patógenos, esto, combinado con la formación de esporas, confiere importancia a la bacteria en la formulación de biopesticidas (Ayala, 2023, p. 21).

2.3.2.2. Taxonomía

De acuerdo a González et al. (2022), esta bacteria tiene la siguiente clasificación taxonómica:

Phylum:	Firmicutes
Clase:	Bacilli
Orden:	Bacillales
Familia:	Bacillaceae
Género:	<i>Bacillus</i>
Especie:	<i>B. subtilis</i> (p. 2.).

2.3.2.3. Características

B. subtilis, una bacteria procariota, se encuentra ampliamente distribuida en diversos entornos naturales y puede aislarse de diferentes ambientes, su morfología es bacilar con un diámetro de 850 nm, pertenece al grupo de Gram positivo, suele ser móvil gracias a flagelos peritricos, presenta tanto características aerobias como anaerobias facultativas, y es catalasa positiva con capacidad para degradar almidón, exhibe un rango de crecimiento en un amplio intervalo de pH, que va desde 4,9 a 9,3, y se desarrolla a temperaturas que oscilan entre 10 y 48 °C, con un óptimo

de crecimiento entre 28 y 35 °C; además, tiene la capacidad de formar endosporas como parte de su ciclo de vida y es conocida por su habilidad para producir una diversidad de compuestos con propiedades antimicrobianas, lo que la convierte en una opción valiosa en aplicaciones industriales (González et al., 2022, p. 2). Su ciclo de vida se caracteriza por dos fases distintas: una de crecimiento vegetativo o somático, y otra de esporulación, como se ilustra en la siguiente ilustración:

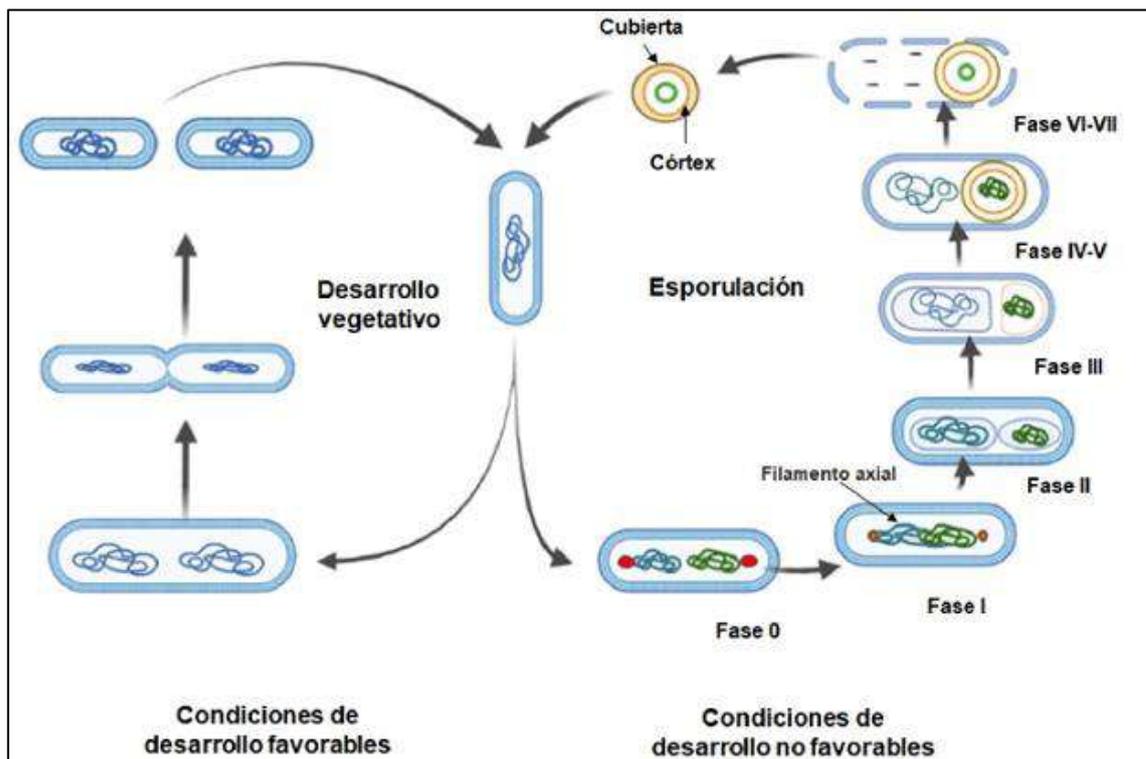


Ilustración 2-3: Ciclo de vida de *Bacillus subtilis*

Fuente: González et al., 2022.

2.3.2.4. Mecanismo de acción

Los mecanismos de acción del género *Bacillus* se pueden clasificar en: generación de sustancias antimicrobianas, como los péptidos producidos mediante síntesis no ribosomal (NRPs) y los policétidos (PKs); liberación de hormonas, habilidad para colonizar, construcción de biopelículas y disputa por espacio y nutrientes; fusión de enzimas líticas como acil homoserin lactonasas (AHSL), quitinasas, proteasas y glucanasas; transmisión de compuestos orgánicos volátiles (VOCs); y activación de la resistencia sistémica (ISR) (Pedraza et al., 2020, p. 112). Mientras que, los mecanismos de acción de *B. subtilis* muchas veces dependen de las variedades de cepas y las plantas hospederas, estos pueden ser:

Tabla 2-2: Mecanismos de acción de *Bacillus subtilis*

Cepa- <i>Bacillus</i>	Mecanismo de acción
<i>B. subtilis</i>	La capacidad de sintetizar metabolitos secundarios con propiedades antimicrobianas permite la inhibición del crecimiento de fitopatógenos. Estos compuestos pueden clasificarse en dos categorías: volátiles, como hidrocarburos, cetonas, alcoholes, aldehídos, ésteres, éteres, compuestos aromáticos, sulfurados y nitrogenados; y no volátiles, como lipopéptidos como surfactinas, iturinas y fengicinas, así como policétidos y péptidos no ribosomales.
<i>B. subtilis</i> MF497446	La producción de sideróforos, compuestos orgánicos de bajo peso molecular con capacidad quelante del hierro, es un elemento esencial para el desarrollo de organismos. Cuando las rizobacterias generan estos compuestos, se logra la supresión de fitopatógenos responsables de la marchitez tardía del maíz.
<i>B. subtilis</i> SL18r	La bacteria estimula la expresión de un largo ARN no codificante, estrechamente relacionado con la activación de vías de defensa, actuando como un elicitador para reducir el daño foliar en plantas de tomate.
<i>B. subtilis</i> HN09	Mediante la acción del compuesto 3,4-dihidroxi-3-metil-2-pentanona, la bacteria induce la Respuesta Sistémica Inducible (RSI) en plantas de <i>Arabidopsis thaliana</i> .
<i>B. subtilis</i> MBI600	En plantas de tomate, se ha evidenciado la inducción de mecanismos de defensa que contribuyen al control de diversos patógenos del suelo.
<i>B. subtilis</i> 168	Las surfactinas y fengicinas producidas también actúan como elicitores, proporcionando un efecto protector en plantas de frijol y tomate.
<i>B. subtilis</i> AUBS1 y SW1	Cepas específicas como AUBS1 y SW1 promueven la RSI en plantas de arroz y tabaco, respectivamente. En el caso de SW1, ofrece protección contra el virus del mosaico.
<i>B. subtilis</i> Sb4-23, Mc5-Re2 y Mc2-Re2	Además de sus propiedades antifúngicas, estas bacterias inducen la resistencia sistémica en plantas de tomate, salvaguardándolas del nematodo <i>Meloidogyne incognita</i> .

Fuente: Stein, 2005; Caulier et al., 2019; Lemfack et al., 2018; Ghazy y El-Nahrawy, 2021; Wang et al., 2018; Liu et al., 2019; Samaras et al., 2021; Ongena et al., 2007; Jayaraj et al., 2004; Lian et al., 2011; Adam et al., 2014.

2.3.2.5. Patógenos que controla

B. subtilis tiene una variedad de cepas, cada una muestra diferentes acciones que ayudan al control de una variedad de fitopatógenos, como se describe en la siguiente tabla:

Tabla 2-3: Fitopatógenos controlados por cepas de *Bacillus*

Cepa- <i>Bacillus</i>	Fitopatógeno	Hallazgos
<i>B. subtilis</i> YBC y 151B1	<i>Fusarium solani</i>	En las hojas de maracuyá se evidenció un impacto tanto preventivo como curativo.
<i>B. subtilis</i> MF497446	<i>Cephalosporium maydis</i>	La inoculación de la bacteria en ensayos de invernadero con plantas de maíz resultó en una disminución de la incidencia de la enfermedad. En situaciones de campo, se observó un efecto similar, el cual se potenció mediante la co-inoculación con la cepa de <i>Pseudomonas koreensis</i> MG209738.
<i>B. subtilis</i> RH5	<i>Rhizoctonia solani</i>	Este microorganismo exhibió un marcado efecto antagónico frente al fitopatógeno. En experimentos de invernadero con plantas de arroz, favoreció el desarrollo vegetal y estimuló los mecanismos de defensa.

<i>B. subtilis</i> 10-4, 2D	<i>Phytophthora infestans</i> y <i>Fusarium oxysporum</i>	Mostró capacidad para inhibir el desarrollo de fitopatógenos en papas postcosecha. Combinado con ácido salicílico, contribuyó a prolongar la vida útil y a mantener un aspecto fresco de los tubérculos.
<i>B. subtilis</i> RSS-1	<i>Phytophthora sojae</i>	En el caso de las plantas de soja, la cepa inhibió el crecimiento micelial del fitopatógeno y estimuló la respuesta de defensa, promoviendo la lignificación y la producción de fitoalexinas.
<i>B. subtilis</i> WXCDD105	<i>Botrytis cinerea</i> y <i>Cladosporium fulvum</i>	Redujo los daños ocasionados por fitopatógenos en plantas de tomate, estimulando tanto la germinación de semillas como el desarrollo de plántulas.
<i>B. subtilis</i>	<i>Aspergillus parasiticus</i>	En condiciones de laboratorio y en granos de pistacho, se observó un efecto antifúngico, con una disminución en la producción de aflatoxinas.
<i>B. subtilis</i> 160	<i>Sporisorium reilianum</i>	La cepa también demostró capacidad para inhibir el desarrollo de levaduras in vitro. En campo, se registró una reducción en el porcentaje de incidencia de la enfermedad y un aumento en la productividad del maíz.
<i>B. subtilis</i> 160	<i>Stenocarpella maydis</i> y <i>Stenocarpella macrospora</i>	Esta cepa fue aislada de la rizosfera del maíz y presentó una notable capacidad antagónica frente a los fitopatógenos objeto de estudio.

Fuente: González et al., 2022.

2.4. Cultivo de pepino

2.4.1. Origen

El cultivo de pepino (*Cucumis sativus*) es una actividad agrícola con una historia que se remonta a miles de años, entre sus datos de origen más relevantes se puede destacar:

- **Origen:** El pepino se originó en la región del Himalaya, que incluye zonas de India, Nepal y Pakistán. Esta zona montañosa es conocida por ser el lugar de origen de muchas plantas comestibles, como el pepino.
- **Antigüedad:** El cultivo del pepino se remonta a hace más de 3.000 años. Existen pruebas arqueológicas que muestran que se cultivaban en la antigua Mesopotamia (actual Irak y Siria) alrededor del año 2030 a. C. Los textos antiguos chinos también hacen referencia a los pepinos varios siglos antes de Cristo.
- **Expansión y comercio:** A través de los siglos, el cultivo del pepino se ha extendido por Asia, Europa y África. En la antigua Roma y Grecia, los pepinos eran altamente valorados como delicias. Los romanos crearon variedades más suaves y menos amargas, lo que aumentó su popularidad.

- **Diversidad genética:** La variación genética del pepino ha dado lugar a muchos tipos y variedades. Estas variedades se utilizan para consumo fresco, encurtidos o como base para otros cultivos de calabazas, como el calabacín.
- **Uso actual:** Los pepinos se cultivan y se consumen ampliamente en todo el mundo. Se utilizan en diversos platos, como ensaladas, salsas y encurtidos. También son valorados por su alto contenido de agua y nutrientes saludables.
- **Mejoras genéticas:** Los avances agrícolas y el mejoramiento genético han dado lugar a variedades de pepino personalizadas para diferentes climas y preferencias del consumidor. Estos desarrollos han mejorado la productividad y la resistencia a enfermedades en el cultivo de pepinos (SIOVM, 2015, pp. 1-3).

2.4.2. Clasificación taxonómica

De acuerdo con el sitio web Trópicos (2023, párr. 2), el pepino tiene la siguiente taxonomía:

Clase:	Equisetopsida
Subclase:	Magnoliidae
Superorden:	Rosanae
Orden:	Cucurbitales
Familia:	Cucurbitáceas
Género:	<i>Cucumis</i> (Trópicos, 2023, párr. 2).
Reino:	Plantae
Filo:	Tracheophyta
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Cucurbitales
Familia:	Cucurbitaceae
Género:	<i>Cucumis</i>
Especie:	<i>Cucumis sativus</i> (U.S. Department of Agriculture [USDA], 2024, párr. 1).

2.4.3. Descripción botánica

Se clasifican botánicamente como bayas y están disponibles en diversas formas, tamaños y colores, varían desde frutas pequeñas y gruesas (de 10 a 12 cm de longitud) hasta variedades de invernadero holandés (de hasta 50 cm de longitud). La variedad más popular es el pepino largo y suave para ensaladas, que tiene una piel lisa y verde oscuro (Lippincott, 2009; citado en Sahu y Sahu, 2015, p. 5).

El sistema de raíces del pepino exhibe una notable robustez, en consonancia con la elevada productividad de la planta, este se compone de una raíz principal que se ramifica de manera rápida, generando raíces secundarias de aspecto fino, alargadas y de color blanco en la superficie del suelo. El tallo principal de la planta presenta una forma angulosa y está provisto de espinas, exhibiendo un hábito de crecimiento que se extiende tanto de manera rastrera como trepadora logrando alcanzar longitudes de hasta 3,5 metros en condiciones normales, sus tallos tienden a estar postrados y poseen zarcillos, con un eje central que genera varias ramificaciones, especialmente en los primeros 20-30 centímetros desde la base (Olmedo, 2023, pp. 8-9).

La hoja presenta un pecíolo de considerable longitud y un amplio limbo con forma de corazón, caracterizado por tres lóbulos, siendo el central más marcado y generalmente terminado en punta, su color es verde oscuro y está cubierto por un fino vello. Flores con pedúnculos cortos y pétalos de color amarillo, se desarrollan en la parte axial de las hojas y presentar hermafroditismo o flores unisexuales; sin embargo, los primeros cultivares conocidos eran monoicos, mostrando únicamente flores masculinas y femeninas. En la actualidad, todas las variedades comerciales cultivadas son plantas minoicas, lo que significa que solo tienen flores femeninas fácilmente distinguibles de las masculinas por la presencia de un ovario ínfero (Olmedo, 2023, p. 9).

2.4.4. *Requerimientos de clima y suelo*

2.4.4.1. *Requerimientos de clima*

- **Temperatura:** El pepino crece mejor en climas templados y cálidos. Necesitan temperaturas entre 24°C y 32°C durante el día y no soportarán temperaturas inferiores a 10°C. Para un desarrollo óptimo, la diferencia de temperatura entre el día y la noche debe ser de al menos 10°C.
- **Luz solar:** Las plantas de pepino necesitan mucha luz solar para crecer adecuadamente. Requieren al menos 6-8 horas de luz directa al día para desarrollarse bien y producir frutos.
- **Humedad:** Tiene predilección por un ambiente con un nivel moderado de humedad, alrededor del 60-70%. La alta humedad puede provocar enfermedades fúngicas, por lo que es importante asegurarse de que haya buena ventilación en los invernaderos o áreas de cultivo cubiertas (SIOVM, 2015, p. 7).

2.4.4.2. *Requerimientos de suelo*

- **Tipo de suelo:** Crecen mejor en suelos que drenan bien, están sueltos y tienen mucha materia orgánica. Los suelos arenosos o arcillosos son los mejores porque permiten que el agua drene

fácilmente y que las raíces se extiendan sin problemas. Evitar los suelos arcillosos pesados porque pueden retener demasiada agua y provocar enfermedades en las raíces.

- **pH del suelo:** El pH del suelo debe estar entre 6 y 7 para que los pepinos crezcan bien. Este rango les permite absorber los nutrientes de manera eficiente.
- **Fertilización:** Los pepinos necesitan muchos nutrientes. Es importante hacer pruebas de suelo y fertilizar según sea necesario para proporcionarles nitrógeno, fósforo y potasio. La materia orgánica, como el abono, puede mejorar la estructura del suelo y ayudar a retener agua.
- **Riego:** Necesitan ser regados de manera constante y uniforme. El riego por goteo es un método efectivo porque mantiene el suelo húmedo sin mojar demasiado las hojas y los frutos, lo que puede causar enfermedades.
- **Rotación de cultivos:** Para prevenir la acumulación de enfermedades transmitidas por el suelo y mantener su salud, los agricultores deben rotar sus cultivos. Esto significa que deben evitar plantar pepinos en el mismo lugar de forma consecutiva (SIOVM, 2015, p. 8).

- **Plagas y enfermedades**

- *Plagas del pepino:*

- **Pulgón del melón (*Aphis gossypii*):** Estos pequeños insectos chupadores pueden infestar los pepinos y dañar las plantas al alimentarse de su savia, los pulgones también pueden transmitir virus.
- **Trips (*Frankliniella occidentalis*):** Los trips se alimentan de los tejidos de las hojas, flores y frutos del pepino, dejando manchas plateadas y deformaciones en las hojas, también pueden transmitir virus.
- **Ácaros (*Tetranychus spp.*):** Los ácaros suelen ser un problema en los cultivos de pepino en invernaderos, causan daños al alimentarse de las hojas, lo que se traduce en un aspecto moteado y una reducción en la capacidad fotosintética de la planta.
- **Orugas (varias especies):** Las orugas pueden alimentarse de las hojas de pepino, causando daños en forma de agujeros y defoliación, algunas orugas también pueden dañar los frutos (Aguado et al., 2009, p. 46).

- *Enfermedades del pepino:*

- **Oídio (*Podosphaera xanthii*):** Forma un polvo blanco o gris en las hojas, tallos y frutas, lo que obstruye la fotosíntesis, debilitando la planta (Aprea y Murace, 2020, p. 48).
- **Mildiu (*Pseudoperonospora cubensis*):** Produce manchas amarillentas en las hojas. Causa defoliación (caída de hojas) y pudrición de los frutos (Aprea y Murace, 2020, p. 48).

- **Podredumbre de raíz (*Phytophthora* spp.):** Esta enfermedad afecta a las raíces de las plantas de pepino, provocando pudrición y marchitez. Puede ser un problema especialmente en suelos húmedos y mal drenados.
- **Moho blanco (*Sclerotinia sclerotiorum*):** Comúnmente conocido como “podredumbre blanca” o “moho blanco”, siendo especialmente prevalente en las familias Solanáceae (como el tomate), Crucíferae (col), Umbelíferae (zanahoria, apio), Compositae (lechuga, escarola, girasol), Cucurbitaceae (pepino, melón) y Leguminosae (judía) (González, 2004, p. 1; Herbario Virtual Fitopatología, 2023, párr. 1). Ocasiona una descomposición blanda en los tallos, pecíolos, hojas y frutos, resultando en significativas pérdidas para los cultivos, en una fase inicial, se detectan pequeñas manchas con apariencia húmeda y de tonalidad clara, las cuales experimentan un rápido aumento en su tamaño; luego, en condiciones de humedad, se observa el desarrollo de un manto micelial blanco y algodonoso en la superficie, así como en el interior de las cavidades medulares de los tallos y pecíolos, con el tiempo, se forman esclerocios negros notables en los órganos afectados (González, 2004, p. 2).
- **Virus (varios tipos):** Los pepinos son susceptibles a una variedad de virus, incluyendo el mosaico del pepino y el virus del amarillamiento de las venas de la remolacha. Estos virus pueden ser transmitidos por insectos vectores, como los pulgones y los trips.
- **Antracnosis (*Colletotrichum orbiculare*):** Enfermedad fúngica que causa manchas oscuras y hundidas en los frutos, así como en las hojas y tallos (Márquez, 2012, pp. 1-2).

2.4.5. Producción de pepino en Ecuador

El cultivo de pepino en Ecuador es una actividad agrícola significativa que se lleva a cabo en varias regiones del país, aprovechando las condiciones climáticas favorables que ofrece. Este cultivo se lo encuentra en valles cálidos de la región central y en la zona tropical seca del litoral debido a que favorecen la producción de pepino lo que permite una cierta flexibilidad en cuanto a la estacionalidad de la cosecha (Rocohano, 2018, p. 1).

Una de las áreas destacadas para la producción de pepino en Ecuador es la provincia de Santa Elena, que se beneficia de su latitud y clima para realizar diferentes cultivos agrícolas durante todo el año, esto es fundamental para mantener una producción constante y satisfacer las demandas del mercado nacional e internacional (Rocohano, 2018, p. 1).

En términos de cifras, la producción de pepino en Ecuador abarca una extensión de alrededor de 1250 ha, con un rendimiento promedio de aproximadamente 13,2 t/ha, la provincia del Guayas lidera en la producción de pepino en el país, con una cifra de 6680 t; sin embargo, es crucial comprender que el rendimiento de este cultivo en las zonas del litoral depende de varios factores,

como el material genético utilizado, las condiciones climáticas específicas y la aplicación de prácticas de manejo tecnológico adecuadas (Rocohano, 2018, p. 14).

El pepino presenta ventajas notables tanto desde el punto de vista técnico como económico en Ecuador, se trata de un cultivo de ciclo corto que puede adaptarse sin problemas a las diferentes regiones del país. La elección de variedades o híbridos adecuados, así como la atención a las demandas del mercado y el manejo de aspectos como el suelo, el clima, la fertilización y la calidad del agua de riego, son elementos clave para el éxito en la producción de pepino en Ecuador (Rocohano, 2018, p. 14).

2.4.6. Pepino variedad Jaguar F1

El pepino Jaguar F1 es una variedad híbrida de pepino que se caracteriza por su excelente rendimiento y calidad de frutos. A continuación, se proporciona información sobre esta variedad (ImpulSemillas, 2020, p. 1):

2.4.6.1. Descripción del fruto

- **Forma:** son cilíndricos.
- **Longitud:** 20 y 22 cm.
- **Peso:** se halla 200 y 220 g, lo que señala que son de tamaño medio a grande.
- **Color en maduración:** color verde oscuro (ImpulSemillas, 2020, p. 1).

2.4.6.2. Estados de desarrollo

- **Días a germinación:** ocurra en un período de 5 a 7 días después de la siembra.
- **Días a transplante:** Las plántulas estarán listas de 10 a 15 días después de la germinación.
- **Inicio a cosecha (DDT):** se hallan en el rango de 45 a 55 días (ImpulSemillas, 2020, p. 1).

2.4.6.3. Clima o piso térmico

Jaguar F1 se adapta bien a climas cálidos o de piso térmico medio, esto significa que prospera en áreas con temperaturas moderadas y cálidas (ImpulSemillas, 2020, p. 1).

2.4.6.4. Densidad de siembra

Se recomienda una densidad de siembra de 30 000 a 40 000 semillas/ha, esto puede variar según las prácticas de cultivo específicas y las condiciones locales (ImpulSemillas, 2020, p. 1).

2.4.6.5. Comportamiento fitosanitario

El pepino Jaguar F1 presenta un buen comportamiento fitosanitario, lo que significa que tiene una resistencia horizontal a varias enfermedades que afectan a los cultivos de pepino, algunas de las enfermedades y agentes causales a los que puede estar expuesto incluyen (ImpulSemillas, 2020, p. 1):

- PRSV (Virus del Rayado Severo del Pepino).
- Sc WMV (Virus del Mosaico del Pepino).
- ZYMV (Virus del Mosaico Amarillo del Zapallo).
- CMV (Virus del Mosaico del Pepino).
- Roña de las cucúrbitas.
- Mosaico de la Sandía raza 2.
- Mosaico Amarillo del Calabacín.
- Mancha Angular.
- Antracnosis.
- Mosaico del Pepino.
- Mildew Polvoriento (Mildeo Polvoroso).
- Virus de la Mancha Anular de la Papaya.
- *Cladosporium cucumerinum*.
- Virus Mosaico de la Sandía raza 2.
- Virus del Mosaico Amarillo del Calabacín.
- *Pseudomona syringae*.
- *Colletotrichum orbiculare* Raza 2.

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Localización del estudio

El estudio se realizó en un cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.) var. Jaguar, establecido bajo invernadero en la comunidad de Tunshi San Pedro, perteneciente al Cantón Chambo, Provincia de Chimborazo.

3.2. Coordenadas geográficas

Tabla 3-1: Coordenadas geográficas de la ubicación de estudio

Descripción	Valor
Latitud	1° 43' 52.77" S
Longitud	78° 37' 25.85" W
Altitud	2723 m.s.n.m

Fuente: UTM, 2023.

Realizado por: Remache, Mario, 2024.

3.3. Condiciones climatológicas

Tabla 3-2: Condiciones climatológicas de la ubicación de estudio

Descripción	Valor
Temperatura promedio	14,2 °C
Precipitación media anual	256 mm

Fuente: Cuandovisitar, 2024.

Realizado por: Remache, Mario, 2024.

3.4. Materiales y equipos

3.4.1. *Materiales de campo*

Fundas plásticas, piolas, letreros de identificación, cinta adhesiva transparente, balanza analógica, calibrador, balde plástico, dosificadores plásticos, plantilla de severidad, azadones, alambre, martillo, cajas de madera, pegatinas de notas.

3.4.2. *Materiales de oficina*

Computadora, impresora, cámara fotográfica, cuaderno de apuntes, regla métrica, lápiz, marcadores, esferos.

3.4.3. *Equipos*

Bomba de fumigación (MATABI, 20 litros, tipo mochila).

3.5. Manejo del cultivo

3.5.1. *Labores de campo*

3.5.1.1. *Control de malezas*

El control de malezas se realizó de forma manual una vez al mes, consistió en arrancar las malezas a mano de los alrededores del pepino y con herramientas como azadones de las partes intermedias de los surcos.

3.5.1.2. *Riego*

El riego se realizó con una frecuencia de una vez a la semana, mediante la utilización de una bomba de agua y un sistema de riego por goteo.

3.5.1.3. *Tutorado*

El tutorado en el cultivo de pepino se lo realizó de forma manual una vez por semana después de cada cosecha, dicha labor consistió en guiar verticalmente a la planta de pepino, a través de un amarre desde el tallo principal, según la planta siga creciendo se irá dando vueltas a la planta en el amarre con el fin de que planta se mantenga un crecimiento firme y recto.

3.5.1.4. *Aplicación de tratamientos*

La aplicación de los tratamientos se realizó de forma manual mediante la utilización de una bomba de fumigación (MATABI, 20 litros, tipo mochila), se fumigó en forma de vapor a toda la planta cada nueve días, con un total de diez aplicaciones, con una dosificación de 1 L por cada tratamiento.

3.5.1.5. Cosecha

La cosecha se efectuó manualmente cada semana, posterior a esto, se procedió a pesar todos los pepinos de cada tratamiento para determinar el rendimiento del cultivo y expresarlo en kg/planta.

3.5.2. Insumos

En la Tabla 3-3 se describen los productos aplicados y su nombre comercial por el que se lo puede encontrar en el mercado.

Tabla 3-3: Productos aplicados

Principio activo		Nombre comercial
Ácido salicílico		Biostim
Silicio		Silikon
<i>Trichoderma+Bacillus</i>		Biohealth_th_bs
<i>Bacillus subtilis</i>		Armory
Químico	Penconazole	Topas
	Chlorothalonil	Daconil 720
	Dimetomorph	Forum
	Bupirimate	Nimrod
	Metalaxyl	Metarranch
	Azoxystrobin	Gracias
	Mancozeb	Cadillac
	Propamocarb	Prevalor

Elaborado por: Remache, Mario, 2024.

3.5.3. Material biológico

Pepino variedad Jaguar F1

3.6. Métodos

3.6.1. Factores en estudio

F1: Productos

T1: Ácido salicílico

T2: Silicio

T3: *Trichoderma+Bacillus*

T4: *Bacillus subtilis*

T5: Químico

T6: Testigo

3.6.2. Tratamientos

Los tratamientos en estudio fueron cinco con dosis correspondientes a la recomendación establecida en la etiqueta del producto más un tratamiento testigo al que solo se le aplicó riego con agua, como se ve en la siguiente tabla:

Tabla 3-4: Tratamientos en estudio

Tratamiento	Descripción	Dosis	Aplicación	Nº de aplicaciones
T1	Ácido Salicílico	1,25 cc/L	Foliar	10 aplicaciones
T2	Silicio	0,5 cc/L	Foliar	10 aplicaciones
T3	<i>Trichoderma+Bacillus</i>	1,5 gr/L	Foliar	10 aplicaciones
T4	<i>Bacillus subtilis</i>	1 gr/L	Foliar	10 aplicaciones
T5	Penconazole	0,5 cc/L	Foliar	1 aplicación
	Chlorothalonil	2 cc/L	Foliar	2 aplicaciones
	Dimetomorph	0,6 gr/L	Foliar	1 aplicación
	Bupirimate	1,5 cc/L	Foliar	1 aplicación
	Metalaxyl	2,5 gr/L	Foliar	1 aplicación
	Azoxystrobin	0,5 gr/L	Foliar	1 aplicación
	Mancozeb	2,5 gr/L	Foliar	2 aplicaciones
	Propamocarb	1,25 cc/L	Foliar	1 aplicación
T6	Agua	1 L/L	Foliar	10 aplicaciones

Elaborado por: Remache, Mario, 2024.

3.6.3. Croquis del ensayo

		Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4	Bloque 5
T1	Ácido salicílico	T1	T6	T3	T5	T2
T2	Silicio	T2	T5	T1	T4	T3
T3	<i>Trichoderma+Bacillus</i>	T3	T4	T2	T6	T1
T4	<i>Bacillus subtilis</i>	T4	T3	T6	T2	T5
T5	Químico	T5	T2	T4	T1	T6
T6	Testigo	T6	T1	T5	T3	T4

Ilustración 3-1: Distribución de los tratamientos en el ensayo

Elaborado por: Remache, Mario, 2024.

3.6.4. Unidad experimental

El área de experimentación estuvo conformada por las siguientes especificaciones:

Tabla 3-5: Especificaciones del área experimental

Especificaciones	Observaciones
Área total	204 m ² (34 m x 6 m)
Distancia de siembra entre planta	0,30 m
Distancia de siembra entre surco	1,20 m
Número de surcos	5
Número de tratamientos	6
Número de plantas por unidad experimental	30
Número de plantas por surco	180
Número de plantas totales	900

Elaborado por: Remache, Mario, 2024.

3.6.5. Diseño experimental

Se manejó un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) que incluyó 6 tratamientos con 5 repeticiones, la distribución de los tratamientos en campo se visualiza en la Ilustración 3-1.

		Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4	Bloque 5
T1	Ácido salicílico	T1	T6	T3	T5	T2
T2	Silicio	T2	T5	T1	T4	T3
T3	<i>Trichoderma+Bacillus</i>	T3	T4	T2	T6	T1
T4	<i>Bacillus subtilis</i>	T4	T3	T6	T2	T5
T5	Químico	T5	T2	T4	T1	T6
T6	Testigo	T6	T1	T5	T3	T4

Ilustración 3-2: Distribución de los tratamientos en el ensayo

Elaborado por: Remache, Mario, 2024.

3.6.6. Análisis de varianza

El esquema de análisis de varianza (ADEVA) que se empleó en cada tratamiento de estudio se presenta en la Tabla 3-5:

Tabla 3-6: Esquema de análisis de varianza

Fuente de variación	Fórmula	Grados de libertad
Total	tr-1	29
Tratamientos	t-1	5
Repeticiones	r-1	4
Error	(r-1)(t-1)	20

Elaborado por: Remache, Mario, 2024.

Nota:

p-valor: >0,01 y > 0,05 = ns (No significativo)

p-valor: >0,01 y < 0,05 = * (Significativo)

p-valor: <0,01 y < 0,05 = ** (Altamente significativo)

3.6.7. Análisis funcional

El análisis de varianza se lo realizó en el programa estadístico R Studio, cuando existieron diferencias estadísticamente significativas (<0,05) se utilizó la prueba de Tukey al 5% para la separación de medias, esto agrupó las medias en distintos grupos para determinar cuál fue el tratamiento que proporcionó mejores resultados.

Para el análisis económico se realizó mediante la relación Beneficio/Costo que se detalla más adelante en el punto 3.4.8.

3.7. Variables y métodos de evaluación

3.7.1. Incidencia de la enfermedad

3.7.1.1. Incidencia de mildiu por parcela

La primera evaluación se realizó a partir de los 7 días de la primera aplicación de los tratamientos, luego esta evaluación se realizó cada 8 días, tomando 10 evaluaciones totales en esta variable. Se contabilizó el número de plantas de cada tratamiento que estaban con síntomas de mildiu, siendo estas el número de plantas afectadas, se dividió para el número total de plantas de cada tratamiento y se multiplicó por 100 para expresarlo en porcentaje.

$$Incidencia (\%) = \frac{plta A}{plta T} * 100$$

Donde:

Plta A: Es el número de plantas afectadas.

Plta T: Es el número total de plantas por tratamiento.

3.7.1.2. Incidencia de mildiu por planta

Esta evaluación se realizó cada 8 días, teniendo así 10 evaluaciones totales; donde se contabilizó el número total de hojas de una planta, luego se contabilizó el número de hojas con mildiu, estas corresponden al número de hojas afectadas, se dividió para el número total de hojas de cada unidad experimental, multiplicado por 100 para expresarlo en porcentaje. Esto se repitió con 15 plantas y se promedió para aumentar la confiabilidad de los resultados.

$$\text{Incidencia (\%)} = \frac{HA}{HT} * 100$$

Donde:

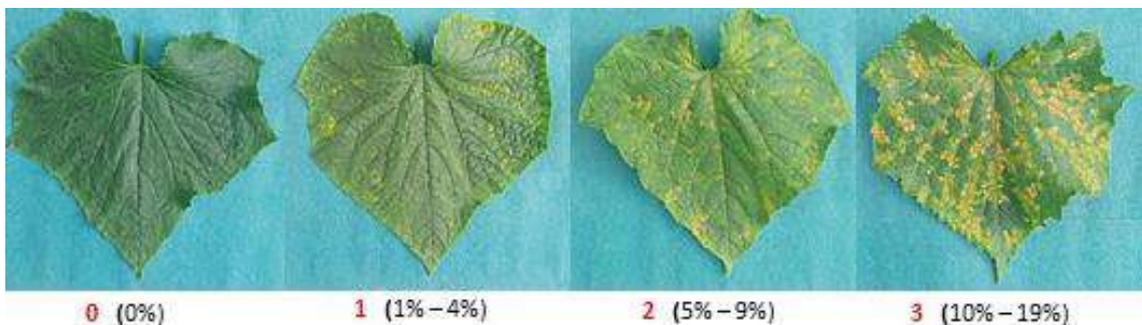
HA: Es el número de hojas afectadas.

HT: Es el número total de hojas.

3.7.2. Severidad de la enfermedad

3.7.2.1. Severidad de mildiu por hoja

Esta evaluación se realizó cada 8 días, teniendo así 10 evaluaciones totales para su análisis, donde se tomaron dos hojas de la parte inferior, dos hojas de la parte intermedia y dos hojas de la parte superior de la planta para la evaluación. Para determinar la severidad de mildiu por hoja se diseñó un diagrama de severidad de afectación de mildiu (*Pseudoperonospora cubensis* Berk. & M.A.Curtis) en el pepino, utilizando como referencia los diferentes niveles encontrados en el campo y específicamente en la variedad jaguar, resultando en un diagrama con 7 niveles de daño, como se ve en la Ilustración 3-2, los cuales se muestran a continuación:



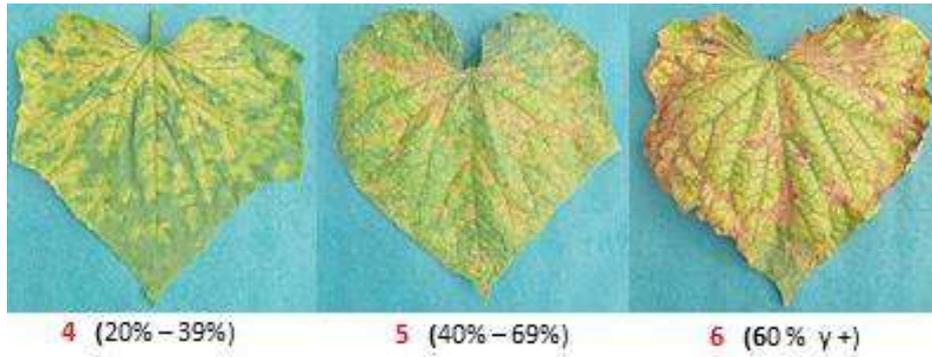


Ilustración 3-3: Escala de severidad de mildiu en hojas de pepino

Elaborado por: Remache, Mario, 2024.

Después, se realizó un promedio general de la severidad de mildiu por planta, mediante la fórmula del Índice de Mckinney (1923):

$$INF = \frac{\sum(\text{grado de escala} * \text{frecuencia}) \times 100}{(\text{número total de unidades} * \text{grado máximo de la escala})}$$

3.7.3. Productividad

3.7.3.1. Número de flores por planta

Esta evaluación se realizó cada 8 días a partir de la primera visualización de la formación de botones florales, se contabilizó el número total de flores de cada planta y luego se promedió para obtener un valor de cada tratamiento. Se tomaron en total 10 evaluaciones para su análisis.

3.7.3.2. Número de frutos por planta

Esta evaluación se realizó cada 8 días a partir de la formación de los primeros frutos, se contabilizó el número total de frutos de cada planta y luego se promedió para obtener un valor de cada tratamiento. Se contabilizaron aquellos frutos ya cuajados. Se tomaron en total 10 evaluaciones para su análisis.

3.7.3.3. Longitud del fruto por planta

Se midió la longitud de cada fruto por planta y se promedió el valor de 15 plantas, el instrumento que se utilizó fue una regla métrica y se expresó el valor en centímetros (cm). Se tomaron en total 10 evaluaciones para su análisis.

3.7.3.4. Diámetro del fruto por planta

Se midió el diámetro de cada fruto por planta utilizando un calibrador (pie de rey), se tomó el valor de 15 plantas por tratamiento y se promedió. Se tomaron en total 10 evaluaciones para su análisis.

3.7.3.5. Rendimiento por planta (kg/planta)

Se evaluó el rendimiento (kg/planta) de cada planta, estos datos se registraron cada 8 días, para esto se utilizó una balanza analógica y se promedió el valor de 15 plantas por tratamiento. Se pesó cada fruta en gramos, y ese valor de cada tratamiento se transformó a kg/planta. Se tomaron en total 10 evaluaciones para su análisis.

3.7.4. Área Bajo la Curva del Progreso de la Enfermedad (ABCPE)

El Área Bajo la Curva del Progreso de la Enfermedad (ABCPE) de cada unidad experimental se calculó utilizando los datos de severidad. Se utilizó la fórmula propuesta por Shaner y Finney (1977; mencionado en Pedroza y Samaniego, 2009, p. 185) la cual dice:

$$ABCPE = \sum_{i=1}^n \frac{(x_{i+1} + x_i)}{2} * (T_{i+1} - T_i)$$

Donde:

x_i = porcentaje de severidad en la observación i ,

$T_{i+1} - T_i$ = tiempo en días entre dos lecturas,

n = número total de observaciones

3.7.5. Eficacia biológica

La eficacia fue calculada mediante la fórmula de Abbott para el cálculo de la eficacia de un producto de control de enfermedad (Valverde, 2021, p. 53), mediante la fórmula:

$$E = \left[\frac{(IT - it)}{IT} \right] * 100$$

Donde:

E = Porcentaje de Eficacia

IT = Porcentaje de infección en el control

it = Porcentaje de infección en el tratamiento

3.7.6. *Análisis económico*

Con el fin de llevar a cabo el análisis económico, se establecieron los costos de todos los materiales utilizados en el estudio, estos englobaron diversos gastos, tales como la preparación del lote de terreno, la compra de las plántulas de pepino, la compra y aplicación de los tratamientos y otros gastos directos. Para determinar el beneficio se registró la cantidad de kilogramos producidos por planta (kg/planta) para cada tratamiento, luego se identificó el precio oficial del pepino en el mercado mayorista de la ciudad de Riobamba y se multiplicó el peso por el precio de venta por kg. Finalmente, la relación Beneficio/Costo se calculó dividiendo los beneficios por los costos de cada tratamiento.

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Análisis e interpretación de los resultados

4.1.1. Incidencia de la enfermedad

4.1.1.1. Incidencia de mildiu por parcela

Para la variable de incidencia de mildiu por parcela se realizaron 10 evaluaciones de las cuales solamente en tres (primera, segunda y tercera evaluación) existieron diferencias estadísticas significativas ($P < 0,05$) (Tabla 4-1).

Tabla 4-1: Análisis de varianza de la incidencia por parcela

Fuente de variación	gl	Incidencia (%) de mildiu por parcela					
		Cuadrados Medios					
		1ra Eval.	P	2da Eval.	P	3ra Eval.	P
Total	29						
Tratamientos	5	33,31	0,002**	13,68	0,0021**	2,7	0,0015**
Bloques	4	7,28	0,3251 ns	2,55	0,4069 ns	0,45	0,4307 ns
Error	20	5,86		2,43		0,45	

Elaborado por: Remache, Mario, 2024.

La prueba de Tukey al 5% de la variable incidencia de mildiu por parcela para la primera y segunda evaluación mostró tres grupos (Ilustración 4-1), siendo el grupo A (T2 - Silicio, T3 - *Trichoderma*+*Bacillus* y T4 - *Bacillus subtilis*), los que presentaron mayor porcentaje de incidencia (98,8 % tanto para el T2 como el T3 en la primera y segunda evaluación y 98% para el T4 en la primera evaluación y en la segunda evaluación con 98,8%). El tratamiento que presentó el menor porcentaje de mildiu por parcela en la primera y segunda evaluación (92% y 94,6%) fue el tratamiento químico que según la prueba de Tukey al 5% se categorizó en el grupo B (Ilustración 4-1).

Para la tercera evaluación la prueba de Tukey al 5% mostró dos grupos (Ilustración 4-1). El grupo A con el mayor porcentaje de incidencia (100%) en donde se agruparon los tratamientos: T1 - Ácido salicílico, T2 - Silicio, T3 - *Trichoderma*+*Bacillus*, T4 - *Bacillus subtilis*, T6 - Testigo. El tratamiento con el menor porcentaje de incidencia (98,2%) de mildiu por parcela fue el tratamiento químico que según la prueba de Tukey al 5% se categorizó en el grupo B (Ilustración 4-1).

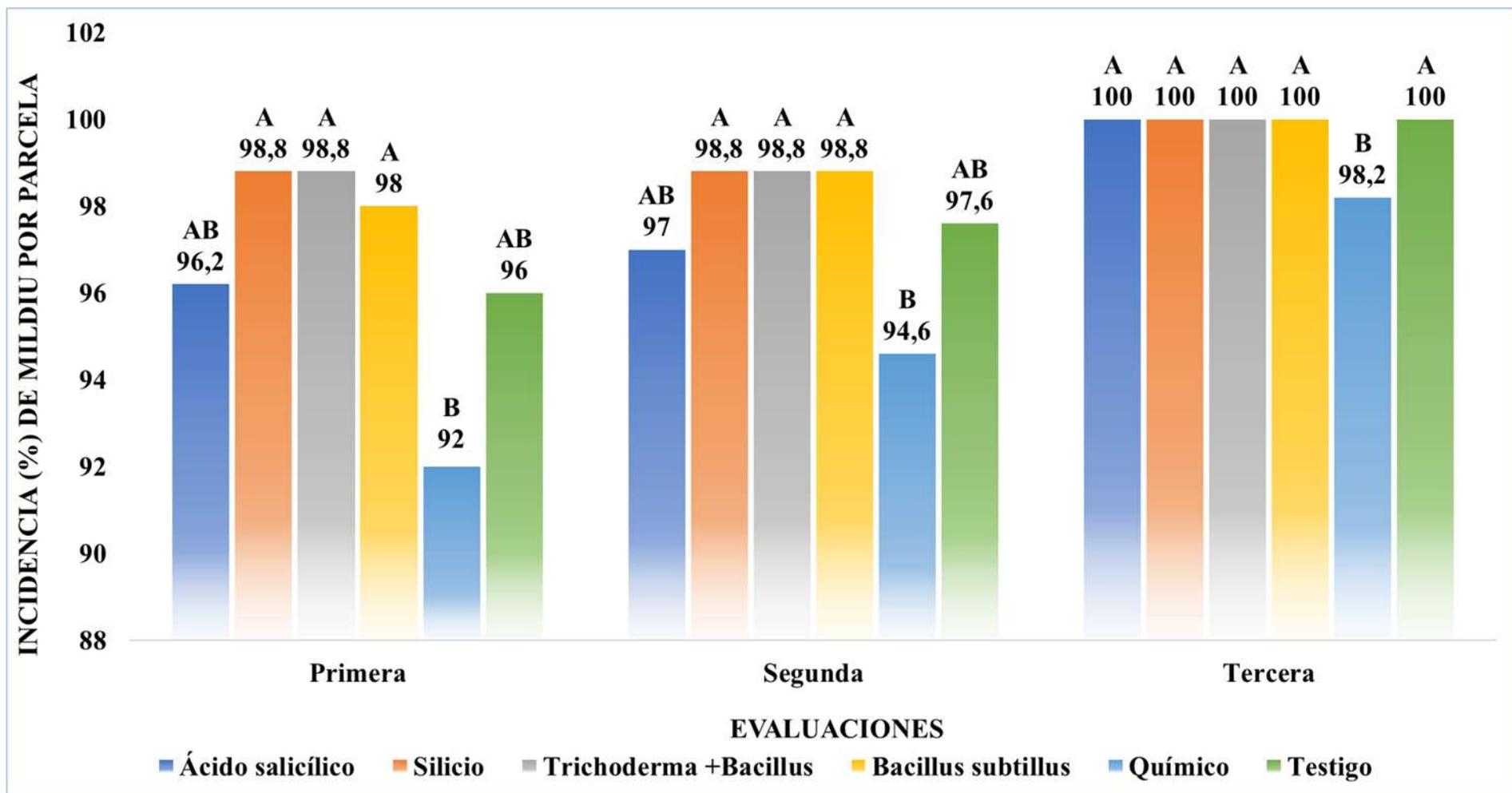


Ilustración 4-1: Gráfico de la prueba de Tukey de la incidencia de mildiu por parcela

Elaborado por: Remache, Mario, 2024.

4.1.1.2. Incidencia de mildiu por planta

Para la variable de incidencia de mildiu por planta se realizaron 10 evaluaciones de las cuales en todas las evaluaciones existieron diferencias estadísticas significativas ($P < 0,05$) (Tabla 4-2).

Tabla 4-2: Análisis de varianza de la incidencia por planta

Fuente de variación	gl	Incidencia (%) de mildiu por planta									
		Cuadrados Medios									
		1ra Eval.	P	2da Eval.	P	3ra Eval.	P	4ta Eval.	P	5ta Eval.	P
Total	29										
Tratamientos	5	40,93	0,0163**	17,33	0,014*	51,57	<0,0001**	48,69	<0,0001**	215,81	<0,0001**
Bloques	4	44,38	0,0157*	27,87	0,0037**	32,95	0,0013**	21,78	0,0046**	1,38	0,9123
Error	20	11,18		5,07		4,86		4,14		5,76	

Incidencia (%) de mildiu por planta									
Cuadrados Medios									
6ta Eval.	P	7ma Eval.	P	8va Eval.	P	9na Eval.	P	10ma Eval.	P
273,34	<0,0001**	10,13	<0,0001**	13,47	0,0003**	10,38	<0,0001**	15,23	<0,0001**
81,72	0,0025**	2,88	0,0062**	5,8	0,0302*	3,45	0,0076*	0,62	0,6625
13,66		0,58		1,74		0,73		1,02	

Elaborado por: Remache, Mario, 2024.

La prueba de Tukey al 5% de la variable incidencia de mildiu por planta para la tercera, cuarta, quinta, novena y décima evaluación mostró dos grupos (Ilustración 4-2), siendo el grupo A (T1 – Ácido salicílico, T2- Silicio, T3 - *Trichoderma*+*Bacillus*, T4 - *Bacillus subtilis*, T6 - Testigo), los que presentaron mayor porcentaje de incidencia (69,2 % para el T4; 68,8% para el T6; 68,6% para el T3; 67,2% para el T2; 66,8% para el T1 en la tercera evaluación, al mismo tiempo con 79,2 % para el T3; 78,6% para el T6; 78,4% para el T4; 76,2 % para el T2; 75,6% para el T1 en la cuarta evaluación, asimismo con 87,4 % para el T3; 86,8% para el T4; 86,4% para el T6; 84,2 % para el T2; 82,8% para el T1 en la quinta evaluación, al mismo tiempo con 98,6 % para el T3; 98,2% para el T4; 98% para el T2; 97,4 % para el T6; 97% para el T1 en la novena evaluación y finalmente con 98,8% para el T2 y T3; 99,4% para el T4; 99% para el T6; 98,6% para el T1 en la décima evaluación. El tratamiento que presentó el menor porcentaje de mildiu por planta en la tercera, cuarta, quinta, novena y décima evaluación (60,6%;70,8%; 70%; 94,6%; 95,2%) fue el tratamiento químico que según la prueba de Tukey al 5% se categorizó en el grupo B (Ilustración 4-2).

Para la primera evaluación la prueba de Tukey al 5% mostró tres grupos (Ilustración 4-2). Siendo el grupo A (T2- Silicio y T6 - Testigo), los que presentaron mayor porcentaje de incidencia (41,20% para el T6 y 41% para el T6) en la primera evaluación. El tratamiento que presentó el menor porcentaje de mildiu por planta en la primera evaluación (33,60%) fue el tratamiento químico que según la prueba de Tukey al 5% se categorizó en el grupo B (Ilustración 4-2).

Para la segunda evaluación la prueba de Tukey al 5% mostró tres grupos (Ilustración 4-2). Siendo el grupo A (T4 – *Bacillus subtilis*), los que presentaron mayor porcentaje de incidencia (51,20%) en la segunda evaluación. El tratamiento que presentó el menor porcentaje de mildiu por planta en la segunda evaluación (46%) fue el tratamiento químico que según la prueba de Tukey al 5% se categorizó en el grupo B (Ilustración 4-2).

Para la sexta y octava evaluación la prueba de Tukey al 5% mostró cuatro grupos (Ilustración 4-2). Siendo el grupo A (T3 – *Trichoderma*+*Bacillus*), los que presentaron mayor porcentaje de incidencia (86,60% en la sexta evaluación y 96,80% para la octava evaluación). El tratamiento que presentó el menor porcentaje de mildiu por planta en la sexta y octava evaluación (65,80% y 91,80%) fue el tratamiento químico que según la prueba de Tukey al 5% se categorizó en el grupo C (Ilustración 4-2).

Para la séptima evaluación la prueba de Tukey al 5% mostro cuatro grupos (Ilustración 4-2). Siendo el grupo A (T2 – Silicio, T3 -*Trichoderma*+*Bacillus* y T4 - *Bacillus subtilis*), los que presentaron mayor porcentaje de incidencia (98% para T2; 97,60% para T4 y T3 en la séptima evaluación). El tratamiento que presento el menor porcentaje de mildiu por planta en la séptima evaluación (94,20%) fue el tratamiento químico que según la prueba de Tukey al 5% se categorizo en el grupo C (Ilustración 4-2).

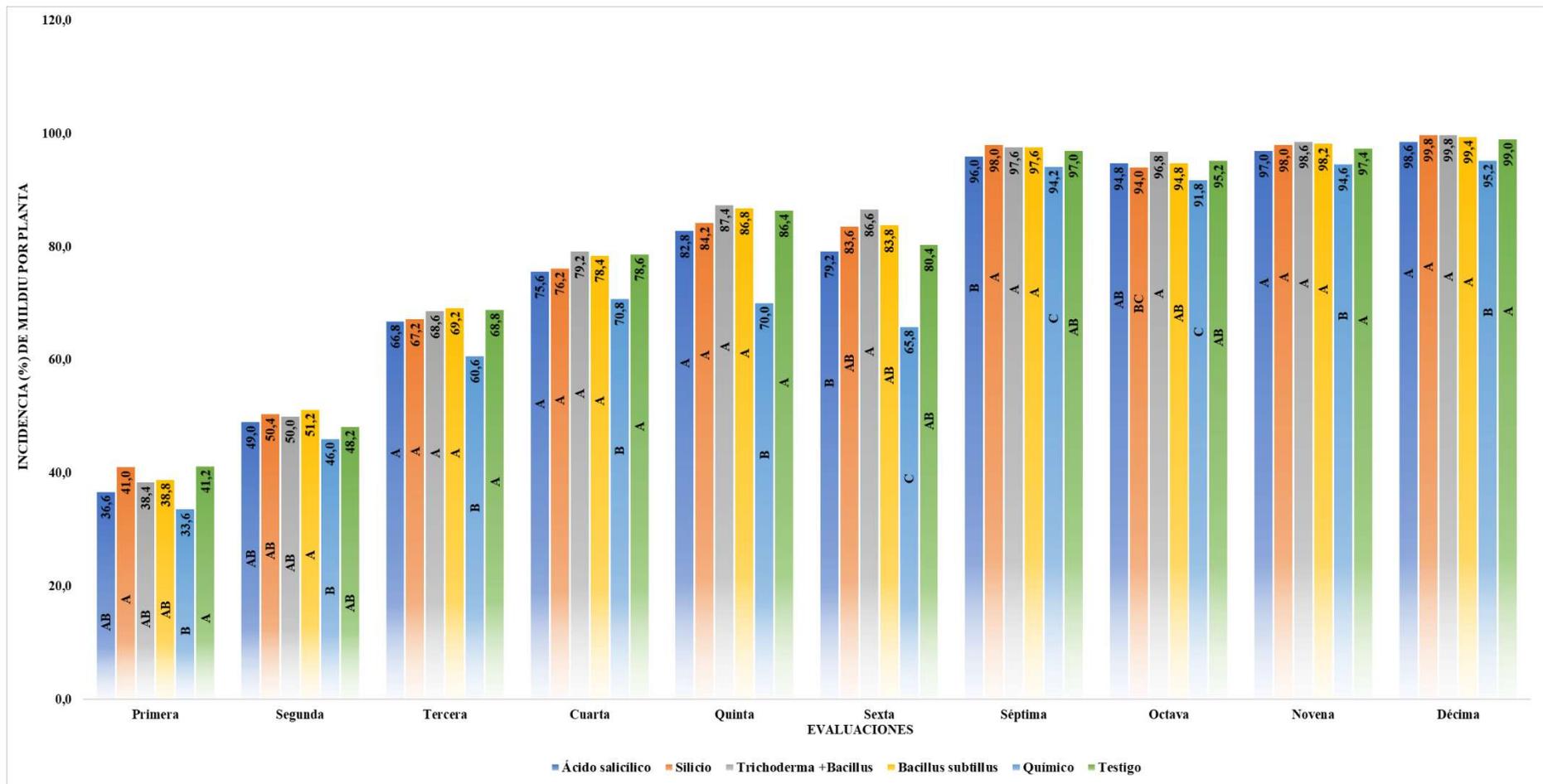


Ilustración 4-2: Gráfico de la prueba de Tukey de la incidencia de mildiu por planta

Elaborado por: Remache, Mario, 2024.

4.1.2. Severidad de la enfermedad por estrato de la planta

4.1.2.1. Severidad de mildiu por hoja en el estrato superior

Para la variable de severidad de mildiu por hoja en el estrato superior se realizaron 10 evaluaciones de las cuales solamente en seis (quinta, sexta, séptima, octava, novena y décima evaluación) existieron diferencias estadísticas significativas ($P < 0,05$) (Tabla 4-3).

Tabla 4-3: Análisis de varianza de la severidad de mildiu por hoja en el estrato superior

Fuente de variación	gl	Severidad de mildiu por hoja en el estrato superior											
		Cuadrados Medios											
		5ta Eval.	P	6ta Eval.	P	7ma Eval.	P	8va Eval.	P	9na Eval.	P	10ma Eval.	P
Total	29												
Tratamientos	5	70,37	0,0001**	91,12	0,0001**	164,24	<0,0001**	361,49	0,0001**	757,09	<0,0001**	1280,48	<0,0001**
Bloques	4	25,42	0,035*	11,78	0,3159	51,12	0,0187*	75,62	0,1581	49,42	0,1559	26,78	0,28
Error	20	7,96		9,3		13,46		40,78		36,48		19,56	

Elaborado por: Remache, Mario, 2024.

La prueba de Tukey al 5% de la variable severidad de mildiu por hoja en el estrato superior para la quinta y sexta evaluación mostró dos grupos (Ilustración 4-3), siendo el grupo A (T1- Ácido salicílico, T2 - Silicio, T3 -*Trichoderma*+*Bacillus* y T4 - *Bacillus subtilis*, T6 – Testigo), los que presentaron mayor porcentaje de incidencia (11,80 % para el T3 en la quinta evaluación y en la sexta evaluación con 13,80%). El tratamiento que presentó el menor porcentaje de severidad de mildiu por hoja en el estrato superior en la quinta y sexta evaluación (1% y 1,80%) fue el tratamiento químico que según la prueba de Tukey al 5% se categorizó en el grupo B (Ilustración 4-3).

La prueba de Tukey al 5% de la variable severidad de mildiu por hoja en el estrato superior para la séptima y octava evaluación mostró cuatro grupos (Ilustración 4-3), siendo el grupo A (T3 -*Trichoderma*+*Bacillus* en la séptima evaluación y T3 -*Trichoderma*+*Bacillus*, T4 - *Bacillus subtilis* en la octava evaluación), los que presentaron mayor porcentaje de incidencia (29,80 % para el T3 en la séptima evaluación y en la octava evaluación con 48,20% para el T3 y 47,40% para el T4). El tratamiento que presentó el menor porcentaje de severidad de mildiu por hoja en el estrato superior en la séptima y octava evaluación (14,20% y 25,80%) fue el tratamiento químico que según la prueba de Tukey al 5% se categorizó en el grupo C (Ilustración 4-3).

La prueba de Tukey al 5% de la variable severidad de mildiu por hoja en el estrato superior para la novena evaluación mostró seis grupos (Ilustración 4-3), siendo el grupo A (T3 -*Trichoderma*+*Bacillus*), el que presentó mayor porcentaje de incidencia (62,20 % para el T3 en la novena evaluación). El tratamiento que presentó el menor porcentaje de severidad de mildiu por hoja en el estrato superior en la novena evaluación (27,20%) fue el tratamiento químico que según la prueba de Tukey al 5% se categorizó en el grupo D (Ilustración 4-3).

La prueba de Tukey al 5% de la variable severidad de mildiu por hoja en el estrato superior para la décima evaluación mostró cuatro grupos (Ilustración 4-3), siendo el grupo A (T3 -*Trichoderma*+*Bacillus*), el que presentó mayor porcentaje de incidencia (74 % para el T3 en la décima evaluación). El tratamiento que presentó el menor porcentaje de severidad de mildiu por hoja en el estrato superior en la décima evaluación (29,60%) fue el tratamiento químico que según la prueba de Tukey al 5% se categorizó en el grupo D (Ilustración 4-3).

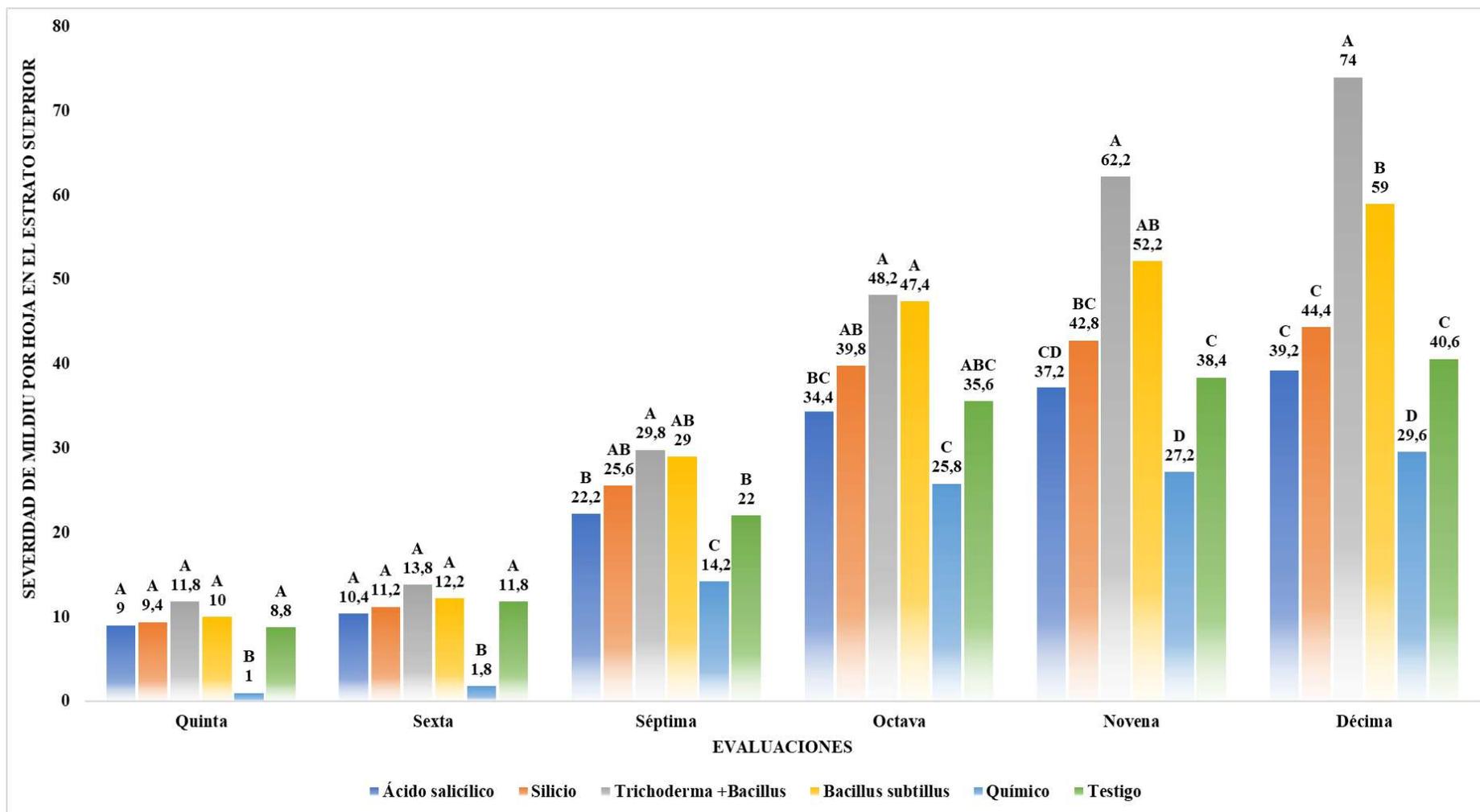


Ilustración 4-3: Gráfico de la prueba de Tukey de la severidad de mildiu por hoja en el estrato superior

Elaborado por: Remache, Mario, 2024.

4.1.2.2. Severidad de mildiu por hoja en el estrato intermedio

Para la variable de severidad de mildiu por hoja en el estrato intermedio se realizaron 10 evaluaciones de las cuales solamente en ocho (segunda, tercera, quinta, sexta, séptima, octava, novena y décima evaluación) existieron diferencias estadísticas significativas ($P < 0,05$) (Tabla 4-4).

Tabla 4-4: Análisis de varianza de la severidad de mildiu por hoja en el estrato intermedio

Fuente de variación	gl	Severidad de mildiu por hoja en el estrato intermedio															
		Cuadrados Medios															
		2da Eval.	P	3ra Eval.	P	5ta Eval.	P	6ta Eval.	P	7ma Eval.	P	8va Eval.	P	9na Eval.	P	10ma Eval.	P
Total	29																
Tratamientos	5	86,62	<0,0001**	85,57	<0,0001**	62,32	0,0041**	152,37	<0,0001**	520,03	<0,0001**	975,71	<0,0001**	943,58	<0,0001**	1236,78	<0,0001**
Bloques	4	13,47	0,0463*	11,72	0,1931	7,42	0,5855	5,12	0,1954	7,53	0,6879	63,37	0,134	51,8	0,1697	55,25	0,0803
Error	20	4,59		6,96		10,24		3,06		13,23		31,75		28,88		22,63	

Elaborado por: Remache, Mario, 2024.

La prueba de Tukey al 5% de la variable severidad de mildiu por hoja en el estrato intermedio para la segunda, tercera, quinta y sexta evaluación mostró dos grupos (Ilustración 4-4), siendo el grupo A (T1- Ácido salicílico, T2 - Silicio, T3 -*Trichoderma*+*Bacillus* y T4 - *Bacillus subtilis*, T6 – Testigo), los que presentaron mayor porcentaje de incidencia (41,40% para el T6 en la segunda evaluación y en la tercera evaluación con 45,80% y 56,40% para el T3 en la quinta evaluación y en la sexta evaluación con 60,80%). El tratamiento que presentó el menor porcentaje de severidad de mildiu por hoja en el estrato intermedio en la segunda, tercera, quinta y sexta evaluación (30%; 34,60%; 47% y 45,80%) fue el tratamiento químico que según la prueba de Tukey al 5% se categorizó en el grupo B (Ilustración 4-4).

La prueba de Tukey al 5% de la variable severidad de mildiu por hoja en el estrato intermedio para la octava y novena evaluación mostró cinco grupos (Ilustración 4-4), siendo el grupo A (T3 -*Trichoderma*+*Bacillus*, T4 - *Bacillus subtilis* en la octava y novena evaluación), los que presentaron mayor porcentaje de incidencia (85,40% para el T4 en la octava evaluación y en la novena evaluación con 87,20%; así mismo con 83,40% para el T3 en la octava evaluación y en la novena evaluación con 87%). El tratamiento que presentó el menor porcentaje de severidad de mildiu por hoja en el estrato intermedio en la octava y novena evaluación (49,80% y 52,80%) fue el tratamiento químico que según la prueba de Tukey al 5% se categorizó en el grupo D (Ilustración 4-4).

La prueba de Tukey al 5% de la variable severidad de mildiu por hoja en el estrato intermedio para la séptima evaluación mostró cinco grupos (Ilustración 4-4), siendo el grupo A (T3 -*Trichoderma*+*Bacillus*, T4 - *Bacillus subtilis*), el que presentó mayor porcentaje de incidencia (71,6 % para el T3 y 71,20% para el T4 en la séptima en evaluación). El tratamiento que presentó el menor porcentaje de severidad de mildiu por hoja en el estrato intermedio en la séptima evaluación (44,80%) fue el tratamiento químico que según la prueba de Tukey al 5% se categorizó en el grupo D (Ilustración 4-4).

La prueba de Tukey al 5% de la variable severidad de mildiu por hoja en el estrato intermedio para la décima evaluación mostró cinco grupos (Ilustración 4-4), siendo el grupo A (T3 -*Trichoderma*+*Bacillus*, T4 - *Bacillus subtilis*), el que presentó mayor porcentaje de incidencia (94,4 % para el T3 y 91,80% para el T4 en la décima en evaluación). El tratamiento que presentó el menor porcentaje de severidad de mildiu por hoja en el estrato intermedio en la décima evaluación (53%) fue el tratamiento químico que según la prueba de Tukey al 5% se categorizó en el grupo D (Ilustración 4-4).

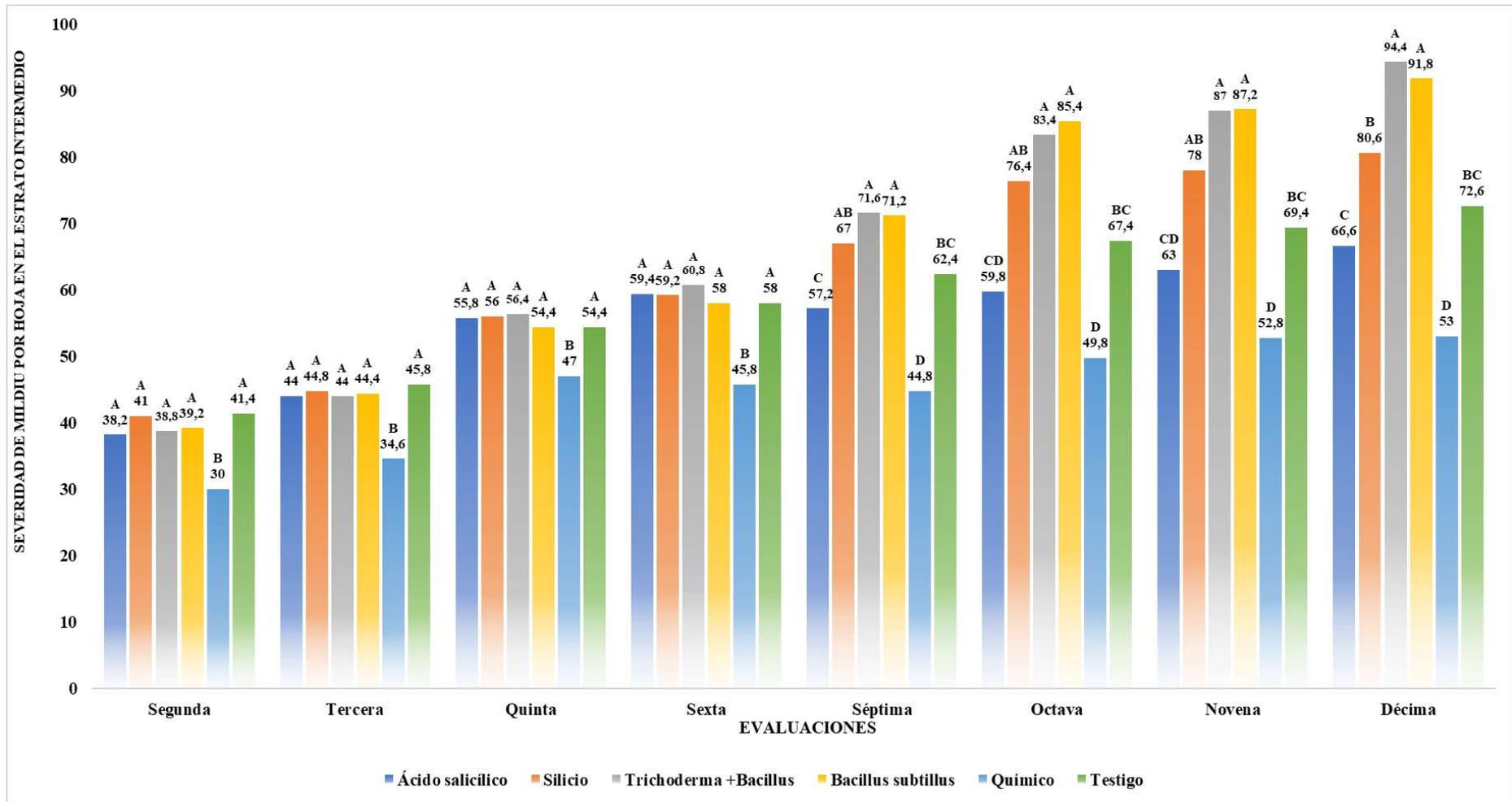


Ilustración 4-4: Gráfico de la prueba de Tukey de la severidad de mildiu por hoja en el estrato intermedio

Elaborado por: Remache, Mario, 2024.

4.1.2.3. Severidad de mildiu por hoja en el estrato inferior

Para la variable de severidad de mildiu por hoja en el estrato inferior se realizaron 10 evaluaciones de las cuales solamente en siete (tercera, quinta, sexta, séptima, octava, novena y décima evaluación) existieron diferencias estadísticas significativas ($P < 0,05$) (Tabla 4-5).

Tabla 4-5: Análisis de varianza de la severidad por hoja en el estrato inferior

Fuente de variación	gl	Severidad de mildiu por hoja en el estrato inferior													
		Cuadrados Medios													
		3ra Eval.	P	5ta Eval.	P	6ta Eval.	P	7ma Eval.	P	8va Eval.	P	9na Eval.	P	10ma Eval.	P
Total	29														
Tratamientos	5	50,53	0,0002**	30,86	0,0355*	65,23	0,0004**	261,6	<0,0001**	476,13	<0,0001**	455,49	<0,0001**	489,87	<0,0001**
Bloques	4	4,97	0,5362	12,95	0,3198	4,78	0,7049	4,79	0,7602	12,38	0,6516	25,78	0,3063	16,92	0,4867
Error	20	6,17		10,31		8,78		10,67		19,88		19,94		18,96	

Elaborado por: Remache, Mario, 2024.

La prueba de Tukey al 5% de la variable severidad de mildiu por hoja en el estrato inferior para la tercera y sexta evaluación mostró dos grupos (Ilustración 4-5), siendo el grupo A (T1- Ácido salicílico, T2 - Silicio, T3 -*Trichoderma*+*Bacillus* y T4 - *Bacillus subtilis*, T6 – Testigo), los que presentaron mayor porcentaje de incidencia (44,20% para el T3 en la tercera evaluación y 56,80% para el T1 en la sexta evaluación). El tratamiento que presento el menor porcentaje de severidad de mildiu por hoja en el estrato inferior en la tercera y sexta evaluación (35,80% y 47%) fue el tratamiento químico que según la prueba de Tukey al 5% se categorizo en el grupo B (Ilustración 4-5).

La prueba de Tukey al 5% de la variable severidad de mildiu por hoja en el estrato inferior para la octava, novena y décima evaluación mostró cinco grupos (Ilustración 4-5), siendo el grupo A (T4 - *Bacillus subtilis* en la octava, novena y décima evaluación), los que presentaron mayor porcentaje de incidencia (76,40% para el T4 en la octava evaluación, 77,60% para el T4 en la novena evaluación y 79% para el T4 en la décima evaluación). El tratamiento que presento

el menor porcentaje de severidad de mildiu por hoja en el estrato inferior en la octava, novena tanto como en la décima evaluación (50,20%; 52,80%) fue el tratamiento químico que según la prueba de Tukey al 5% se categorizo en el grupo D (Ilustración 4-5).

La prueba de Tukey al 5% de la variable severidad de mildiu por hoja en el estrato inferior para la quinta evaluación mostró tres grupos (Ilustración 4-5), siendo el grupo A (T1- Ácido salicílico), el que presento mayor porcentaje de incidencia (54,20 % para el T1 en la quinta evaluación). El tratamiento que presento el menor porcentaje de severidad de mildiu por hoja en el estrato inferior en la quinta evaluación (47,40%) fue el tratamiento químico que según la prueba de Tukey al 5% se categorizo en el grupo B (Ilustración 4-5).

La prueba de Tukey al 5% de la variable severidad de mildiu por hoja en el estrato inferior para la séptima evaluación mostró cuatro grupos (Ilustración 4-5), siendo el grupo A (T2- Silicio, T3 -*Trichoderma*+*Bacillus*, T4 - *Bacillus subtilis*), el que presento mayor porcentaje de incidencia (65,40 % para el T4, 63% para el T3 y 62,80% para el T2 en la séptima en evaluación). El tratamiento que presento el menor porcentaje de severidad de mildiu por hoja en el estrato intermedio en la séptima evaluación (46%) fue el tratamiento químico que según la prueba de Tukey al 5% se categorizo en el grupo C (Ilustración 4-5).

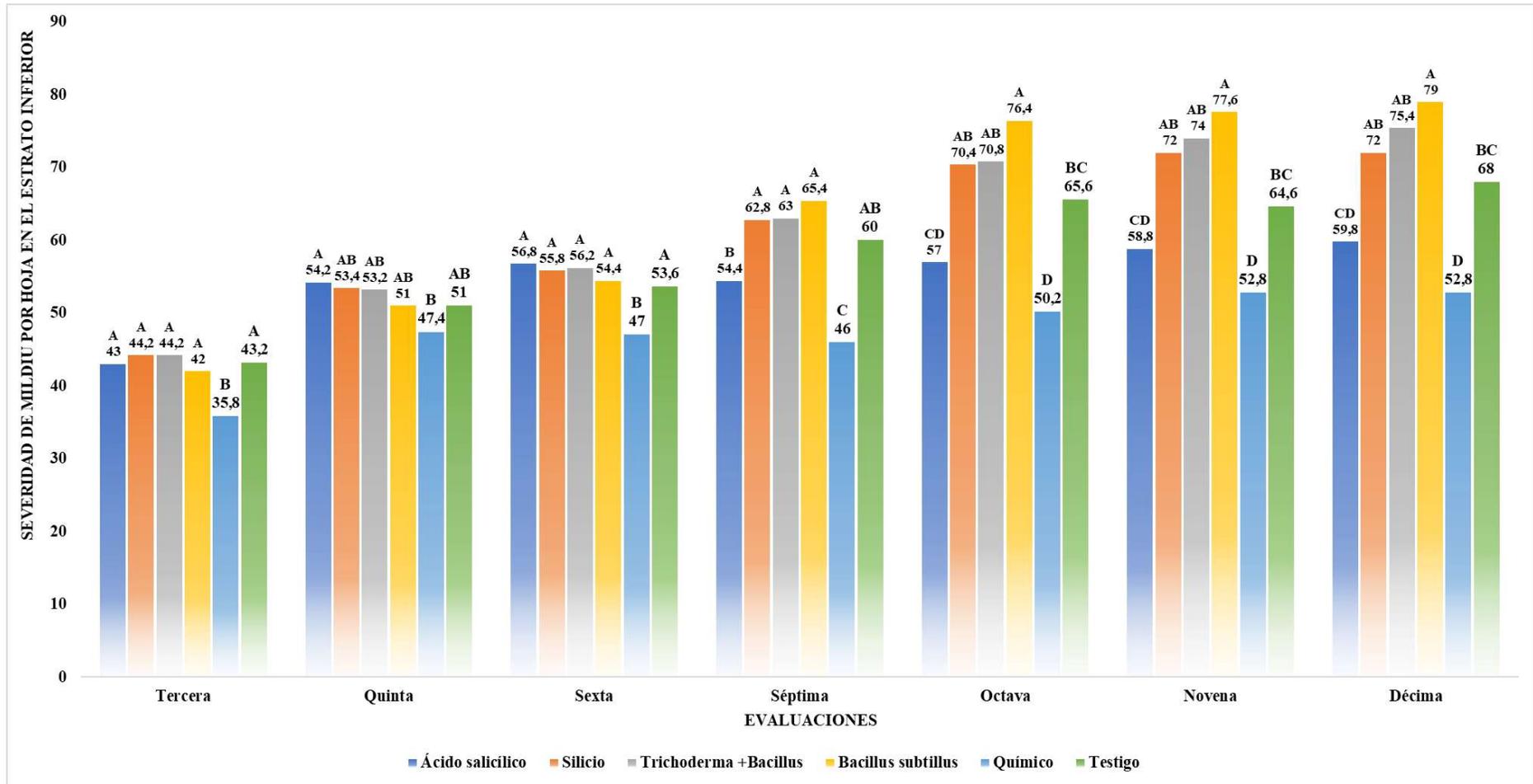


Ilustración 4-5: Gráfico de la prueba de Tukey de la severidad por hoja en el estrato inferior

Elaborado por: Remache, Mario, 2024

4.1.3. Productividad

4.1.3.1. Número de flores por planta

Para la variable número de flores por planta se realizaron 10 evaluaciones totales de las cuales solamente en seis (tercera, cuarta, quinta, sexta, séptima y octava evaluación) existieron diferencias estadísticas significativas ($P < 0,05$) (Tabla 4-6).

Tabla 4-6: Análisis de varianza del número de flores por planta

Fuente de variación	gl	Numero de flores por planta											
		Cuadrados Medios											
		3ra Eval.	P	4ta Eval.	P	5ta Eval.	P	6ta Eval.	P	7ma Eval.	P	8va Eval.	P
Total	393												
Tratamientos	5	3,31	0,002**	3,01	<0,0001**	1,66	0,0022**	0,96	0,0383*	1,89	0,0027**	0,47	0,0166*
Bloques	4	9,73	<0,0001**	2,24	0,0004**	1,89	0,0019**	1,21	0,0192*	0,79	0,1867	0,28	0,1571
Error	384	0,86		0,43		0,44		0,4		0,51		1,67	

Elaborado por: Remache, Mario, 2024.

La prueba de Tukey al 5% de la variable número de flores por planta para la tercera evaluación mostró tres grupos (Ilustración 4-6), siendo el grupo A (T1 – Ácido salicílico; T5 – Químico), los que presentaron mayor número de flores por planta (1,91 para el T1 y 1,89 para T5 en la tercera evaluación). El tratamiento que presento el menor número de flores por planta en la tercera evaluación (1,39) fue el tratamiento de Silicio que según la prueba de Tukey al 5% se categorizo en el grupo B (Ilustración 4-6).

La prueba de Tukey al 5% de la variable número de flores por planta para la cuarta evaluación mostró cuatro grupos (Ilustración 4-6), siendo el grupo A (T1 – Ácido salicílico), el que presentó mayor número de flores por planta (1,28 para el T1 en la cuarta evaluación). El tratamiento que presentó el menor número de flores por planta en la cuarta evaluación (0,71) fue el tratamiento de *Bacillus subtilis* que según la prueba de Tukey al 5% se categorizó en el grupo C (Ilustración 4-6).

La prueba de Tukey al 5% de la variable número de flores por planta para la quinta evaluación mostró tres grupos (Ilustración 4-6), siendo el grupo A (T1 – Ácido salicílico; T3 – *Trichoderma*+*Bacillus* y T5 - Químico), los que representaron el mayor número de flores por planta (0,81 para el T3, 0,79 para el T5, 0,77 para T1 en la quinta evaluación). El tratamiento que presentó el menor número de flores por planta en la quinta evaluación (0,45) fue el tratamiento de *Bacillus subtilis* que según la prueba de Tukey al 5% se categorizó en el grupo B (Ilustración 4-6).

La prueba de Tukey al 5% de la variable número de flores por planta para la sexta evaluación mostró tres grupos (Ilustración 4-6), siendo el grupo A (T1 – Ácido salicílico), el que presentó mayor número de flores por planta (0,51 para el T1 en la sexta evaluación). El tratamiento que presentó el menor número de flores por planta en la sexta evaluación (0,09) fue el tratamiento de Silicio que según la prueba de Tukey al 5% se categorizó en el grupo B (Ilustración 4-6).

La prueba de Tukey al 5% de la variable número de flores por planta para la séptima evaluación mostró tres grupos (Ilustración 4-6), siendo el grupo A (T1 – Ácido salicílico y T5 - Químico), los que representaron el mayor número de flores por planta (0,65 para el T5 y 0,63 para el T1 en la séptima evaluación). El tratamiento que presentó el menor número de flores por planta en la séptima evaluación (0,27) fue el tratamiento de *Bacillus subtilis* que según la prueba de Tukey al 5% se categorizó en el grupo B (Ilustración 4-6).

La prueba de Tukey al 5% de la variable número de flores por planta para la octava evaluación mostró tres grupos (Ilustración 4-6), siendo el grupo A (T5 - Químico), el que presentó mayor número de flores por planta (0,27 para el T5 en la octava evaluación). El tratamiento que presentó el menor número de flores

por planta en la octava evaluación (0,07) fue el tratamiento de *Bacillus subtilis* y Testigo que según la prueba de Tukey al 5% se categorizo en el grupo B (Ilustración 4-6).

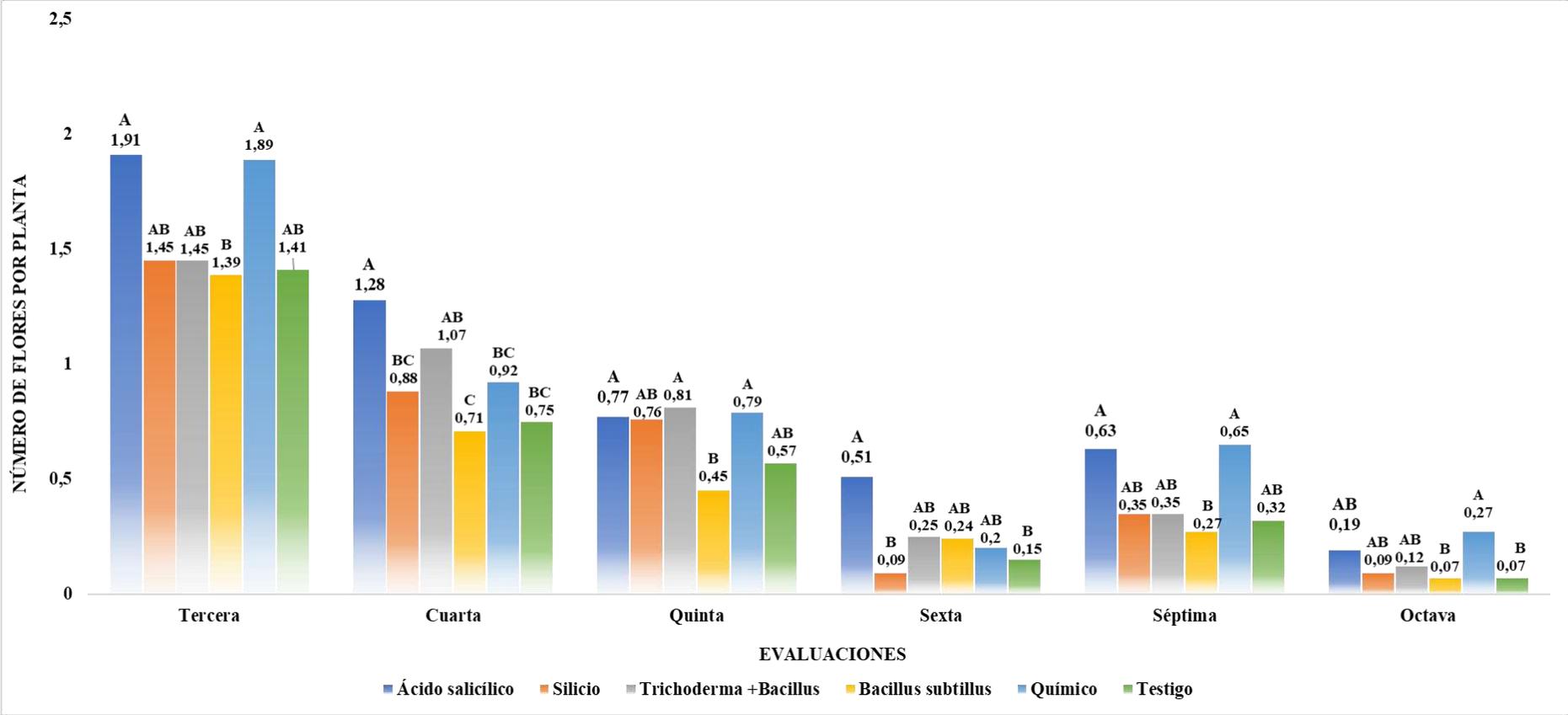


Ilustración 4-6: Gráfico de la prueba de Tukey del número de flores por planta

Elaborado por: Remache, Mario, 2024.

4.1.3.2. Número de frutos por planta

Para la variable número de frutos por planta se realizaron 10 evaluaciones de las cuales solamente en cuatro (cuarta, quinta, séptima y octava evaluación) existieron diferencias estadísticas significativas ($P < 0,05$) (Tabla 4-7).

Tabla 4-7: Análisis de varianza del número de frutos por planta

Fuente de variación	gl	Número de frutos por planta							
		Cuadrados Medios							
		4ta Eval.	P	5ta Eval.	P	7ma Eval.	P	8va Eval.	P
Total	449								
Tratamientos	5	11,95	0,0032**	6,81	0,024*	5,17	0,0031**	4,06	0,0016**
Bloques	4	7,85	0,0509*	33,56	<0,0001**	8,46	0,0001**	4	0,004**
Error	440	3,3		2,6		1,42		1,02	

Elaborado por: Remache, Mario, 2024.

La prueba de Tukey al 5% de la variable número de frutos por planta para la cuarta evaluación mostró tres grupos (Ilustración 4-7), siendo el grupo A (T1 – Ácido salicílico), el que presentó mayor número de frutos por planta (5,36 para el T1 en la cuarta evaluación). El tratamiento que presentó el menor número de flores por planta en la cuarta evaluación (4,28) fue el tratamiento de Silicio que según la prueba de Tukey al 5% se categorizó en el grupo B (Ilustración 4-7).

La prueba de Tukey al 5% de la variable número de frutos por planta para la quinta evaluación mostró tres grupos (Ilustración 4-7), siendo el grupo A (T1 – Ácido salicílico), el que presentó mayor número de frutos por planta (3,84 para el T1 en la quinta evaluación). El tratamiento que presentó el menor número de flores por planta en la quinta evaluación (3,05) fue el tratamiento de Testigo que según la prueba de Tukey al 5% se categorizó en el grupo B (Ilustración 4-7).

La prueba de Tukey al 5% de la variable número de frutos por planta para la quinta evaluación mostró tres grupos (Ilustración 4-7), siendo el grupo A (T1 – Ácido salicílico), el que presentó mayor número de frutos por planta (3,84 para el T1 en la quinta evaluación). El tratamiento que presentó el menor número de flores por planta en la quinta evaluación (3,05) fue el tratamiento de Testigo que según la prueba de Tukey al 5% se categorizó en el grupo B (Ilustración 4-7).

La prueba de Tukey al 5% de la variable número de frutos por planta para la séptima evaluación mostró tres grupos (Ilustración 4-7), siendo el grupo A (T5 - Químico), el que presentó mayor número de frutos por planta (1,97 para el T5 en la séptima evaluación). El tratamiento que presentó el menor número de flores por planta en la séptima evaluación (1,35) fue el tratamiento de *Bacillus subtilis* que según la prueba de Tukey al 5% se categorizó en el grupo B (Ilustración 4-7).

La prueba de Tukey al 5% de la variable número de frutos por planta para la octava evaluación mostró tres grupos (Ilustración 4-7), siendo el grupo A (T1 – Ácido salicílico y T5 - Químico), el que presentó mayor número de frutos por planta (1,41 para el T5 y 1,37 para el T1 en la octava evaluación). El tratamiento que presentó el menor número de flores por planta en la octava evaluación (0,84) fue el tratamiento de *Bacillus subtilis* que según la prueba de Tukey al 5% se categorizó en el grupo B (Ilustración 4-7).

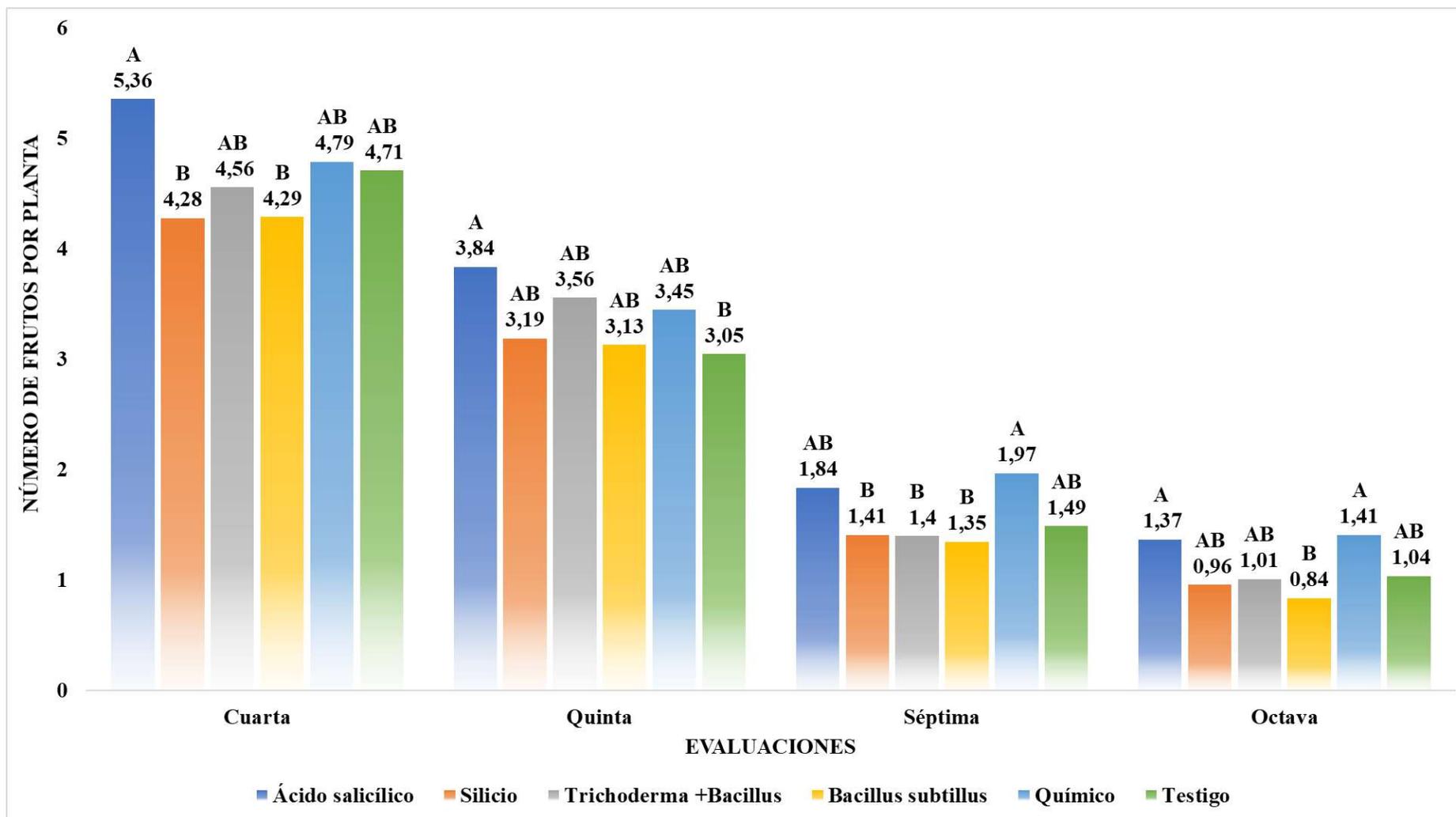


Ilustración 4-7: Gráfico de la prueba de Tukey del número de frutos por planta

Elaborado por: Remache, Mario, 2024.

4.1.3.3. Longitud del fruto por planta (cm)

Para la variable longitud del fruto por planta se realizaron 10 evaluaciones de las cuales solamente en una (octava evaluación) existió diferencias estadísticas significativas ($P < 0,05$) (Tabla 4-8).

Tabla 4-8: Análisis de varianza de la longitud del fruto por planta en la octava evaluación

Fuente de variación	gl	Longitud del fruto por planta (cm)	
		Cuadrados Medios	
		8va Eval.	P
Total	449		
Tratamientos	5	655,87	0,0134**
Bloques	4	147,2	0,6244 ns
Error	440	225,11	

Fuente de Variación	SC	gl	CM	F	p-valor	significancia
Modelo	3,06	9	0,34	1,39	0,2572	
tratamiento	1,55	5	0,31	1,27	0,3171	
bloque	1,51	4	0,38	1,54	0,2278	
Error	4,9	20	0,24			
Total	7,96	29				
CV					11,35	

Elaborado por: Remache, Mario, 2024.

La prueba de Tukey al 5% de la variable longitud del fruto por planta para la octava evaluación mostró tres grupos (Ilustración 4-8), siendo el grupo A (T5 - Químico), el que presentó mayor longitud del fruto por planta (16,03 para el T5 en la octava evaluación). El tratamiento que presentó la menor longitud del fruto por planta en la octava evaluación (8,44) fue el tratamiento de *Bacillus subtilis* que según la prueba de Tukey al 5% se categorizó en el grupo B (Ilustración 4-8).

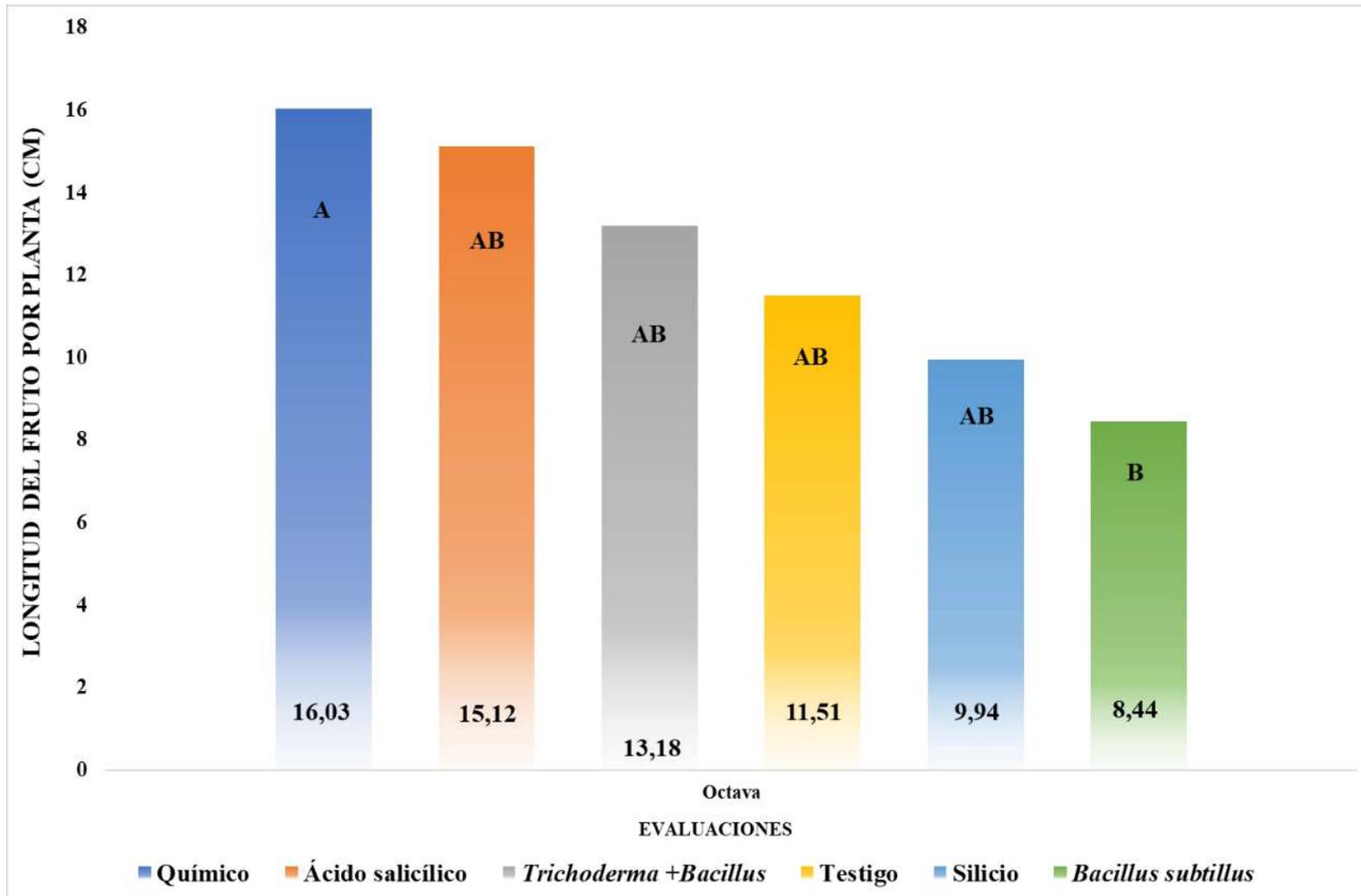


Ilustración 4-8: Gráfico de la prueba de Tukey de la longitud del fruto por planta para la octava evaluación

Elaborado por: Remache, Mario, 2024.

4.1.3.4. Diámetro del fruto por planta (cm)

Para la variable longitud del fruto por planta se realizaron 10 evaluaciones de las cuales solamente en una (octava evaluación) existió diferencias estadísticas significativas ($P < 0,05$) (Tabla 4-9).

Tabla 4-9: Análisis de varianza del diámetro del fruto por planta en la octava evaluación

Fuente de variación	gl	Diámetro del fruto por planta (cm)	
		Cuadrados Medios	
		8va Eval.	P
Total	449		
Tratamientos	5	41,39	<0,0001**
Bloques	4	1,48	0,9333 ns
Error	440	7,08	

Elaborado por: Remache, Mario, 2024.

La prueba de Tukey al 5% de la variable diámetro del fruto por planta para la octava evaluación mostró cinco grupos (Ilustración 4-9), siendo el grupo A (T5 - Químico), el que presento mayor diámetro del fruto por planta (4,11 para el T5 en la octava evaluación). El tratamiento que presento la menor longitud del fruto por planta en la octava evaluación (2,28) fue el tratamiento de *Bacillus subtilis* que según la prueba de Tukey al 5% se categorizo en el grupo C (Ilustración 4-9).

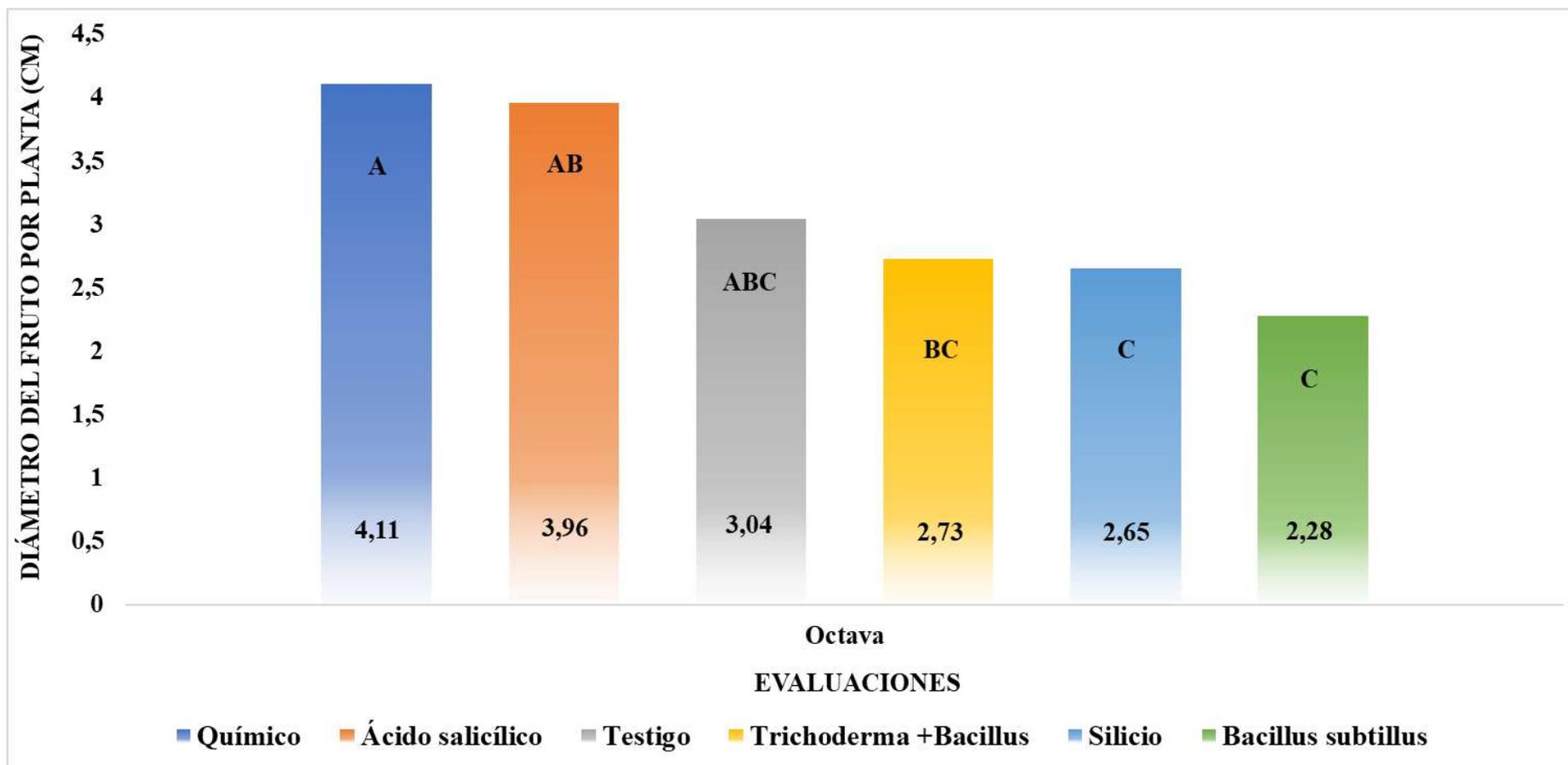


Ilustración 4-9: Gráfico de la prueba de Tukey del diámetro del fruto por planta para la octava evaluación

Elaborado por: Remache, Mario, 2024.

4.1.3.5. Rendimiento por planta (kg/planta)

Para la variable rendimiento por planta (kg/planta) se realizaron 10 evaluaciones de las cuales solamente en cuatro (tercera, quinta, séptima y octava evaluación) existieron diferencias estadísticas significativas ($P < 0,05$) (Tabla 4-10).

Tabla 4-10: Análisis de varianza del rendimiento por planta (kg/planta)

Fuente de variación	gl	Cuadrados Medios							
		Rendimiento por planta (kg/planta)							
		3ra Eval.	P	5ta Eval.	P	7ma Eval.	P	8va Eval.	P
Total	29								
Tratamientos	5	0,66	0,0419*	1,11	0,0016**	1,01	0,0168*	5,01	<0,0001**
Bloques	4	1,22	0,0046 **	0,27	0,2524 ns	0,05	0,9445 ns	0,27	0,5827
Error	20	0,23		0,19		0,28		0,37	

Elaborado por: Remache, Mario, 2024.

De acuerdo a la Ilustración 4-10, el ácido salicílico presentó mayor rendimiento por planta con 4,52 y 4,5276 kg/planta para la tercera y cuarta evaluación, el tratamiento químico con 4,76 kg/planta para la quinta evaluación, ácido salicílico con 3,23 kg/planta para la séptima evaluación.

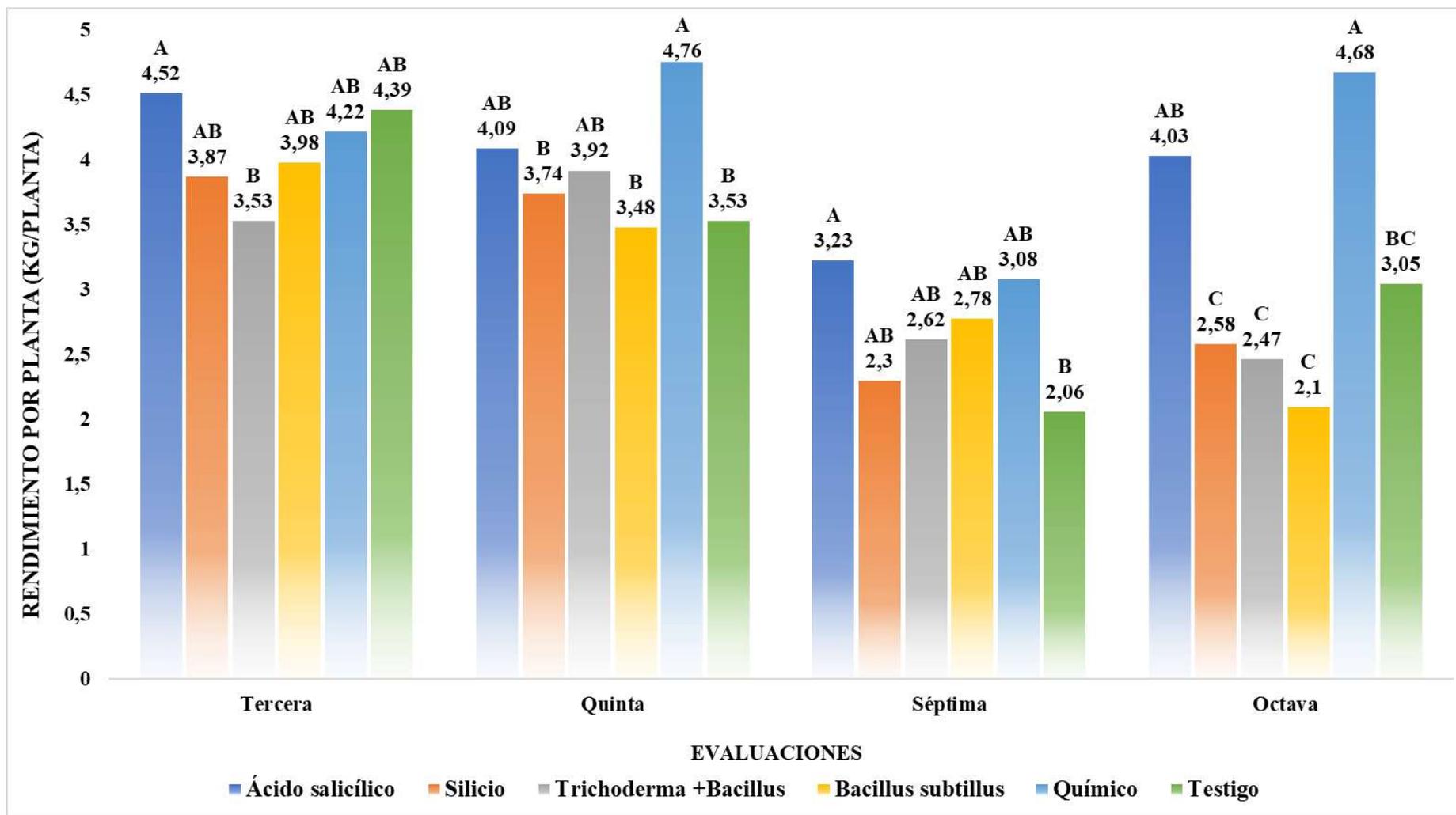


Ilustración 4-10: Gráfico de la prueba de Tukey del rendimiento por planta (kg/planta)

Elaborado por: Remache, Mario, 2024.

4.1.4. Área Bajo la Curva del Progreso de la Enfermedad (ABCPE)

4.1.4.1. Incidencia de mildiu por planta

De acuerdo a la Ilustración 4-11, en cuanto a la curva del progreso de la enfermedad ABCPE para la incidencia (%) de mildiu por planta se observó que el tratamiento químico (T5) presentó menor porcentaje de severidad en las 10 semanas evaluadas.

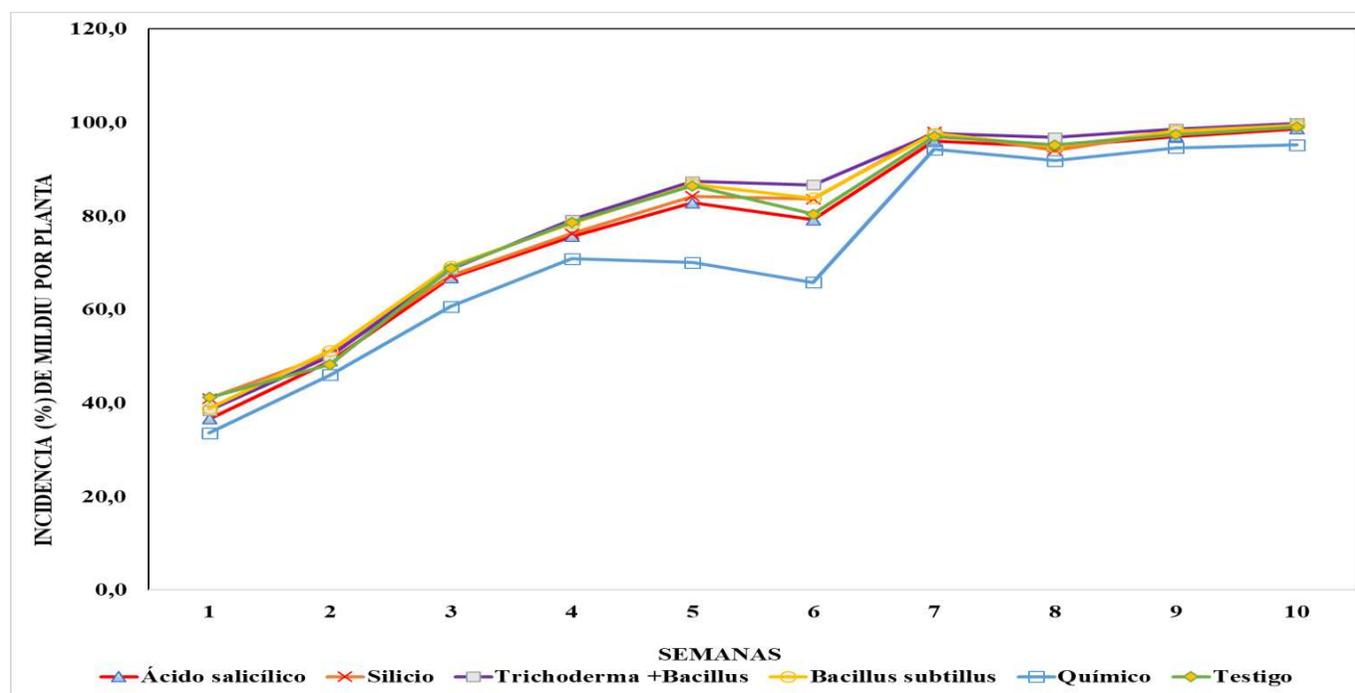


Ilustración 4-11: Curva del proceso de la enfermedad para la variable incidencia (%) de mildiu por planta por semana

Elaborado por: Remache, Mario, 2024.

El análisis de la varianza del ABCPE para la incidencia de mildiu por planta mostró un efecto con una diferencia altamente significativa entre los tratamientos ($P < 0,01$) (Tabla 4-11).

Tabla 4-11: Análisis de varianza del área bajo la curva de la incidencia de mildiu por planta por semana

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	19136,92	5	3827,38	33,95	<0,0001
Error	2705,81	24	112,74		
Total	21842,74	29			

Elaborado por: Remache, Mario, 2024.

La prueba de Tukey al 5% para las variables ABCPE de la incidencia (%) de mildiu por planta mostró 4 grupos (Ilustración 4-12). Es así que el químico (T5) con un promedio de ABCPE para incidencia (%) de mildiu por hoja de 658,51 se ubicó en el grupo (A), mientras que el tratamiento *Trichoderma* + *Bacillus* (T3) se encontró en el grupo (C) con un promedio de 734,23 (Ilustración 4-12).

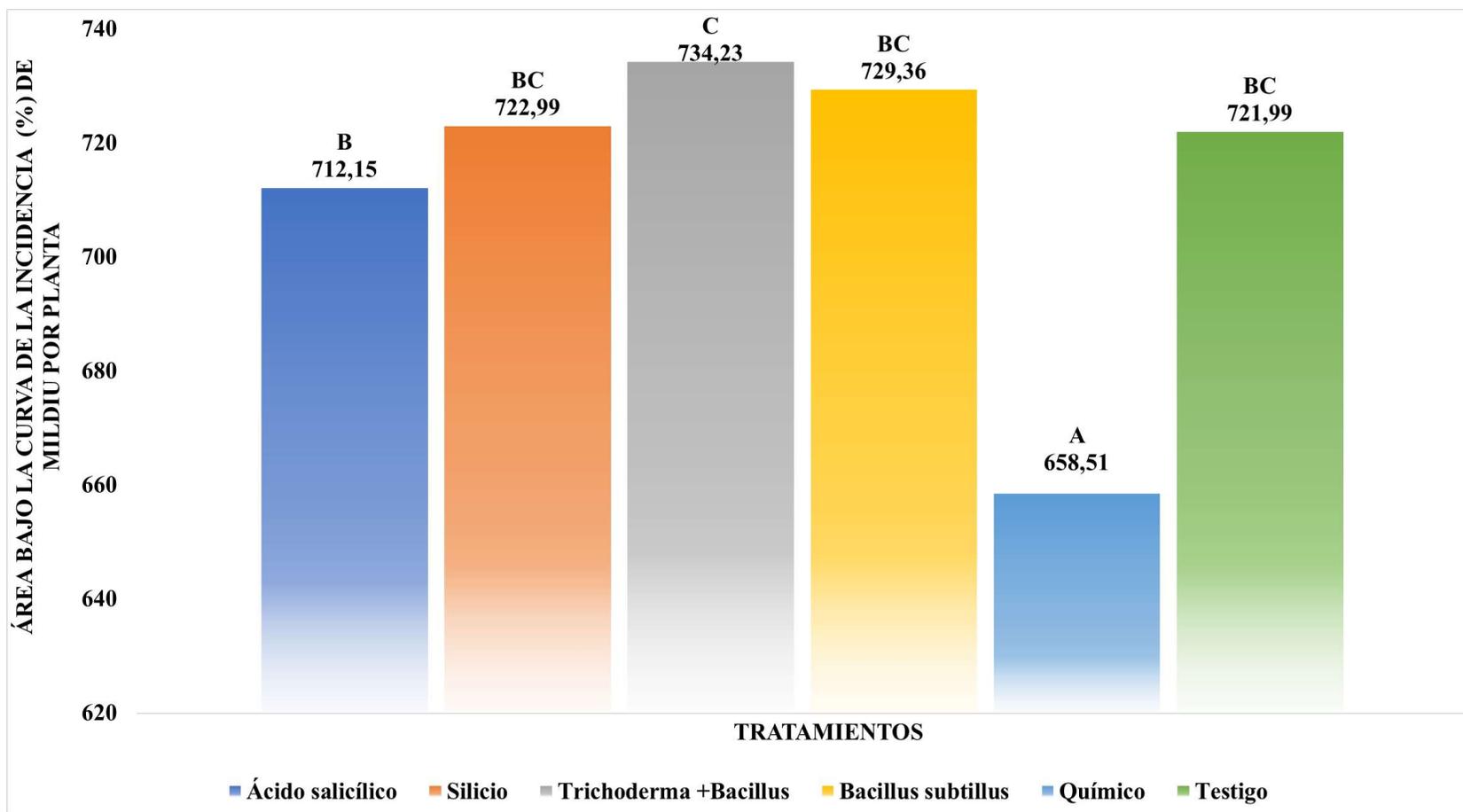


Ilustración 4-12: Gráfico de la prueba de Tukey de la incidencia (%) de mildiu por planta por semana

Elaborado por: Remache, Mario, 2024.

4.1.4.2. Severidad de mildiu por hoja en el estrato superior

De acuerdo a la Ilustración 4-13, en cuanto a la curva del progreso de la enfermedad ABCPE para la severidad (%) de mildiu por hoja en el estrato superior se observó que el tratamiento químico (T5) desde la cuarta semana presento menor porcentaje de severidad en las 10 semanas evaluadas.

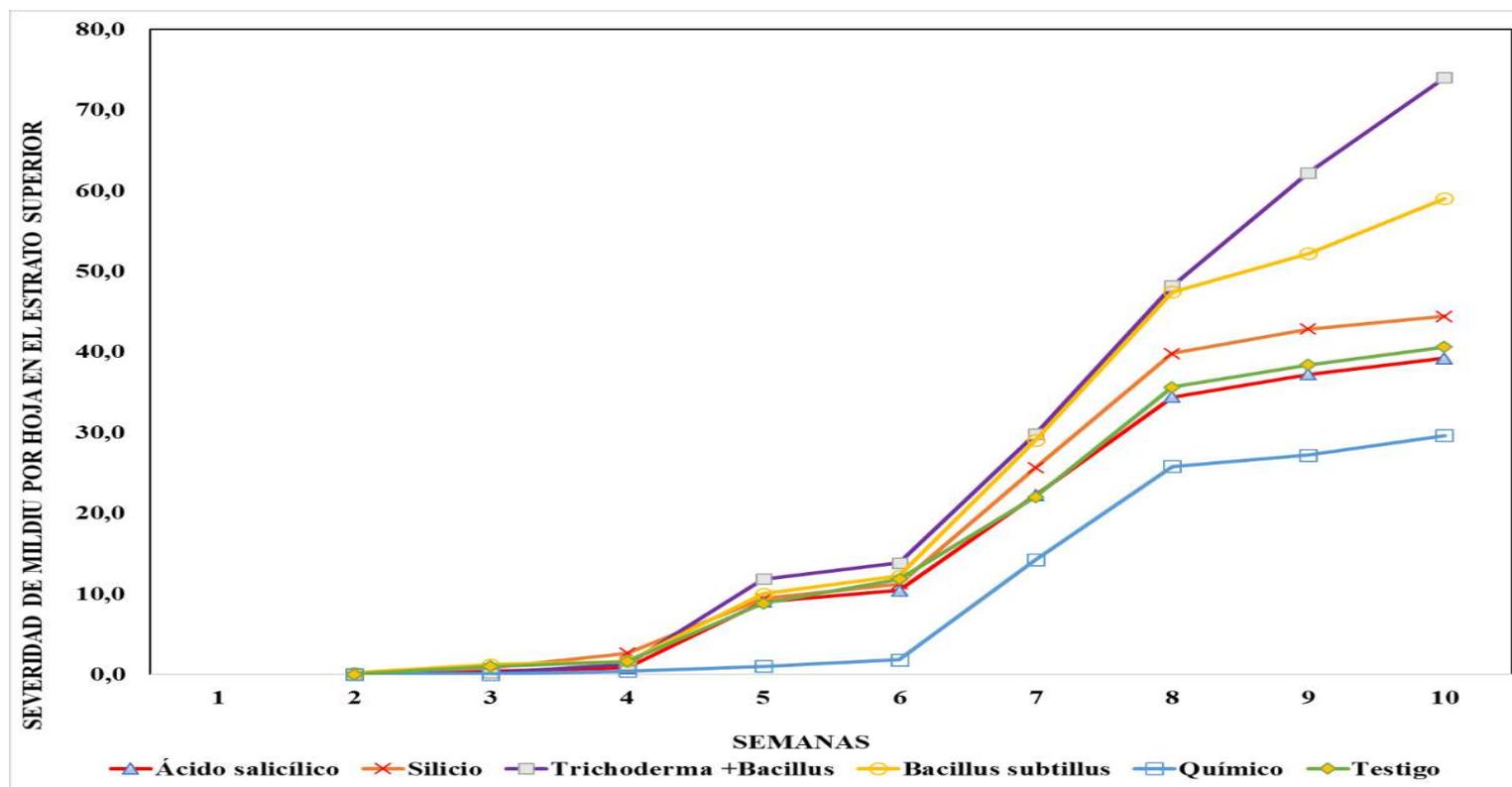


Ilustración 4-13: Curva del proceso de la enfermedad para la variable severidad de mildiu por hoja en el estrato superior por semana

Elaborado por: Remache, Mario, 2024.

El análisis de la varianza del ABCPE para la severidad de mildiu por hoja en el estrato superior se determinaron diez evaluaciones de las cuales se mostró un efecto con una diferencia altamente significativa entre los tratamientos ($P < 0,01$) (Tabla 4-12).

Tabla 4-12: Análisis de varianza del área bajo la curva de la severidad de mildiu por hoja en el estrato superior por semana

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	42910,72	5	8582,14	17,56	<0,0001
Error	11729,15	24	488,71		
Total	54639,88	29			

Elaborado por: Remache, Mario, 2024.

La prueba de Tukey al 5% para las variables ABCPE de la severidad (%) de mildiu por hoja en el estrato superior mostró 4 grupos (Ilustración 4-14). Es así que el químico (T5) con un promedio de ABCPE para la severidad (%) de mildiu por hoja de 84,6 se ubicó en el grupo (A), mientras que el tratamiento *Trichoderma* + *Bacillus* (T3) se encontró en el grupo (C) con un promedio de 204,33 (Ilustración 4-14).

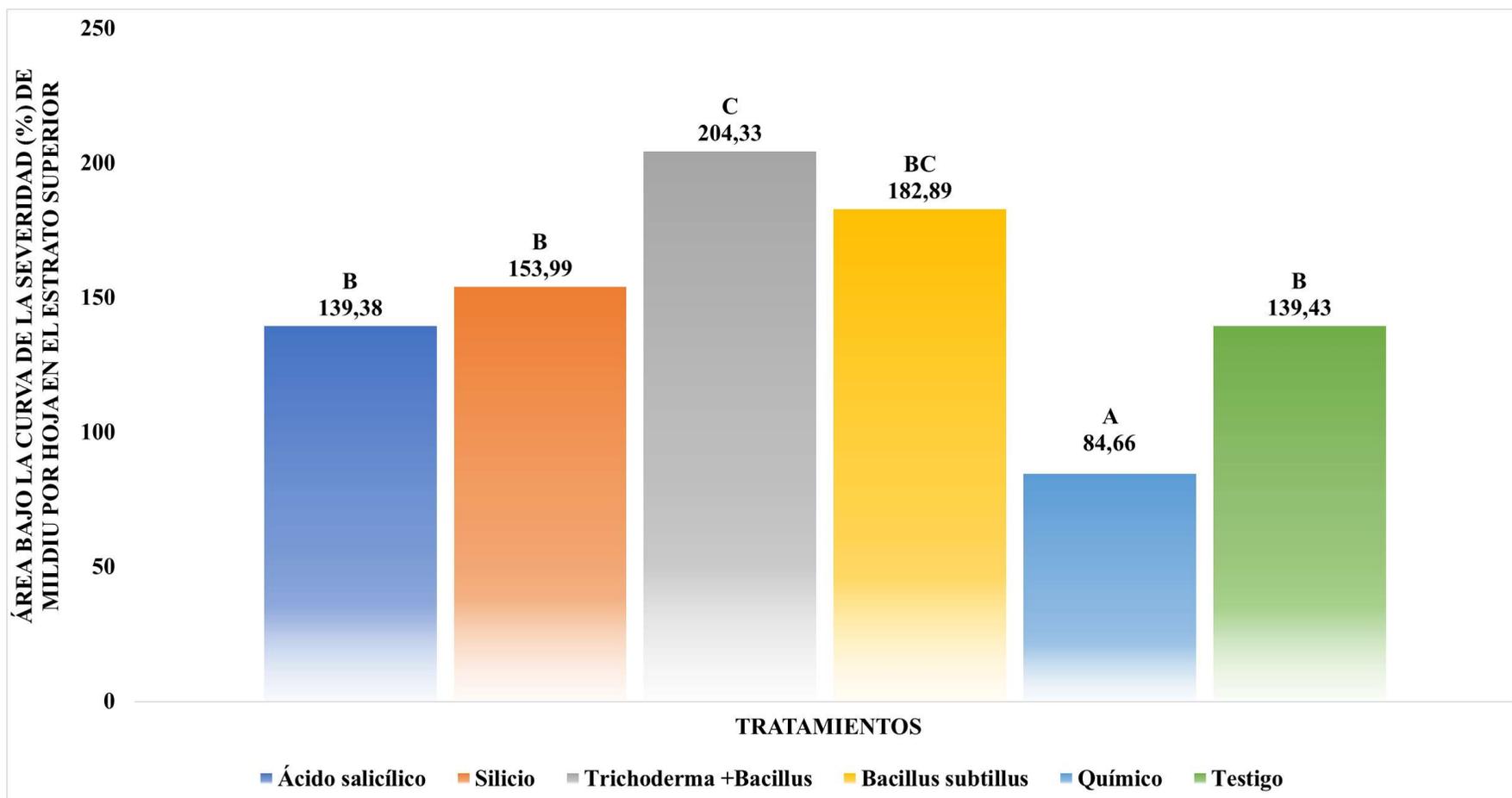


Ilustración 4-14: Gráfico de la prueba de Tukey de la severidad de mildiu por hoja en el estrato superior por semana

Elaborado por: Remache, Mario, 2024.

4.1.4.3. Severidad de mildiu por hoja en el estrato intermedio

De acuerdo a la Ilustración 4-15, en cuanto a la curva del progreso de la enfermedad ABCPE para la severidad (%) de mildiu por hoja en el estrato intermedio se observó que el tratamiento químico (T5) desde la primera semana presentó menor porcentaje de severidad en sus hojas durante las 10 semanas evaluadas.

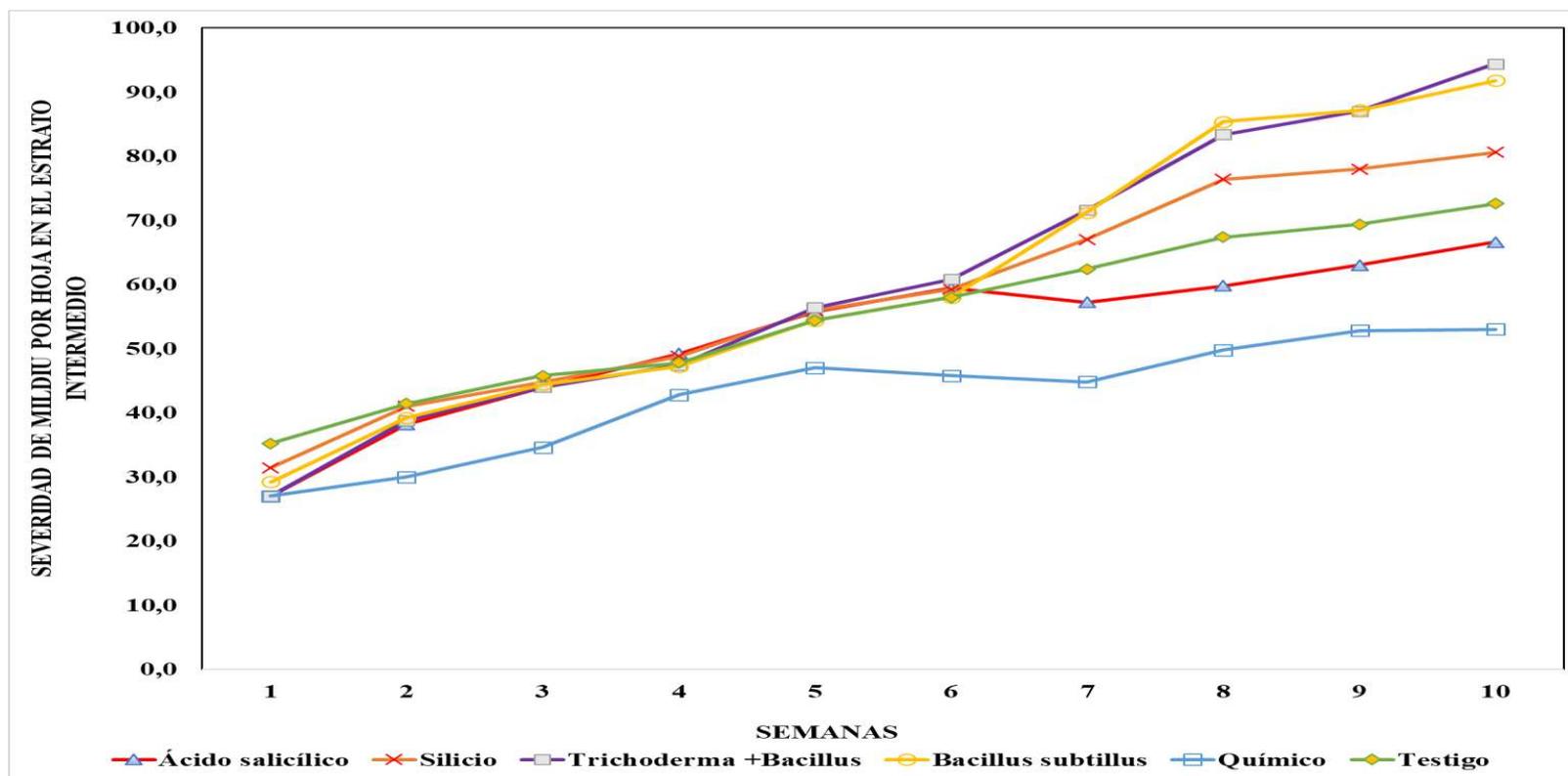


Ilustración 4-15: Curva del proceso de la enfermedad para la variable severidad de mildiu por hoja en el estrato intermedio por semana

Elaborado por: Remache, Mario, 2024.

El análisis de la varianza del ABCPE para la severidad de mildiu por hoja en el estrato intermedio se registraron diez evaluaciones de las cuales se mostró un efecto con una diferencia altamente significativa entre los tratamientos ($P < 0,01$) (Tabla 4-13).

Tabla 4-13: Análisis de varianza del área bajo la curva de la severidad de mildiu por hoja en el estrato intermedio por semana

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Tratamiento	88936,06	5	17787,21	27,84	<0,0001
Error	15333,35	24	638,89		
Total	104269,41	29			

Elaborado por: Remache, Mario, 2024.

La prueba de Tukey al 5% para las variables ABCPE de la severidad (%) de mildiu por hoja en el estrato intermedio mostró 4 grupos (Ilustración 4-16). Es así que el químico (T5) con un promedio de ABCPE para la severidad (%) de mildiu por hoja de 387,62 se ubicó en el grupo (A), mientras que el tratamiento *Trichoderma* + *Bacillus* (T3) y *Bacillus subtilis* (T4) se encontraron en el grupo (C) con un promedio de 549,75 y 387,62 (Ilustración 4-16).

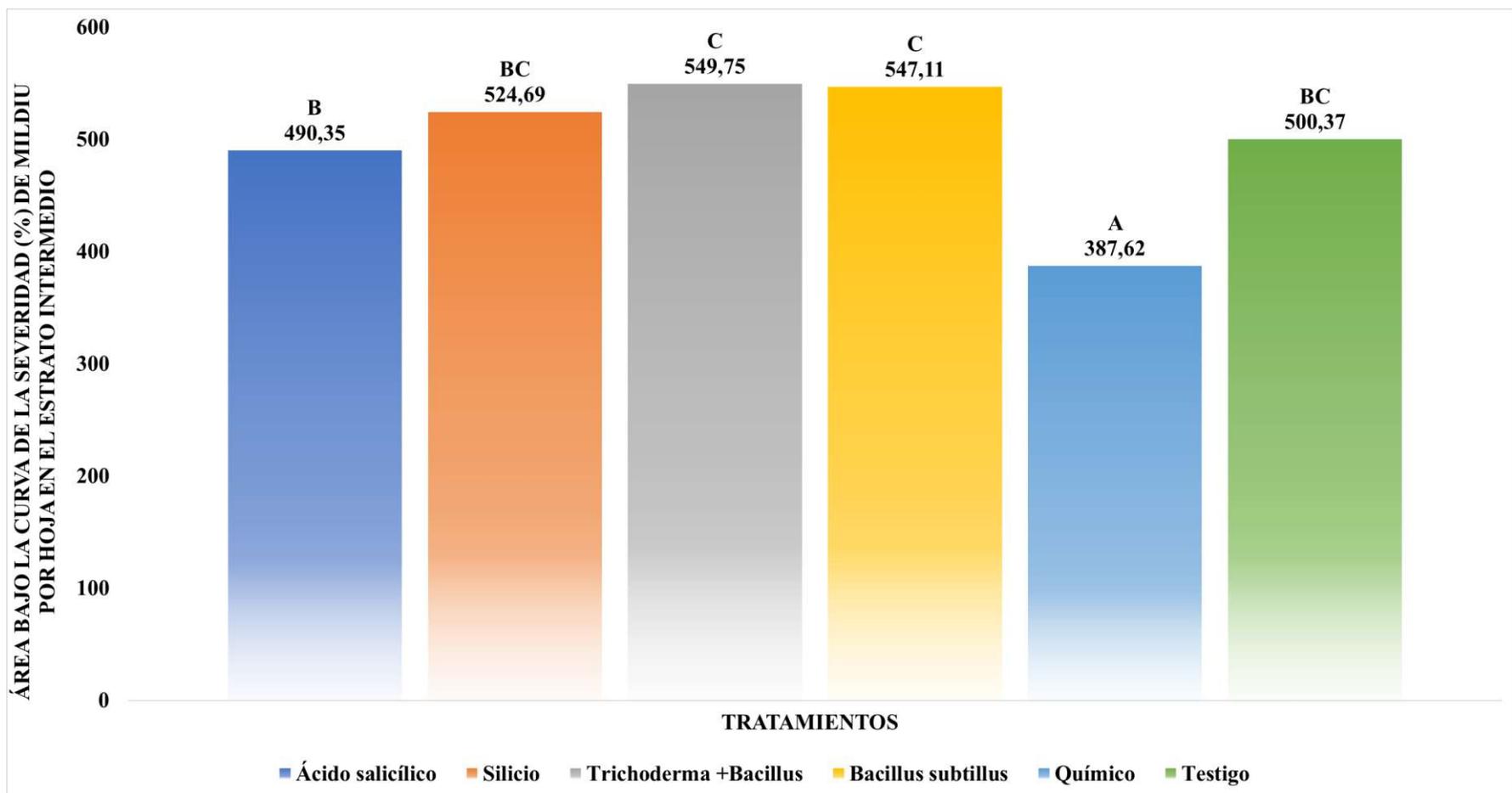


Ilustración 4-16: Gráfico de la prueba de Tukey de la severidad de mildiu por hoja en el estrato intermedio por semana

Elaborado por: Remache, Mario, 2024.

4.1.4.4. Severidad de mildiu por hoja en el estrato inferior

De acuerdo a la Ilustración 4-17, en cuanto a la curva del progreso de la enfermedad ABCPE para la severidad (%) de mildiu por hoja en el estrato inferior se observó que el tratamiento químico (T5) presento menor porcentaje de severidad de mildiu en sus hojas durante las 10 semanas evaluadas.

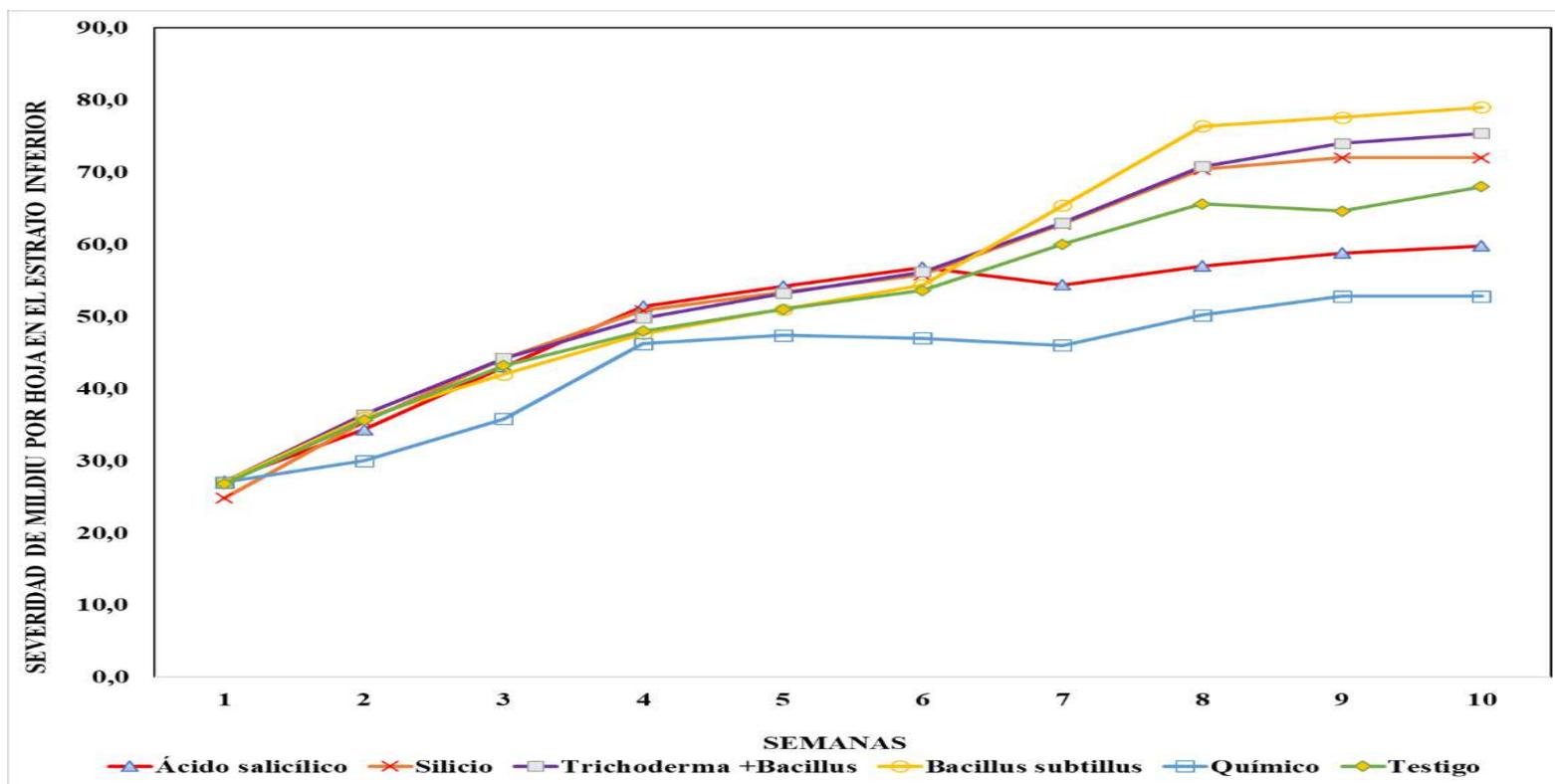


Ilustración 4-17: Curva del proceso de la enfermedad para la variable severidad de mildiu por hoja en el estrato inferior por semana

Elaborado por: Remache, Mario, 2024.

El análisis de la varianza del ABCPE para la severidad de mildiu por hoja en el estrato inferior se realizaron diez evaluaciones de las cuales se mostró un efecto con una diferencia altamente significativa entre los tratamientos ($P < 0,01$) (Tabla 4-14).

Tabla 4-14: Análisis de varianza del área bajo la curva de la severidad de mildiu por hoja en el estrato inferior por semana

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Tratamiento	38014,94	5	7602,99	12,77	<0,0001
Error	14284,50	24	595,19		
Total	52299,44	29			

Elaborado por: Remache, Mario, 2024.

La prueba de Tukey al 5% para las variables ABCPE de la severidad (%) de mildiu por hoja en el estrato inferior mostró 2 grupos (Ilustración 4-18). Es así que el químico (T5) con un promedio menor de ABCPE para la severidad (%) de mildiu por hoja de 395,78 se ubicó en el grupo (A), mientras que el tratamiento Ácido salicílico (T1), Silicio (T2), *Trichoderma* + *Bacillus* (T3), *Bacillus subtilis* (T4) y Testigo (T5) se encontraron en el grupo (B) con un promedio de 468,9; 484,54; 498,67; 503,72 y 472,71 (Ilustración 4-18).

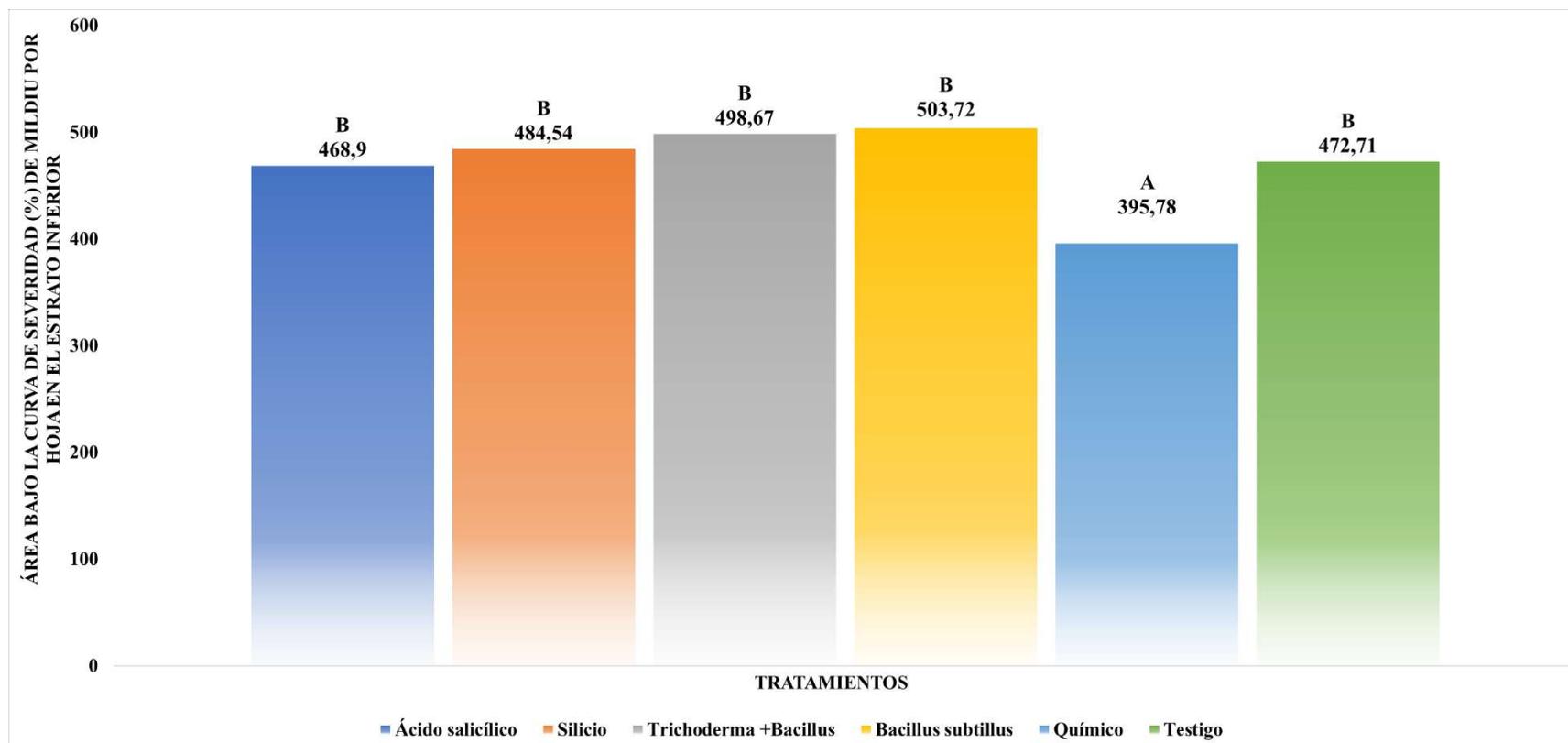


Ilustración 4-18: Gráfico de la prueba de Tukey de la severidad de mildiu por hoja en el estrato inferior por semana

Elaborado por: Remache, Mario, 2024.

4.1.5. Eficacia biológica

4.1.5.1. Eficacia de mildiu por planta

En el análisis de la varianza a fin de mostrar el porcentaje de eficacia de mildiu por planta se realizaron diez evaluaciones, de las cuales se mostró un efecto con una diferencia altamente significativa entre los tratamientos ($P < 0,01$) (Tabla 4-15).

Tabla 4-15: Análisis de varianza de la eficacia de mildiu por planta

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Tratamiento	70,12	4	17,53	18,83	<0,0001
Error	18,62	20	0,93		
Total	88,74	24			

Elaborado por: Remache, Mario, 2024.

La prueba de Tukey (5%) equivalente al porcentaje de eficacia de mildiu por planta identificó dos rangos de significancia, donde el tratamiento químico (T5) mostró una media de 3,81% se coloca en el rango (A) perteneciendo al tratamiento de mayor eficacia que presento para el manejo de mildiu en comparación a los demás tratamientos, siendo así el tratamiento de Silicio (T2) que presento menor eficacia para el manejo de mildiu (Ilustración 4-19).

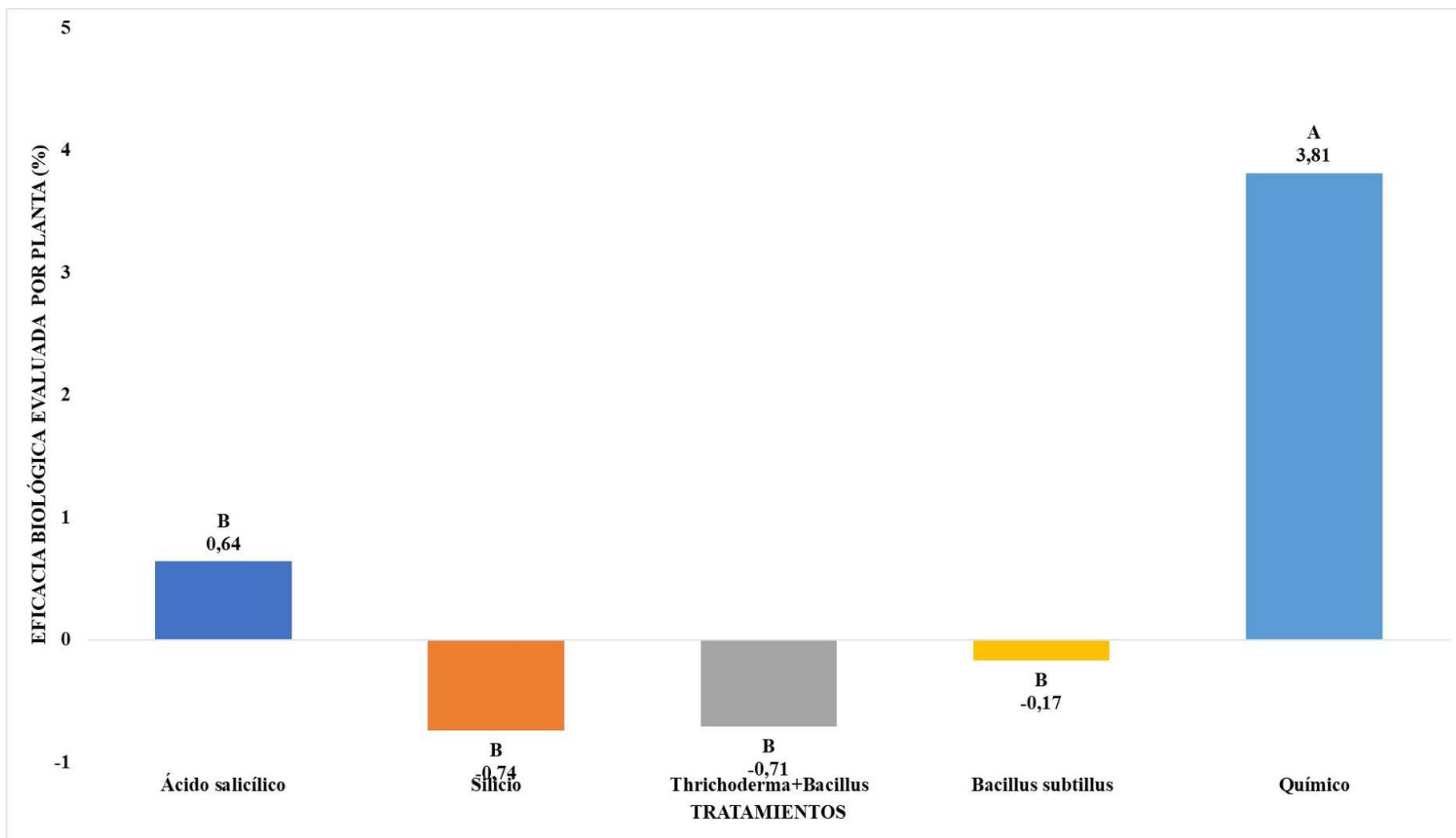


Ilustración 4-19: Gráfico de la prueba de Tukey de la eficacia de los tratamientos en planta

Elaborado por: Remache, Mario, 2024.

4.1.5.2. Eficacia de mildiu por hoja en el estrato superior

De acuerdo con la Tabla 4-16, el análisis de la varianza para el porcentaje de eficacia de mildiu por hoja en el estrato superior se tomaron diez evaluaciones, de las cuales se mostró una diferencia altamente significativa entre los tratamientos ($P < 0,01$).

Tabla 4-16: Análisis de varianza de la eficacia de los tratamientos por hojas del estrato superior

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	37177,87	4	9294,47	76,93	<0,0001
Error	2416,49	20	120,82		
Total	39594,36	24			

Elaborado por: Remache, Mario, 2024.

La prueba de Tukey (5%) mostró el porcentaje de eficacia de mildiu por hoja en el estrato superior donde se vinculó cuatro rangos de significancia, donde el tratamiento químico (T5) mostro una media de 27,33% se posesiona en el rango (A) como mayor tratamiento de eficacia para el manejo de mildiu en comparación a los demás tratamientos, siendo así el tratamiento de *Trichoderma+Bacillus* (T3) que presento menor eficacia para el manejo de mildiu (Ilustración 4-20).

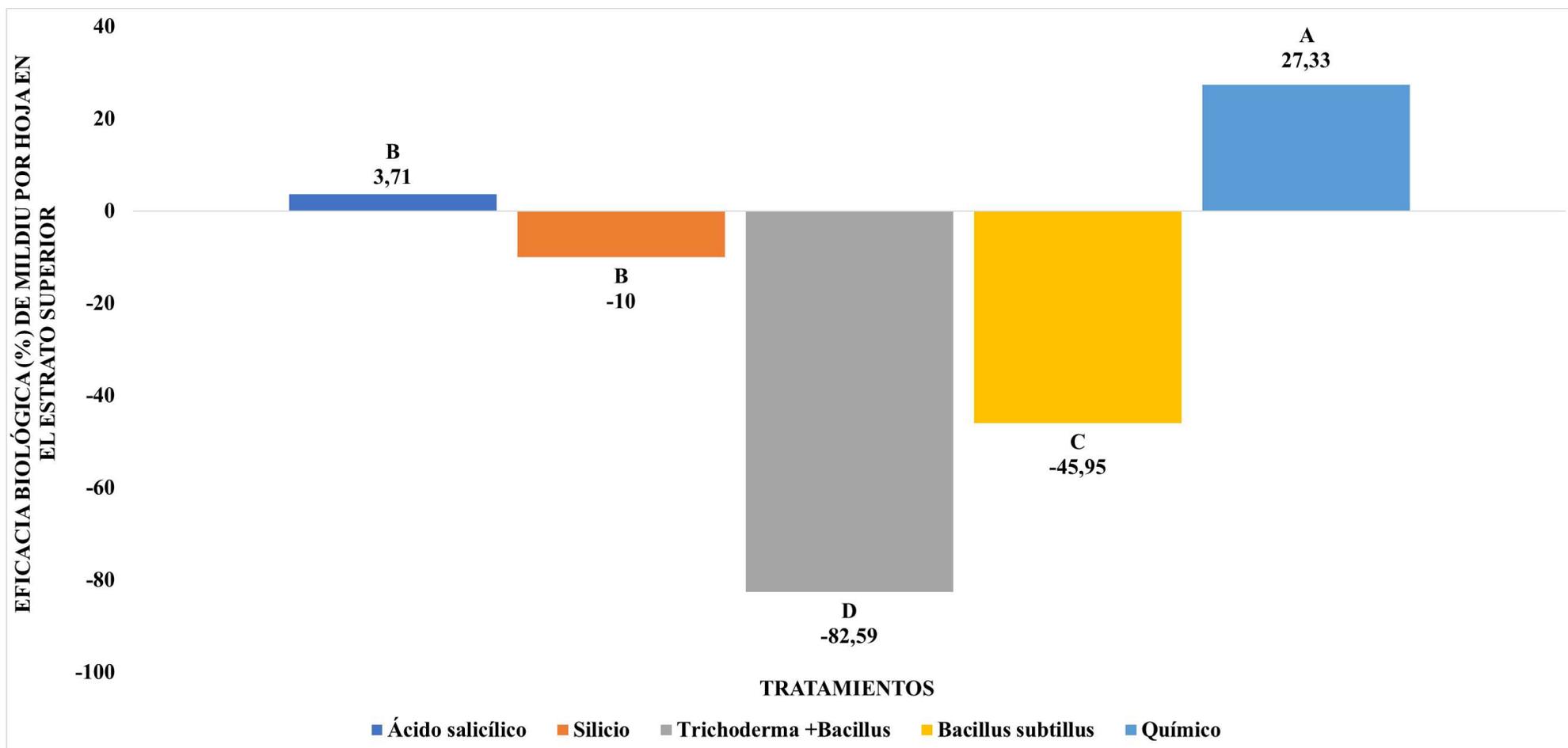


Ilustración 4-20: Gráfico de la prueba de Tukey de la eficacia de los tratamientos en hojas del estrato superior

Elaborado por: Remache, Mario, 2024.

4.1.5.3. Eficacia de mildiu por hoja en el estrato intermedio

El análisis de la varianza proporcionado en el porcentaje de eficacia de mildiu por hoja en el estrato intermedio se realizaron la toma de diez evaluaciones, de las cuales se mostró una diferencia altamente significativa entre los tratamientos ($P < 0,01$) (Tabla 4-17).

Tabla 4-17: Análisis de varianza de la eficacia de los tratamientos por hojas del estrato intermedio

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	10975,82	4	2743,95	35,65	<0,0001
Error	1539,59	20	76,98		
Total	12515,41	24			

Elaborado por: Remache, Mario, 2024.

La prueba de Tukey al 5% (Ilustración 4-21), correspondiente al porcentaje de eficacia de mildiu por hoja en el estrato intermedio identificó cinco rangos de significancia, donde el tratamiento químico (T5) mostro una media de 27,18% se sitúa en el rango (A) colocándose como el tratamiento que mayor eficacia presento para el manejo de mildiu en comparación a los demás tratamientos, siendo así el tratamiento de *Trichoderma+Bacillus* (T3) que presento menor eficacia para el manejo de mildiu (Ilustración 4-21).

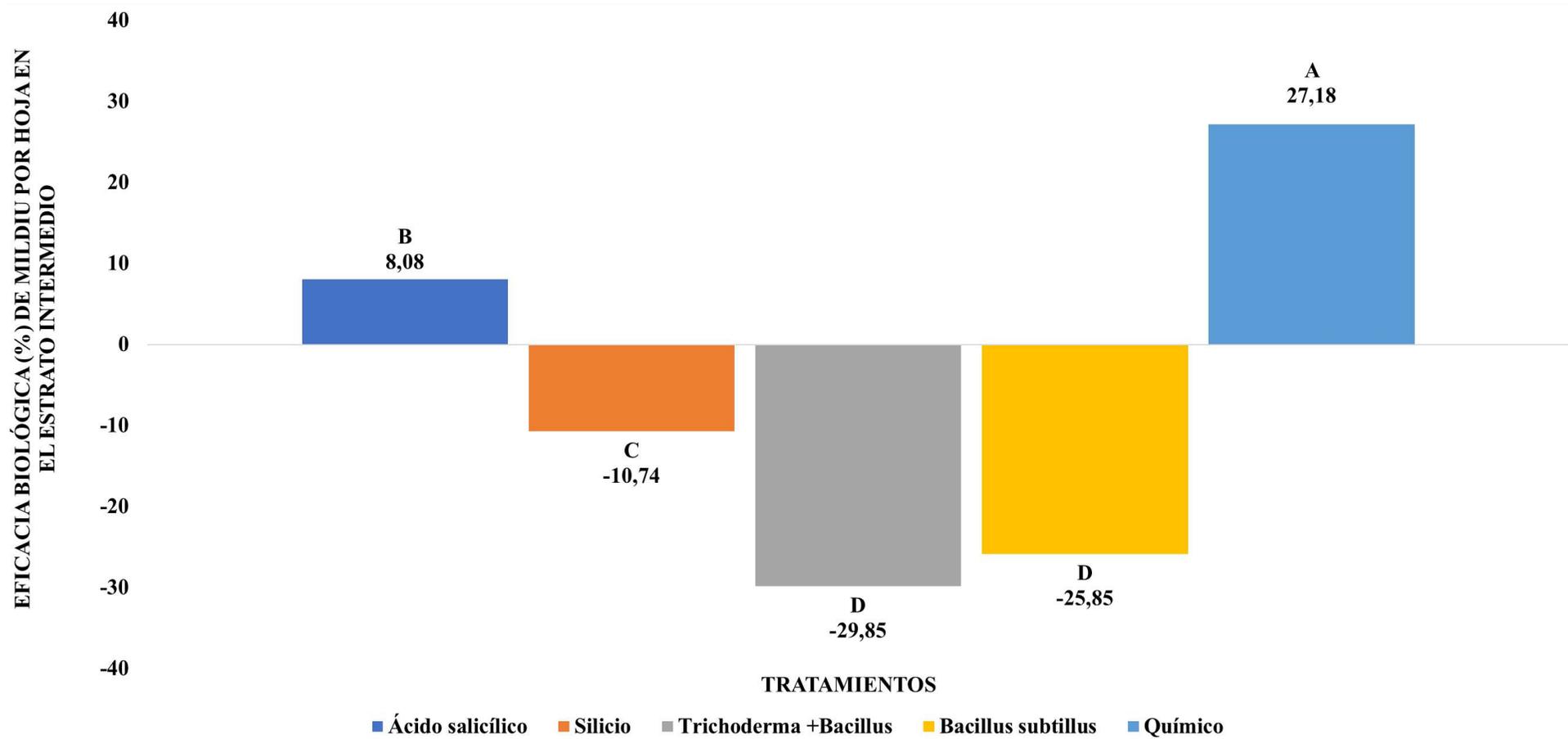


Ilustración 4-21: Gráfico de la prueba de Tukey de la eficacia de los tratamientos en hojas del estrato intermedio

Elaborado por: Remache, Mario, 2024.

4.1.5.4. Eficacia de mildiu por hoja en el estrato inferior

El análisis de la varianza correspondiente para el porcentaje de eficacia de mildiu por hoja en el estrato inferior se realizaron diez evaluaciones totales, de las cuales se mostró una diferencia altamente significativa entre los tratamientos ($P < 0,01$) (Tabla 4-18).

Tabla 4-18: Análisis de varianza de la eficacia de los tratamientos por hojas del estrato inferior

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Tratamiento	4733,98	4	1183,49	17,98	<0,0001
Error	1316,31	20	65,82		
Total	6050,29	24			

Elaborado por: Remache, Mario, 2024.

La prueba de Tukey al 5% (Ilustración 4-22), para el porcentaje de eficacia de mildiu por hoja en el estrato inferior identificó cuatro rangos de significancia, donde el tratamiento químico (T5) mostro una media de 22,4 % se halla en el rango (A) siendo el tratamiento que mayor eficacia presento para el manejo de mildiu en comparación a los demás tratamientos, siendo así el tratamiento de *Bacillus subtilis* (T4) que presento menor eficacia para el manejo de mildiu (Ilustración 4-22).

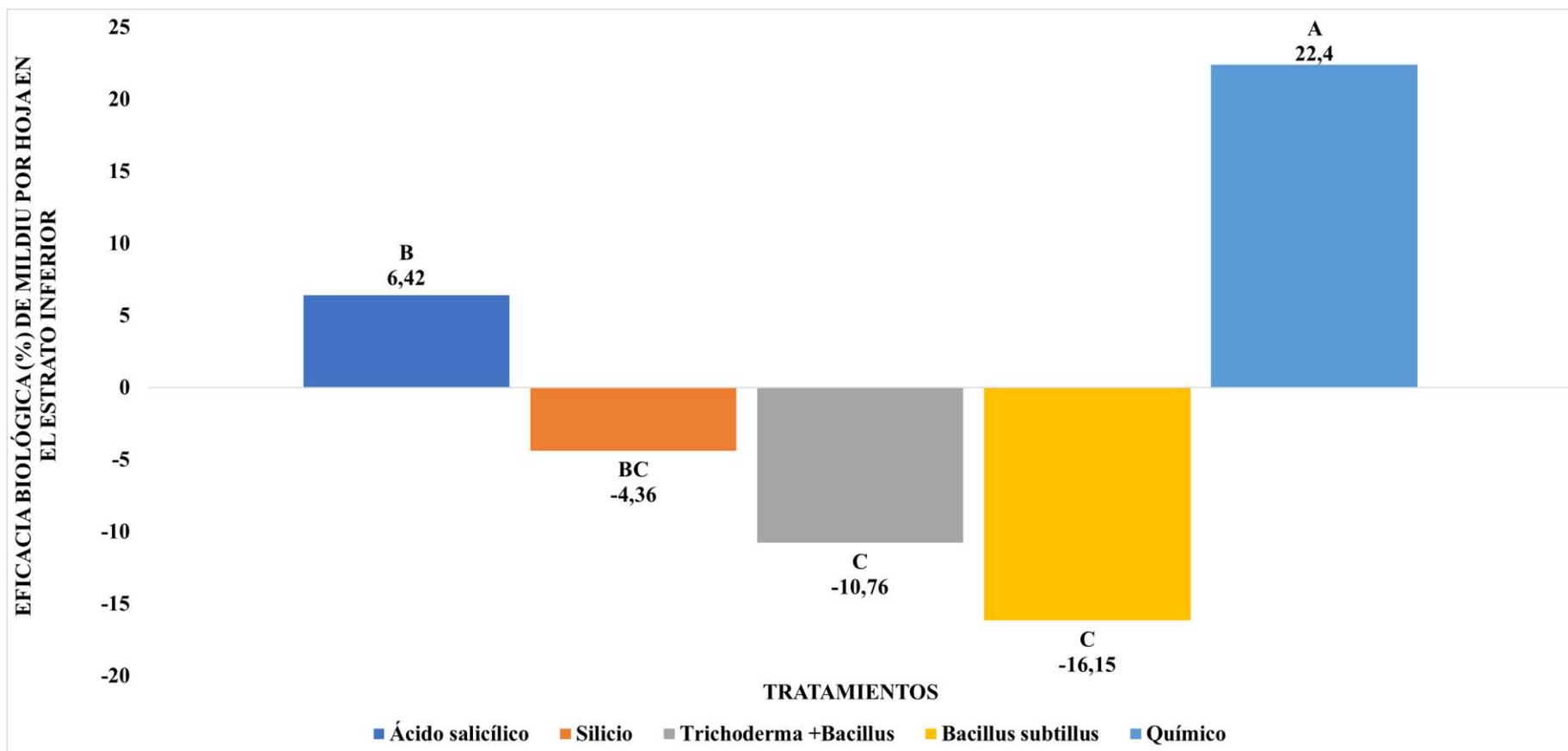


Ilustración 4-22: Gráfico de la prueba de Tukey de la eficacia de los tratamientos en hojas del estrato inferior

Elaborado por: Remache, Mario, 2024.

4.2. Análisis económico

Para el análisis económico se tomó en cuenta los costos de todos los materiales utilizados en el estudio, estos englobaron diversos gastos, tales como alquiler del terreno, la compra de las plántulas de pepino, gastos de control fitosanitario, fertilización, manos de obra en actividades agrícolas, compra y aplicación de los tratamientos y otros gastos directos. Para determinar el beneficio se registró la cantidad de kilogramos producidos por planta (kg/planta) para cada tratamiento, luego se identificó el precio oficial del pepino en el mercado mayorista de la ciudad de Riobamba teniendo un valor de 0,50 USD y se multiplicó el rendimiento (kg/planta) de cada tratamiento por el precio de venta. Finalmente, la relación Beneficio/Costo se calculó dividiendo los beneficios para los costos de cada tratamiento.

De acuerdo con la Tabla 4-19 de la relación beneficio/costo de los tratamientos aplicados, se encontró que el mayor rendimiento fue de 42% en el T5 (Químico), esto quiere decir que por cada dólar invertido en el cultivo con este tratamiento se recuperaran 42 centavos. En cuanto a los tratamientos que generaron menor ganancias son el T1 (Ácido salicílico) con un rendimiento del 34%, esto quiere decir que por cada dólar invertido en el cultivo se recuperan 34 centavos, T6 (Testigo) con un rendimiento del 25%, esto quiere decir que por cada dólar invertido en el cultivo se recuperan 25 centavos, T3 (*Trichoderma+Bacillus*) con un rendimiento del 21%, esto quiere decir que por cada dólar invertido en el cultivo se recuperan 21 centavos, T2 (Silicio) con un rendimiento del 20%, esto quiere decir que por cada dólar invertido en el cultivo se recuperan 20 centavos. Sin embargo de los tratamientos aplicados, se encontró que el menor rendimiento fue de 17% en el T4 (*Bacillus subtilis*), esto quiere decir que por cada dólar invertido en el cultivo con este tratamiento se recuperaran 17 centavos.

Tabla 4-19: Relación beneficio/costo de los tratamientos

Tratamiento	Producto	Beneficio	Costo	B/C	Rendimiento (%)
T1	Ácido salicílico	26984,56	20181,19	1,34	34%
T2	Silicio	23702,35	19799,76	1,20	20%
T3	<i>Trichoderma+Bacillus</i>	24087,50	19875,54	1,21	21%
T4	<i>Bacillus subtilis</i>	23652,35	20268,40	1,17	17%
T5	Químico	28966,76	20404,80	1,42	42%
T6	Testigo	24602,79	19743,55	1,25	25%

Elaborado por: Remache, Mario, 2024.

4.3. Discusión

4.3.1. Eficacia biológica

El tratamiento T5 compuesto por la variedad de productos químicos con los compuestos activos: penconazole, chlorothalonil, dimetomorph, bupirimate, metalaxyl, azoxystrobin, mancozeb y propamocarb, fue el que obtuvo los mejores resultados para el control de la incidencia y severidad del mildiu. Presentó los niveles más bajos de incidencia por planta (95,2%), severidad en hojas del estrato superior (29,6%), intermedio (53%) e inferior (52,8%) a la décima semana en estudio. Por el contrario, el Silicio y el *Trichoderma+Bacillus*, presentaron mayores niveles de incidencia por planta con 99,8% cada uno, el *Trichoderma+Bacillus* presentó mayor severidad en hojas del estrato superior con 74% e intermedio con 94,4%, *Bacillus subtilis* presentó mayor severidad en el estrato inferior con 79%.

También, el tratamiento químico resultó en la menor acumulación de incidencia y severidad de acuerdo al cálculo del ABCPE, con valores de 658,51% para la incidencia del mildiu por planta, 84,66% en la severidad por hojas del estrato superior, 387,62% en hojas del estrato intermedio y 395,87% en hojas del estrato inferior. Mientras que, el tratamiento con mayor ABCPE fue *Trichoderma+Bacillus* con 734,23% para incidencia por planta, 204,33% para severidad en hojas del estrato superior, 549,75% para estrato intermedio y *Bacillus subtilis* con 503,72% para severidad en hojas del estrato intermedio.

Además, para la última semana, el tratamiento químico presentó una mayor eficacia biológica al disminuir un 3,81% la incidencia del mildiu por planta, un 27,33% de severidad del mildiu en hojas del estrato superior, un 27,18% en hojas del estrato intermedio y un 22,4% en hojas del estrato inferior comparado con los resultados del tratamiento testigo. Mientras que, el ácido salicílico fue el mejor elicitador, tuvo una eficacia de 0,64%, 3,71%, 8,08% y 6,42%, respectivamente. Por el contrario, el Silicio mostró una eficacia negativa con -0,74 para eficacia por planta, *Trichoderma+Bacillus* con -85,29 en eficacia en hojas del estrato superior, -29,85 en hojas del estrato intermedio y *Bacillus subtilis* con -16,15 en hojas del estrato inferior.

Araya (1999; citado en Méndez et al., 2010, p. 161) menciona que en Costa Rica el mildiu ha presentado resistencia al compuesto activo metalaxyl, mientras que, Jones et al. (2021, p. 355) encontró resistencia del mildiu a compuestos como azoxystrobin, mandipropamid, dimethomorph y fluopicolide en varios de los ensayos aplicados en mildiu. Además, Jones menciona que los compuestos activos más eficaces fueron chlorothalonil, zoxamide + chlorothalonil y oxathiapiprolin, las cuales disminuyen la severidad más del 90% al compararla con el tratamiento

control. Por lo que, sería recomendable emplear estos compuestos químicos para el control del mildiu, quizá realizar un estudio comparativo para determinar si son productos que deberían continuar en consideración en el mercado relacionado al pepino.

El metalaxil actúa ingresando a las células de los hongos y alterando su síntesis de ADN. Esta acción obstaculiza el desarrollo del micelio, la formación de esporas y haustorios, lo que impide el crecimiento del hongo (Iqvagro, 2023, párr. 1). El azoxistrobin inhibe la producción de energía en las células de los patógenos alterando el flujo de electrones en las mitocondrias. Al bloquear la transferencia de electrones entre el citocromo por el c1 en el sitio de oxidación del ubiquinol, se interrumpe la producción de ATP, una molécula esencial para el funcionamiento de las células, lo que provoca la falta de energía que necesitan para sobrevivir (Departamento Técnico Rotam LAN, 2020, p. 1). El dimethomorph afecta la formación de las paredes celulares de los hongos en todas las etapas de su ciclo de vida, excepto cuando forman zoosporas. También inhibe la producción de esporas (ADAMA, 2021, p. 1).

Mientras que, el chlorothalonil actúa al interferir con la actividad de los tioles, específicamente del glutatión presente en las células fúngicas en crecimiento, lo que conduce a la interrupción de la glicólisis y la producción de energía en el hongo, esto finalmente resulta en su muerte (Syngenta, S.A., 2018, p. 5). El mecanismo de acción del chlorothalonil parece ser más efectivo que el de los otros compuestos, esto se puede deber a que actúa directamente sobre el glutatión, el cual es imprescindible para que los hongos sobrevivan.

El estudio de Keinat et al. (2007, p. 87) mencionan que chlorothalonil actúa mejor solo que en combinación con otro compuesto, pero, también mencionan que en un estudio previo no existió esta diferencia, por lo que las razones de que chlorothalonil tenga un mejor efecto que los demás compuestos puede tener otros factores subyacentes que se deberían estudiar en conjunto con distintos compuestos activos. Además, se debe tener en consideración que la labor conjunta de los distintos métodos de acción de los diferentes productos químicos a lo largo del cultivo pudo ocasionar que el mildiu no genere resistencia, lo que seguramente mejoró los resultados del tratamiento químico.

En cuanto al ABCPE, el estudio de Murillo (2019, pp. 29-33) mostró valores menores a los de este estudio en cuanto a la variable Área Bajo la Curva de Progreso relativa (AUDPCr), teniendo, a los 60 días, un testigo con un valor de 29,84% y el tratamiento conformado por Fungicida sistémico (Metalaxyl 2,5cm/L) + Fungicida de contacto (Clorotalonil 2.5cm/) en aplicación alternada con menor AUDPCr de 11,89%; por otro lado, el tratamiento con *Bacillus* sp. tuvo un AUDPCr de 21,34% y el de *Trichoderma* sp. un valor de 20,27%. El estudio realizado por Ruíz

et al. (2008, p. 81) en melón, encontró que el tratamiento con Dimetomorf fue el que presentó menor ABCPE a los 75 días con un valor medio de 116,3%, mientras que, Azoxistrobin tuvo un valor de 528,8% y el testigo un 766,3%.

Entre las principales razones de que *Trichoderma*+*Bacillus* y *Bacillus subtilis* presenten una menor eficacia contra la incidencia y severidad de mildiu en las plantas se puede deber al método de acción de estos microorganismos. El género *Trichoderma* spp. actúan a través de diversos mecanismos que incluyen la competencia por los nutrientes, el hiperparasitismo y la antibiosis de los patógenos. Tiene la capacidad de tomar los nutrientes de los hongos patógenos, de competir con ellos o degradarlos; así como, alimentarse de los materiales orgánicos, degradándolos (Chiriboga et al., 2015, p. 1). El estudio realizado por Alvarado et al. (2019, pp. 105-108) encontró que el uso de *Trichoderma harzianum* en el control de mildiu en pepino con aplicaciones a los 8, 30 y 50 días tiene una eficacia directamente proporcional a la dosis de aplicación, teniendo que, a los 60 días con la mayor dosis de 500 g/ha puede llegar a tener una eficacia de 84,2%, valor estadísticamente similar al que consiguieron con el fungicida Benomyl 50 WP.

Por su parte, *Bacillus subtilis* es una de las bacterias más estudiadas en el mundo por su actividad antifúngica debido a la síntesis de metabolitos peptídicos de acción antibiótica (gramicidina, surfactin, iturin, y fengycin). Su actividad antagonista se completa por su alta capacidad para colonizar la zona de la rizosfera (competencia espacial), su rápida asimilación de nutrientes y a la secreción de enzimas digestoras que degradan y matan por contacto directo a hongos y bacterias (quitinasas, celulasas, proteasas y glucanasas) los cuales les sirven de alimento (Pedraza et al., 2020, pp. 113-119).

Los fungicidas químicos actúan directamente sobre el patógeno, inhibiendo su crecimiento o reproducción, este efecto directo y específico explica su mayor eficacia en el control del mildiu; mientras que, microorganismos biocontroladores como *Trichoderma* y *Bacillus* ejercen su acción mediante mecanismos más indirectos, lo que ocasiona que sean menos efectivos contra el mildiu (Sánchez, 2020, párr. 2; Pršić y Ongena, 2020, p. 2).

En concordancia con la tendencia actual de la búsqueda de controles de enfermedades en los cultivos, cabe discutir los resultados mostrados de eficacia biológica de los elicitores y bioproductos, los cuales fueron menores a la del tratamiento químico. El ácido salicílico fue el segundo producto con mejores resultados en cuanto a eficacia, tanto para incidencia y severidad del mildiu, como para el factor rendimiento por planta. Un estudio realizado por Khalil y Ashmawy (2019, p. 19) en Egipto, donde se usaron el fungicida Aquacid (2,5 g/L), ácido salicílico, ácido oxálico y un extracto de levadura encontró que el ácido oxálico fue el producto que

disminuyó la severidad del mildiu veloso en mayor porcentaje con un valor de 30% y 25,45% para los años 2016 y 2017, el segundo producto más efectivo fue el ácido salicílico con 25,43% y 24,15%, respectivamente para los mismos años. Esto demuestra que, aunque los efectos positivos del ácido salicílico no son los mejores comparados con otros productos en el mercado, sigue siendo una opción viable para su uso en el control del mildiu en pepino cuando se quieren aplicar técnicas de manejo de enfermedades amigables con el ambiente.

Según el estudio de Nagaraju et al. (2023, pp. 2-24), el ácido salicílico presenta una mayor afinidad de unión con las proteínas efectoras del mildiu, estas proteínas manipulan la estructura, la señalización y el metabolismo de la planta huésped; así que, la unión de elicitores como el ácido salicílico evitan que las proteínas afecten a las plantas, funcionando como un producto antibacteriano y antifúngico. El estudio reporta que este ácido, en cuanto a afinidad de unión, está por encima de otros compuestos como ácido oxálico, curzato, azoxistrobina, alicina, acetato de alilo, aliina, acetato de eugenol y (E)- β -cariofileno que también presentan cierto grado de afinidad con las proteínas efectoras. Al conocer el mecanismo de acción y sus altas capacidades fúngicas se puede considerar al ácido salicílico como un elicitador eficaz para el control de mildiu.

En cuanto a la productividad para la octava semana, el tratamiento químico consiguió el mayor valor en el número de flores por planta con 0,27, en número de frutos por planta con 1,41, en longitud del fruto con 16,03, en diámetro del fruto con 4,11 y rendimiento por planta con 4,68 kg/planta. Por el contrario, *Bacillus subtilis* presentó el menor número de flores por planta con 0,07, número de frutos por planta con 0,84, Silicio presentó la menor longitud del fruto con 9,94, diámetro de fruto con 2,65 y *Bacillus subtilis* el menor rendimiento con 2,1 kg/planta.

El estudio realizado por Moreta (2023, pp. 25-27) en donde se comparó el uso de distintas dosis de Nimrod (0,5 y 1 cc/L) e Hidrozil (2 y 4 cc/L) encontró que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos en estudio y el testigo para las variables peso del fruto, largo del fruto y diámetro de fruto; mientras que, para rendimiento, el tratamiento de Hidrozil (2 cc/L) generó un mayor valor con un promedio de 31706,66 kg/ha a diferencia del testigo con un valor de 22915,55 kg/ha.

El tratamiento químico, al ser más efectivo en el control del mildiu, permitió que las plantas enfocaran su energía en el crecimiento y la producción, en lugar de defenderse de la enfermedad, esto pudo haber contribuido al mayor rendimiento observado. Asimismo, el mildiu puede causar daños en las hojas y el tallo de las plantas, reduciendo su capacidad fotosintética y su desarrollo general. La mayor incidencia de mildiu en los tratamientos con *Bacillus subtilis* y Silicio pudo haber afectado negativamente el rendimiento (Delgado, 2020, pp. 2-4).

En cuanto al rendimiento, un estudio llevado a cabo en la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí en el que se analizaron: ácido acetilsalicílico, ácido salicílico, fosfito cálcico y fosfito de potasio, encontró que estos productos no presentan diferencia significativa en cuanto a longitud y diámetro de frutos, pero sí en cuanto al peso de frutos, siendo el fosfito de potasio y el ácido acetilsalicílico (asociado al ácido salicílico) los que presentaron mayores pesos con 413,72 y 400,93 g, respectivamente (Villacreces y Andrade, 2022, pp. 26-27). Esto concuerda en parte con los resultados obtenidos, ya que el ácido salicílico presentó un alto rendimiento en kg/planta, pero no se puede evaluar una verdadera similitud ya que no se estudió el peso por fruto.

El uso del elicitor ácido salicílico ha sido ampliamente estudiado en el caso del pepino sometido a problemas por estrés hídrico tanto por la alta presencia de sales como el bajo nivel de riego (Mugwanya et al., 2022, p. 1488; Nunes et al., 2023, p. 1; Nada et al., 2019, p. 165). Los estudios confirman que el uso de este compuesto reduce el estrés ocasionado por sales y por abajo riego, al mismo tiempo que aumenta el rendimiento de la producción en cuanto a sus componentes, número, peso, largo y ancho de frutos.

El ácido salicílico afecta el crecimiento de las plantas al: inhibir la germinación y el desarrollo de raíces y coleóptilos, estimular o bloquear la floración, cerrar las estomas, disminuyendo la transpiración y manteniendo la turgencia celular, además, puede modificar la permeabilidad de los tilacoides en las células vegetales (Sánchez et al., 2011, p. 64). Se necesita más investigación para determinar los beneficios del uso de ácido salicílico como sustrato en Tunshi, particularmente para pepino y otros cultivos comerciales.

4.3.2. Análisis económico

El tratamiento T5 compuesto por una variedad de productos químicos presentó un mayor rendimiento en su relación B/C para la variedad de pepino Jaguar F1 con el 42%. Este valor difiere del encontrado por Eugenio (2017, p. 34) en la variedad del híbrido Thunder estudiado en el centro de práctica Manglaralto perteneciente a la Universidad Estatal Península de Santa Elena, donde se obtuvo un rendimiento del 66%.

En cuanto a la variedad Jaguar, un estudio realizado en el invernadero de horticultura de la ESPOCH, encontró que esta variedad tuvo un rendimiento de -2,59%, a diferencia de la variedad 1805 la cual tuvo un rendimiento del 74,30% (Vaca, 2018, p. 63). Por otro lado, un estudio realizado en el sector El Aguacate, provincia del Carchi, en Jaguar F1 con fertilización consiguió rendimientos del 167% hasta los 302%, siendo la dosis media de fertilizante N-P₂O₅-K₂O Kg/ha la más alta en cuanto a rendimiento (Quinchiguango, 2017, p. 37). Un estudio más reciente realizado

en la parroquia El Triunfo del cantón La Maná, encontró que el mejor rendimiento se lo encuentra en una separación entre plantas de 60 cm y la aplicación de compost, con el 10% de rendimiento (Acosta y Loor, 2023, p. 58).

Esta información demuestra que el cultivo de pepino de la variedad Jaguar F1 puede presentar un mayor rendimiento, siempre y cuando se apliquen varios cuidados que ayuden en su desarrollo, particularmente en cuanto al control del mildiu y la aplicación de fertilizantes, manteniendo la integridad del cultivo para aumentar los beneficios y reducir los costos.

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Los tratamientos con mayor eficacia biológica fueron el tratamiento químico (rotación con: chlorothalonil, dimetomorph, metalaxyl, azoxystrobin, mancozeb y propamocarb) y ácido salicílico, los cuales redujeron un 27,33% y 3,71% la severidad de mildiu por hoja en el estrato superior, un 27,18% y 8,08% la severidad de mildiu por hoja en el estrato intermedio y un 22,4% y 6,42% la severidad de mildiu por hoja en el estrato inferior.

La aplicación del ácido salicílico como elicitador dio como resultado una mayor cantidad de flores (0,27 flores) y más frutos (1,37 frutos), mientras que el tratamiento químico favoreció el rendimiento de frutos por planta hasta la octava semana (4,68 kg/planta).

Los tratamientos con mayor relación beneficio/costo fueron el tratamiento químico con el 42% de rentabilidad, seguido del ácido salicílico con el 34% de rentabilidad.

5.2. Recomendaciones

Para el control de mildiu de pepino en la comunidad Tunshi, con base en los resultados presentados en esta investigación, aplicar el tratamiento químico debido a que tuvo mayor eficacia biológica en cuanto a la disminución de la incidencia y severidad del mildiu.

Utilizar distintas dosis de ácido salicílico en relación al nivel de daño del mildiu y las principales agronómicas en el pepino.

Evaluar otras variedades de pepino con los mejores tratamientos obtenidos en el presente estudio para el control de mildiu.

GLOSARIO

Compuesto activo: También denominado ingrediente activo, es una sustancia presente en un producto fitosanitario que ejerce el efecto deseado sobre las plantas, cultivos o plagas. Este compuesto es el responsable de la acción principal del producto, ya sea para controlar una enfermedad, eliminar una plaga o estimular el crecimiento de las plantas (EPA, 2023, párr. 2).

Glicólisis: Proceso metabólico que convierte la glucosa en dos moléculas de ácido pirúvico mediante una serie de reacciones enzimáticas. La energía generada por este proceso se conserva en dos moléculas de ATP. La glicólisis es la vía catabólica universal de la glucosa, la glucosa libre o la glucosa derivada de carbohidratos complejos, como el glucógeno y el almidón (NAL Agricultural Thesaurus, 2015, párr. 1).

Incidencia: La incidencia de enfermedades en las plantas se define como “el porcentaje o proporción de individuos enfermos en relación al total”. Estos individuos pueden abarcar no solo plantas en su conjunto, sino también ramas principales, hojas, flores, frutos, espigas, entre otros. En la evaluación de la incidencia de enfermedades, se examina cada individuo para determinar la presencia o ausencia de la enfermedad en cuestión (Márquez et al., 2021, p. 19).

Mecanismo de acción: Es la manera como el producto llega al sitio o como se mueve dentro de los tejidos de la planta para afectar los procesos biológicos vitales en el ciclo de vida del fitopatógeno (Melgarejo y Abella, 2011, p. 194).

Severidad: El índice de severidad se define como el porcentaje de área en el órgano afectado por la enfermedad, que puede ser cualquier parte de la planta como hojas, tallos, raíces o frutos, y fluctúa entre el 0% y el 100%. Un ejemplo común de este método se encuentra en la evaluación de manchas foliares, donde se determina cuánta área de las hojas está afectada por la enfermedad (Márquez et al., 2021, p. 31).

BIBLIOGRAFÍA

1. **ACOSTA, K. & LOOR, L.** Evaluación de diferentes distancias de siembra en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus*) con la aplicación de dos abonos orgánicos edáficos en el recinto Chipe Hamburgo 2 [en línea]. (Trabajo de titulación) (Ingeniería). Universidad Técnica de Cotopaxi, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, Carrera de Agronomía. La Maná-Ecuador. 2023, p. 58. [Consulta: 21 febrero 2024]. Disponible en: <https://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/10100/1/UTC-PIM-000625.pdf>.
2. **ADAMA.** *Javari* [en línea]. Guayaquil-Ecuador: ADAMA Andina B.V. Sucursal Ecuador, 2021, p. 1. [Consulta: 13 marzo 2024]. Disponible en: <https://www.adama.com/ecuador/es/media/2036/download?attachment#:~:text=Mecanismo%20de%20acci%C3%B3n%20Dimethomorph%20act%C3%BAa,de%20zoosporas%20tiene%20efecto%20antiesporulante..>
3. **ADAM, M.; et al.** “Bacterial antagonists of fungal pathogens also control root-knot nematodes by induced systemic resistance of tomato plants”. *PloS one* [en línea], 2014, (Egipto) vol. 9 (2), e90402. [Consulta: 20 enero 2024]. ISSN: 1932-6203. Disponible en: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0090402>.
4. **AGUADO, G.; et al.** *Control biológico del pepino* [en línea]. Navarra-España: ITG Agrícola, 2009, p. 46. [Consulta: 09 enero 2024]. Disponible en: https://www.navarraagraria.com/categories/item/download/609_4d51efeb6536a4e1cf8ffa1a8831e706.
5. **ALVARADO, A.; et al.** “Efecto de *Trichoderma harzianum* en el control de mildiu (*Pseudoperonospora cubensis*) en pepino”. *Agronomía Costarricense* [en línea], 2019, (Costa Rica) vol. 43 (1), pp. 101-111. [Consulta: 12 mayo 2024]. ISSN:0377-9424. Disponible en: <https://www.scielo.sa.cr/pdf/ac/v43n1/0377-9424-ac-43-01-101.pdf>.
6. **APREA, A.; & MURACE, M.** *Problemáticas sanitarias del arbolado: Enfermedades presentes en La Plata. Especial referencia a las de origen fúngico* [en línea]. La Plata-Argentina: Universidad de La Plata, 2020, p. 48. [Consulta: 16 noviembre 2023]. ISBN: 978-950-34-1813-0. Disponible en: http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/82977/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1.

7. **ARAÚJO, A.; et al.** “Potassium silicate as a resistance elicitor in sweet corn yield traits under water stress”. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas* [en línea], 2019, (Colombia) vol. 13 (1), pp. 99-107. [Consulta: 08 enero 2024]. ISSN: 2011-2173. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rcch/v13n1/2011-2173-rcch-13-01-99.pdf>.
8. **AYALA, A.** Efecto de dos cepas de (*Bacillus subtilis*) en la promoción de crecimiento, contenido de auxinas, y acción enzimática en plantas de maíz (*Zea mays*) en etapa juvenil [en línea]. (Trabajo de titulación) (Ingeniería). Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Departamento de Ciencias de la Vida y de la Agricultura, Carrera Agropecuaria. Sangolquí-Ecuador. 2023, p. 21. [Consulta: 20 enero 2024]. Disponible en: <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/37482/1/IASA-TIC-0044.pdf>.
9. **BACCELLI, I.** “Cerato-platanin family proteins: one function for multiple biological roles?”. *Frontiers in Plant Science* [en línea], 2015, (Italia) vol. 5, pp. 1-4. [Consulta: 20 enero 2024]. ISSN: 1664-462X. Disponible en: <http://doi.org/10.3389/fpls.2014.00769>.
10. **BIOCONTROLTECH.** *Consecuencias del ataque de patógenos del género Sclerotinia spp. en los cultivos: Clasificación, ciclo de la enfermedad y distribución. Manejo integrado y Sanidad Vegetal* [en línea]. BiocontrolTech, 2022. [Consulta: 28 noviembre 2023]. Disponible en: <https://biocontroltech.com/es/control-de-sclerotinia-spp/>.
11. **BOZGA, M.** Estrategia de gestión del virus del mosaico del pepino y sus vectores en cultivos hortícolas por medio de productos naturales [en línea]. (Trabajo de titulación) (Ingeniería). Universitat Politècnica de València, Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica y del Medio Natural. Valencia-España. 2018, p. 1. [Consulta: 21 septiembre 2023]. Disponible en: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/114860/Bozga%20-%20ESTRATEGIA%20DE%20GESTI%C3%93N%20DEL%20VIRUS%20DEL%20MOSAICO%20DE%20PEPINO%20Y%20SUS%20VECTORES%20EN%20CULTIVOS%20HORT%C3%8DCOL....pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
12. **BRANDENBERGER, I.; & et al.** *Cucumber Production* [en línea]. Oklahoma-Estados Unidos: Oklahoma Cooperative Extension Service, 2021, p. 1. [Consulta: 06 enero 2024]. Disponible en: <https://shareok.org/rest/bitstreams/4ef90c8c-f229-4c49-b09c-789b98c903fd/retrieve>.
13. **CAICEDO, L.; et al.** “Elicidores: implicaciones bioéticas para la agricultura y la salud humana”. *Revista Bioética* [en línea], 2021, (Brasil) vol. 29(1), pp. 76-86. [Consulta: 07

octubre 2023]. ISSN: 1983-8034. Disponible en: <https://www.scielo.br/j/bioet/a/ZQGJN8qZfJLsmjDGZfbFCYB/?format=pdf&lang=es>.

14. **CASTELLANOS, L.; et al.** “El Silicio en la resistencia de los cultivos”. *Cultivos Tropicales* [en línea], 2015, (Cuba) vol. 36 (1), pp. 16-24. [Consulta: 08 enero 2024]. ISSN: 1819-4087. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/ctr/v36s1/ctr02s115.pdf>.
15. **CAULIER, S.; et al.** “Overview of the antimicrobial compounds produced by members of the *Bacillus subtilis* group”. *Frontiers in Microbiology* [en línea], 2019, (Bélgica) vol. 10, pp. 1-19. [Consulta: 20 enero 2024]. ISSN: 1664-302X. Disponible en: <http://doi.org/10.3389/fmicb.2019.00302>.
16. **CHIRIBOGA, H.; et al.** *Protocolos para formulación y aplicación del bio-insumo: Trichoderma spp. para el control biológico de enfermedades* [en línea]. Asunción-Paraguay: IICA, 2015, p. 1. [Consulta: 09 mayo 2024]. Disponible en: <https://repositorio.iica.int/bitstream/11324/2647/1/BVE17038725e.pdf>.
17. **CHONILLO, P.** Efecto de cuatro bioestimulantes en la resistencia sistémica inducida del cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.) y tomate (*Solanum lycopersicum* Mill.) bajo invernadero [en línea]. (Trabajo de titulación) (Ingeniería). Universidad Estatal del Sur de Manabí, Facultad de Ciencias Naturales y de la Agricultura, Carrera de Ingeniería Agropecuaria. Jipijapa-Ecuador. 2022, pp. 13-19. [Consulta: 21 septiembre 2023]. Disponible en: <http://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/3876/1/Tesis%20FINAL%20PABLO%20CHONILLO.%2016-02-2022..pdf>.
18. **CUANDOVISITAR.** *El clima de Hacienda Tunshi y la mejor época para viajar* [en línea]. Cuandovisitar, 2024. [Consulta: 13 febrero 2024]. Disponible en: <https://www.cuandovisitar.com.pa/ecuador/hacienda-tunshi-1188881/>.
19. **DELGADO, B.** “La resistencia inducida como alternativa para el manejo de plagas en las plantas de cultivo”. *Revista de Protección Vegetal* [en línea], 2020, (Cuba) vol. 35 (1), pp. 1-12. [Consulta: 07 enero 2024]. ISSN: 2224-4697. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/rpv/v35n1/2224-4697-rpv-35-01-e07.pdf>.
20. **DEPARTAMENTO TÉCNICO ROTAM LAN.** *Xstrata* [en línea]. Bogotá-Colombia: Rotam Agro Colombia S.A.S., 2020, p. 1. [Consulta: 13 marzo 2024]. Disponible en:

[https://old-
img.croper.com/product_provider_files/files/000/022/261/original/Xstrata_250_SC.pdf](https://old-img.croper.com/product_provider_files/files/000/022/261/original/Xstrata_250_SC.pdf).

21. **EPA.** *Basic Information about Pesticide Ingredients* [en línea]. Washington D.C.-Estados Unidos: EPA, 2023. [Consulta: 14 marzo 2024]. Disponible en: <https://www.epa.gov/ingredients-used-pesticide-products/basic-information-about-pesticide-ingredients>.
22. **EPPO.** *Pseudoperonospora cubensis (PSPECU)* [en línea]. EPPO Global Database, 2023. [Consulta: 02 octubre 2023]. Disponible en: <https://gd.eppo.int/taxon/PSPECU>.
23. **EUGENIO, G.** Análisis económico de la producción de pepino (*Cucumis sativus* L.) híbrido Thunder, en el centro de prácticas Manglaralto provincia de Santa Elena [en línea]. (Trabajo de titulación) (Ingeniería). Universidad Estatal Península de Santa Elena, Facultad de Ciencias Agrarias, Carrera de Ingeniería en Administración de Empresas Agropecuarias y Agronegocios. La Libertad-Ecuador. 2017, p. 34. [Consulta: 21 febrero 2024]. Disponible en: <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/3988/1/UPSE-TAA-2017-027..pdf>.
24. **FAOSTAT.** *Crops and livestock products* [en línea]. Roma-Italia: FAO, 2024. [Consulta: 06 enero 2024]. Disponible en: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>.
25. **GHAZY, N.; & EL-NAHRAWY, S.** “Siderophore production by *Bacillus subtilis* MF497446 and *Pseudomonas koreensis* MG209738 and their efficacy in controlling *Cephalosporium maydis* in maize plant”. *Archives of Microbiology* [en línea], 2021, (Egipto) vol. 203, pp. 1195-1209. [Consulta: 20 enero 2024]. ISSN: 1432-072X. Disponible en: <http://doi.org/10.1007/s00203-020-02113-5>.
26. **GONZÁLEZ, A.** *Sclerotinia sclerotiorum (Lib.) de Bary: Podredumbre blanca* [en línea]. Asturias-España: Principado de Asturias, 2004, p. 1. [Consulta: 20 noviembre 2023]. Disponible en: https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/plataforma_conocimiento/fichas/pdf/fd_262.pdf.
27. **GONZÁLEZ, Y.; et al.** “*Bacillus subtilis* y *Trichoderma*: Características generales y su aplicación en la agricultura”. TIP. Revista especializada en ciencias químico-biológicas [en línea], 2022, (México) vol. 25, pp. 1-14. [Consulta: 20 enero 2024]. ISSN: 1405-888X. Disponible en: <https://www.scielo.org.mx/pdf/tip/v25/1405-888X-tip-25-e520.pdf>.

28. **GRIJALVA, A.; et al.** “Contaminación del agua y aire por agentes químicos”. *RECIMUNDO* [en línea], 2020, (Ecuador) 4(4), pp. 79-93. [Consulta: 21 septiembre 2023]. ISSN: 2588-073X. Disponible en: [https://doi.org/10.26820/recimundo/4.\(4\).octubre.2020.79-93](https://doi.org/10.26820/recimundo/4.(4).octubre.2020.79-93).
29. **GUEVARA, R.; et al.** *Elicidores en la agricultura. Bases teóricas y algunas aplicaciones* [en línea]. Almería-España: Editorial Universidad de Almería, 2019, p. 15. [Consulta: 13 octubre 2023]. ISBN: 978-841351-007-1. Disponible en: https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=1NfuDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA4&dq=elicidores&ots=ecS0cNMOCV&sig=Z7jC_LTPLhmr4yRRfRgyOUdmcdQ#v=onepage&q=elicidores&f=false.
30. **GUZMÁN, P.; et al.** “*Trichoderma* species: versatile plant symbionts”. *Phytopathology* [en línea], 2019, (México) vol. 109 (1), pp. 6-16. [Consulta: 20 enero 2024]. ISSN: 1943-7684. Disponible en: <http://doi.org/10.1094/PHYTO-07-18-0218-RVW>.
31. **HEFLEBOWER, R.; & DROST, D.** *Pepinos en el Huerto* [en línea]. Utah-Estados Unidos: Universidad de Utah, 2019, p. 1. [Consulta: 06 enero 2023]. Disponible en: https://digitalcommons.usu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=3032&context=extension_curall.
32. **HERBARIO VIRTUAL FITOPATOLOGÍA.** *Podredumbre húmeda del tallo de la Soja (Sclerotinia sclerotiorum)* [en línea]. Buenos Aires-Argentina: Universidad de Buenos Aires, 2023. [Consulta: 22 noviembre 2023]. Disponible en: https://herbariofitopatologia.agro.uba.ar/?page_id=609.
33. **HERNÁNDEZ, D.; et al.** “*Trichoderma*: Importancia agrícola, biotecnológica, y sistemas de fermentación para producir biomasa y enzimas de interés industrial”. *Chilean journal of agricultural & animal sciences* [en línea], 2019, (Chile) vol. 35 (1), pp. 98-112. [Consulta: 20 enero 2024]. ISSN: 0719-3890. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4067/S0719-38902019005000205>.
34. **HERNÁNDEZ, J.** Evaluación de la calidad morfológica de pepinos cultivados en invernadero realizando dos tipos de aclareo de frutos [en línea]. (Trabajo de titulación) (Ingeniería). Universidad de Almería, Escuela Superior de Ingeniería. Almería-España. 2020, pp. 28-29. [Consulta: 21 septiembre 2023]. Disponible en:

<http://repositorio.ual.es/bitstream/handle/10835/9754/HERNANDEZ%20MU%C3%91OZ,%20JUAN%20ANTONIO.pdf?sequence=1>.

35. **IMPULSEMILLAS.** *Jaguar F1* [en línea]. ImpulSemillas, 2020, p. 1. [Consulta: 16 noviembre 2023]. Disponible en: https://www.impulsemillas.com/documentos/fichas/PEPINO_JAGUAR.pdf.
36. **INTAGRI.** *Efectos del Ácido Salicílico en los Cultivos* [en línea]. Intagri, 2023. [Consulta: 17 octubre 2023]. Disponible en: <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/efectos-del-acido-salicilico-en-los-cultivos#>.
37. **IQVAGRO.** *Metalaxil: preventivo, curativo y erradicante* [en línea]. Barcelona-España: Iqvagro, 2023. [Consulta: 13 marzo 2024]. Disponible en: <https://iqvagro.com/metalaxil/>.
38. **JACKSON, G.** *Pacific Pests, Pathogens & Weeds - Fact Sheets: Cucumber downy mildew (143)* [en línea]. Canberra-Australia: Australian Centre for International Agricultural Research, 2020, p. 1. [Consulta: 07 enero 2024]. Disponible en: https://apps.lucidcentral.org/ppp_v9/pdf/web_full/cucumber_downy_mildew_143.pdf.
39. **JAYARAJ, J.; et al.** “Foliar application of *Bacillus subtilis* AUBS1 reduces sheath blight and triggers defense mechanisms in rice”. *Journal of Plant Diseases and Protection* [en línea], 2004, (Estados Unidos) vol. 111, pp. 115-125. [Consulta: 20 enero 2024]. ISSN: 1861-3837. Disponible en: <http://doi.org/10.1007/BF03356138>.
40. **JONES, J.; et al.** “Efficacy of Fungicides for *Pseudoperonospora cubensis* Determined Using Bioassays over Multiple Years in the Mid-Atlantic and Northeastern United States”. *Plant Health Progress* [en línea], 2021, (Estados Unidos) vol. 22 (3), pp. 355-361. [Consulta: 12 marzo 2024]. ISSN:1535-1025. Disponible en: <https://apsjournals.apsnet.org/doi/epdf/10.1094/PHP-10-20-0086-FI>.
41. **JORDÁN, M.; & CASARETTO, J.** *Fisiología Vegetal: Capítulo XVI Hormonas y Reguladores del Crecimiento: Etileno, Ácido Abscísico, Brasinoesteroides, Poliaminas, Ácido Salicílico y Ácido Jasmónico* [en línea]. La Serena-Chile: Ediciones Universidad de La Serena, 2006, p. 22. [Consulta: 08 enero 2024]. Disponible en: <https://exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/Etileno,aba,jasmonico,brasino,.pdf>.

42. **JUNTA DE ANDALUCÍA.** *Mildiu de las cucurbitáceas en cultivo de pepino bajo abrigo en la provincia de Almería* [en línea]. Andalucía-España: Junta de Andalucía, 2023. [Consulta: 07 enero 2024]. Disponible en: <https://www.juntadeandalucia.es/agriculturapescaaguaydesarrollorural/raif/mildiu-de-las-cucurbitaceas-en-cultivo-de-pepino-bajo-abrigo-en-la-provincia-de-almeria/>.
43. **KEINAT, A.; et al.** “Evaluation of combinations of chlorothalonil with azoxystrobin, harpin, and disease forecasting for control of downy mildew and gummy stem blight on melon”. *Crop Protection* [en línea], 2007, (Estados Unidos) vol. 26 (2), pp. 83-88. [Consulta: 14 marzo 2024]. ISSN: 0261-2194. Disponible en: <https://sci-hub.se/https://doi.org/10.1016/j.cropro.2006.04.004>.
44. **KHALIL, M.; & ASHMAWY, E.** “Induction of systemic disease resistance in cucumber plants treated by the spray of some biotic and abiotic agents to control downy mildew disease”. *Egyptian Journal of Agricultural Research* [en línea], 2019, (Egipto) vol. 97 (1), pp. 19-37. [Consulta: 28 febrero 2024]. ISSN: 1110-6336. Disponible en: https://ejar.journals.ekb.eg/article_68547_b9c92b0e168c3be07ffe399820ea3bcd.pdf.
45. **KOPPERT.** *Sclerotinia sclerotiorum: Moho blanco* [en línea]. Quito-Ecuador: Koppert, 2023. [Consulta: 22 noviembre 2023]. Disponible en: <https://www.koppert.ec/retos/control-de-las-enfermedades/moho-blanco/>.
46. **LEBEDA, A.; & COHEN, Y.** “Cucurbit downy mildew (*Pseudoperonospora cubensis*)—biology, ecology, epidemiology, host-pathogen interaction and control”. *Eur J Plant Pathol* [en línea], 2011, (República Checa) vol. 1 (129), pp. 157-192. [Consulta: 07 enero 2024]. ISSN: 1573-8469. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Yigal-Cohen/publication/226432381_Cucurbit_downy_mildew_Pseudoperonospora_cubensis-biology_ecology_epidemiology_host-pathogen_interaction_and_control/links/54631f2e0cf2c0c6aec1dd3d/Cucurbit-downy-mildew-Pseudoperonospora-cubensis-biology-ecology-epidemiology-host-pathogen-interaction-and-control.pdf?_tp=eyJjb250ZXh0Ijp7ImZpcnN0UGFnZSI6InB1YmxpY2F0aW9uIiwicGFnZSI6InB1YmxpY2F0aW9uIn19.
47. **LEMFACK, M.; et al.** “mVOC 2.0: a database of microbial volatiles”. *Nucleic Acids Research* [en línea], 2018, (Alemania) vol. 46 (D1), pp. 1261-1265. [Consulta: 20 enero 2024]. ISSN: 1362-4962. Disponible en: <https://doi.org/10.1093/nar/gkx1016>

48. **LIAN, L.; et al.** “Induction of systemic resistance in tobacco against Tobacco Mosaic Virus by *Bacillus* spp.”. *Biocontrol Science and Technology* [en línea], 2011, (China) vol. 21 (3), pp. 281-292. [Consulta: 20 enero 2024]. ISSN: 1360-0478. Disponible en: <http://doi.org/10.1080/09583157.2010.543667>.
49. **LIU, N.; et al.** “The stereoisomeric *Bacillus subtilis* HN09 metabolite 3,4-dihydroxy-3-methyl-2-pentanone induces disease resistance in *Arabidopsis* via different signaling pathways”. *BMC Plant Biology* [en línea], 2019, (China) vol. 19 (384), pp. 1-14. [Consulta: 20 enero 2024]. ISSN: 1471-2229. Disponible en: <http://doi.org/10.1186/s12870-019-1985-6>.
50. **MÁRQUEZ, E.** *Conjunto Tecnológico para la Producción de Calabaza* [en línea]. San Juan-Puerto Rico: Universidad de Puerto Rico, 2012, pp. 1-2. [Consulta: 09 enero 2024]. Disponible en: <https://www.upr.edu/eea/wp-content/uploads/sites/17/2016/04/10.-CALABAZA-ENFERMEDADES.pdf>.
51. **MÁRQUEZ, K.; et al.** *Glosario de Términos Agronómicos* [en línea]. Huánuco-Perú: Biblioteca Nacional del Perú, 2021, pp. 19-31. [Consulta: 14 marzo 2024]. ISBN: 978-612-00-6109-1. Disponible en: <https://www.unheval.edu.pe/portal/wp-content/uploads/2021/03/Libro-GLOSARIO-DE-TERMINOS-AGRONOMICOS.pdf>.
52. **MARTÍNEZ, B.; et al.** “*Trichoderma* spp. y su función en el control de plagas en los cultivos”. *Revista de Protección Vegetal* [en línea], 2013, (Cuba) vol. 28 (1), pp. 1-11. [Consulta: 20 enero 2024]. ISSN: 1010-2752. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/rpv/v28n1/rpv01113.pdf>.
53. **MARTÍNEZ, E.; et al.** *Manejo Integrado de Plagas: Manual Práctico* [en línea]. La Habana-Cuba: Centro Nacional de Sanidad Vegetal, 2006, p. 157. [Consulta: 07 enero 2024]. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Luciano-Rovesti/publication/317298831_Manejo_Integrado_de_Plagas_Manual_practico/links/597a7d8baca272e8cc196a3d/Manejo-Integrado-de-Plagas-Manual-practico.pdf?_tp=eyJjb250ZXh0Ijp7ImZpcnN0UGFnZSI6InB1YmxpY2F0aW9uIiwicGFnZSI6InB1YmxpY2F0aW9uIn19.
54. **MELGAREJO, J.; & ABELLA, F.** *Mecanismo de acción de los fungicidas* [en línea]. Bogotá-Colombia: Universidad Nacional de Colombia, 2011, p. 194. [Consulta: 15 marzo 2024]. Disponible en:

https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/19031/64405_64953.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

55. **MÉNDEZ, W.; et al.** “Evaluación de fungicidas convencionales e inductores de resistencia para el combate de Mildiú Velloso (*Pseudoperonospora cubensis*) en melón (*Cucumis melo*)”. *Agronomía Costarricense* [en línea], 2010, (Costa Rica) vol. 34 (2), pp. 153-164. [Consulta: 12 marzo 2024]. ISSN: 0377-9424. Disponible en: <https://www.scielo.sa.cr/pdf/ac/v34n2/a04v34n2.pdf>.
56. **MICROTECH.** *Catálogo de productos: Microorganismos benéficos, Bioestimulantes, Hidroponía, Inductores de Resistencia, Fungicidas, Enmienda para suelos, Desinfectantes* [en línea]. Quito-Ecuador: Microtech, 2019, pp. 13-35. [Consulta: 20 enero 2024]. Disponible en: <https://www.microtech.bio/wp-content/uploads/2019/08/Catalogo-de-Productos-Microtech-Services-2021.pdf>.
57. **MONTOYA, S.** *Oídio y Mildiu, las grandes amenazas del invierno* [blog]. Tecnicrop, 2021. [Consulta: 22 septiembre 2023]. Disponible en: <https://tecnicrop.com/blog/oidio-y-mildiu-las-grandes-amenazas-del-invierno?fbclid=IwAR2YYxCafDO5KwIdxq7jcNa616fB5qgorQQAx21Xa7VRP7vRWuCl-jbPSrg>.
58. **MORETA, L.** Evaluación de productos alternativos para control de mildiu veloso (*Pseudoperonospora cubensis*) en el cultivo de pepinillo (*Cucumis sativus* L.) bajo cubierta plástica [en línea]. (Trabajo de titulación) (Ingeniería). Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Carrera de Agronomía. Cevallos-Ecuador. 2023, pp. 19-29. [Consulta: 12 marzo 2024]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/37819/1/024%20Agronom%c3%ada%20-%20Luis%20Fernando%20Moreta%20Chango.pdf>.
59. **MUGWANYA, M.; et al.** “Elucidating the Effects of Combined Treatments of Salicylic Acid and l-Proline on Greenhouse-Grown Cucumber Under Saline Drip Irrigation”. *Journal of Plant Growth Regulation* [en línea], 2023, (Egipto) vol. 42, pp. 1488–1504. [Consulta: 14 marzo 2024]. ISSN: 1435-8107. Disponible en: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s00344-022-10634-0.pdf>.

60. **MUNDOAGRO.** *Elicidores: qué son y qué efectos tienen sobre los cultivos* [en línea]. Santiago de Chile-Chile: MundoAgro, 2020. [Consulta: 19 octubre 2023]. Disponible en: <https://mundoagro.cl/elicitores-que-son-y-que-efectos-tienen-sobre-los-cultivos/>.
61. **MURILLO, Edwin.** Desarrollo de un tratamiento para el manejo integrado del mildiu velloso (*Pseudoperonospora cubensis* Berkeley et Curtis) en el cultivo de pepino (*Cucumis sativum* L.) [en línea]. (Trabajo de titulación) (Ingeniería). Universidad Estatal del Sur de Manabí, Facultad de Ciencias Naturales y de la Agricultura, Carrera de Ingeniería Agropecuaria. Jipijapa-Ecuador. 2019, pp. 29-33. [Consulta: 12 mayo 2024]. Disponible en: <https://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/1810/1/UNESUM-ECU-ING.AGROPE-2019-02.pdf>.
62. **NADA, M.; et al.** “Influence of Salicylic Acid on Cucumber Plants under Different Irrigation Levels”. *Journal of Plant Production* [en línea], 2019, (Egipto) vol. 10 (2), pp. 165-171. [Consulta: 14 marzo 2024]. ISSN: 2090-3669. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/334292735_Influence_of_Salicylic_Acid_on_Cucumber_Plants_under_Different_Irrigation_Levels.
63. **NAL AGRICULTURAL THESAURUS.** *Glycolysis* [en línea]. Washington D.C.-Estados Unidos: NAL Agricultural Thesaurus, 2015. [Consulta: 15 marzo 2024]. Disponible en: <https://agclass.nal.usda.gov/vocabularies/nalt/concept?uri=https://lod.nal.usda.gov/nalt/22206>.
64. **NASCIMENTO, K.** Influencia del silicio en la respuesta a estreses abióticos y bióticos en plantas leñosas [en línea]. (Trabajo de titulación) (Doctoral). Universidad de Córdoba, Departamento de Agronomía, Programa de Doctorado en Ingeniería Agraria, Alimentaria, Forestal y del Desarrollo Rural Sostenible. Córdoba-España. 2020, p. 7. [Consulta: 08 enero 2024]. Disponible en: <https://helvia.uco.es/bitstream/handle/10396/21213/2021000002204.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
65. **NAGARAJU, J.; et al.** “Identification of Potential Phytochemical/Antimicrobial Agents against *Pseudoperonospora cubensis* Causing Downy Mildew in Cucumber through In-Silico Docking”. *Plants* [en línea], 2023, (India) vol. 12 (11), pp. 1-26. [Consulta: 28 febrero 2024]. ISSN: 2223-7747. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2223-7747/12/11/2202>.

66. **NEOAGRUM.** *DESAFFIO® 300 SE* [en línea]. Lima-Perú: Neoagrum, 2017, p. 1. [Consulta: 16 febrero 2024]. Disponible en: [https://neoagrum.com.pe/assets/files/fichas-tecnicas/FT%20-%20DESAFIO%20300%20SE%20\(02\).pdf](https://neoagrum.com.pe/assets/files/fichas-tecnicas/FT%20-%20DESAFIO%20300%20SE%20(02).pdf).
67. **NUNES, V.; et al.** “Foliar Application of Salicylic Acid Mitigates Saline Stress on Physiology, Production, and Post-Harvest Quality of Hydroponic Japanese Cucumber”. *Agriculture* [en línea], 2023, (Brasil) vol. 13 (2), pp. 1-24. [Consulta: 14 marzo 2024]. ISSN: 2077-0472. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2077-0472/13/2/395/pdf?version=1675841155>.
68. **OLMEDO, P.** Comportamiento agronómico del cultivo de pepino (*Cucumis sativus*) con diferentes dosis de biol en el cantón La Mana provincia de Cotopaxi [en línea]. (Trabajo de titulación) (Ingeniería). Universidad Técnica de Cotopaxi, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, Carrera Ingeniería Agronómica. La Maná-Ecuador. 2023, pp. 8-9. [Consulta: 09 enero 2024]. Disponible en: <https://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/10097/1/UTC-PIM-000623.pdf>.
69. **ONGENA, M.; et al.** “Surfactin and fengycin lipopeptides of *Bacillus subtilis* as elicitors of induced systemic resistance in plants”. *Environmental Microbiology* [en línea], 2007, (Bélgica) vol. 9 (4), pp. 1084-1090. [Consulta: 20 enero 2024]. ISSN: 1462-2912. Disponible en: <http://doi.org/10.1111/j.1462-2920.2006.01202.x>.
70. **ORÚS, A.** *Volumen de producción anual de pepinos en el mundo entre 2012 y 2021 (en miles de toneladas)* [en línea]. Statista, 2023. [Consulta: 21 septiembre 2023]. Disponible en: <https://es.statista.com/estadisticas/529707/producciones-de-pepinos-en-el-mundo/>.
71. **PAVELKOVÁ, J.** Temporal population dynamics of *Pseudoperonospora cubensis* [en línea]. (Trabajo de titulación) (Doctoral). Palacký University in Olomouc, Faculty of Science, Department of Botany. Olomouc-República Checa. 2012, p. 25. [Consulta: 07 enero 2024]. Disponible en: https://theses.cz/id/zzjgio/Pavelkova_PhD_31thMay2012.pdf.
72. **PEDRAZA, L.; et al.** “Mecanismos de acción de *Bacillus* spp. (Bacillaceae) contra microorganismos fitopatógenos durante su interacción con plantas”. *Acta Biológica Colombiana* [en línea], 2020, (Colombia) vol. 25 (1), pp. 112-125. [Consulta: 06 febrero 2024]. ISSN: 1900-1649. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-548X2020000100112.

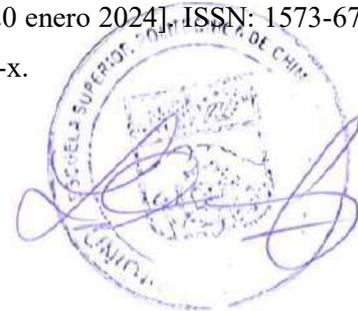
73. **PEDROZA, A.; & SAMANIEGO, J.** *Tópicos selectos de estadística aplicados a la fitosanidad. Análisis del área bajo la curva del progreso de las enfermedades (ABPE) en patosistemas agrícolas* [en línea]. Ciudad de México-México: Instituto Politécnica Nacional CIIDIR Oaxaca, 2009, p. 185. [Consulta: 13 noviembre 2023]. ISBN: 978-607-75-33-33-7. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Aurelio-Pedroza-Sandoval/publication/266259484_Analisis_del_area_bajo_la_curva_del_progreso_de_las_enfermedades_ABCPE_en_patosistemas_agricolas/links/542af6f10cf277d58e8a0f02/Analisis-del-area-bajo-la-curva-del-progreso-de-las-enfermedades-ABCPE-en-patosistemas-agricolas.pdf.
74. **PRŠIĆ, J. & ONGENA, M.** “Elicitors of Plant Immunity Triggered by Beneficial Bacteria”. *Frontiers in Plant Science* [en línea], 2020, (Bélgica) vol. 11, pp. 1-12. [Consulta: 09 mayo 2024]. ISSN: 1664-462X. Disponible en: <https://www.frontiersin.org/journals/plant-science/articles/10.3389/fpls.2020.594530/pdf?isPublishedV2=false>.
75. **QUINCHIGUANGO, E.** Evaluación del rendimiento de dos híbridos de pepinillo (*Cucumis sativus* L.) sometidos a tres niveles de fertilización química en la zona de Monte Olivo, Cantón Bolívar, Provincia del Carchi [en línea]. (Trabajo de titulación) (Ingeniería). Universidad Técnica de Babahoyo, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Carrera de Ingeniería Agronómica. Espejo-Ecuador. 2017, p. 37. [Consulta: 21 febrero 2024]. Disponible en: <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/3209/E-UTB-FACIAG-ING%20AGRON-000067.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
76. **RAFART, E.; et al.** “Mildiu de las cucurbitáceas”. *Revista de Divulgación Técnica Agropecuaria, Agroindustrial y Ambiental* [en línea], 2018, (Argentina) vol. 5 (2), pp. 7-10. [Consulta: 06 enero 2024]. ISSN: 2310-2799. Disponible en: <https://revistafcaunlz.gramaweb.com.ar/wp-content/uploads/2018/06/Rafart-et-al.pdf>.
77. **ROCOHANO, H.** Efecto de dosis de creolina en el control de insectos plagas en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.) en Manglaralto, provincia de Santa Elena [en línea]. (Trabajo de titulación) (Ingeniería). Universidad Estatal Península de Santa Elena, Facultad de Ciencias Agrarias, Carrera de Ingeniería Agropecuaria. La Libertad-Ecuador. 2018, p. 1. [Consulta: 22 noviembre 2023]. Disponible en: <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/4395/1/UPSE-TIA-2018-0006.pdf>.
78. **RODRÍGUEZ, P.; & GIRÓN, J.** “Producción ecológica de pepino (*cucumis sativus* l.) en las condiciones edafoclimáticas del III Frente”. *Ciencia en su PC* [en línea], 2021, (Cuba)

vol. 1 (2), pp. 71-81. [Consulta: 06 enero 2024]. ISSN: 1027-2887. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/1813/181369731006/html/>.

79. **RUIZ, E.; et al.** “Evaluación de fungicidas sistémicos para el control del mildiú veloso (*Pseudoperonospora cubensis* Berk. & Curt.) Rost. en el cultivo del melón (*Cucumis melo* L.)”. *Revista Chapingo. Serie horticultura* [en línea], 2008, (México) vol. 14 (1), pp. 79-84. [Consulta: 13 mayo 2024]. ISSN: 2007-4034. Disponible en: <https://www.scielo.org.mx/pdf/rcsh/v14n1/v14n1a11.pdf>.
80. **SAHU, T.; & SAHU, J.** “*Cucumis sativus* (cucumber): a review on its pharmacological activity”. *Journal of Applied Pharmaceutical Research* [en línea], 2015, (India) vol. 3 (1), pp. 4-9. [Consulta: 09 enero 2024]. ISSN: 2348-0335. Disponible en: <https://www.japtronline.com/index.php/joapr/article/view/46/43>.
81. **SAMARAS, A.; et al.** “*Bacillus subtilis* MBI600 promotes growth of tomato plants and induces systemic resistance contributing to the control of soilborne pathogens”. *Plants* [en línea], 2021, (Grecia) vol. 10 (6), pp. 1-17. [Consulta: 20 enero 2024]. ISSN: 2223-7747. Disponible en: <http://doi.org/10.3390/plants10061113>.
82. **SÁNCHEZ, E.** “Efecto del ácido salicílico sobre biomasa, actividad fotosintética, contenido nutricional y productividad del chile jalapeño”. *Revista Chapingo. Serie horticultura* [en línea], 2011, (México) vol. 17 (1), pp. 63-68. [Consulta: 08 enero 2024]. ISSN: 2007-4034. Disponible en: <https://www.scielo.org.mx/pdf/rcsh/v17nsp1/v17nsp1a10.pdf>.
83. **SÁNCHEZ, L.** *La expresión de resistencia a los patógenos en los sistemas agrícolas* [en línea]. Chía-Colombia: Metroflor, 2020. [Consulta: 09 mayo 2024]. Disponible en: <https://www.metroflorcolombia.com/la-expresion-de-resistencia-a-los-patogenos-en-los-sistemas-agricolas/>.
84. **SEPHU.** *El silicio (Si) como elemento fertilizante y protector de enfermedades y plagas* [en línea]. Zaragoza-España: SEPHU, 2008, p. 2. [Consulta: 08 enero 2024]. Disponible en: https://www.interempresas.net/FeriaVirtual/Catalogos_y_documentos/81972/028---15.05.09---El-Silicio-como-fertilizante-y-fungicida.pdf.
85. **SHETTY, N.; et al.** *Plantas de pepino resistentes al mildiú veloso* [en línea]. Madrid-España: Oficina Española de Patentes y Marcas, 2020, p. 2. [Consulta: 02 octubre 2023].

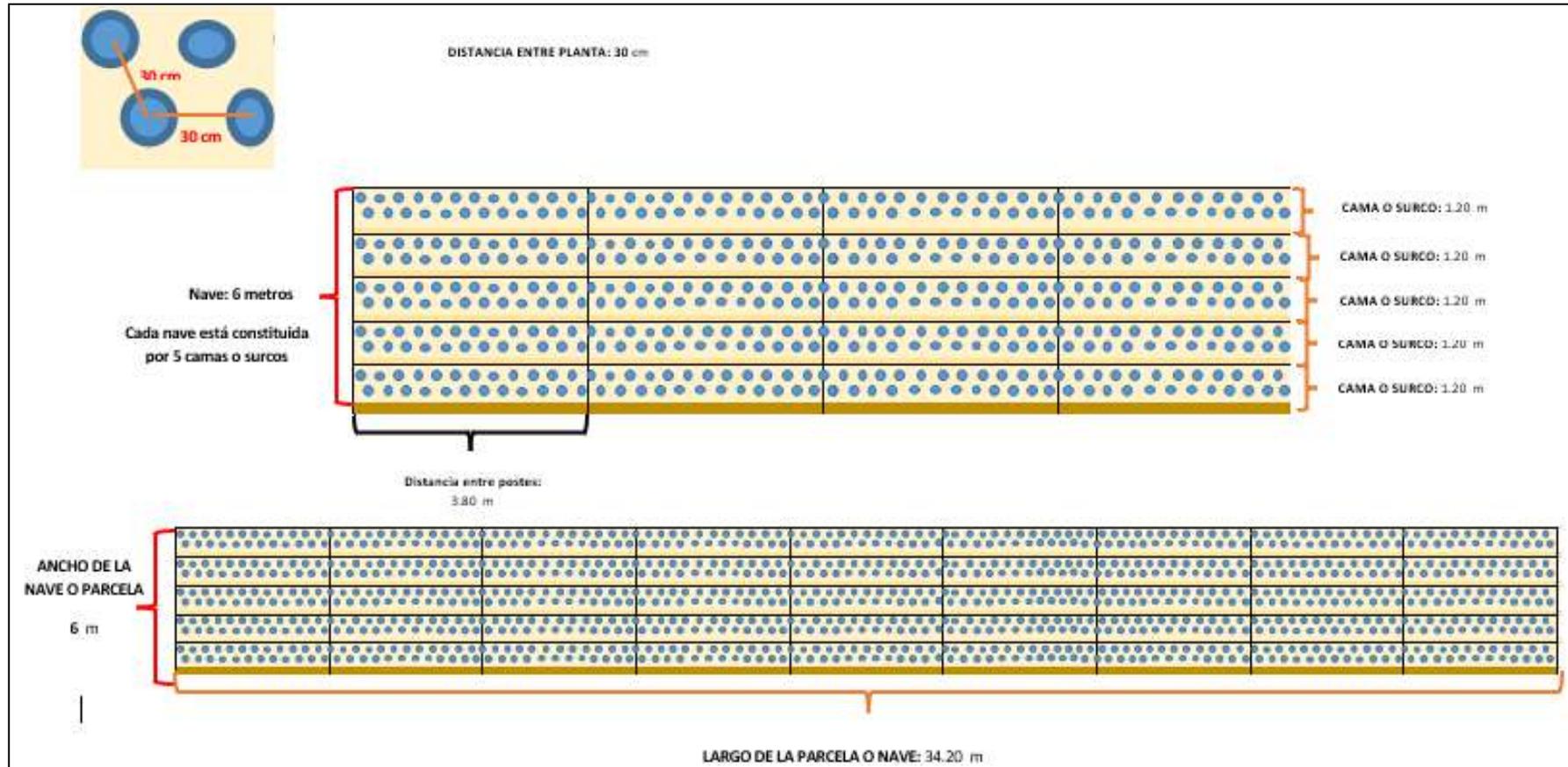
- Disponible en:
<https://patentimages.storage.googleapis.com/7e/84/04/462dae91b7c010/ES2751104T3.pdf>.
86. **SIOVM.** *Cucumis sativus* [en línea]. Ciudad de México-México: CONABIO, 2015, pp. 1-8. [Consulta: 05 noviembre 2023]. Disponible en:
http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/biosecuridad/pdf/21650_sg7.pdf
87. **SOOD, M.; et al.** “*Trichoderma*: The “Secrets” of a multitalented biocontrol agent”. *Plants* [en línea], 2020, (India) vol. 9 (6), pp. 1-25. [Consulta: 20 enero 2024]. ISSN: 2223-7747. Disponible en: <http://doi.org/10.3390/plants9060762>.
88. **STEIN, T.** “*Bacillus subtilis* antibiotics: structures, syntheses and specific functions”. *Molecular Microbiology* [en línea], 2005, (Alemania) vol. 56 (4), pp. 845-857. [Consulta: 20 enero 2024]. ISSN: 0950-382X. Disponible en: <http://doi.org/10.1111/j.1365-2958.2005.04587.x>.
89. **ST. HILL, A.; et al.** *Downy mildew in cucumber* [en línea]. Puerto-España-Trinidad y Tobago: Plantwise, 2011, p. 1. [Consulta: 07 enero 2024]. Disponible en:
<https://plantwiseplusknowledgebank.org/doi/pdf/10.1079/pwkb.20127802685>.
90. **SYNGENTA, S.A.** *FOLIO GOLD 440 SC* [en línea]. Guayaquil-Ecuador: SYNGENTA CROP PROTECTION S.A. Sucursal Ecuador, 2018, p. 5. [Consulta: 13 marzo 2024]. Disponible en:
https://www.syngenta.com.ec/sites/g/files/kgtney1171/files/media/document/2018/09/03/ec_ficha_tecnica_folio_gold_440_sc_mar17.pdf.
91. **TROPICOS.** *Cucumis sativus L* [en línea]. San Luis-Estados Unidos: Jardín Botánico de Missouri, 2023. [Consulta: 13 noviembre 2023]. Disponible en:
<https://www.tropicos.org/name/9200572>.
92. **VACA, G.** Estudio de la adaptación y rendimiento de 8 variedades de pepinillo (*Cucumis sativus L.*) bajo invernadero, cantón Riobamba, provincia de Chimborazo [en línea]. (Trabajo de titulación) (Ingeniería). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Recursos Naturales, Escuela de Ingeniería Agronómica. Riobamba-Ecuador. 2018, p. 63. [Consulta: 21 febrero 2024]. Disponible en:
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/10346/1/13T0862.pdf>.

93. **VALVERDE, A.; et al.** *Bacillus sp y Caolin en el control de Oligonychus sp en el cultivo del palto* [en línea]. Huánuco-Perú: Valverde, 2021, p. 53. [Consulta: 22 septiembre 2023]. ISBN: 978-612-00-6159-6. Disponible en: <https://www.unheval.edu.pe/portal/wp-content/uploads/2021/06/LIBRO-BACILLUS-SP-Y-CAOLIN-EN-EL-CONTROL-DE-OLIGONYCHOS-21.pdf>.
94. **VILLACRECES, A.; & ANDRADE, J.** Efecto de inductores de resistencia en el cultivo de pepino, en la ESPAM MFL [en línea]. (Trabajo de titulación) (Ingeniería). Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, Dirección de Carrera: Agrícola. Calceta-Ecuador. 2022, pp. 26-27. [Consulta: 28 febrero 2024]. Disponible en: <https://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/1688/1/TTA37D.pdf>.
95. **WANG, H.; et al.** “A biocontrol strain of *Bacillus subtilis* WXCDD105 used to control tomato *Botrytis cinerea* and *Cladosporium fulvum* cooke and promote the growth of seedlings”. *International Journal of Molecular Sciences* [en línea], 2018, (China) vol. 19 (5), pp. 1-17. [Consulta: 20 enero 2024]. ISSN: 1422-0067. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/ijms19051371>.
96. **YÁNEZ, V.; & FALCONÍ, C.** “*Bacillus subtilis* CtpxS2-1 induces systemic resistance against anthracnose in Andean lupin by lipopeptide production”. *Biotechnology Letters* [en línea], 2021, (Ecuador) vol. 43, pp. 719-728. [Consulta: 20 enero 2024]. ISSN: 1573-6776. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s10529-020-03066-x>.



ANEXOS

ANEXO A: DISTRIBUCIÓN DE LA PLANTACIÓN



ANEXO B: TABLAS DEL ANÁLISIS ECONÓMICO

Rendimientos-Beneficio

r final	Rend. (kg/ha)	Precio/kg (USD)	Beneficio	Ren. Cajas
183,495	53969,12	0,50	26984,56	3855
161,176	47404,71	0,50	23702,35	3386
163,795	48175,00	0,50	24087,50	3441
160,836	47304,71	0,50	23652,35	3379
196,974	57933,53	0,50	28966,76	4138
167,299	49205,59	0,50	24602,79	3515

Costo de venta

	\$ valor	peso caja (kg)
1ra	8	14
2da	7	14
3ra	7	14
4ta	6	14
	28	56
	0,50	dólares/kg pepino

Costos T1

	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	VECES	PRECIO TOTAL
Alquiler terreno	Terreno	1	4000,00	1	4000,00
Plántula	Planta	30000	0,12	1	3600,00
Control fitosanitario	Bactericida y nematocida	5	30,00	1	150,00
Fertilización	Fertilizante diluido (hakafo y calcio)	5	25,00	16	2000,00
Producto aplicado	Biostim 100 ml	31	3,20	1	99,20
Mano de obra (siembra)	Jornal	8	12,00	1	96,00
Mano de obra (malezas)	Jornal	8	12,00	4	384,00

Mano de obra (tutorado)	Jornal	16	17,00	1	272,00
Mano de obra (aplicación producto)	Jornal	8	12,00	16	1536,00
Mano de obra (fertilización y riego)	Jornal	3	12,00	8	288,00
Mano de obra (cosecha)	Jornal	8	12,00	16	1536,00
Vendedor	Ayudante en ventas	1	15,00	16	240,00
Cajas para cosecha	Caja	3855	0,50	1	1927,47
Paquete de venta	Sacos	1927	0,25	1	481,87
Bomba de fumigación	MATABI, 20 litros, tipo mochila	8	17,00	1	136,00
Transporte	Camión	5	20,00	16	1600,00
SUBTOTAL					18346,54
Imprevistos	10% del SUBTOTAL				1834,65
TOTAL					20181,19

Costos T2

	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	VECES	PRECIO TOTAL
Alquiler terreno	Terreno	1	4000	1	4000
Plántula	Planta	30000	0,12	1	3600
Control fitosanitario	Bactericida y nematocida	5	30	1	150
Fertilización	Fertilizante diluido (hakafo y calcio)	5	25	16	2000
Producto aplicado	Silikon 200 ml	7	6,5	1	45,5
Mano de obra (siembra)	Jornal	8	12	1	96
Mano de obra (malezas)	Jornal	8	12	4	384
Mano de obra (tutorado)	Jornal	16	17	1	272

Mano de obra (aplicación producto)	Jornal	8	12	16	1536
Mano de obra (fertilización y riego)	Jornal	3	12	8	288
Mano de obra (cosecha)	Jornal	8	12	16	1536
Vendedor	Ayudante en ventas	1	15	16	240
Cajas para cosecha	Caja	3386	0,5	1	1693,02521
Paquete de venta	Sacos	1693	0,25	1	423,256303
Bomba de fumigación	MATABI, 20 litros, tipo mochila	8	17	1	136
Transporte	Camión	5	20	16	1600
SUBTOTAL					17999,7815
Imprevistos	10% del SUBTOTAL				1799,97815
TOTAL					19799,7597

Costos T3

	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	VECES	PRECIO TOTAL
Alquiler terreno	Terreno	1	4000	1	4000
Plántula	Planta	30000	0,12	1	3600
Control fitosanitario	Bactericida y nematocida	5	30	1	150
Fertilización	Fertilizante diluido (hakafo y calcio)	5	25	16	2000
Producto aplicado	Biohealth_th_bs 500 g	8	10	1	80
Mano de obra (siembra)	Jornal	8	12	1	96
Mano de obra (malezas)	Jornal	8	12	4	384
Mano de obra (tutorado)	Jornal	16	17	1	272
Mano de obra (aplicación producto)	Jornal	8	12	16	1536

Mano de obra (fertilización y riego)	Jornal	3	12	8	288
Mano de obra (cosecha)	Jornal	8	12	16	1536
Vendedor	Ayudante en ventas	1	15	16	240
Cajas para cosecha	Caja	3441	0,5	1	1720,53571
Paquete de venta	Sacos	1721	0,25	1	430,133929
Bomba de fumigación	MATABI, 20 litros, tipo mochila	8	17	1	136
Transporte	Camión	5	20	16	1600
SUBTOTAL					18068,6696
Imprevistos	10% del SUBTOTAL				1806,86696
TOTAL					19875,5366

Costos T4

	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	VECES	PRECIO TOTAL
Alquiler terreno	Terreno	1	4000	1	4000
Plántula	Planta	30000	0,12	1	3600
Control fitosanitario	Bactericida y nematicida	5	30	1	150
Fertilización	Fertilizante diluido (hakafo y calcio)	5	25	16	2000
Producto aplicado	Armory 150 g	17	28	1	476
Mano de obra (siembra)	Jornal	8	12	1	96
Mano de obra (malezas)	Jornal	8	12	4	384
Mano de obra (tutorado)	Jornal	16	17	1	272
Mano de obra (aplicación producto)	Jornal	8	12	16	1536
Mano de obra (fertilización y riego)	Jornal	3	12	8	288

Mano de obra (cosecha)	Jornal	8	12	16	1536
Vendedor	Ayudante en ventas	1	15	16	240
Cajas para cosecha	Caja	3379	0,5	1	1689,45378
Paquete de venta	Sacos	1689	0,25	1	422,363445
Bomba de fumigación	MATABI, 20 litros, tipo mochila	8	17	1	136
Transporte	Camión	5	20	16	1600
SUBTOTAL					18425,8172
Imprevistos	10% del SUBTOTAL				1842,58172
TOTAL					20268,3989

Costos T5

	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	VECES	PRECIO TOTAL
Alquiler terreno	Terreno	1	4000	1	4000
Plántula	Planta	30000	0,12	1	3600
Control fitosanitario	Bactericida y nematicida	5	30	1	150
Fertilización	Fertilizante diluido (hakafo y calcio)	5	25	16	2000
Producto aplicado	Topas 100 ml	2	4,5	1	9
	Daconil 720 100 ml	10	2,1	1	21
	Forum 120 g	2	8	1	16
	Nimrod 200 ml	2	9,5	1	19
	Metarranch 250 g	3	5,5	1	16,5
	Gracias 100 g	2	9	1	18
	Cadilac 250 g	5	2,3	1	11,5
	Prevalor 250 ml	1	14,5	1	14,5
Mano de obra (siembra)	Jornal	8	12	1	96
Mano de obra (malezas)	Jornal	8	12	4	384

Mano de obra (tutorado)	Jornal	16	17	1	272
Mano de obra (aplicación producto)	Jornal	8	12	16	1536
Mano de obra (fertilización y riego)	Jornal	3	12	8	288
Mano de obra (cosecha)	Jornal	8	12	16	1536
Vendedor	Ayudante en ventas	1	15	16	240
Cajas para cosecha	Caja	4138	0,5	1	2069,05462
Paquete de venta	Sacos	2069	0,25	1	517,263655
Bomba de fumigación	MATABI, 20 litros, tipo mochila	8	17	1	136
Transporte	Camión	5	20	16	1600
SUBTOTAL					18549,8183
Imprevistos	10% del SUBTOTAL				1854,98183
TOTAL					20404,8001

Costos T6

	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	VECES	PRECIO TOTAL
Alquiler terreno	Terreno	1	4000	1	4000
Plántula	Planta	30000	0,12	1	3600
Control fitosanitario	Bactericida y nematicida	5	30	1	150
Fertilización	Fertilizante diluido (hakafo y calcio)	5	25	16	2000
Producto aplicado	Litro de agua	5	1	10	50
Mano de obra (siembra)	Jornal	8	12	1	96
Mano de obra (malezas)	Jornal	8	12	4	384
Mano de obra (tutorado)	Jornal	16	17	1	272

Mano de obra (aplicación producto)	Jornal	8	12	16	1536
Mano de obra (fertilización y riego)	Jornal	3	12	8	288
Mano de obra (cosecha)	Jornal	8	12	16	1536
Vendedor	Ayudante en ventas	1	15	16	240
Cajas para cosecha	Caja	3515	0,5	1	1757,34243
Paquete de venta	Sacos	1757	0,25	1	439,335609
Bomba de fumigación	MATABI, 20 litros, tipo mochila				0
Transporte	Camión	5	20	16	1600
SUBTOTAL					17948,6780
Imprevistos	10% del SUBTOTAL				1794,86780
TOTAL					19743,5458

ANEXO C: ANÁLISIS DE VARIANZA

Fuente de variación	gl	Cuadrados Medios																			
		Incidencia (%) de mildiu por unidad experimental																			
		1 ra Eval.	P	2da Eval.	P	3ra Eval.	P	4ta Eval.	P	5ta Eval.	P	6ta Eval.	P	7ma Eval.	P	8va Eval.	P	9na Eval.	P	10ma Eval.	P
Total	29																				
Tratamientos	5	33,31	0,002*	13,68	0,0021	2,7	0,0015														
Bloques	4	7,28	0,3251	2,55	0,4069	0,45	0,4307														
Error	20	5,86		2,43		0,45															
CV% Promedio		2,51		1,6		0,67															

Fuente de variación	gl	Cuadrados Medios																				
		Incidencia (%) de mildio por planta																				
		1 ra Eval.	P	2da Eval.	P	3ra Eval.	P	4ta Eval.	P	5ta Eval.	P	6ta Eval.	P	7ma Eval.	P	8va Eval.	P	9na Eval.	P	10ma Eval.	P	
Total	29																					
Tratamientos	5	40,93	0,0163**	17,33	0,014*	51,57	1**	48,69	1**	215,8	1	273,3	4	10,13	1**	13,47	**	0,0003	10,38	1**	15,23	1**
Bloques	4	44,38	0,0157*	27,87	0,0037**	32,95	**	21,78	**	1,38	0,9123	81,72	**	2,88	**	5,8	*	0,0302	3,45	*	0,0076	0,62
Error	20	11,18		5,07		4,86		4,14		5,76		13,66		0,58		1,74		0,73		1,02		
CV% Promedio		8,74		0,67		3,31		2,66		2,89		4,63		0,79		1,39		0,88		1,02		

severidad

gl	Cuadrados Medios
----	------------------

Fuente de variación	gl	Severidad de mildiu por hoja (Superior)																			
		1 ra Eval.	P	2da Eval.	P	3ra Eval.	P	4ta Eval.	P	5ta Eval.	P	6ta Eval.	P	7ma Eval.	P	8va Eval.	P	9na Eval.	P	10ma Eval.	P
Total	29																				
Tratamientos	5					1,12	0,0599*			70,37	0,0001**	91,12	0,0001**	164,24	<0,0001**	361,49	0,0001**	757,09	<0,0001**	1280,48	<0,0001**
Bloques	4					0,72	0,2031			25,42	0,035*	11,78	0,3159	51,12	0,0187*	75,62	0,1581	49,42	0,1559	26,78	0,28
Error	20					0,44				7,96		9,3		13,46		40,78		36,48		19,56	
CV% Promedio				547,72		110,13		86,47		33,85		29,9		15,41		16,57		11,87		9,25	

Fuente de variación	gl	Cuadrados Medios																			
		Severidad de mildiu por hoja (Intermedio)																			
		1 ra Eval.	P	2da Eval.	P	3ra Eval.	P	4ta Eval.	P	5ta Eval.	P	6ta Eval.	P	7ma Eval.	P	8va Eval.	P	9na Eval.	P	10ma Eval.	P
Total	29																				
Tratamientos	5	54,93	0,0489*	86,62	<0,0001**	85,57	<0,0001**	26,32	0,3662	62,32	0,0041**	152,37	<0,0001**	520,03	<0,0001**	975,71	<0,0001**	943,58	<0,0001**	1236,78	<0,0001**
Bloques	4	16,03	0,5415	13,47	0,0463*	11,72	0,1931	12,62	0,6995	7,42	0,5855	5,12	0,1954	7,53	0,6879	63,37	0,134	51,8	0,1697	55,25	0,0803
Error	20	20,13		4,59		6,96		22,84		10,24		3,06		13,23		31,75		28,88		22,63	
CV% Promedio		31,16		5,62		6,14		10,12		5,92		3,07		5,83		8,01		7,37		6,22	

Fuente de variación	gl	Cuadrados Medios																			
		Severidad de mildiu por hoja (Inferior)																			
		1 ra Eval.	P	2da Eval.	P	3ra Eval.	P	4ta Eval.	P	5ta Eval.	P	6ta Eval.	P	7ma Eval.	P	8va Eval.	P	9na Eval.	P	10ma Eval.	P
Total	29																				
Tratamientos	5	4,11	0,797	28,03	0,0638	50,53	0,0002**	20,43	0,18	30,86	0,0355*	65,23	0,0004**	261,6	<0,0001**	476,13	<0,0001**	455,49	<0,0001**	489,87	<0,0001**

Bloques	4	59,45	0,0013 **	22,95	0,1246	4,97	0,5362	12,2	0,4225	12,95	0,3198	4,78	0,7049	4,79	0,7602	12,38	0,6516	25,78	0,3063	16,92	0,4867
Error	20	8,83		11,15		6,17		12		10,31		8,78		10,67		19,88		19,94		18,96	
CV% Promedio		11,16		9,64		5,9		7,07		6,21		5,49		5,57		6,85		6,85		6,42	

flores

	gl	Cuadrados Medios																			
		Numero de flores por planta																			
		1 ra Eval.	P	2da Eval.	P	3ra Eval.	P	4ta Eval.	P	5ta Eval.	P	6ta Eval.	P	7ma Eval.	P	8va Eval.	P	9na Eval.	P	10ma Eval.	P
Total	393																				
Tratamientos	5	6,43	0,1731 <0,000	1,02	0,6922 0,0142	3,31	0,002* *	3,01	<0,000 1**	1,66	0,0022 **	0,96	0,0383 *	1,89	0,0027 **	0,47	0,0166 *	0,07	0,1643	0,01	0,5036 0,0085
Bloques	4	40,93	1**	5,28	*	9,73	1**	2,24	**	1,89	**	1,21	*	0,79	0,1867	0,28	0,1571	0,02	0,7937	0,05	**
Error	4	4,15		1,67		0,86		0,43		0,44		0,4		0,51		1,67		0,5		0,01	
CV% Promedio		53,48		49,43		59,94		70,92		98,95		269,6 1		165,53		288,73		44,6		796,35	

frutos

Fuente de variación	gl	Cuadrados Medios																			
		Numero de frutos por planta																			
		1 ra Eval.	P	2da Eval.	P	3ra Eval.	P	4ta Eval.	P	5ta Eval.	P	6ta Eval.	P	7ma Eval.	P	8va Eval.	P	9na Eval.	P	10ma Eval.	P
Total	449																				
Tratamientos	5	4,33	0,3589 0,0003	3,08	0,3323	2,71	0,4825 <0,000	11,95	0,0032 **	6,81	0,024* <0,000	2,13	0,3582 0,0072	5,17	0,0031 **	4,06	0,0016 **	0,5	0,1759	0,15	0,6483
Bloques	4	20,89	**	5,08	0,1095	42,9	1**	7,85	*	33,56	1**	6,88	**	8,46	**	4	*	0,57	0,1339	0,37	0,1526
Error	0	3,93		2,67		3,02		3,3		2,6		1,93		1,42		1,02		0,32		22	

CV% Promedio	31,16	28,31	33,15	38,93	47,85	77,85	75,61	91,44	216,27	231,45
									230,97	

Productividad

Fuente de variación	gl	Cuadrados Medios																			
		Longitud del fruto por planta																			
		1 ra Eval.	P	2da Eval.	P	3ra Eval.	P	4ta Eval.	P	5ta Eval.	P	6ta Eval.	P	7ma Eval.	P	8va Eval.	P	9na Eval.	P	10ma Eval.	P
Total	44																				
Tratamientos	5	79,69	0,1171 0,0274	9,37	0,6525	172,42	0,2214	53,98	0,2239	69,91	0,8969	48,78	0,8288	100,51	0,847	655,87	0,0134 *	89,33	0,1469 0,0458	103,06	0,1293 0,0202
Bloques	4	124,11	*	25,71	0,1247	175,34	0,2236	8	*	105,6	0,7405	5	0,612	273,32	0,3585	147,2	0,6244	132,91	*	176,66	*
Error	44	44,96		14,16		122,7		38,62		214,0		113,8		249,65		225,11		54,32		60,03	
CV% Promedio		35,14		17,39		71,74		29,31		91,62		82,19		140,73		121,3		217,76		217,05	

Fuente de variación	gl	Cuadrados Medios																			
		Rendimiento por planta (kg/planta)																			
		1 ra Eval.	P	2da Eval.	P	3ra Eval.	P	4ta Eval.	P	5ta Eval.	P	6ta Eval.	P	7ma Eval.	P	8va Eval.	P	9na Eval.	P	10ma Eval.	P
Total	29																				
Tratamientos	5	0,31	0,3171	0,1	0,78,52 0,0048	0,66	0,0419 *	0,66	0,0419 *	1,11	0,0016 **	0,19	0,5698 0,0138	1,01	0,0168 *	5,01	<0,000 1**	0,74	0,0894	0,95	0,0455 *
Bloques	4	0,38	0,2278	1,12	**	1,22	**	1,22	**	0,27	0,2524	1,01	*	0,05	0,9445	0,27	0,5827	0,72	0,1064	0,78	0,0969
Error	20	0,24		0,21		0,23		0,23		0,19		0,25		0,28		0,37		0,33		0,34	
CV% Promedio		11,35		8,33		11,81		11,81		11,05		15,31		19,71		19,42		58,68		1,02	

Fuente de variación	gl	Cuadrados Medios																			
		Diametro del fruto por planta (cm)																			
		1 ra Eval.	P	2da Eval.	P	3ra Eval.	P	4ta Eval.	P	5ta Eval.	P	6ta Eval.	P	7ma Eval.	P	8va Eval.	P	9na Eval.	P	10ma Eval.	P
Total	44																				
Tratamientos	5	4,78	0,0888 0,0169	0,47	0,6213 0,0039	9,42	0,2088	2,79	0,2318 0,0088	4,88	0,5313	2,61	0,8517	11,46	0,1558	41,39	<0,000 1**	7,86	0,1289 0,0161	7,25	0,1132 0,0207
Bloques	4	7,58	*	2,62	**	12,95	0,0967	6,95	**	3,07	0,7211	14,49	0,0682	2,12	0,8791	1,48	<0,000 2	14,09	*	11,85	*
Error	44	2,48		0,67		6,54		2,02		5,91		13,66		7,11		7,08		4,57		4,04	
CV% Promedio		35,25		15,67		70,79		28,64		65,32		82,03		101		84,99		216,27		216,15	

ANEXO D: ELICITORES Y BIOPRODUCTOS USADOS EN EL ESTUDIO



a) Elicitor a base de ácido salicílico b) Elicitor a base de silicio c) Bioproducto a base de *Trichoderma*+*Bacillus* d) Bioproducto a base de *Bacillus subtilis*

ANEXO E: PRODUCTOS QUÍMICOS USADOS EN EL ESTUDIO



a) Chlorothalonil (Daconil 720), b) dimetomorph (Forum WP), c) bupirimate (Nimrod), d) metalaxyl (Metarranch MZ), e) azoxystrobin (Gracias), f) mancozeb (Cadilac), g) penconazole (Topas), h) promamocarb (Prevalor)

ANEXO F: PROCEDIMIENTO LLEVADO A CABO DURANTE EL ESTUDIO



Instalación de cortinas de plastina para la separación y aplicación de los diferentes tratamiento



Área de campo antes de realizar la aplicación de los tratamientos



Aplicación de los diferentes tratamientos



Toma de datos de la severidad e incidencia de la planta



Recolección de los frutos de las unidades experimentales

ANEXO G: INCIDENCIA Y SEVERIDAD DEL MILDIU



Resultado final de la incidencia de mildiu por unidad experimental



Incidencia de mildiu por planta



Severidad de mildiu por hoja

ANEXO H: RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DE LOS TRATAMIENTOS EN ESTUDIO



Flores por planta



Frutos por planta



Toma de datos de la productividad: a) Diámetro del fruto por planta b) Rendimiento por planta (kg/planta) c) Longitud del fruto por planta



Resultado final de las aplicaciones en el tratamiento T4 del elicitor a base de ácido salicílico



Resultado final de las aplicaciones en el tratamiento T2 del elicitor a base de silicio



Resultado final de las aplicaciones en el tratamiento T3 del bioproducto a base de *Trichoderma*+*Bacillus*



Resultado final de las aplicaciones en el tratamiento T4 del bioproducto a base de *Bacillus subtilis*



Resultado final de las aplicaciones en el tratamiento T6 (Químico)

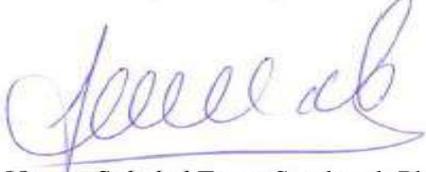


Resultado final en el tratamiento T6 (Testigo).



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
CERTIFICADO DE CUMPLIMIENTO DE LA GUÍA PARA
NORMALIZACIÓN DE TRABAJOS DE FIN DE GRADO

Fecha de entrega: 06 / 06 / 2024

INFORMACIÓN DEL AUTOR
Nombres – Apellidos: Mario Arturo Remache Remache
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: Recursos Naturales
Carrera: Agronomía
Título a optar: Ingeniero Agrónomo
<p style="text-align: center;"> Ing. Pablo Álvarez Romero Ph.D. Director del Trabajo de Integración Curricular</p> <p style="text-align: center;"> Ing. Norma Soledad Erazo Sandoval Ph.D. Asesora del Trabajo de Integración Curricular</p>