



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
CARRERA AGRONOMÍA

**ESTUDIO DEL CONTROL BIOLÓGICO Y QUÍMICO DE LA
ROYA (*Puccinia pittieriana* H.) EN CULTIVO ESTABLECIDO DE
TOMATE RIÑÓN (*Solanum lycopersicum* Mill) Cv. Dominique EN
INVERNADERO**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO AGRÓNOMO

AUTOR:

EDGAR ISRAEL LÓPEZ AUQUILLA

Riobamba – Ecuador

2023



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
CARRERA AGRONOMÍA

**ESTUDIO DEL CONTROL BIOLÓGICO Y QUÍMICO DE LA
ROYA (*Puccinia pittieriana* H.) EN CULTIVO ESTABLECIDO DE
TOMATE RIÑÓN (*Solanum lycopersicum* Mill) Cv. Dominique EN
INVERNADERO**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO AGRÓNOMO

AUTOR: EDGAR ISRAEL LÓPEZ AUQUILLA

DIRECTOR: Ing. PABLO ISRAEL ÁLVAREZ ROMERO PhD.

Riobamba – Ecuador

2023

© 2023, Edgar Israel López Auquilla

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, Edgar Israel López Auquilla, 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, 13 de junio de 2023

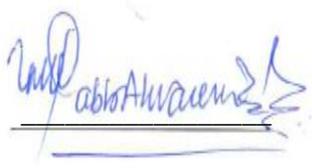


Edgar Israel López Auquilla

060493948-8

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, **ESTUDIO DEL CONTROL BIOLÓGICO Y QUÍMICO DE LA ROYA (*Puccinia pittieriana* H.) EN CULTIVO ESTABLECIDO DE TOMATE RIÑÓN (*Solanum lycopersicum* Mill) Cv. Dominique EN INVERNADERO**, realizado por el señor: **EDGAR ISRAEL LÓPEZ AUQUILLA**, 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 Alberto Lindao Córdova Ph.D. PRESIDENTE DEL TRIBUNAL		2023-06-13
Ing. Pablo Israel Álvarez Romero Ph.D. DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		2023-06-13
Ing. Norma Soledad Erazo Sandoval Ph.D. ASESORA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		2023-06-13

DEDICATORIA

La presente investigación le dedico a Dios por darme salud, fuerza y sabiduría para alcanzar mi meta a pesar de muchas dificultades que se presentaron en mi camino. A mis padres por enseñarme los valores de la vida, por su paciencia, dedicación y por sus consejos que a lo largo de mi vida.

Edgar

AGRADECIMIENTO

A Dios por bendecirme con salud y guiarme en la ejecución y culminación de este trabajo de investigación. A mis padres y a mis hermanas por su apoyo y consejos que me motivaron en mi desarrollo académico profesional. A los Docentes de la Carrera de Agronomía, gracias por ser la llave hacia el conocimiento, por brindarme excelentes conocimientos, experiencias, sabiduría, criterio, respetando siempre la profesión a la que nos encaminamos con vocación. Al PhD. Pablo Álvarez por guiarme en esta investigación y por todo el apoyo brindado en la orientación y corrección de la investigación en su calidad de director. A la PhD. Norma Erazo por su invaluable colaboración y asesoría en el desarrollo de este trabajo de investigación, por compartir sus conocimientos en su calidad de Asesora.

Edgar

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	xvii
ÍNDICE DE ANEXOS	xx
RESUMEN.....	xxi
SUMMARY	xxii
INTRODUCCIÓN	1

CAPÍTULO I

1. PROBLEMA DE INVESTIGACION.....	2
1.1 Planteamiento del problema	2
1.2 Objetivos.....	2
1.2.1 <i>Objetivo general</i>	2
1.2.2 <i>Objetivos específicos</i>	2
1.3 Justificación.....	2
1.4 Hipótesis	3
1.4.1 <i>Hipótesis nula</i>	3
1.4.2 <i>Hipótesis alterna</i>	3

CAPÍTULO II

2. MARCO TEORICO	4
2.1 Tomate riñón (<i>Solanum lycopersicum</i> Mill).....	4
2.1.1 <i>Generalidades del cultivo</i>	4
2.1.2 <i>Origen</i>	4
2.1.3 <i>Taxonomía</i>	5
2.1.4 <i>Características morfológicas</i>	5
2.1.5 <i>Fases fenológicas del cultivo de tomate</i>	6

2.1.6	<i>Requerimientos edafoclimáticos</i>	6
2.2	Plagas y Enfermedades	7
2.2.1	<i>Principales plagas del cultivo de tomate.</i>	7
2.2.2	<i>Principales enfermedades del cultivo de tomate.</i>	9
2.3	Roya (<i>Puccinia pittieriana</i> H.)	10
2.3.1	<i>Agente causal</i>	11
2.3.2	<i>Hospederos</i>	11
2.3.3	<i>Taxonomía</i>	11
2.3.4	<i>Sintomatología</i>	11
2.3.5	<i>Signos</i>	12
2.3.6	<i>Condiciones climáticas predisponentes</i>	12
2.3.7	<i>Formas de reproducción</i>	12
2.3.8	<i>Estructura de sobrevivencia</i>	12
2.3.9	<i>Proceso de infección</i>	12
2.3.10	<i>Formas de diseminación</i>	12
2.3.11	<i>Manejo</i>	13
2.4	Productos de origen biológico para el control de roya.	13
2.4.1	<i>Trichoderma spp.</i>	13
2.4.2	<i>Bacillus subtilis</i>	16
2.5	Pyraclostrobin + Epoxiconazole.	18
2.5.1	<i>Pyraclostrobin</i>	18
2.5.2	<i>Epoxiconazole</i>	18
2.5.3	<i>Cuantificación de la enfermedad</i>	18
2.5.4	<i>Incidencia</i>	18
2.5.5	<i>Severidad</i>	19
2.5.6	<i>Área bajo la curva del progreso de la Enfermedad (ABCPE)</i>	19

CAPÍTULO III

3.	MARCO METODOLÓGICO	19
----	---------------------------------	----

3.1	Características del lugar	19
3.1.1	<i>Localización</i>	19
3.1.2	<i>Ubicación geográfica</i>	20
3.1.3	<i>Condiciones agroclimáticas</i>	20
3.2	Materiales y equipos	20
3.2.1	<i>Materiales de campo</i>	20
3.2.2	<i>Materiales de oficina</i>	20
3.2.3	<i>Equipos</i>	21
3.2.4	<i>Insumos</i>	21
3.3	Métodos	21
3.3.1	<i>Factores de estudio</i>	21
3.3.2	<i>Tratamientos</i>	22
3.3.3	<i>Unidad experimental</i>	22
3.3.4	<i>Diseño experimental</i>	23
3.3.5	<i>Análisis de varianza</i>	23
3.3.6	<i>Análisis funcional</i>	23
3.4	Variables y métodos de evaluación	23
3.4.1	<i>Incidencia de la enfermedad</i>	24
3.4.2	<i>Severidad de la enfermedad</i>	24
3.4.3	<i>Área bajo la curva de la severidad</i>	25
3.4.4	<i>Eficacia biológica</i>	25
3.4.5	<i>Rendimiento</i>	26
3.4.6	<i>Análisis económico</i>	26
3.5	Manejo del cultivo	26
3.5.1	<i>Labores culturales</i>	26
3.5.2	<i>Cosecha</i>	26

CAPÍTULO IV

4.	MARCO DE ANALISIS E INTERPRETACION DE RESULTADOS	27
-----------	---	----

4.1	Sintomatología de roya (<i>Puccinia pittieriana</i> H.)	27
4.2	Incidencia de la enfermedad	28
4.2.1	<i>Incidencia de roya por planta</i>	28
4.2.2	<i>Incidencia de roya por hoja</i>	43
4.3	Severidad de la enfermedad	58
4.3.1	<i>Número de pústulas de roya por hoja</i>	58
4.3.2	<i>Severidad promedio por planta</i>	72
4.4	Área bajo la curva de la enfermedad	85
4.4.1	<i>Área bajo la curva de la incidencia de roya por planta</i>	85
4.4.2	<i>Área bajo la curva de la incidencia de roya por hoja</i>	86
4.4.3	<i>Área bajo la curva de la severidad (número de pústulas por m²)</i>	88
4.4.4	<i>Área bajo la curva de la severidad promedio (%)</i>	89
4.5	Eficacia biológica	90
4.6	Rendimiento (kg/planta) de 14 semanas	92
4.7	Análisis económico	93
4.8	Discusión de resultados	94

CAPÍTULO V

5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	98
5.1	Conclusiones	98
5.2	Recomendaciones	98

GLOSARIO

BIBLIOGRAFIA

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-2:	Clasificación taxonómica <i>Solanum lycopersicum</i>	5
Tabla 2-2:	Principales plagas del cultivo de <i>Solanum lycopersicum</i>	7
Tabla 3-2:	Principales enfermedades del cultivo de <i>Solanum lycopersicum</i>	9
Tabla 4-2:	Clasificación taxonómica de la roya <i>Puccinia pittieriana</i> H.....	11
Tabla 5-2:	Clasificación taxonómica de <i>Trichoderma</i>	14
Tabla 6-2:	Clasificación taxonómica de <i>Bacillus subtilis</i>	17
Tabla 7-3:	Coordenadas geográficas UTM de la zona en estudio.....	20
Tabla 8-3:	Condiciones agroclimáticas de la zona en estudio.	20
Tabla 9-3:	Generalidades de los productos biológicos utilizados.	22
Tabla 10-3:	Generalidades de los productos químicos utilizados	22
Tabla 11-3:	Tratamientos en estudio.....	22
Tabla 12-3:	Especificaciones del ensayo para plantas tratadas con diferentes tipos de productos.	22
Tabla 13-3:	Esquema del Anova utilizado en plantas tratadas con productos para el control de roya en cultivo de tomate.	23
Tabla 14-4:	Anova para la variable incidencia por planta (%) evaluadas a los 130 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.	29
Tabla 15-4:	Anova para la variable incidencia por planta (%) evaluadas a los 140 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.	30
Tabla 16-4:	La prueba de Tukey (5%) para la variable incidencia por planta (%) evaluadas a los 140 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.....	31
Tabla 17-4:	Anova para la variable incidencia por planta (%) evaluadas a los 150 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.	32
Tabla 18-4:	La prueba de Tukey (5%) para la variable incidencia por planta (%) evaluadas a los 150 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.....	32
Tabla 19-4:	Anova para la variable incidencia por planta (%) evaluadas a los 160 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.	33
Tabla 20-4:	La prueba de Tukey (5%) para la variable incidencia por planta (%) evaluadas a los 160 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.....	34
Tabla 21-4:	Anova para la variable incidencia por planta (%) evaluadas a los 170 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.	35
Tabla 22-4:	La prueba de Tukey (5%) para la variable incidencia por planta (%) evaluadas a los 170 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.....	35

Tabla 23-4:	Anova para la variable incidencia por planta (%) evaluadas a los 180 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.	36
Tabla 24-4:	La prueba de Tukey (5%) para la variable incidencia por planta (%) evaluadas a los 180 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.....	37
Tabla 25-4:	Anova para la variable incidencia por planta (%) evaluadas a los 190 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.	38
Tabla 26-4:	La prueba de Tukey (5%) para la variable incidencia por planta (%) evaluadas a los 190 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.....	38
Tabla 27-4:	Anova para la variable incidencia por planta (%) evaluadas a los 200 ddt plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.	39
Tabla 28-4:	La prueba de Tukey (5%) para la variable incidencia por planta (%) evaluadas a los 200 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.....	40
Tabla 29-4:	Anova para la variable incidencia por planta (%) evaluadas a los 210 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.	41
Tabla 30-4:	La prueba de Tukey (5%) para la variable incidencia por planta (%) evaluadas a los 210 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.....	41
Tabla 31-4:	Anova para la variable incidencia por planta (%) evaluadas a los 220 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.	42
Tabla 32-4:	La prueba de Tukey (5%) para la variable incidencia por planta (%) evaluadas a los 220 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.....	43
Tabla 33-4:	Anova para la variable incidencia de roya por hoja (%) evaluadas a los 130 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.	44
Tabla 34-4:	La prueba de Tukey (5%) para la incidencia de roya por hoja (%) evaluadas a los 130 ddt en plantas de tomate sometidas a diferentes tratamientos.	44
Tabla 35-4:	Anova para la variable incidencia por hoja (%) evaluadas a los 140 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.	45
Tabla 36-4:	La prueba de Tukey (5%) para la variable incidencia (%) evaluadas a los 140 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.	46
Tabla 37-4:	Anova para la variable incidencia por hoja (%) evaluadas a los 150 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.	47
Tabla 38-4:	La prueba de Tukey (5%) para la variable incidencia por hoja (%) evaluadas a los 150 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.	47
Tabla 39-4:	Anova para la variable incidencia por hoja (%) evaluadas a los 160 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.	48
Tabla 40-4:	La prueba de Tukey (5%) para la variable incidencia por hoja (%) evaluadas a los 160 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.	49

Tabla 41-4:	Anova para la variable incidencia por hoja (%) evaluadas a los 170 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.	50
Tabla 42-4:	La prueba de Tukey (5%) para la variable incidencia (%) evaluadas a los 170 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.	50
Tabla 43-4:	Anova para la variable incidencia por hoja (%) evaluadas a los 180 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.	51
Tabla 44-4:	La prueba de Tukey (5%) para la variable incidencia por hoja (%) evaluadas a los 180 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.	52
Tabla 45-4:	Anova para la variable incidencia por hoja (%) evaluadas a los 190 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.	53
Tabla 46-4:	La prueba de Tukey (5%) para la variable incidencia por hoja (%) evaluadas a los 190 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.	53
Tabla 47-4:	Anova para la variable incidencia por hoja (%) evaluadas a los 200 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.	54
Tabla 48-4:	La prueba de Tukey (5%) para la variable incidencia por hoja (%) evaluadas a los 200 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.	55
Tabla 49-4:	Anova para la variable incidencia por hoja (%) evaluadas a los 210 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.	56
Tabla 50-4:	La prueba de Tukey (5%) para la variable incidencia (%) evaluadas a los 210 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.	56
Tabla 51-4:	Anova para la variable incidencia por hoja (%) evaluadas a los 220 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.	57
Tabla 52-4:	La prueba de Tukey (5%) para la variable incidencia (%) evaluadas a los 220 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.	58
Tabla 53-4:	Anova para la variable severidad (pústulas/m ²) evaluadas a los 130 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.	59
Tabla 54-4:	Anova para la variable severidad (pústulas/m ²) evaluadas a los 140 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.	60
Tabla 55-4:	La prueba de Tukey (5%) para la variable severidad (pústulas/m ²) evaluadas a los 140 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.	60
Tabla 56-4:	Anova para la variable severidad (pústulas/m ²) evaluadas a los 150 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.	61
Tabla 57-4:	La prueba de Tukey (5%) para la variable severidad (pústulas/m ²) evaluadas a los 150 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.	62
Tabla 58-4:	Anova para la variable severidad (pústulas/m ²) evaluadas a los 160 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.	63

Tabla 59-4:	La prueba de Tukey (5%) para la variable severidad (pústulas/m ²) evaluadas a los 160 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.	63
Tabla 60-4:	Anova para la variable severidad (pústulas/m ²) evaluadas a los 170 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.	64
Tabla 61-4:	La prueba de Tukey (5%) para la variable severidad (pústulas/m ²) evaluadas a los 170 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.	65
Tabla 62-4:	Anova para la variable severidad (pústulas/m ²) evaluadas a los 180 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.	66
Tabla 63-4:	La prueba de Tukey (5%) para la variable severidad (pústulas/m ²) evaluadas a los 180 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.	66
Tabla 64-4:	Anova para la variable severidad (pústulas/m ²) evaluadas a los 190 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.	67
Tabla 65-4:	La prueba de Tukey (5%) para la variable severidad (pústulas/m ²) evaluadas a los 190 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.	68
Tabla 66-4:	Anova para la variable severidad (pústulas/m ²) evaluadas a los 200 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.	69
Tabla 67-4:	La prueba de Tukey (5%) para la variable severidad (pústulas/m ²) evaluadas a los 200 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.	69
Tabla 68-4:	Anova para la variable severidad (pústulas/m ²) evaluadas a los 210 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.	70
Tabla 69-4:	La prueba de Tukey (5%) para la variable severidad (pústulas/m ²) evaluadas a los 210 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.	71
Tabla 70-4:	Anova para la variable severidad (pústulas/m ²) evaluadas a los 220 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.	72
Tabla 71-4:	La prueba de Tukey (5%) para la variable severidad (pústulas/m ²) evaluadas a los 220 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.	72
Tabla 72-4:	Anova para la variable severidad promedio por planta (%) evaluadas a los 130 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.	73
Tabla 73-4:	Anova para la variable severidad promedio (%) evaluadas a los 140 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.	74
Tabla 74-4:	La prueba de Tukey (5%) para la variable severidad promedio (%) evaluadas a los 140 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.	75
Tabla 75-4:	Anova para la variable severidad promedio (%) evaluadas a los 150 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.	76
Tabla 76-4:	La prueba de Tukey (5%) para la variable severidad promedio (%) evaluadas a los 150 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.	76

Tabla 77-4:	Anova para la variable severidad promedio (%) evaluadas a los 160 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.	77
Tabla 78-4:	Anova para la variable severidad promedio (%) evaluadas a los 170 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.	78
Tabla 79-4:	La prueba de Tukey (5%) para la variable severidad promedio (%) evaluadas a los 170 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.	79
Tabla 80-4:	Anova para la variable severidad promedio (%) evaluadas a los 180 ddt plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.	80
Tabla 81-4:	Anova para la variable severidad promedio (%) evaluadas a los 190 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.	81
Tabla 82-4:	Anova para la variable severidad promedio (%) evaluadas a los 200 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.	82
Tabla 83-4:	Anova para la variable severidad promedio (%) evaluadas a los 210 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.	83
Tabla 84-4:	La prueba de Tukey (5%) para la variable severidad promedio (%) evaluadas a los 210 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.	83
Tabla 85-4:	Anova para la variable severidad promedio (%) evaluadas a los 220 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.	84
Tabla 86-4:	La prueba de Tukey (5%) para la variable severidad promedio (%) evaluadas a los 220 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.	85
Tabla 87-4:	Anova del ABCPE para la variable incidencia de roya (%) por planta de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.	86
Tabla 88-4:	La prueba de Tukey (5%) la variable ABCPE de la incidencia de roya (%) por planta de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.	86
Tabla 89-4:	Anova del ABCPE para la variable incidencia de roya (%) por hoja en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.	87
Tabla 90-4:	La prueba de Tukey (5%) la variable ABCPE de la incidencia de roya (%) por hoja plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.	88
Tabla 91-4:	Anova del ABCPE para la variable severidad (pústula/m ²) en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.	88
Tabla 92-4:	La prueba de Tukey (5%) la variable ABCPE de la severidad (pústula/m ²) en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.	89
Tabla 93-4:	Anova del ABCPE para la variable severidad promedio (%) en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.	90
Tabla 94-4:	La prueba de Tukey (5%) la variable ABCPE de la severidad promedio (%) en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.	90

Tabla 95-4:	La prueba de Tukey (5%) la variable eficacia biológica (%) en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.	91
Tabla 96-4:	La prueba de Tukey (5%) la variable eficacia biológica (%) en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.	92
Tabla 97-4:	Anova para la variable rendimiento evaluado en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.	92
Tabla 98-4:	La prueba de Tukey (5%) la variable rendimiento evaluado en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.	93
Tabla 99-4:	Análisis económico de los tratamientos evaluados en el manejo de <i>Puccinia pittieriana</i> H. en el cultivo de tomate riñón.	93

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

- Ilustración 1-4:** Diagrama de la severidad promedio de roya en hojas de tomate riñón. 25
- Ilustración 2-4:** Síntomas de roya (*Puccinia pittieriana* H.) en tomate. A) lesiones cloróticas en el haz. B.) pústulas amarillentas en el envés de la hoja. envés de hojas.. 28
- Ilustración 3-4:** Diagrama de caja y bigote para la variable incidencia por planta (%) evaluada a los 130 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos. 29
- Ilustración 4-4:** Diagrama de caja y bigote para la variable incidencia por planta (%) evaluada a los 140 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos. 30
- Ilustración 5-4:** Diagrama de caja y bigote para la variable incidencia por planta (%) evaluada a los 150 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos. 31
- Ilustración 6-4:** Diagrama de caja y bigote para la variable incidencia por planta (%) evaluada a los 160 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos. 33
- Ilustración 7-4:** Diagrama de caja y bigote para la variable incidencia por planta (%) evaluada a los 170 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos. 34
- Ilustración 8-4:** Diagrama de caja y bigote para la variable incidencia por planta (%) evaluada a los 180 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos. 36
- Ilustración 9-4:** Diagrama de caja y bigote para la variable incidencia por planta (%) evaluada a los 190 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos. 37
- Ilustración 10-4:** Diagrama de caja y bigote para la variable incidencia por planta (%) evaluada a los 200 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos. 39
- Ilustración 11-4:** Diagrama de caja y bigote para la variable incidencia por planta (%) evaluada a los 210 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos. 40
- Ilustración 12-4:** Diagrama de caja y bigote para la variable incidencia por planta (%) evaluada a los 220 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos. 42
- Ilustración 13-4:** Diagrama de caja y bigote para la variable incidencia por hoja (%) evaluada a los 130 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.... 43
- Ilustración 14-4:** Diagrama de caja y bigote para la variable incidencia por hoja (%) evaluada a los 140 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.... 45
- Ilustración 15-4:** Diagrama de caja y bigote para la variable incidencia por hoja (%) evaluada a los 150 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.... 46
- Ilustración 16-4:** Diagrama de caja y bigote para la variable incidencia por hoja (%) evaluada a los 160 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.... 48
- Ilustración 17-4:** Diagrama de caja y bigote para la variable incidencia por hoja (%) evaluada a los 170 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.... 49

Ilustración 18-4:	Diagrama de caja y bigote para la variable incidencia por hoja (%) evaluada a los 180 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos....	51
Ilustración 19-4:	Diagrama de caja y bigote para la variable incidencia por hoja (%) evaluada a los 190 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos....	52
Ilustración 20-4:	Diagrama de caja y bigote para la variable incidencia por hoja (%) evaluada a los 200 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos....	54
Ilustración 21-4:	Diagrama de caja y bigote para la variable incidencia por hoja (%) evaluada a los 210 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos....	55
Ilustración 22-4:	Diagrama de caja y bigote para la variable incidencia por hoja (%) evaluada a los 220 ddt en plantas de tomate sometidas a diferentes tratamientos.	57
Ilustración 23-4:	Diagrama de caja y bigote para la variable severidad (pústulas/m ²) evaluada a los 130 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos....	58
Ilustración 24-4:	Diagrama de caja y bigote para la variable severidad (pústulas/m ²) evaluada a los 140 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos....	59
Ilustración 25-4:	Diagrama de caja y bigote para la variable severidad (pústulas/m ²) evaluada a los 150 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos....	61
Ilustración 26-4:	Diagrama de caja y bigote para la variable severidad (pústulas/m ²) evaluada a los 160 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos....	62
Ilustración 27-4:	Diagrama de caja y bigote para la variable severidad (pústulas/m ²) evaluada a los 170 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos....	64
Ilustración 28-4:	Diagrama de caja y bigote para la variable severidad (pústulas/m ²) evaluada a los 180 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos....	65
Ilustración 29-4:	Diagrama de caja y bigote para la variable severidad (pústulas/m ²) evaluada a los 190 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos....	67
Ilustración 30-4:	Diagrama de caja y bigote para la variable severidad final (pústulas/m ²) evaluada a los 200 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.	68
Ilustración 31-4:	Diagrama de caja y bigote para la variable severidad (pústulas/m ²) evaluada a los 210 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos....	70
Ilustración 32-4:	Diagrama de caja y bigote para la variable severidad (pústulas/m ²) evaluada a los 220 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos....	71
Ilustración 33-4:	Diagrama de caja y bigote para la variable severidad promedio por planta (%) evaluada a los 130 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.	73
Ilustración 34-4:	Diagrama de caja y bigote para la variable severidad promedio (%) evaluada a los 140 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.	74

Ilustración 35-4:	Diagrama de caja y bigote para la variable severidad (%) evaluada a los 150 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.	75
Ilustración 36-4:	Diagrama de caja y bigote para la variable severidad (%) evaluada a los 160 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.	77
Ilustración 37-4:	Diagrama de caja y bigote para la variable severidad (%) evaluada a los 170 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.	78
Ilustración 38-4:	Diagrama de caja y bigote para la variable severidad (%) evaluada a los 180 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.	79
Ilustración 39-4:	Diagrama de caja y bigote para la variable severidad (%) evaluada a los 190 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.	80
Ilustración 40-4:	Diagrama de caja y bigote para la variable severidad promedio (%) evaluada a los 200 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.	81
Ilustración 41-4:	Diagrama de caja y bigote para la variable severidad promedio (%) evaluada a los 210 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.	82
Ilustración 42-4:	Diagrama de caja y bigote para la variable severidad promedio (%) evaluada a los 220 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.	84
Ilustración 43-4:	Curva del progreso de la enfermedad para la variable incidencia de roya (%) por planta en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.	85
Ilustración 44-4:	Curva del progreso de la enfermedad para la variable incidencia de roya (%) por hoja en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.	87
Ilustración 45-4:	Curva del progreso de la enfermedad para la variable severidad (pústulas/m ²) en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.	88
Ilustración 46-4:	Curva del progreso de la enfermedad para la variable severidad promedio (%) en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.	89
Ilustración 47-4:	Diagrama de barras para la variable eficacia biológica evaluada en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.	91
Ilustración 48-4:	Diagrama de caja y bigote para la variable rendimiento (kg/planta) evaluado en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.	92

ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A:** UBICACIÓN DEL ENSAYO.
- ANEXO B:** IDENTIFICACIÓN DE LA ENFERMEDAD EN EL CULTIVO.
- ANEXO C:** SEPARACIÓN DE TRATAMIENTOS CON SACOS.
- ANEXO D:** ROTULACIÓN DE TRATAMIENTOS.
- ANEXO E:** CONTROLES UTILIZADOS EN LA INVESTIGACIÓN.
- ANEXO F:** APLICACIÓN DE CONTROLES.
- ANEXO G:** ELABORACION DE CATEGORIAS DE HOJAS.
- ANEXO H:** DETERMINACION DEL RENDIMIENTO DE LOS TRATAMIENTOS.
- ANEXO I:** COSTOS DE PRODUCCIÓN.
- ANEXO J:** RENDIMIENTO (kg/planta).

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue estudiar la aplicación de control biológico y químico sobre Roya (*Puccinia pittieriana* H.) en tomate riñón (*Solanum lycopersicum* Mill.) cv. Dominique en invernadero, para lo cual se empleó un diseño de bloques completos al azar con 4 tratamientos, un testigo y cuatro repeticiones, cada unidad experimental se constituyó con 40 plantas de las cuales se evaluaron variables como la incidencia, severidad, área bajo la curva del progreso de la enfermedad (ABCPE), eficacia biológica y rendimiento, para la determinación de la incidencia y severidad se realizó observaciones con intervalos de 9 días, las aplicaciones se realizaron con una frecuencia de 10 días, en el caso de la determinación del área bajo la curva del progreso de la enfermedad y eficacia biológica se utilizó fórmulas ya preestablecidas y para la determinación del rendimiento se realizó la cosecha semanalmente. Los resultados obtenidos se tabularon en Excel y posteriormente se procesaron en el software estadístico Infostat versión estudiantil 2020 para su análisis estadístico, los mismos fueron graficados mediante el software R Studio versión 4.1.2. El análisis de varianza mostro efectos altamente significativos en el tratamiento de tipo biológico *Trichoderma harzianum* y tratamiento de tipo químico Pyraclostrobin + Epoxiconazole en un periodo de 10 días ya que se obtuvo resultados de una severidad final 0%, ABCPE de 16,43 y 14,58 respectivamente y rendimiento 4,59 y 4,58 (kg/planta) respectivamente. Se concluyó que los mejores tratamientos para el control de *Puccinia pittieriana* fueron *Trichoderma harzianum* como control biológico y Pyraclostrobin + Epoxiconazole como control químico. Se recomienda realizar trabajos de investigación probando diferentes dosis, frecuencia y el número de aplicaciones de los tratamientos utilizados en el presentes estudio.

Palabras clave: <*Trichoderma*>, <PYRACLOSTROBIN>, <EPOXICONAZOLE>, <*Puccinia pittieriana* H.>, <*Bacillus subtilis*>, <CONTROL BIOLÓGICO>, <TOMATE>.



Mg. C. Castillo



1207-DBRA-UPT-2023

SUMMARY

This research aimed to study the application of biological and chemical control on Rust (*Puccinia pittieriana* H.) on tomato (*Solanum lycopersicum* Mill.) cv. Dominique cultivated in greenhouse. A randomized complete block design was used with four treatments, a control and four replications, each experimental unit was constituted with 40 plants to evaluate the variables incidence, severity, area under the disease progress curve (ABCPE), biological efficacy and yield were evaluated. Observations were made at 9-day intervals to determinate incidence and severity, applications were made every 10 days, Pre-established formulas were used to determinate the area under the disease progress curve and biological efficacy, the harvest was carried out on a weekly basis and to determinate the yield,. The results obtained were tabulated in Excel and then processed in the statistical software Infostat student version 2020 for statistical analysis, the same were plotted using the software R Studio version 4.1.2. The analysis of variance showed highly significant effects in the biological treatment *Trichoderma harzianum* and chemical treatment Pyraclostrobin + Epoxiconazole in a period of 10 days as results of a final severity 0%, ABCPE of 16.43 and 14.58 respectively and yield 4.59 and 4.58 (kg/plant) respectively were obtained. It was concluded that the best treatments for the control of *Puccinia pittieriana* were *Trichoderma harzianum* as biological control and Pyraclostrobin + Epoxiconazole as chemical control. It is recommended to carry out research work by testing different doses, frequency, and number of applications of the treatments used in the present study.

Key words: <*Trichoderma*>, <PYRACLOSTROBIN>, <EPOXICONAZOLE>, <*Puccinia pittieriana* H.>, <*Bacillus subtilis*>, <Biological control>, <TOMATO>.



Esthela Isabel Colcha Guashpa

0603020678

INTRODUCCIÓN

Durante la última década, ha habido un aumento en la producción mundial del cultivo de tomate riñón (*Solanum lycopersicum*), la cual, es una planta herbácea que pertenece a la familia Solanácea y es originaria de Centro y Sudamérica. China es el principal productor y consumidor de tomate riñón a nivel mundial. Según datos de la FAO (2020), China produjo alrededor de 60 millones de toneladas de tomate, lo que representa más del 30% de la producción mundial de tomate. Además, gran parte de la producción de tomate en China se destina al consumo interno, lo que lo convierte en el principal consumidor de esta hortaliza. Otros países importantes en la producción de tomate riñón incluyen Estados Unidos, India, Turquía, Irán, Egipto, Italia, Brasil y México, entre otros, mientras que, en Latinoamérica, Estados Unidos es el principal importador y México es el mayor exportador de tomate riñón (Pinargote, 2020a, p.6).

El cultivo de tomate riñón es de gran importancia para la economía y la agricultura del Ecuador. El país es uno de los principales exportadores de tomate riñón en América Latina, y su producción se concentra en las regiones de la costa y la sierra. La exportación de tomate riñón, junto con otras hortalizas, es una actividad económica importante para el país, generando ingresos y empleo para miles de personas, especialmente en las zonas rurales donde se cultiva (Pinargote, 2020b, p.6).

Es una fuente importante de nutrientes y vitaminas, y su consumo contribuye a una dieta saludable y equilibrada. Los cultivos de tomate riñón pueden enfrentar una variedad de problemas que pueden resultar en pérdidas en la producción, tanto a campo abierto, como en cultivos en invernadero bajo condiciones de alta temperatura y humedad, La presencia de enfermedades en los cultivos de tomate riñón puede llevar a que los agricultores pierdan gran parte de su cosecha, lo que puede tener consecuencias negativas en su actividad económica (Pinargote, 2020c, p.6).

Una de las enfermedades a nivel foliar es la roya (*Puccinia pittieriana* H.) siendo esta es la única roya que puede afectar al cultivo de tomate (Velasgüi, 1998, p.6).

En la agricultura moderna, es necesario reducir el uso de agroquímicos y adoptar sistemas sostenibles que utilicen agentes de control biológico. El uso de *Trichoderma* como una opción para combatir enfermedades de los cultivos ha sido objeto de numerosos estudios y se ha demostrado que puede ser efectivo en el control de enfermedades fúngicas en una variedad de cultivos (Piedra, 2008, p.1).

CAPÍTULO I

1. PROBLEMA DE INVESTIGACION

1.1 Planteamiento del problema

Actualmente no se dispone de información *in situ* sobre el efecto de aplicación de *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma longibrachiatum* y *Bacillus* para el control de roya en cultivos de tomate riñón (*Solanum lycopersicum* Mill.) bajo invernadero en la parroquia Yaruqués.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general

Estudiar la aplicación de control biológico y químico sobre Roya (*Puccinia pittieriana* H.) en tomate riñón (*Solanum lycopersicum*).

1.2.2 Objetivos específicos

- Determinar la eficacia de *Trichoderma harzianum*, *longibrachiatum* y *Bacillus* para el control biológico de roya en tomate riñón en invernadero.
- Determinar la eficacia de Pyraclostrobin y Epoxiconazole para el control químico de roya en tomate riñón en invernadero.
- Analizar económicamente los tratamientos en estudio.

1.3 Justificación

Estudios han demostrado que el uso de *Trichoderma* y *Bacillus* para el control de enfermedades en diferentes cultivos, han dado buenos resultados, considerándolo como una alternativa orgánica, reduciendo así el uso de pesticidas químicos en los cultivos de tomate riñón bajo invernadero.

Por lo antes mencionado se planteó el presente ensayo con la finalidad de determinar y evaluar el efecto de la aplicación de *Trichoderma harzianum*, *T. longibrachiatum*, y *Bacillus* para el control de roya en tomate riñón (*Solanum lycopersicum* Mill.) en el cantón Riobamba, provincia de Chimborazo para que puedan constituirse en alternativas productivas y económicas para agricultores del sector.

1.4 Hipótesis

1.4.1 Hipótesis nula

Los controles aplicados no disminuyen el daño de roya en el cultivo de tomate riñón bajo invernadero.

1.4.2 Hipótesis alterna

Al menos uno de los controles aplicados disminuye el nivel de daño de roya en el cultivo de tomate riñón en invernadero.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEORICO

2.1 Tomate riñón (*Solanum lycopersicum* Mill)

2.1.1 Generalidades del cultivo

El tomate riñón es una de las hortalizas más cultivadas en todo el mundo debido a su valor nutricional y alta demanda en la dieta diaria. Se puede cultivar en campo abierto o en invernaderos a una amplia variedad de altitudes, desde el nivel del mar hasta los 3,200 metros sobre el nivel del mar. Debido a su calidad, popularidad y alta producción, el tomate riñón es un cultivo significativo en invernaderos y una opción rentable para agricultores. En la economía actual de las familias campesinas ecuatorianas, cultivar tomate riñón en invernaderos es una alternativa importante (Caguana, 2003^a, p.9).

De acuerdo con las cifras de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), la producción y el área de cultivo de hortalizas están aumentando en todo el mundo debido a la creciente preocupación por una alimentación saludable y el aumento en el consumo de estos alimentos. El tomate es una de las hortalizas más importantes cultivadas en todo el mundo, con una superficie de cultivo de 5 millones de hectáreas cosechadas en 2019 (Muñoz, 2021, p.2).

2.1.2 Origen

Estudios realizados han demostrado que el tomate es una planta originaria de América del Sur, específicamente de la Región Andina que abarca países como Chile, Ecuador, Bolivia, Perú y Colombia. En esta zona se encuentra la mayor variabilidad genética y abundancia de tipos silvestres. Sin embargo, su domesticación y cultivo inicial tuvo lugar en el sur de México y el norte de Guatemala. Se introdujo en Europa en el siglo XVI y principios del siglo XVII, y se cultivó en jardines de Italia, Inglaterra, España y Francia, donde inicialmente se utilizó como planta ornamental debido a la belleza y color de sus frutos. Fue solo a finales del siglo XVIII cuando el tomate comenzó a ser producido como un cultivo comestible (Jaramillo, et al., 2012a: p.93).

El proceso de domesticación del tomate comenzó en el sur de México y el norte de Guatemala. Luego, durante el siglo XVI y principios del siglo XVII, el tomate fue llevado a Europa. Fue solo a finales del siglo XVIII cuando el tomate comenzó a ser producido como un cultivo comestible,

lo que marcó un hito importante en la popularidad y uso para la alimentación humana (Jaramillo, et al., 2012b: p.93).

Considerada una planta silvestre que se distribuye desde zonas de Ecuador y Perú hasta llegar a América tropical. La historia menciona que los españoles la trajeron desde Puebla, México hasta Europa a principios del siglo XVI. Después de su introducción en Europa, el tomate fue llevado a tierras del océano Pacífico y finalmente llegó a Estados Unidos a finales del siglo XVII (Mancilla, 2021a, p.27).

2.1.3 Taxonomía

Según muestra (Jaramillo., et al., 2012c: p.95) *Solanum lycopersicum* se clasifica en:

Tabla 1-2: Clasificación taxonómica *Solanum lycopersicum*.

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Solanale
Familia:	<i>Solanaceae</i>
Género:	<i>Solanum</i>
Especie:	<i>lycopersicum</i>

Fuente: Jaramillo, 2012.

Realizado por: López, Edgar, 2023.

2.1.4 Características morfológicas

Solanum lycopersicum es una planta herbácea perenne, dicotiledónea, comúnmente se cultiva de manera anual para el consumo de sus frutos (Rendon, 2015, p.4)

Raíz: El tomate es una planta pivotante, lo que significa que tiene una raíz principal que crece hacia abajo y muchas raíces secundarias que se extienden horizontalmente. Su sistema radicular es profundo y poco ramificado, lo que le permite absorber los nutrientes y el agua del suelo de manera efectiva y resistir condiciones climáticas adversas (Silva, 2015, p.3).

Tallo: Los tallos son semileñosos, de mediano grosor y con pelos glandulares, sobre él se desarrollan las hojas, tallos secundarios e inflorescencias (López, 2017, p.16).

Hoja: Las hojas del tomate son alternas e imparipinnadas, lo que significa que están compuestas por varios folíolos dispuestos de forma alterna en ambos lados del raquis o eje de la hoja. Por lo general, cada hoja contiene de 7 a 9 folíolos. Al igual que el tallo, están cubiertas con pelos glandulares (Ausay, 2015a, p.12).

Flores: Tiene la forma de racimos simples o ramificados, en los cultivos poseen de 3 y 10 flores (Ausay, 2015b, p.12).

Fruto: Es una baya comestible y jugosa que puede tener una forma redonda, ligeramente achatada o alargada, un tamaño de entre 2 y 10 centímetros, y un color que varía desde el verde hasta el rojo, o naranja, llegando a pesar hasta 600 gramos. El fruto del tomate contiene numerosas semillas pequeñas que se concentran en la cavidad central del fruto (Ausay, 2015c, p.12).

2.1.5 Fases fenológicas del cultivo de tomate

Según Mancilla (2021b, pp.18-27) el cultivo de tomate presenta tres fases fenológicas:

Fase inicial: Esta fase comienza cuando la semilla del tomate riñón comienza a absorber agua y a crecer. La plántula emerge de la semilla y comienza a formar sus primeras hojas verdaderas.

Fase vegetativa: Durante esta fase, la planta del tomate riñón crece y desarrolla hojas, ramas y raíces. La planta se establece y se prepara para la producción de frutos.

Fase reproductiva: Durante esta fase, los frutos del tomate riñón se desarrollan a partir de las flores polinizadas. Los frutos crecen y maduran hasta que están listos para la cosecha.

2.1.6 Requerimientos edafoclimáticos

Según Mancilla (2021c, pp.28-30) los requerimientos edafoclimáticos para el de cultivo son:

2.1.6.1 Temperatura del cultivo

El tomate riñón se adapta a una amplia gama de condiciones climáticas, pero prefiere temperaturas diurnas entre 20°C y 28°C y temperaturas nocturnas entre 15°C y 18°C. El tomate requiere un clima cálido y seco durante la etapa de maduración del fruto para lograr una buena calidad y sabor.

2.1.6.2 *Requerimientos de suelo*

El tomate riñón prefiere suelos bien drenados, sueltos y ricos en materia orgánica. El pH óptimo del suelo para el tomate riñón está entre 6.0 y 7.0.

2.1.6.3 *Requerimientos nutricionales*

Para un óptimo desarrollo, la planta de tomate necesita recibir una adecuada cantidad de macronutrientes, entre los cuales se encuentran el nitrógeno, potasio y calcio, así como otros nutrientes secundarios como el fósforo, magnesio y azufre. Además, la planta también requiere de micronutrientes como el zinc, manganeso, cobre, hierro, boro, cloro y níquel para su crecimiento y desarrollo adecuado. Es importante proporcionar a la planta de tomate todos estos nutrientes necesarios para garantizar una buena producción de frutos de alta calidad.

2.2 **Plagas y Enfermedades**

2.2.1 *Principales plagas del cultivo de tomate.*

Según Caguana, (2003b, pp.42 – 46) en la siguiente tabla se describe las principales plagas en el cultivo de tomate riñón.

Tabla 2-2: Principales plagas del cultivo de *Solanum lycopersicum*.

Plaga	Síntomas	Manejo Integrado de la Plaga
Gusano trozador (<i>Agrotis sp.</i>)	Para alimentarse las larvas devoran el cuello de la planta, causando su trozamiento. Atacan principalmente al momento del trasplante.	Preparar el terreno con 15 días de anticipación. Eliminar terrones. Mantener el cultivo libre de malezas. Ubicar trampas de luz para los adultos. Eliminar manualmente las larvas en plantas atacadas. Tratar las plantas con insecticida (Karate, Lorsban).
Polilla (<i>Symetriscema plaesiosema</i>)	Las larvas se alimentan de la corteza del tallo (cuello de la planta), donde dejan galerías que impiden el paso de la savia, seguida de una muerte súbita	Recolectar y quemar rastrojos atacados con polilla. Preparar bien el terreno, eliminar terrones. Mantener el cultivo libre de malezas. Eliminar plantas atacadas. Colocar trampas con ferohormonas. La hembra produce una sustancia llamada feromona, que tiene un olor fuerte para atraer a los machos a gran distancia. La trampa permite capturar a los machos y evitar la copulación con las hembras.

		Tratar las plantas con <i>Bacillus thuringiensis</i> .	
Pulgón (<i>Aphis sp.</i>)		Son insectos pequeños de color negro, verde, gris, de acuerdo a la especie. Se ubican en los brotes tiernos, succionan la savia y transmiten virus.	<p>Eliminar hospederos.</p> <p>Mantener el cultivo libre de malezas.</p> <p>Eliminar manualmente a los insectos.</p> <p>Aplicar agua con jabón o detergente.</p>
Ácaros (<i>Aculops lycopersici</i>)		Clavan los estiletes y absorben los jugos celulares. Al vaciar las células, el tejido afectado adquiere una coloración marrón tanto los tallos como los frutos. En ataques severos las hojas llegan a desecarse reduciendo el desarrollo de la planta.	<p>Recolectar y quemar hospederos.</p> <p>Eliminar restos de cosechas anteriores.</p> <p>Preparar bien el terreno.</p> <p>Mantener el cultivo libre de malezas.</p> <p>Eliminar hojas, ramas o plantas atacadas.</p> <p>Liberarla del ácaro predador <i>Amblyseius californicus</i>.</p> <p>Realizar aspersiones foliares con jabón prieto (300 gramos en 20 litros de agua).</p>
Mosca blanca (<i>Trialeurodes vaporariorum</i>)		Absorben los jugos celulares; con poblaciones altas ocasionan el amarillamiento y desecación de las hojas. Aparecen manchas negras aceitosas en las hojas bajas y en los frutos; las mimos, que son producto de las heces de la mosca, se transforman en un hongo conocido como fumagina que impide la transpiración de la hoja y le ocasiona la muerte.	<p>Recolectar y quemar hospederos.</p> <p>Eliminar restos de cosechas anteriores.</p> <p>Preparar bien el terreno.</p> <p>Mantener el cultivo libre de malezas.</p> <p>Eliminar hojas atacadas.</p> <p>Suprimir manualmente la plaga.</p> <p>Liberarla del predador <i>Encarsia sp.</i></p> <p>Utilizar trampas con plástico amarillo empapado de aceite de cocina.</p> <p>Realizar aspersiones foliares con jabón prieto (1 libra en 200 litros de agua).</p>
Minador de la hoja (<i>Liriomiza spp.</i>)		Aparecen hojas con galerías en su parte interior; si se las abre, se puede encontrar una larva de color verdoso de 4 a 6 m de longitud. Ataca también a los racimos florales y los destruye, de igual manera ataca a los frutos, brotes axilares y terminales de la planta. En ataques severos puede causar la destrucción parcial o total del cultivo.	<p>Recolectar y quemar hospederos.</p> <p>Eliminar restos de cosechas anteriores.</p> <p>Preparar bien el terreno.</p> <p>Mantener el cultivo libre de malezas.</p> <p>Eliminar hojas, ramas y frutos atacados.</p> <p>Suprimir manualmente la plaga.</p> <p>Utilizar trampas con foco azul y colocar debajo una bandeja con agua jabonosa.</p>

Fuente: Caguana, 2003.

Realizado por: López, Edgar, 2023.

2.2.2 Principales enfermedades del cultivo de tomate.

Según Caguana, (2003c, pp.42 – 46) en la siguiente tabla se describe las principales plagas en el cultivo de tomate riñón.

Tabla 3-2: Principales enfermedades del cultivo de *Solanum lycopersicum*.

Enfermedad	Síntoma	Manejo integrado a la enfermedad
Tizón tardío (<i>Phytophthora infestans</i>)	Aparecen manchas oleosas en las hojas, se desecan en el centro y se decoloran en el contorno, algunas nevaduras se ponen pardas. En el fruto aparecen manchas pardas jaspeadas y abolladas, ocasionalmente en frutos pequeños aparece cubierto con un polvillo blanco.	Disminuir el riego (si es por gravedad). Airear bien el invernadero. Eliminar hojas, ramas y plantas enfermas. Procurar temperaturas superiores a 30 °C que impiden su multiplicación. Tratar a las plantas con fungicidas como Propineb (Antracol), Mancozeb (Dithane M45), Clorotalonil (Bravo 500).
Tizón temprano (<i>Alternaria solani</i>)	Pequeñas manchas pardas concéntricas en las hojas. Pequeñas manchas pardas alargadas en el tallo, cuya parte central es gris. Mancha marrón oscuro en los frutos, sépalos necrosados y consecuente caída de la flor.	Eliminar en seguida hojas, ramas y plantas afectadas. Mejorar la ventilación de los invernaderos. Tapar las goteras o evitar trasplantar en éstos. Tratar a las plantas con fungicidas como Captan (Captan), Folpet (Folpan), Propineb (Antracol), Mancozeb (Dithane M45), Clorotalonil (Bravo 500). Tratar a las plantas con sistémicos cuando el problema es agudo: Propineb + Cymoxanil (Fitoraz), sulfato de cobre pentahidratado (Python).
Cenicilla (<i>Oidium sp.</i>)	Las hojas y tallos aparecen cubiertos de pústulas de un polvo blanquecino. Las hojas afectadas se amarillean y luego se secan. En ataques severos se pierden racimos florales, hojas e incluso plantas.	Mojar los caminos para incrementar la humedad ambiental e impedir su desarrollo. Podar hojas bajas para mejorar la aireación, desinfectar las heridas ocasionadas con Vitavax mezclado con Rovral, más Agratex (aceite de petróleo). Eliminar en seguida las hojas afectadas. Evitar el exceso de vigor (disminuir fertilización nitrogenada). Tratar a las plantas con fungicidas a base de azufre (Cosan, Kumulus, Thiovit), Penconazol (Topas), Bupirimato (Nimrod), Propiconazol.
<i>Botrytis sp.</i>	Presencia de anillos concéntricos en las hojas. Moho gris en las hojas, racimos florales, frutos	Construir invernaderos altos y bien ventilados para eliminar aguas de condensación con rapidez y facilidad. Evitar plantaciones muy densas cuando hay condiciones de baja luminosidad.

	y tallos. Anillos blancos o amarillentos en los frutos. Plantas recién trasplantadas con ahorcamiento del cuello color marrón claro, presencia de tejido seco.	<p>Airear al máximo el invernadero a fin de disminuir la humedad ambiental; evitar al máximo la presencia de agua sobre las plantas.</p> <p>Deshojar tempranamente las plantas para mejorar la aireación (trasplante al tercer mes), desinfectar las heridas ocasionadas con Vitavax mezclado con Rovral, más Agratex (aceite de petróleo).</p> <p>No defoliar las plantas en un ambiente húmedo, porque se produce una exudación de gotitas de agua por las heridas; si hay conidias de <i>Botrytis</i> sp serán absorbidas por los poros (xilema) del tallo y pueden permanecer por un período de hasta 12 semanas hasta que las condiciones ambientales se presenten favorables para un ataque agresivo.</p>
<i>Fusarium (Fusarium oxysporum)</i>	Es una enfermedad de las raíces y del cuello de la planta (puede ascender hasta 30 cm por encima del cuello). Marchitamiento general de la planta, interior del tallo color café oscuro, pardeamiento del cilindro central del cuello y la raíz, base de las raíces podridas.	<p>Cultivar en camas altas para posibilitar el drenaje del exceso de agua que facilita la esporulación del hongo.</p> <p>Instalar sistemas de riego por goteo, que permitan controlar el régimen de humedad en el suelo.</p> <p>Eliminar las plantas muertas, en particular el cuello y su sistema radicular (el hongo esporula abundantemente en estos tejidos).</p> <p>Para el trasplante del segundo y tercer cultivo, colocar previamente en el surco tierra negra u otra tierra que no haya tenido tomate como cultivo, evitando enterrar demasiado; no realizar aporques porque el hongo presente en el suelo puede penetrar con facilidad por el tallo y ocasionar la muerte de la planta.</p>
<i>Erwinia (Erwinia carotovora)</i>	Pardeamiento del tallo, amarillamiento del follaje, marchitamiento de las plantas.	<p>Desinfectar sustratos para semilleros a fin de obtener plantas libres del patógeno.</p> <p>Evitar un desarrollo muy vigoroso de las plantas; un contenido alto de potasio en la fertilización puede paliarlo.</p> <p>Impedir por todos los medios hidrometrías muy altas.</p> <p>Mejorar la aireación.</p> <p>Mantener la humedad relativa entre 30 y 60 %, para detener su proliferación a la parte aérea de la planta.</p> <p>Disminuir el riego ya que las hojas saturadas en agua son más susceptibles a la infección bacteriana.</p> <p>Eliminar periódicamente las plantas afectadas y muertas</p>

Fuente: Caguana, 2003

Realizado por: López, Edgar, 2023.

2.3 Roya (*Puccinia pittieriana* H.)

La enfermedad de la roya afecta cultivos de papa y tomate, encontrándose en varios países latinoamericanos, como Brasil, Venezuela, Costa Rica, Ecuador, Perú, Bolivia y Colombia. En

muchos de estos países, la presencia de esta enfermedad ha causado pérdidas significativas en las plantaciones, y en el caso de Ecuador, se han reportado grandes pérdidas en las provincias de Carchi y Tungurahua debido a la afectación de la roya. En la provincia de Chimborazo, la enfermedad ha sido detectada en el cantón Guano, en la parroquia de Licto y en otras localidades donde se cultiva el tomate, lo que representa una amenaza para los cultivos de esta región (Román, 2015a, pp.122-124).

2.3.1 *Agente causal*

El agente causal de la enfermedad llamada roya es: *Puccinia Pittieriana* Henn, 1904 (Román, 2015b, pp.122-124).

2.3.2 *Hospederos*

La familia de las plantas que puede hospedar al hongo *P. pittieriana* corresponde a las Solanaceas (Román, 2015c, pp.122-124).

2.3.3 *Taxonomía*

La clasificación taxonómica del agente causal de la roya. Según Kirk, 2015 se presenta a continuación: (Román, 2015d, p.122).

Tabla 4-2: Clasificación taxonómica de la roya *Puccinia pittieriana* H.

Phylum	Basidiomycota
Clase	Puccidiomycetes
Orden	Pucciniales
Género	<i>Puccinia</i>
Nombre científico	<i>Puccinia pittieriana</i> (Henn.)

Fuente: Kirk, 2015.

Realizado por: López, Edgar, 2023.

2.3.4 *Sintomatología*

La enfermedad se caracteriza por la aparición de hendiduras cloróticas en el haz de los folíolos y pústulas marrón rojizas de aproximadamente 3 a 5 mm de diámetro en el envés de las hojas. Estas pústulas sobresalen en la superficie superior de la hoja. La defoliación ocurre cuando se forman cientos de lesiones en una sola hoja. Además, se pueden presentar lesiones alargadas o irregulares

en pecíolos y tallos, y la enfermedad también puede afectar frutos y las flores de la planta (Román, 2015e, p.122)

2.3.5 Signos

Las hojas desarrollan pústulas de 3 mm de tamaño que tienen una hendidura en la superficie superior. Con el tiempo, esta afección puede propagarse tallos, pecíolos, flores y frutos de la planta (Román, 2015f, p.123).

2.3.6 Condiciones climáticas predisponentes

Las temperaturas entre 10 y 16°C favorecen el desarrollo del patógeno que causa esta enfermedad en las plantas de tomate. Además, la presencia de humedad sobre las hojas durante 10 a 12 horas también promueve la infección. Por otro lado, si las temperaturas son altas, las basidiósporas que causan la enfermedad no se forman y, por lo tanto, no hay riesgo de infección (Román, 2015g, p.123).

2.3.7 Formas de reproducción

El hongo *P. pittieriana* tiene como estructuras reproductivas a telios (teliosporas) y basidios (basidiosporas) (Román, 2015h, p.124).

2.3.8 Estructura de sobrevivencia

El agente patógeno puede persistir y sobrevivir infectando cultivos cercanos o malezas de la familia de las Solanáceas. Además, tiene la capacidad de sobrevivir en los restos de cultivos que son dejados o incorporados al suelo (Román, 2015i, p.124).

2.3.9 Proceso de infección

El patógeno es un tipo de roya micro cíclica que produce teliosporas y basidiosporas. Las lesiones se forman en condiciones de temperatura óptima que se mantienen entre 20 y 25 grados Celsius durante un período de 20 a 25 días. La madurez de las teliosporas, por otro lado, ocurre entre los 30 y los 40 días después de la inoculación (Román, 2015i, p.124).

2.3.10 Formas de disseminación

Las basidiosporas que causan la enfermedad son transportadas por el viento y pueden infectar las hojas de un nuevo huésped. Sin embargo, estas estructuras tienen un ciclo de vida corto desde su formación hasta su dispersión, por lo que no son transportadas a largas distancias por el viento (Román, 2015i, p.124).

2.3.11 Manejo

Para controlar esta enfermedad se utilizan diversas estrategias, como el uso de variedades de plantas resistentes, la eliminación de restos de cultivos y el manejo adecuado de malezas. También se pueden emplear diferentes ingredientes activos para el control de la enfermedad, entre los cuales se encuentran maneb, propineb, folpet, oxicarboxin y propiconazol (Román, 2015j, p.124).

2.4 Productos de origen biológico para el control de roya.

2.4.1 *Trichoderma spp.*

2.4.1.1 Generalidades

El género *Trichoderma* fue descubierto en 1871 y ha sido objeto de numerosos estudios. Se encuentra de forma natural en suelos agrícolas y se puede encontrar en diferentes zonas y hábitats, especialmente donde hay materia orgánica o desechos vegetales en descomposición, así como en residuos de cultivos. *Trichoderma* puede colonizar rápidamente las raíces en zonas con alta densidad de estas, lo que favorece su crecimiento y desarrollo. Debido a su capacidad de adaptarse a diversas condiciones ambientales y sustratos, *Trichoderma* puede ser utilizado en diferentes suelos, cultivos, climas y procesos tecnológicos para su multiplicación (Sivila, et al., 2013a: p.17).

Trichoderma es un hongo que tiene una gran tolerancia a diferentes temperaturas, lo que le permite tener una distribución ecológica muy amplia. Los valores óptimos para su crecimiento y esporulación se encuentran alrededor de los 25°C. Durante la multiplicación de *Trichoderma*, es importante tener en cuenta la conveniencia de periodos alternados de luz y oscuridad, ya que esto favorece la colonización del hongo en diferentes sustratos sólidos (Sivila, et al., 2013b: p.18).

Varios estudios han demostrado que la aplicación de *Trichoderma* en plantas promueve un aumento en el tamaño, área foliar y peso de las mismas. Además, el uso de este microorganismo en un pre-tratamiento de las semillas ha tenido un efecto positivo en la germinación de las mismas. El grado de potenciación del crecimiento depende de la especie y cepa de *Trichoderma* utilizada en la aplicación (Sivila, et al., 2013c: p.31).

2.4.1.2 Taxonomía

Según Rifai (1996), se pueden encontrar en diferentes zonas y hábitats, lo que los convierte en un grupo de microorganismos cosmopolitas. Estos microorganismos son de tipo filamentoso y pertenecen a la siguiente clasificación taxonómica.

Tabla 5-2: Clasificación taxonómica de *Trichoderma*.

Reino	Fungi
Filo	Ascomycota
Clase	Sordariomycetes
Orden	Hypocreales
Familia	Hypocreaceae
Género	<i>Trichoderma</i>
Especie	<i>Trichoderma harzianum</i>

Fuente: Vásquez, 2010.

Realizado por: López, Edgar, 2023.

2.4.1.3 Características

El hongo *Trichoderma spp.* ha demostrado ser uno de los organismos biocontroladores más efectivos para controlar enfermedades causadas por patógenos del suelo, por lo que (Sivila, et al., 2013d: pp.17-18), dan a conocer las características más importantes de este hongo:

- *Trichoderma* es un hongo que se encuentra de manera natural en muchos suelos agrícolas y en diferentes zonas y hábitats donde hay materia orgánica o desechos vegetales en descomposición, así como en residuos de cultivos.
- El hongo coloniza rápidamente las raíces y se favorece con la presencia de altas densidades de las mismas.
- *Trichoderma* es un hongo facultativo anaerobio que en su inicio presenta colonias de color blanco que posteriormente se tornan verde oscuro o amarillentas debido a una densa esporulación.
- *Trichoderma* produce tres tipos de propágulos: hifas, clamidosporas y esporas "conidias".
- Las esporas son los más viables de los propágulos utilizados en programas de biocontrol, y *Trichoderma* es el principal producto obtenido en la producción comercial y artesanal.
- Este hongo tiene una alta capacidad para degradar sustratos complejos como almidón, pectina y celulosa, gracias al complejo enzimático que posee, que incluye enzimas hidrolíticas como amilasas, pectinasas, celulasas y quitinasas, entre otras.

- *Trichoderma* es un hongo que puede tolerar un amplio rango de temperaturas y presenta una amplia distribución ecológica. Los valores óptimos para su desarrollo y esporulación se sitúan alrededor de los 25°C.

- Durante la multiplicación del hongo, es importante tener en cuenta la conveniencia de periodos alternados de luz y oscuridad, que favorecen la colonización del hongo sobre diferentes sustratos sólidos.

2.4.1.4 Mecanismos de acción

Trichoderma tiene diversos mecanismos de acción para ejercer su efecto antagonista contra los patógenos, los cuales varían dependiendo de las características específicas de la cepa de *Trichoderma*, del patógeno en cuestión y de las condiciones ambientales presentes en el entorno (Sivila, et al., 2013e: pp.19-20):

2.4.1.4.1 Micoparasitismo

El proceso de antagonismo de *Trichoderma* contra el patógeno involucra el crecimiento del antagonista hacia el patógeno, rodeándolo o formando estructuras parecidas a ganchos o apresorios en la superficie del hospedero. Esto le permite penetrar en el interior del patógeno y degradar su pared celular mediante la acción de enzimas líticas, como la quitinasa y la β -1,3 glucanasa.

2.4.1.4.2 Competencia

La competencia se puede definir como la situación en la que dos o más organismos tienen un requerimiento similar, pero la utilización del recurso por uno de ellos reduce la cantidad disponible para los demás. Es esencial que haya una "escasez" del recurso para que se dé la competencia, ya que si hay suficiente cantidad del recurso no se produce competencia. La competencia más común se da por nutrientes, oxígeno o espacio.

2.4.1.4.3 Antibiosis

El término "antibiosis" se refiere a la capacidad de un microorganismo para producir sustancias tóxicas que son perjudiciales para los microorganismos patógenos. Estas sustancias son efectivas en concentraciones muy bajas (menores a 10 ppm) y pueden ser tanto volátiles como no volátiles.

Entre los metabolitos producidos se encuentran antibióticos como viridina, trichodermina, glioviridina, gliotoxina y harzaniolide. De todas estas micotoxinas, la más representativa es la trichodermina, que actúa inhibiendo la actividad ribosomal de los patógenos y, por lo tanto, su capacidad de reproducirse.

2.4.1.5 *Trichoderma harzianum*

Trichoderma es un género de microorganismos que se encuentra en una variedad de materiales orgánicos y suelos. Estos hongos tienen la capacidad de colonizar rápidamente las cepas y su micelio inicial es de color blanco, aunque con el tiempo desarrolla un tono verde oscuro después de la esporulación

Por otro lado, Donoso et al., (2008) señalan que la aplicación de *Trichoderma harzianum* en diferentes estados de crecimiento de la planta puede mejorar el desarrollo del sistema radicular y la parte aérea, lo que indica una mayor resistencia y protección durante el trasplante. Este hongo se utiliza ampliamente para proporcionar protección contra hongos fitopatógenos presentes en el suelo (Chaverri, et al., 2003: pp.302-303).

2.4.1.6 *Trichoderma longibrachiatum*

Trichoderma longibrachiatum es una especie de hongo filamentoso que se encuentra en una amplia variedad de ambientes, incluyendo suelos y raíces de plantas. Es uno de los hongos más estudiados dentro del género *Trichoderma* debido a su capacidad para actuar como agente de control biológico contra patógenos de plantas y su posible uso en la producción de enzimas y compuestos bioactivos (Feltre, 2011a, pp.178-183).

Trichoderma longibrachiatum es capaz de producir una serie de enzimas, incluyendo celulasas, quitinasas y proteasas, que pueden ayudar en la degradación de la materia orgánica y la liberación de nutrientes para las plantas. También es capaz de producir compuestos bioactivos, como ácidos orgánicos y péptidos antifúngicos, que pueden ayudar a combatir patógenos de plantas y mejorar la salud de las plantas. *Trichoderma longibrachiatum* se emplea como un agente de control biológico, gracias a su rápido crecimiento y su capacidad para aumentar las defensas en las plantas (Feltre, 2011b, pp.178-183).

2.4.2 *Bacillus subtilis*

2.4.2.1 *Taxonomía*

Según Ñacato y Valencia (2016, p.13), *Bacillus subtilis* se clasifica en:

Tabla 6-2: Clasificación taxonómica de *Bacillus subtilis*.

Dominio	<i>Bacteria</i>
Filo	<i>Firmicutes</i>
Clase	<i>Bacilli</i>
Orden	<i>Bacillales</i>
Familia	<i>Bacillaceae</i>
Género	<i>Bacillus</i>
Especie	<i>Bacillus subtilis</i>

Fuente: Ñacato, 2016.

Realizado por: López, Edgar, 2023.

2.4.2.2 Características y generalidades macro y microscópicas

Bacillus subtilis es una bacteria Gram positiva que crece mejor a temperaturas moderadas. Esta bacteria es capaz de producir esporas ovaladas o cilíndricas con pared delgada y tiene capacidad fermentativa. Además, puede hidrolizar proteínas de la caseína y almidón. Históricamente, *Bacillus subtilis* se ha considerado una bacteria aerobia obligada. (Biologie 2015; citado en Ñacato & Valencia, 2016, p.13).

Las bacterias pertenecientes al género *Bacillus* se consideran las más efectivas para el control de enfermedades en las hojas y raíces de las plantas. Estos microorganismos son reconocidos como colonizadores eficaces y han sido evaluados para el control de enfermedades causadas por hongos en varias especies vegetales (Collaguazo, et al., 2018a: p.9).

Las colonias de *Bacillus* se caracterizan por tener bordes ligeramente irregulares y aplanados, con un color blanco que puede ser opaco o brillante. La consistencia de la colonia puede variar, presentándose seca, harinosa o mucoide (Collaguazo, et al., 2018b: p.9).

2.4.2.3 Ecología

Las especies de *Bacillus* se encuentran ampliamente distribuidas en todo el mundo debido a su capacidad de formar endosporas, lo que les proporciona una gran resistencia y les permite aislarse en diferentes hábitats, incluyendo ecosistemas acuáticos y terrestres, así como en ambientes con condiciones extremas (Villarreal, et al., 2017a: pp.5-6).

No obstante, el suelo se considera el principal reservorio de este género bacteriano, ya que la mayoría de las especies de *Bacillus* son saprófitas y pueden utilizar la amplia diversidad de

sustratos orgánicos presentes en el suelo. El suelo es un ambiente propicio para el establecimiento de una gran diversidad genética y funcional de especies microbianas (Villarreal, et al., 2017b, p.6).

2.5 Pyraclostrobin + Epoxiconazole.

2.5.1 *Pyraclostrobin*

Es una molécula que pertenece al grupo de las estrobilurinas, tiene acción translaminar y mesosistémica; asimismo, actúa sobre un amplio grupo de patógenos tales como deuteromicetos, oomicetos y ascomicetos. Afecta la respiración del hongo mediante la interrupción de la cadena de transporte de electrones dentro de la mitocondria (QoI) (Lazo et, al, 2014a, p.41).

2.5.2 *Epoxiconazole*

Es un triazol que posee modo de acción sistémico con movimiento acropétalo. Controla hongos del grupo de los ascomicetos, basidiomicetos y deuteromicetos. Esta molécula inhibe la biosíntesis del ergosterol en las estructuras con membrana. Controla micelio en avance, esporas en germinación y esporulación cuando hay contacto. Opera® es un fungicida conformado por dos ingredientes: Pyraclostrobin y Epoxiconazole (Lazo et, al, 2014b, p.41).

2.5.3 *Cuantificación de la enfermedad*

La cuantificación de las enfermedades es esencial para el desarrollo de estrategias de manejo efectivas. Los estudios para determinar la intensidad y prevalencia de una enfermedad son el primer paso para comprender la relación entre la enfermedad y las pérdidas que causa. Solo midiendo la enfermedad se puede demostrar la magnitud de la pérdida. Por lo tanto, la Patometría es una disciplina dentro de la Fitopatología que se enfoca en estimar en forma cuantitativa o cualitativa la presencia de una enfermedad en campo o en condiciones controladas (Sandoval et, al, 2007a, p.7).

2.5.4 *Incidencia*

La incidencia de una enfermedad en cultivos se refiere a la proporción de plantas que presentan síntomas de una enfermedad en un área o población determinada de plantas. Se expresa como un porcentaje (%) del total de plantas en la población o área. Evaluando la presencia o no de la enfermedad en cada individuo y no se determinan niveles de la misma. Es uno de los parámetros más importantes que se utilizan para medir la gravedad de una enfermedad en cultivos. Una alta

incidencia indica que una gran cantidad de plantas están afectadas por la enfermedad, lo que puede tener un impacto significativo en la producción y calidad de los cultivos (Sandoval et, al, 2007b, p.7).

2.5.5 Severidad

La severidad es el porcentaje de la superficie del órgano afectado por la enfermedad, en las partes de la planta, y varía entre 0 y 100. Sirve para evaluar las enfermedades que afectan foliolos. Este parámetro refleja la relación entre la enfermedad y el daño que causa al cultivo. Evaluar la severidad es más complejo que la incidencia, ya que puede ser subjetiva y requiere practicas del evaluador para su uso adecuado (Sandoval et, al, 2007c, p.7).

2.5.6 Área bajo la curva del progreso de la Enfermedad (ABCPE)

El ABCPE (Área Bajo la Curva del Progreso de la Enfermedad) en cultivos es una medida cuantitativa de la gravedad de una enfermedad en un cultivo determinado. Se utiliza para determinar la cantidad total de infección y daño causado por una enfermedad en un cultivo a lo largo del tiempo. Representa la relación entre el tiempo y la infección en una población de plantas. El ABCPE se calcula trazando esta curva a lo largo del tiempo y calculando el área debajo de la curva. Cuanto mayor sea el área bajo la curva, mayor será la gravedad de la enfermedad en la población de plantas. Se utiliza para comparar la gravedad de las enfermedades en diferentes cultivos, bajo diferentes condiciones climáticas y de manejo, y para evaluar la efectividad de diferentes estrategias de control de enfermedades. También puede ser utilizado para predecir el momento óptimo de aplicación de medidas de control de enfermedades y para tomar decisiones sobre el momento de la cosecha (López, 2000 p.28).

CAPITULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1 Características del lugar

3.1.1 Localización

La presente investigación se realizó en un cultivo de tomate riñón establecido bajo invernadero en la comunidad Santa Clara de la Parroquia Yaruquíes perteneciente al cantón Riobamba, provincia de Chimborazo.

3.1.2 *Ubicación geográfica*

Tabla 7-3: Coordenadas geográficas UTM de la zona en estudio.

Descripción	Valor
Latitud:	78°40'0"
Longitud	1°40'60"
Altitud	2885,73 m.s.n.m.

Fuente: UTM, 2023.

Realizado por: López, Edgar, 2023.

3.1.3 *Condiciones agroclimáticas*

Tabla 8-3: Condiciones agroclimáticas de la zona en estudio.

Descripción	Valor
Temperatura máxima anual	19 °C
Temperatura mínima anual	8 °C
Precipitación anual	1462 m
Temperatura promedio anual	12 °C

Fuente: ClimateData, 2022.

Realizado por: López, Edgar, 2023.

3.2 **Materiales y equipos**

3.2.1 *Materiales de campo*

Baldes plásticos

Balanza analógica

Rótulos de identificación

Plantillas de hojas

Plantilla de severidad.

Piola

Azadón

Martillo

Alambre

3.2.2 *Materiales de oficina*

Computadora,
Impresora
Cámara fotográfica
Libreta de apuntes
Calculadora
Lápiz
Marcador

3.2.3 Equipos

Bomba de mochila (Fumigadora Superelit De 20 Litros)
Hojas de papel bond.

3.2.4 Insumos

800 plantas de tomate riñón Variedad Dominique.
Fungicida (Pyraclostrobin + Epoxiconazole)
Trichoderma harzianum y *Trichoderma longibrachiatum*
Bacillus subtilis
Fijador Agrícola

3.3 Métodos

3.3.1 Factores de estudio

Factor Productos

F1: *Trichoderma harzianum*
F2: *Trichoderma longibrachiatum*
F3: Pyraclostrobin + Epoxiconazole
F4: *Bacillus subtilis*

Generalidades de los productos biológicos y químicos utilizados.

Las cepas de *Trichoderma harzianum* y *Trichoderma longibrachiatum* pertenecen a la Colección de Microorganismos del Laboratorio de Fitopatología de la Facultad de Recursos Naturales de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Tabla 9-3: Generalidades de los productos biológicos utilizados.

Nombre	Dosis	Volumen total
<i>Trichoderma harzianum</i>	1,10 ⁷ esporas/mL	12 L
<i>Trichoderma longibrachiatum</i>	1,10 ⁷ esporas/mL	12 L
<i>Bacillus subtilis</i>	0,5 g/L	12 L

Realizado por: López, Edgar, 2023.

Tabla 10-3: Generalidades de los productos químicos utilizados

Ingrediente activo	Casa comercial	Concentración	Dosis	N. comercial	Volumen total
Pyraclostrobin	+ BASF	P:133 g/L	0,15mL/L	Opera	12 L
Epoxiconazole		E: 50 g/L			
Solución de Trisiloxano polieter modificado	FIALA	100% P/V	0,3 mL/L	MAGIK	12 L

Realizado por: López, Edgar, 2023.

3.3.2 Tratamientos

Tabla 11-3: Tratamientos en estudio.

Tratamiento	Codificación	Descripción
T1	TH	<i>Trichoderma harzianum</i>
T2	TL	<i>Trichoderma longibrachiatum</i>
T3	PE	Pyraclostrobin + Epoxiconazole
T4	BS	<i>Bacillus subtilis</i>
T5	T	Testigo (sin aplicaciones)

Realizado por: López, Edgar, 2023.

3.3.3 Unidad experimental

El área de experimentación utilizada tuvo una superficie total de 448 m², con unas dimensiones de 32 metros de largo por 14 metros de ancho. Esta área se dividió en 20 unidades experimentales, cada una de ellas compuesta por dos surcos con 200 plantas en total. En estas unidades experimentales se aplicaron los 4 tratamientos, así como un grupo testigo, y cada uno de ellos se repitió cuatro veces para obtener resultados más precisos.

Tabla 12-3: Especificaciones del ensayo para plantas tratadas con diferentes tipos de productos.

Especificaciones	Observaciones
------------------	---------------

Área total	448 m ² (32 m x 14 m)
Área productiva	226,8 m ²
Distancia de siembra	0,25 m entre plantas, 0,85 m entre surcos
Ancho de caminos	0,42 m
Número de surcos por unidad experimental	2
Número de surcos por tratamientos	8
Número de tratamientos	5
Número de unidades experimentales	20
Número de plantas por unidad experimental	40
Número de plantas por surco	100
Número de plantas totales	800

Realizado por: López, Edgar, 2023.

3.3.4 *Diseño experimental*

Se utilizó un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) que incluyó 5 tratamientos y 4 repeticiones.

3.3.5 *Análisis de varianza*

El esquema del análisis de varianza (Anova) se presenta en la siguiente tabla (Tabla 13-3).

Tabla 13-3: Esquema del Anova utilizado en plantas tratadas con productos para el control de roya en cultivo de tomate.

Fuentes de variación	Fórmula	Grados de libertad
Total	Tr-1	19
Tratamientos	t-1	4
Repeticiones	r-1	3
Error	(r-1) (t-1)	12

Realizado por: López, Edgar, 2023.

3.3.6 *Análisis funcional*

Se determinó el coeficiente de variación y se interpretó en porcentaje. Cuando exista diferencias significativas en el análisis de varianza para separar medias se utilizó Tukey al 5%.

El análisis económico se realizó mediante la relación Beneficio/Costo.

3.4 Variables y métodos de evaluación

3.4.1 Incidencia de la enfermedad

3.4.1.1 Incidencia de roya por planta

La primera evaluación se realizó a partir 9 días a partir de la primera aplicación. Cada aplicación se realizó cada 10 días. De cada unidad experimental se contabilizó el número de plantas que estaban con síntomas de roya. De esta manera se contabilizó el número de plantas afectadas y se dividió para el número total de plantas de cada unidad experimental, multiplicado por 100 para expresarlo en %.

3.4.1.2 Incidencia de roya por hoja

Se contabilizó el número de hojas de una planta, luego se contabilizó el número de hojas con roya. De esta manera se contabilizó el número de hojas afectadas y se dividió para el número total de hojas de cada unidad experimental, multiplicado por 100 para expresarlo en %.

3.4.2 Severidad de la enfermedad

3.4.2.1 Número de pústulas de roya por hoja

Se realizó plantillas de hojas en 5 categorías utilizando el Método de rejilla para calcular el área foliar en m², también se contabilizó el número de pústulas que tenía cada hoja evaluada. De esta manera se contabilizó el número de pústulas por m², expresado en unidades de pústulas/m².

Hoja categoría 1: 0,039375 m²

Hoja categoría 2: 0,032125 m²

Hoja categoría 3: 0,024375 m²

Hoja categoría 4: 0,015625 m²

Hoja categoría 5: 0,012450 m²

3.4.2.2 Severidad promedio por planta

La severidad promedio fue evaluada a partir de los 130 ddt, y se usó como referencia la escala propuesta por (Álvarez, et al., 2023: p.12).

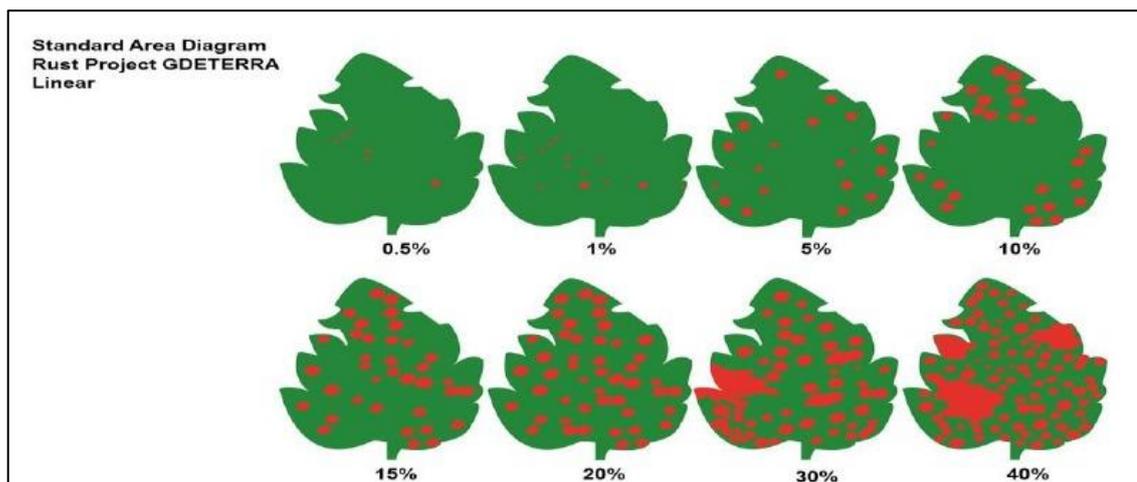


Ilustración 1-4: Diagrama de la severidad promedio de roya en hojas de tomate riñón.

Fuente: Álvarez, 2023.

3.4.3 Área bajo la curva de la severidad

Con los datos de severidad se calculó el Área Bajo la Curva del Progreso de la Enfermedad (AUDPC) por sus siglas en inglés, de cada unidad experimental.

Para determinar el Área Bajo la Curva del Progreso de la Enfermedad (AUDPC), se utilizará la fórmula propuesta por Shaner y Finney (1977) y mencionada por (Martínez Bautista, Rojas Soto y Pérez Pacheco, 2009., p.185).

$$ABCPE = \sum \frac{(X_{i+1} + X_i)}{2} * (T_{i+1} - T_i)$$

Dónde:

X_i = Porcentaje de tejido afectado

T = Tiempo (días)

n = número de evaluaciones

3.4.4 Eficacia biológica

Para el análisis de la Eficacia biológica utilizamos la fórmula propuesta por Abbott, según la Norma Fitosanitaria Mexicana (NOM-032-FITO, 1995) mencionada por (Guillén et al., 2018: p.74), para lo cual, se utilizó la información registrada de la severidad promedio de los tratamientos del estudio.

$$\% \text{ Eficacia} = \frac{Cd - Td}{Cd} * 100$$

Td = Severidad en parcela tratada después del tratamiento.

Cd = Severidad en parcela testigo después del tratamiento.

3.4.5 Rendimiento

Se evaluó el rendimiento (kg/planta) de cada tratamiento, estos datos se registraron durante 14 semanas, de manera semanal. El instrumento que se utilizó fue una balanza analógica.

3.4.6 Análisis económico

Con el fin de llevar a cabo el análisis económico, se establecieron los costos de todos los materiales utilizados en el experimento. Los costos englobaron diversos gastos, tales como la preparación del lote de terreno, la compra de las plántulas de tomate, la compra y aplicación de fertilizantes, el costo de la mano de obra y otros gastos directos. Se registró la cantidad de kilogramos producidos por planta (kg/planta) para cada tratamiento. Luego de identificar el precio oficial del tomate en el mercado mayorista de la ciudad de Riobamba, así calculamos la relación Beneficio/Costo.

3.5 Manejo del cultivo

3.5.1 Labores culturales

Se realizó actividades de preparación del terreno con maquinaria agrícola, luego se realizó el trasplante, posterior a eso se delimitó las parcelas del estudio, también se realizaron actividades de tutorio y control de malezas. Las fertilizaciones y riegos se las realizó en base al requerimiento del cultivo en las diferentes etapas. El manejo de plagas y enfermedades se las realizó en base a la presencia de las mismas.

3.5.2 Cosecha

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

CAPITULO IV

4. MARCO DE ANALISIS E INTERPRETACION DE RESULTADOS

4.1 Sintomatología de roya (*Puccinia pittieriana* H.)

Los síntomas de roya (*Puccinia pittieriana* H.) aparecieron primeramente en las hojas jóvenes produciendo pústulas de color amarillento, en el envés de las hojas, produciendo lesiones de forma circular (Ilustración 1).



Ilustración 2-4: Síntomas de roya (*Puccinia pittieriana* H.) en tomate. A) lesiones cloróticas en el haz. B.) pústulas amarillentas en el envés de hojas.

Realizado por: López Edgar, 2022.

4.2 Incidencia de la enfermedad

4.2.1 Incidencia de roya por planta

Evaluación a los 130 días después del trasplante.

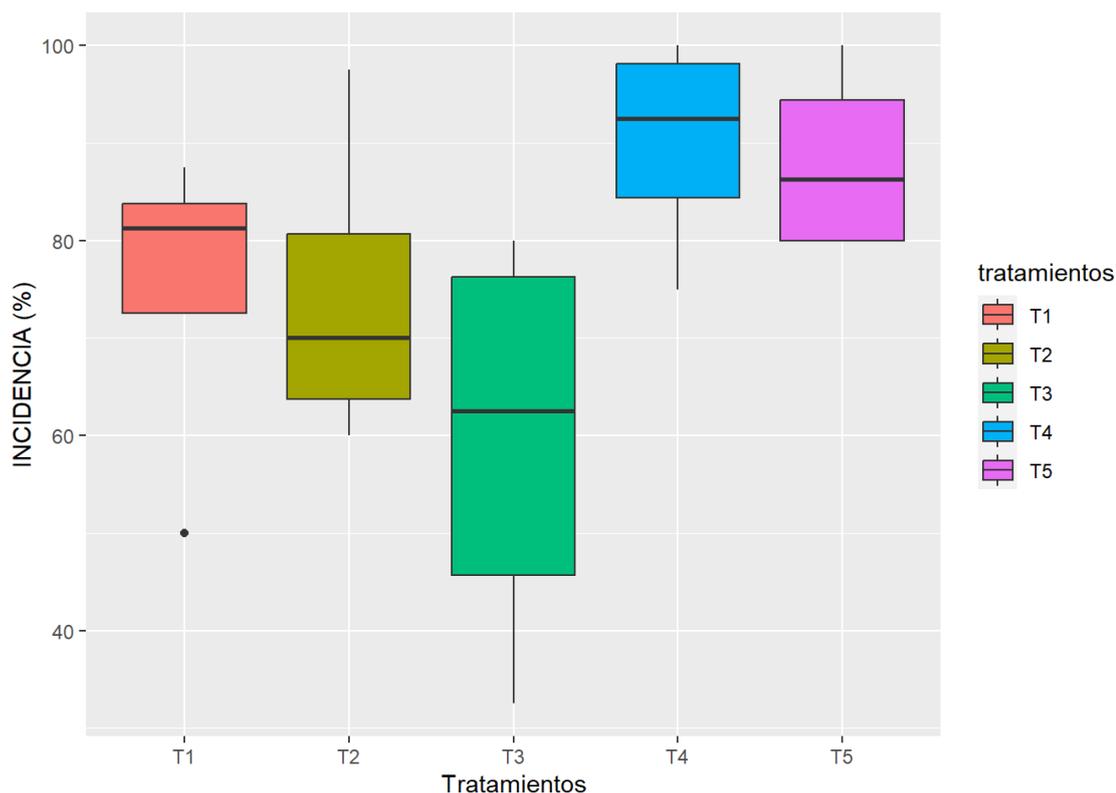


Ilustración 3-4: Diagrama de caja y bigote para la variable incidencia por planta (%) evaluada a los 130 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.

Realizado por: López, Edgar, 2023.

El análisis de varianza (Tabla 15-4) para la variable incidencia de roya por planta a los 130 ddt no mostró diferencias significativas para las variables tratamientos ($p > 0,05$).

Tabla 14-4: Anova para la variable incidencia por planta (%) evaluadas a los 130 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Sig.
REPETICIONES	285,94	3	95,31	0,32	0,8103	ns
TRATAMIENTOS	2454,38	4	613,59	2,07	0,1488	ns
Error	3565,63	12	297,14			
Total	6305,94	19				
C.V. (%)	22,28					

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

Realizado por: López, Edgar, 2023.

Evaluación a los 140 días después del trasplante.

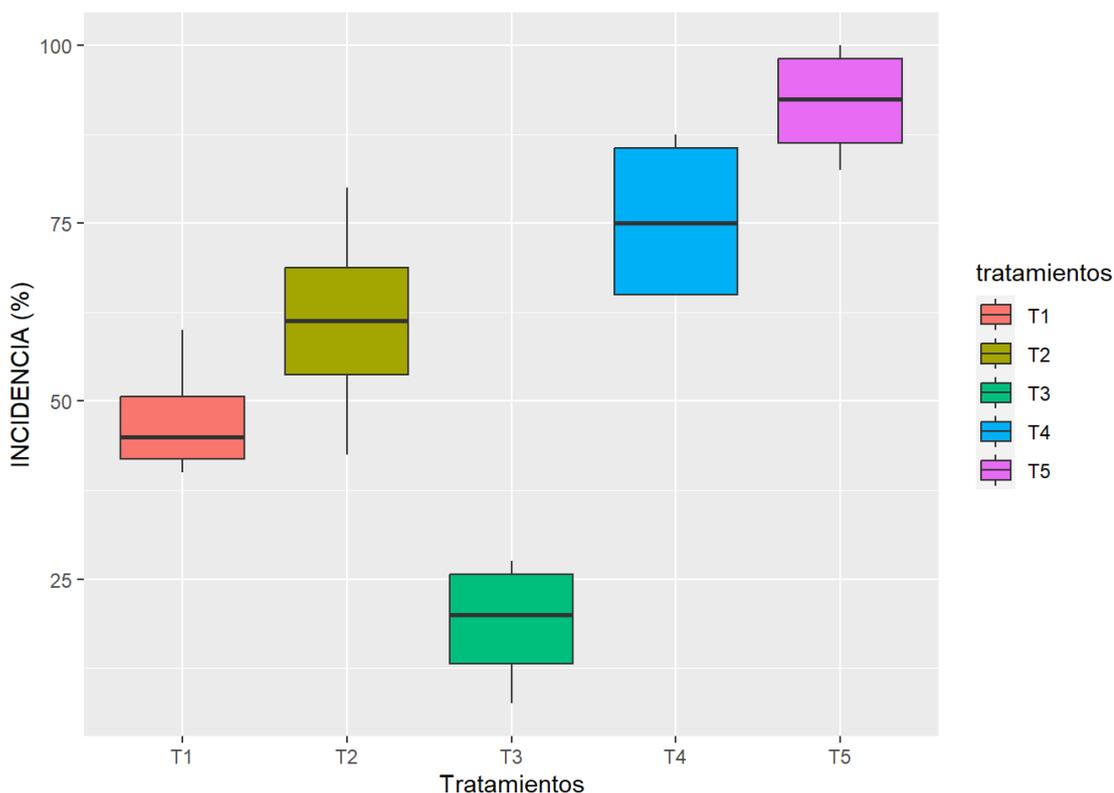


Ilustración 4-4: Diagrama de caja y bigote para la variable incidencia por planta (%) evaluada a los 140 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.

Realizado por: López, Edgar, 2023.

El análisis de varianza para la variable incidencia de roya por planta mostró un efecto altamente significativo de los tratamientos a los 140 ddt ($p < 0,01$) (Tabla 16-4).

Tabla 15-4: Anova para la variable incidencia por planta (%) evaluadas a los 140 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Sig.
REPETICION	17,5	3	5,83	0,04	0,9898	ns
TRATAMIENTOS	12458,13	4	3114,53	20,02	<0,0001	**
Error	1866,88	12	155,57			
Total	14342,5	19				
C.V. (%)	21,14					

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

Realizado por: López, Edgar, 2023.

La prueba de Tukey al 5% para la variable incidencia de roya por planta evaluada a los 140 ddt mostró 4 rangos de significancia, donde el T5 con una media de 91,98% se ubicó en el rango (a). T4 con una media de 75,63 se ubicó en el rango (ab). T2 con una media de 61,25% se ubica en el

rango (bc). T1 con una media de 47,50% se ubica en el rango (c) y T3 con una media de 18,75% se ubica en el rango (d) (Tabla 17-4).

Tabla 16-4: La prueba de Tukey (5%) para la variable incidencia por planta (%) evaluadas a los 140 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.

Tratamientos	Medias (%)	Rangos de significancia	
(T5) Testigo	91,88	a	
(T4) <i>Bacillus subtilis</i>	75,63	a	b
(T2) <i>Trichoderma longibrachiatum</i>	61,25	b	c
(T1) <i>Trichoderma harzianum</i>	47,50	c	
(T3) Pyraclostrobin + Epoxiconazole	18,75	d	

Medias con la misma letra no difieren estadísticamente (Tukey, $\alpha \leq 0.05$).

Realizado por: López, Edgar, 2023.

Evaluación a los 150 ddt

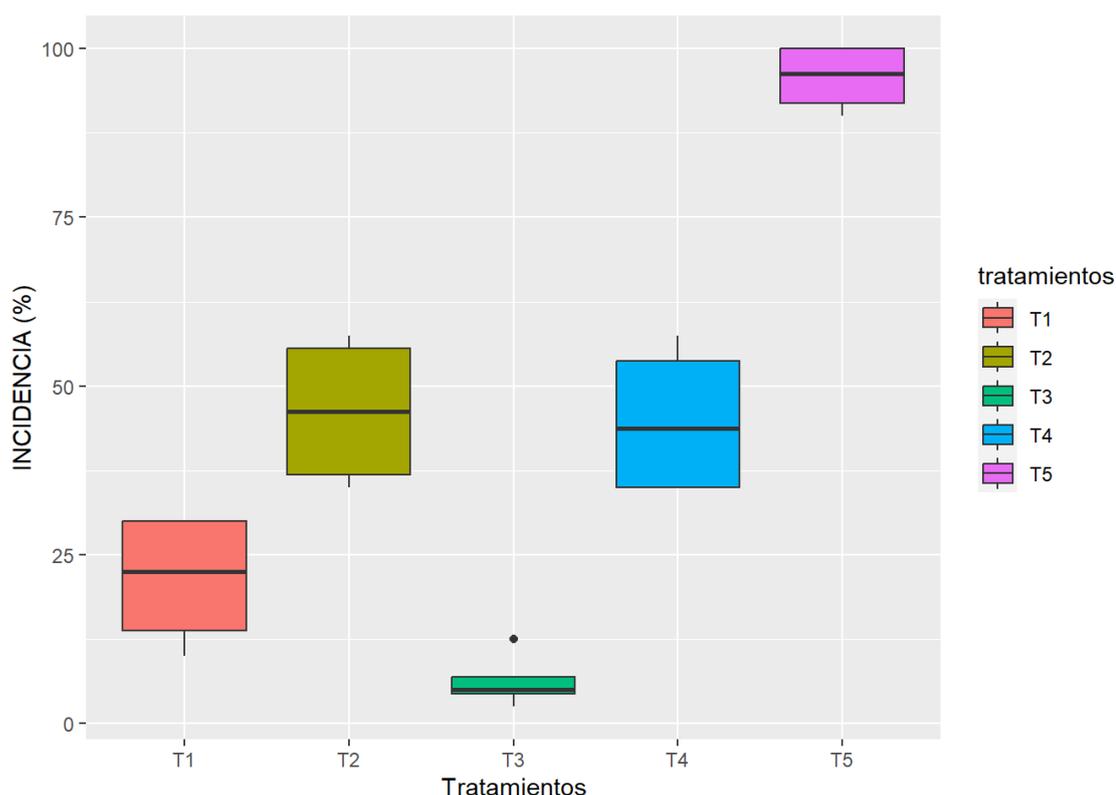


Ilustración 5-4: Diagrama de caja y bigote para la variable incidencia por planta (%) evaluada a los 150 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.

Realizado por: López, Edgar, 2023.

El Anova para la variable incidencia por planta mostró un efecto altamente significativo de los tratamientos a los 150 ddt ($p < 0,01$) (Tabla 18-7).

Tabla 17-4: Anova para la variable incidencia por planta (%) evaluadas a los 150 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Sig.
REPETICION	25,94	3	8,65	0,08	0,9679	ns
TRATAMIENTO	18430	4	4607,5	44,32	<0,0001	**
Error	1247,5	12	103,96			
Total	19703,44	19				
C.V. (%)	23,78					

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

Realizado por: López, Edgar, 2023.

La prueba de Tukey al 5% para la variable incidencia por planta evaluada a los 150 ddt mostró 3 rangos de significancia, donde el T5 con una media de 95,63% se ubicó en el rango (a). T2 y T4 con medias de 46,25% y 45,00% respectivamente se ubicaron en el rango (b) y T1 y T3 con medias de 21,25% y 6,25% respectivamente se ubicaron en el rango (c) (Tabla 19-4).

Tabla 18-4: La prueba de Tukey (5%) para la variable incidencia por planta (%) evaluadas a los 150 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.

Tratamientos	Medias (%)	Rangos de significancia
(T5) Testigo	95,63	a
(T2) <i>Trichoderma longibrachiatum</i>	46,25	b
(T4) <i>Bacillus subtilis</i>	45,00	b
(T1) <i>Trichoderma harzianum</i>	21,25	c
(T3) Pyraclostrobin + Epoxiconazole	6,25	c

Medias con la misma letra no difieren estadísticamente (Tukey, $\alpha \leq 0.05$).

Realizado por: López, Edgar, 2023.

Evaluación a los 160 días después del trasplante.

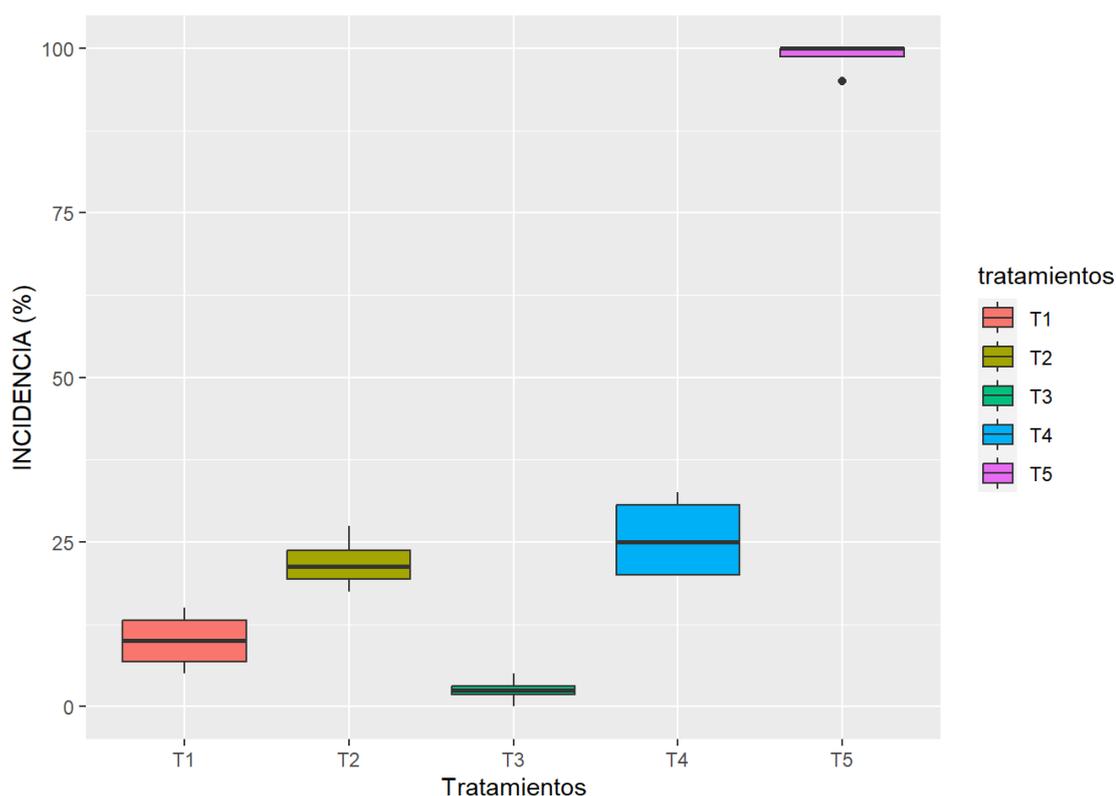


Ilustración 6-4: Diagrama de caja y bigote para la variable incidencia por planta (%) evaluada a los 160 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.

Realizado por: López, Edgar, 2023.

El Anova para la variable incidencia por planta mostró un efecto altamente significativo de los tratamientos a los 160 ddt ($p < 0,01$) (Tabla 20-4).

Tabla 19-4: Anova para la variable incidencia por planta (%) evaluadas a los 160 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Sig.
REPETICION	21,25	3	7,08	0,33	0,8032	ns
TRATAMIENTOS	23810,63	4	5952,66	278,08	<0,0001	**
Error	256,88	12	21,41			
Total	24088,75	19				
C.V. (%)	14,57					

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

Realizado por: López, Edgar, 2023.

La prueba de Tukey al 5% para la variable incidencia por planta evaluada a los 160 ddt mostró 3 rangos de significancia, donde el T5 con una media de 98,75% se ubicó en el rango (a). T4 y T2 con medias de 25,63% y 21,88% respectivamente se ubicaron en el rango (b) y T1 y T3 con medias de 10,00% y 2,50% respectivamente se ubicaron en el rango (c) (Tabla 21-4).

Tabla 20-4: La prueba de Tukey (5%) para la variable incidencia por planta (%) evaluadas a los 160 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.

Tratamientos	Medias (%)	Rangos de significancia
(T5) Testigo	98,75	a
(T4) <i>Bacillus subtilis</i>	25,63	b
(T2) <i>Trichoderma longibrachiatum</i>	21,88	b
(T1) <i>Trichoderma harzianum</i>	10,00	c
(T3) Pyraclostrobin + Epoxiconazole	2,50	c

Medias con la misma letra no difieren estadísticamente (Tukey, $\alpha \leq 0.05$).

Realizado por: López, Edgar, 2023.

Evaluación a los 170 días después del trasplante.

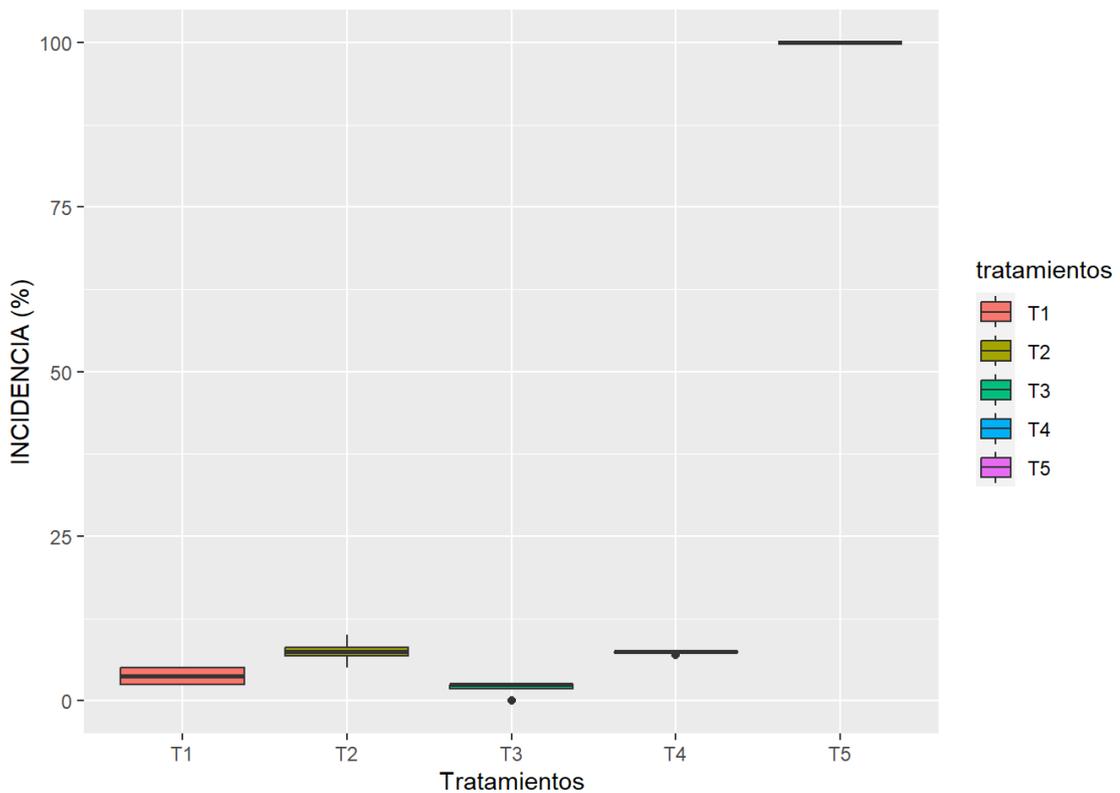


Ilustración 7: Diagrama de caja y bigote para la variable incidencia por planta (%) evaluada a los 170 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.

Realizado por: López, Edgar, 2023.

El Anova para la variable incidencia por planta mostró un efecto altamente significativo de los tratamientos a los 170 ddt ($p < 0,01$) (Tabla 22-4).

Tabla 21-4: Anova para la variable incidencia por planta (%) evaluadas a los 170 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Sig.
REPETICION	4,1	3	1,37	0,84	0,4978	Ns
TRATAMIENTOS	28896,68	4	7224,17	4439,95	<0,0001	**
Error	19,53	12	1,63			
Total	28920,3	19				
C.V. (%)	5,29					

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

Realizado por: López, Edgar, 2023.

La prueba de Tukey al 5% para la variable incidencia por planta evaluada a los 170 ddt mostró 3 rangos de significancia, donde el T5 con una media de 100,00% se ubicó en el rango (a). T2 y T4 con medias de 7,50% y 7,38% respectivamente se ubicaron en el rango (b) y T1 y T3 con medias de 3,73% y 1,88% respectivamente se ubicaron en el rango (c) (Tabla 23-4).

Tabla 22-4: La prueba de Tukey (5%) para la variable incidencia por planta (%) evaluadas a los 170 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.

Tratamientos	Medias (%)	Rangos de significancia
(T5) Testigo	100,00	a
(T2) <i>Trichoderma longibrachiatum</i>	7,50	b
(T4) <i>Bacillus subtilis</i>	7,38	b
(T1) <i>Trichoderma harzianum</i>	3,73	C
(T3) Pyraclostrobin + Epoxiconazole	1,88	C

Medias con la misma letra no difieren estadísticamente (Tukey, $\alpha \leq 0.05$).

Realizado por: López, Edgar, 2023.

Evaluación a los 180 días después del trasplante.

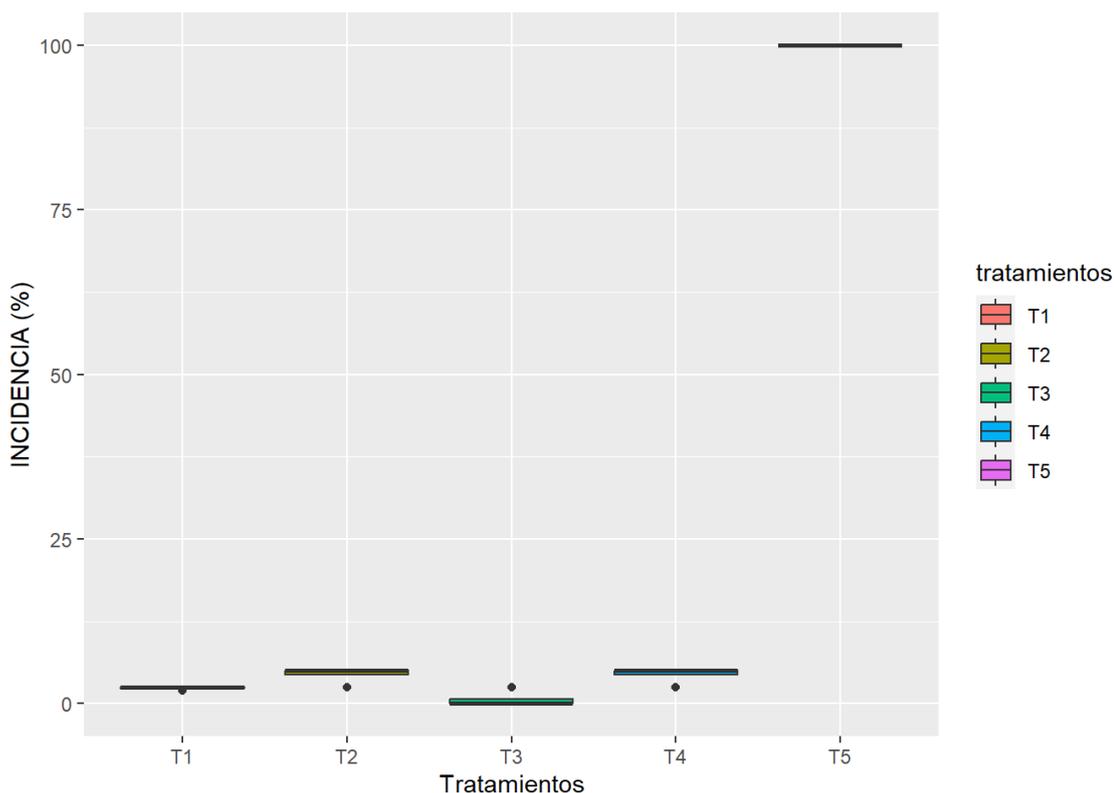


Ilustración 8-4: Diagrama de caja y bigote para la variable incidencia por planta (%) evaluada a los 180 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.

Realizado por: López, Edgar, 2023.

El Anova para la variable incidencia por planta mostró un efecto altamente significativo de los tratamientos a los 180 ddt ($p < 0,01$) (Tabla 24-4).

Tabla 23-4: Anova para la variable incidencia por planta (%) evaluadas a los 180 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Sig.
REPETICION		1,35	3	0,45	0,42	0,7429 ns
TRATAMIENTO	30186,8		4	7546,7	7020,19	<0,0001 **
Error		12,9	12	1,07		
Total	30201,05		19			
C.V. (%)		4,64				

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

Realizado por: López, Edgar, 2023.

La prueba de Tukey al 5% para la variable incidencia por planta evaluada a los 180 ddt mostró 3 rangos de significancia, donde el T5 con una media de 100,00% se ubicó en el rango (a). T4 y T2 con medias de 4,38% y 4,37% respectivamente se ubicaron en el rango (b). T1 con una media de

2,38% se ubica en el rango (bc) y T3 con una media de 0,62% se ubica en el rango (c) (Tabla 25-4).

Tabla 24-4: La prueba de Tukey (5%) para la variable incidencia por planta (%) evaluadas a los 180 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.

Tratamientos	Medias (%)	Rangos de significancia
(T5) Testigo	100,00	a
(T4) <i>Bacillus subtilis</i>	4,38	b
(T2) <i>Trichoderma longibrachiatum</i>	4,37	b
(T1) <i>Trichoderma harzianum</i>	2,38	b C
(T3) Pyraclostrobin + Epoxiconazole	0,62	C

Medias con la misma letra no difieren estadísticamente (Tukey, $\alpha \leq 0.05$).

Realizado por: López, Edgar, 2023.

Evaluación a los 190 días después del trasplante.

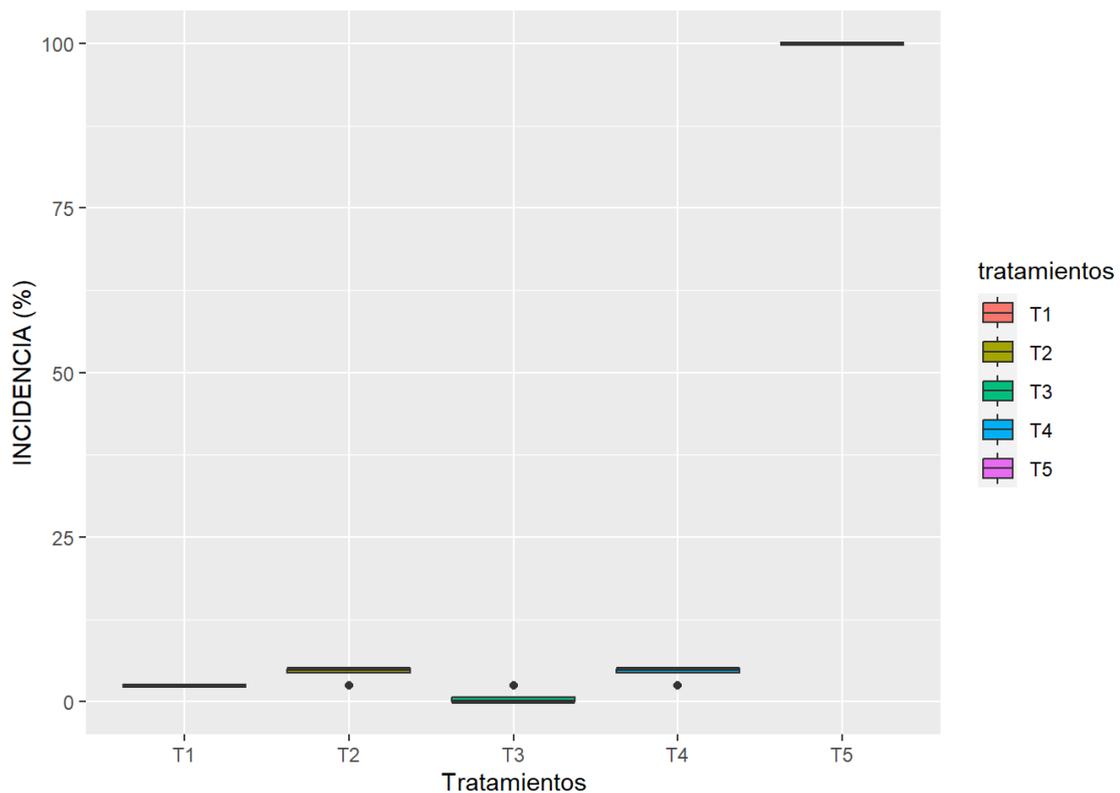


Ilustración 9-4: Diagrama de caja y bigote para la variable incidencia por planta (%) evaluada a los 190 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.

Realizado por: López, Edgar, 2023.

El Anova para la variable incidencia por planta mostró un efecto altamente significativo de los tratamientos a los 190 ddt ($p < 0.01$) (Tabla 26-4).

Tabla 25-4: Anova para la variable incidencia por planta (%) evaluadas a los 190 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Sig.
REPETICION	0,94	3	0,31	0,29	0,8348	ns
TRATAMIENTOS	30166,88	4	7541,72	6895,29	<0,0001	**
Error	13,12	12	1,09			
Total	30180,94	19				
C.V. (%)	4,60					

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

Realizado por: López, Edgar, 2023.

La prueba de Tukey al 5% para la variable incidencia por planta evaluada a los 190 ddt mostró 3 rangos de significancia, donde el T5 con una media de 100,00% se ubicó en el rango (a). T4 y T2 con medias de 4,38% y 4,35% respectivamente se ubicaron en el rango (b). T1 con una media de 2,50% se ubica en el rango (bc) y T3 con una media de 0,63% se ubica en el rango (c) (Tabla 27-4).

Tabla 26-4: La prueba de Tukey (5%) para la variable incidencia por planta (%) evaluadas a los 190 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.

Tratamientos	Medias (%)	Rangos de significancia
(T5) Testigo	100,00	a
(T4) <i>Bacillus subtilis</i>	4,38	b
(T2) <i>Trichoderma longibrachiatum</i>	4,35	b
(T1) <i>Trichoderma harzianum</i>	2,50	b c
(T3) Pyraclostrobin + Epoxiconazole	0,63	c

Medias con la misma letra no difieren estadísticamente (Tukey, $\alpha \leq 0.05$).

Realizado por: López, Edgar, 2023.

Evaluación a los 200 ddt

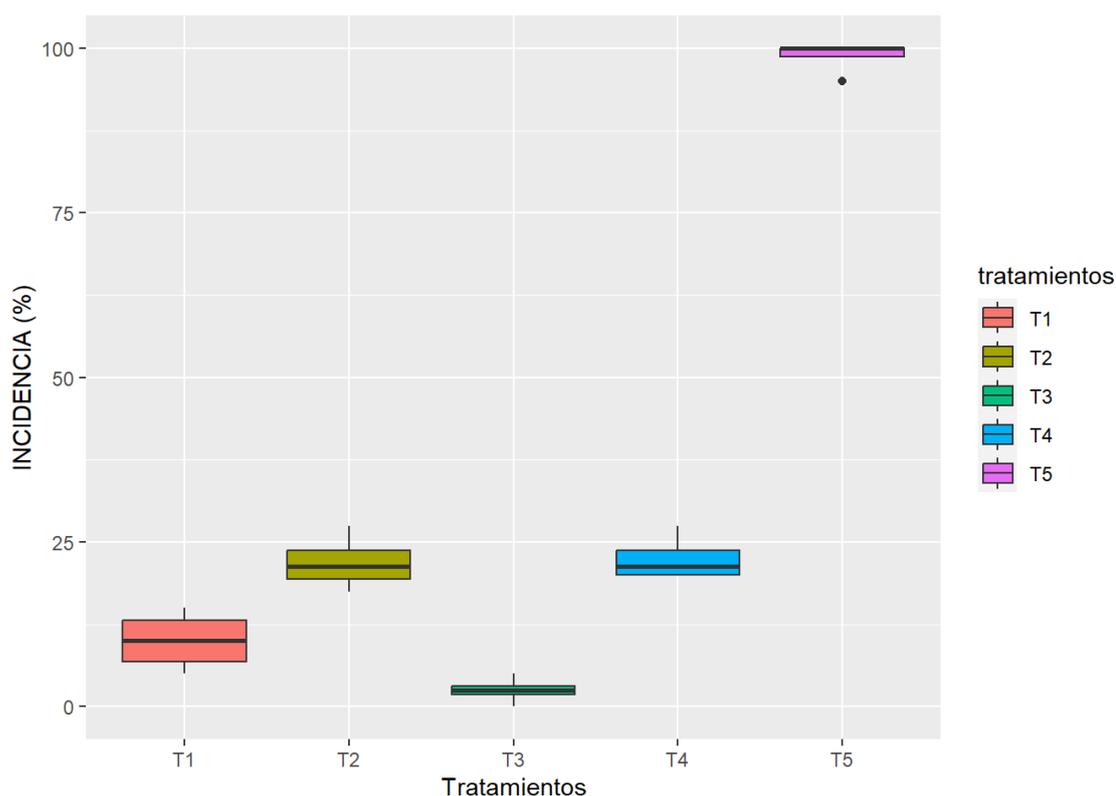


Ilustración 10-4: Diagrama de caja y bigote para la variable incidencia por planta (%) evaluada a los 200 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.

Realizado por: López, Edgar, 2023.

El Anova para la variable incidencia por planta mostró un efecto altamente significativo de los tratamientos a los 200 ddt ($p < 0,01$) (Tabla 28-4).

Tabla 27-4: Anova para la variable incidencia por planta (%) evaluadas a los 200 ddt plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Sig.
REPETICION	85,94	3	28,65	3,44	0,052	ns
TRATAMIENTOS	23995	4	5998,75	719,85	<0,0001	**
Error	100	12	8,33			
Total	24180,94	19				
C.V. (%)	9,27					

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

Realizado por: López, Edgar, 2023.

La prueba de Tukey al 5% para la variable incidencia por planta evaluada a los 200 ddt mostró 4 rangos de significancia, donde el T5 con una media de 98,75% se ubicó en el rango (a). T4 y T2 con medias de 22,50 y 21,88% respectivamente se ubicaron en el rango (b). T1 con una media de

10,00% se ubica en el rango (c) y T3 con una media de 2,50% se ubica en el rango (d) (Tabla 29-4).

Tabla 28-4: La prueba de Tukey (5%) para la variable incidencia por planta (%) evaluadas a los 200 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.

Tratamientos	Medias (%)	Rangos de significancia
(T5) Testigo	98,75	a
(T4) <i>Bacillus subtilis</i>	22,50	b
(T2) <i>Trichoderma longibrachiatum</i>	21,88	b
(T1) <i>Trichoderma harzianum</i>	10,00	c
(T3) Pyraclostrobin + Epoxiconazole	2,50	d

Medias con la misma letra no difieren estadísticamente (Tukey, $\alpha \leq 0.05$).

Realizado por: López, Edgar, 2023.

Evaluación a los 210 días después del trasplante.

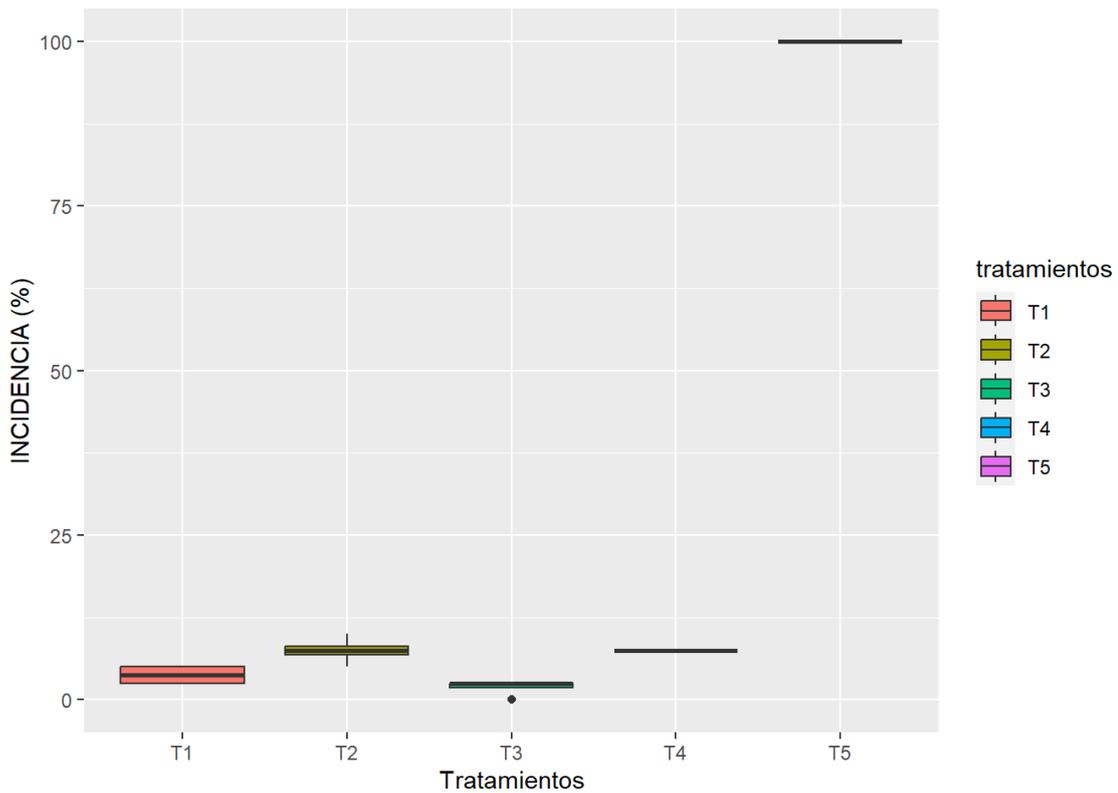


Ilustración 11-4: Diagrama de caja y bigote para la variable incidencia por planta (%) evaluada a los 210 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.

Realizado por: López, Edgar, 2023.

El Anova para la variable incidencia por planta mostró un efecto altamente significativo de los tratamientos a los 210 ddt ($p < 0,01$) (Tabla 30-4).

Tabla 29-4: Anova para la variable incidencia por planta (%) evaluadas a los 210 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Sig.
REPETICION		3,44	3	1,15	0,69	0,5768 ns
TRATAMIENTO	28880		4	7220	4332	<0,0001 **
Error		20	12	1,67		
Total	28903,44		19			
C.V. (%)	5,35					

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

Realizado por: López, Edgar, 2023.

La prueba de Tukey al 5% para la variable incidencia por planta evaluada a los 210 ddt mostró 3 rangos de significancia, donde el T5 con una media de 100,00% se ubicó en el rango (a). T4 y T2 con medias de 7,50 y 7,40% respectivamente se ubicaron en el rango (b). T1 y T3 con medias de 3,75% y 1,88% respectivamente se ubicaron en el rango (c) (Tabla 31-4).

Tabla 30-4: La prueba de Tukey (5%) para la variable incidencia por planta (%) evaluadas a los 210 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.

Tratamientos	Medias (%)	Rangos de significancia
(T5) Testigo	100,00	A
(T4) <i>Bacillus subtilis</i>	7,50	b
(T2) <i>Trichoderma longibrachiatum</i>	7,40	b
(T1) <i>Trichoderma harzianum</i>	3,75	c
(T3) Pyraclostrobin + Epoxiconazole	1,88	c

Medias con la misma letra no difieren estadísticamente (Tukey, $\alpha \leq 0.05$).

Realizado por: López, Edgar, 2023.

Evaluación a los 220 días después del trasplante.

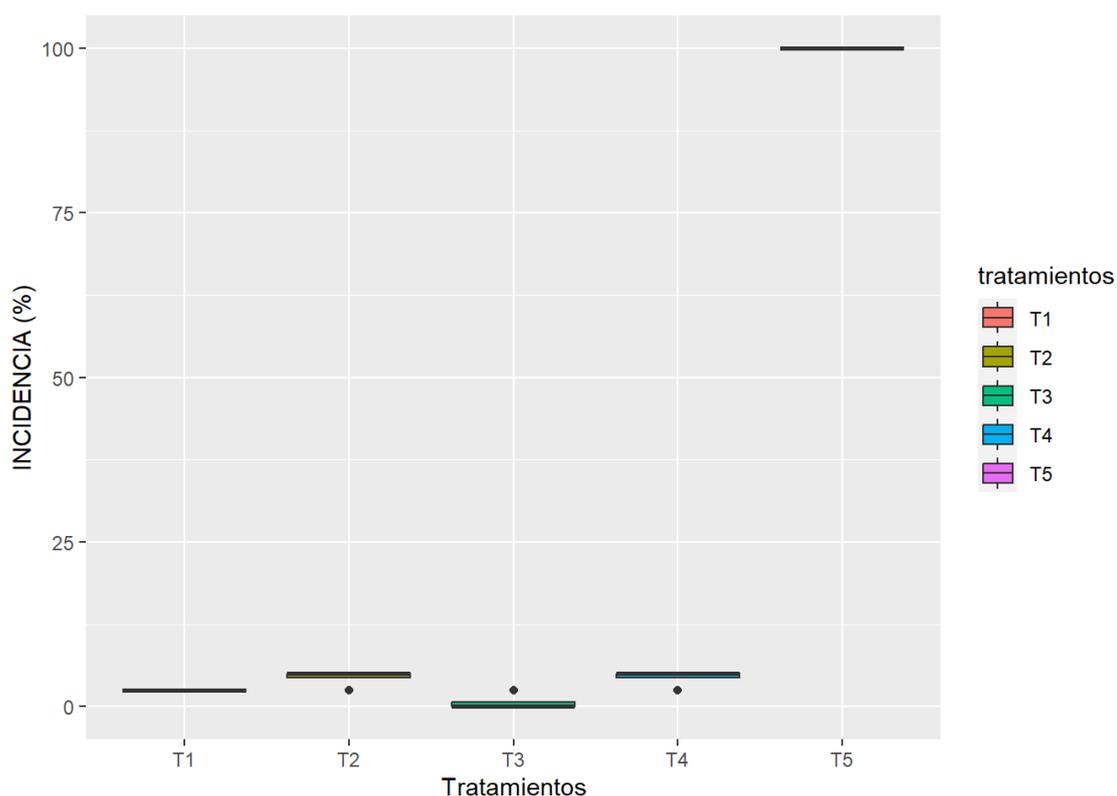


Ilustración 12-4: Diagrama de caja y bigote para la variable incidencia por planta (%) evaluada a los 220 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.

Realizado por: López, Edgar, 2023.

El Anova para la variable incidencia por planta mostró un efecto altamente significativo de los tratamientos a los 220 ddt ($p < 0,01$) (Tabla 32-4).

Tabla 31-4: Anova para la variable incidencia por planta (%) evaluadas a los 220 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Sig.
REPETICION		0,94	3	0,31	0,29	0,8348 ns
TRATAMIENTOS		30166,88	4	7541,72	6895,29	<0,0001 **
Error		13,12	12	1,09		
Total		30180,94	19			
C.V. (%)		4,67				

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

Realizado por: López, Edgar, 2023.

La prueba de Tukey al 5% para la variable incidencia por planta evaluada a los 220 ddt mostró 3 rangos de significancia, donde el T5 con una media de 100,00% se ubicó en el rango (a). T4 y T2 con medias de 4,38% y 4,37% respectivamente se ubicaron en el rango (b). T1 con una media de

2,50% se ubica en el rango (bc) y T3 con una media de 0,63% se ubica en el rango (c) (Tabla 33-4).

Tabla 32-4: La prueba de Tukey (5%) para la variable incidencia por planta (%) evaluadas a los 220 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.

Tratamientos	Medias (%)	Rangos de significancia
(T5) Testigo	100,00	A
(T4) <i>Bacillus subtilis</i>	4,38	b
(T2) <i>Trichoderma longibrachiatum</i>	4,37	b
(T1) <i>Trichoderma harzianum</i>	2,50	b c
(T3) Pyraclostrobin + Epoxiconazole	0,63	c

Medias con la misma letra no difieren estadísticamente (Tukey, $\alpha \leq 0.05$).

Realizado por: López, Edgar, 2023.

4.2.2 Incidencia de roya por hoja

Evaluación a los 130 días después del trasplante.

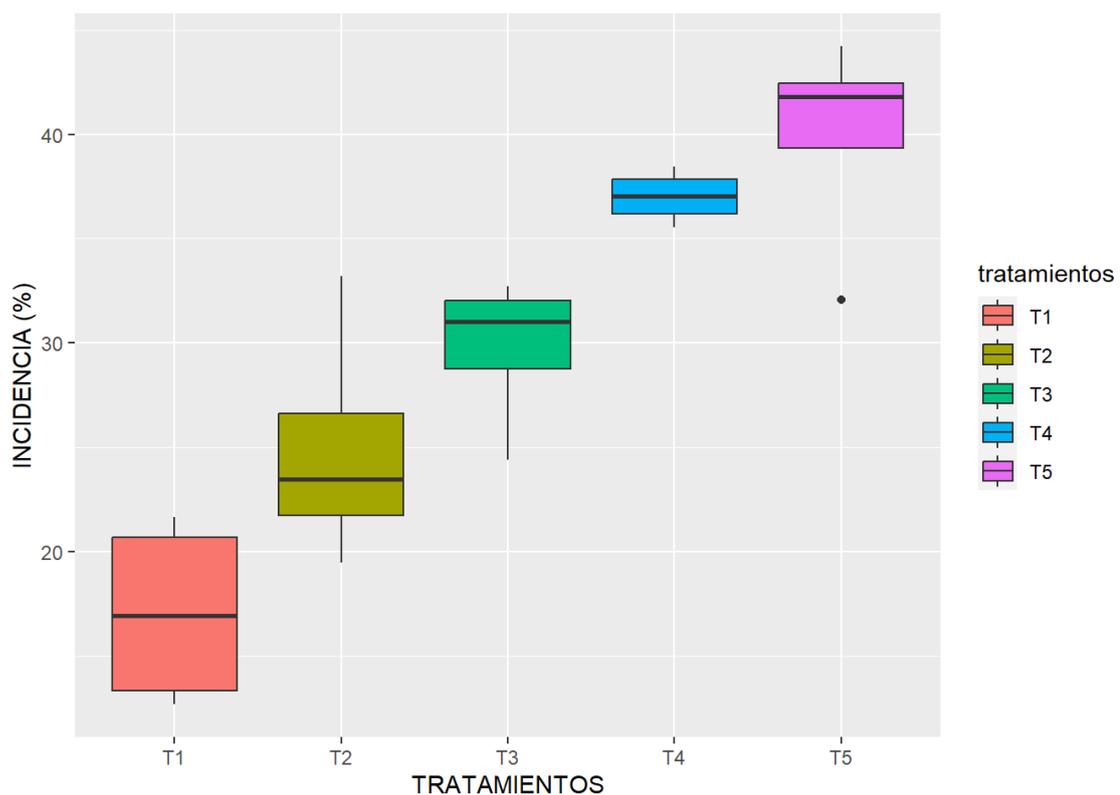


Ilustración 13-4: Diagrama de caja y bigote para la variable incidencia por hoja (%) evaluada a los 130 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.

Realizado por: López, Edgar, 2023.

El Anova para la variable incidencia de roya por hoja a los 130 ddt mostro diferencias significativas para la variable repetición y diferencias altamente significativas para la variable tratamientos (Tabla 34-4).

Tabla 33-4: Anova para la variable incidencia de roya por hoja (%) evaluadas a los 130 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Sig.
Repetición	163,14	3	54,38	4,69	0,0216	*
Tratamiento	1366,21	4	341,55	29,48	<0,0001	**
Error	139,01	12	11,58			
Total	1668,37	19				
C.V. (%)	11,44					

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

Realizado por: López, Edgar, 2023.

La prueba de Tukey al 5% para la variable incidencia de roya por hoja evaluada a los 130 ddt mostró 4 rangos de significancia, donde T5 con una media de 39,97% se ubicó en el rango (a), T4 con una media de 37,01% se ubicó en el rango (ab), T3 con una media de 29,79% se ubicó en el rango (bc), T2 con una media de 24,91% se ubicó en el rango (c) y T1 con una media de 17,06% se ubicó en el rango (d) (Tabla 35-4).

Tabla 34-4: La prueba de Tukey (5%) para la variable incidencia de roya por hoja (%) evaluadas a los 130 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.

Tratamientos	Medias (%)	Rangos de significancia	
(T5) Testigo	39,97	a	
(T4) <i>Bacillus subtilis</i>	37,01	a	b
(T3) Pyraclostrobin + Epoxiconazole	29,79	b	c
(T2) <i>Trichoderma longibrachiatum</i>	24,91		c
(T1) <i>Trichoderma harzianum</i>	17,06		d

Medias con la misma letra no difieren estadísticamente (Tukey, $\alpha \leq 0.05$).

Realizado por: López, Edgar, 2023.

Evaluación a los 140 días después del trasplante.

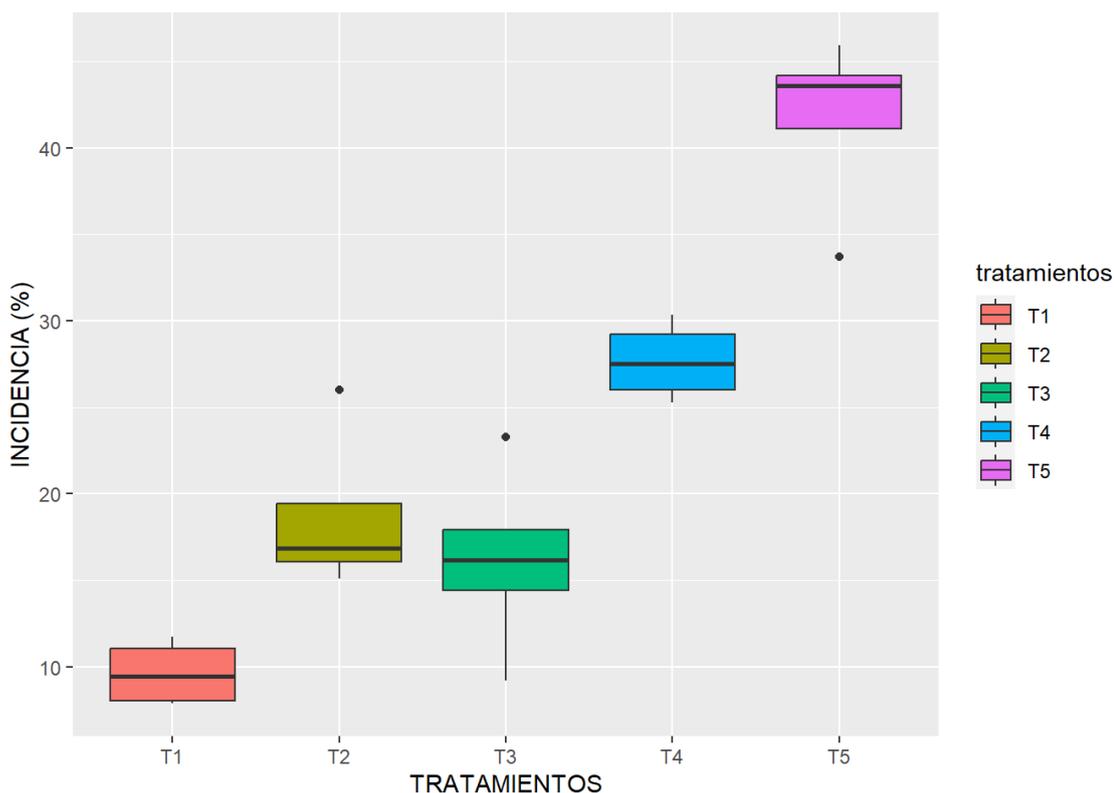


Ilustración 14-4: Diagrama de caja y bigote para la variable incidencia por hoja (%) evaluada a los 140 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.

Realizado por: López, Edgar, 2023.

El Anova para la variable incidencia por hoja mostró un efecto altamente significativo de los tratamientos a los 140 ddt ($p < 0,01$) (Tabla 36-4).

Tabla 35-4: Anova para la variable incidencia por hoja (%) evaluadas a los 140 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Sig.
Repetición	98,2	3	32,73	2,06	0,1592	ns
Tratamientos	2454,85	4	613,71	38,62	<0,0001	**
Error	190,71	12	15,89			
Total	2743,75	19				

C.V. (%) 17,5

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

Realizado por: López, Edgar, 2023.

La prueba de Tukey al 5% para la variable incidencia por hoja evaluada a los 140 ddt mostró 4 rangos de significancia, donde el T5 con una media de 41,68% se ubicó en el rango (a). T4 con una media de 27,67% se ubicó en el rango (b). T3 con una media de 18,70% se ubica en el rango

(bc). T2 con una media de 16,20% se ubica en el rango (cd) y T1 con una media de 9,64% se ubica en el rango (d) (Tabla 37-4).

Tabla 36-4: La prueba de Tukey (5%) para la variable incidencia (%) evaluadas a los 140 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.

Tratamientos	Medias (%)	Rangos de significancia	
(T5) Testigo	41,68	a	
(T4) <i>Bacillus subtilis</i>	27,67	b	
(T3) Pyraclostrobin + Epoxiconazole	18,70	b	c
(T2) <i>Trichoderma longibrachiatum</i>	16,20	c	d
(T1) <i>Trichoderma harzianum</i>	9,64	d	

Medias con la misma letra no difieren estadísticamente (Tukey, $\alpha \leq 0.05$).

Realizado por: López, Edgar, 2023.

Evaluación 150 días después del trasplante.

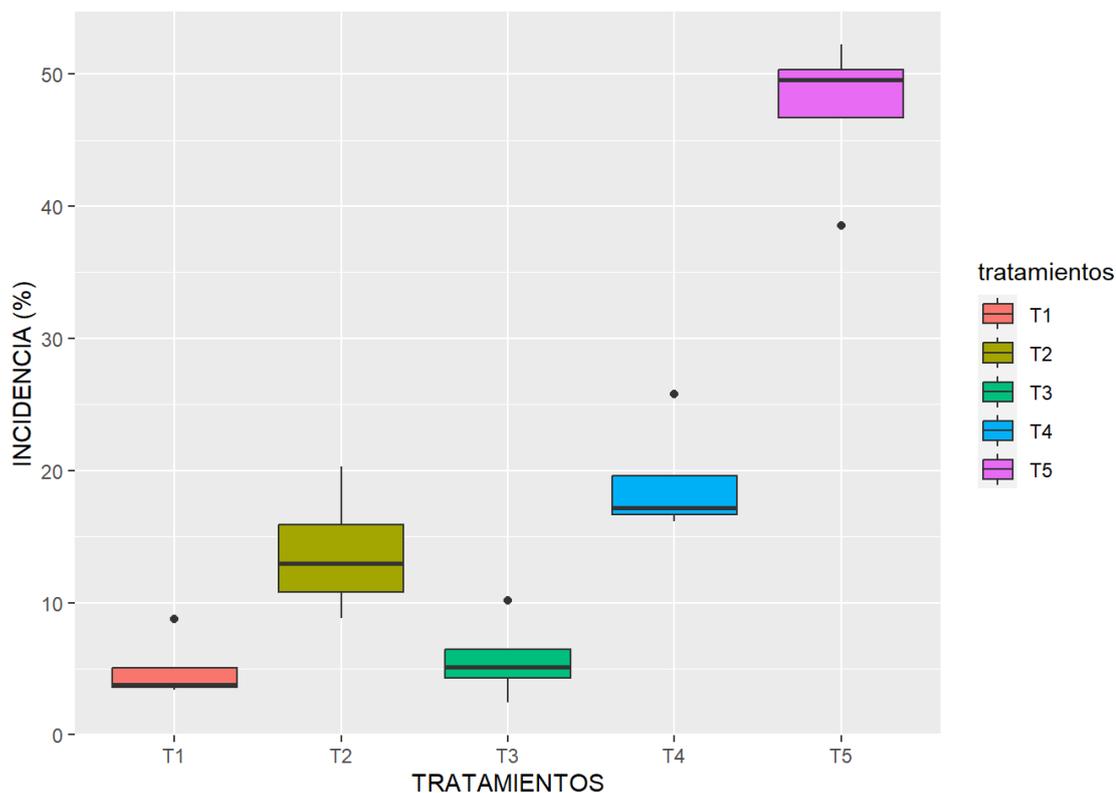


Ilustración 15-4: Diagrama de caja y bigote para la variable incidencia por hoja (%) evaluada a los 150 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.

Realizado por: López, Edgar, 2023.

El Anova para la variable incidencia por hoja mostró un efecto altamente significativo de los tratamientos a los 150 ddt ($p < 0.01$) (Tabla 38-4).

Tabla 37-4: Anova para la variable incidencia por hoja (%) evaluadas a los 150 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Sig.
Repetición	39,06	3	13,02	0,6	0,6243	Ns
Tratamientos	4839,65	4	1209,91	56,21	<0,0001	**
Error	258,3	12	21,53			
Total	5137,01	19				
C.V. (%)	24,5					

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

Realizado por: López, Edgar, 2023.

La prueba de Tukey al 5% para la variable incidencia por planta evaluada a los 150 ddt mostró 3 rangos de significancia, donde el T5 con una media de 47,47% se ubicó en el rango (a). T4 con una media de 19,09 se ubicó en el rango (b), T2 con una media de 13,76% se ubicó en el rango (bc). T3 y T1 con medias de 5,70 y 4,92 respectivamente se ubicaron en el rango (c) (Tabla 39-4).

Tabla 38-4: La prueba de Tukey (5%) para la variable incidencia por hoja (%) evaluadas a los 150 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.

Tratamientos	Medias (%)	Rangos de significancia	
(T5) Testigo	47,47	a	
(T4) <i>Bacillus subtilis</i>	19,09	b	
(T2) <i>Trichoderma longibrachiatum</i>	13,76	b	c
(T3) Pyraclostrobin + Epoxiconazole	5,70	c	
(T1) <i>Trichoderma harzianum</i>	4,92	c	

Medias con la misma letra no difieren estadísticamente (Tukey, $\alpha \leq 0.05$).

Realizado por: López, Edgar, 2023.

Evaluación a los 160 días después del trasplante.

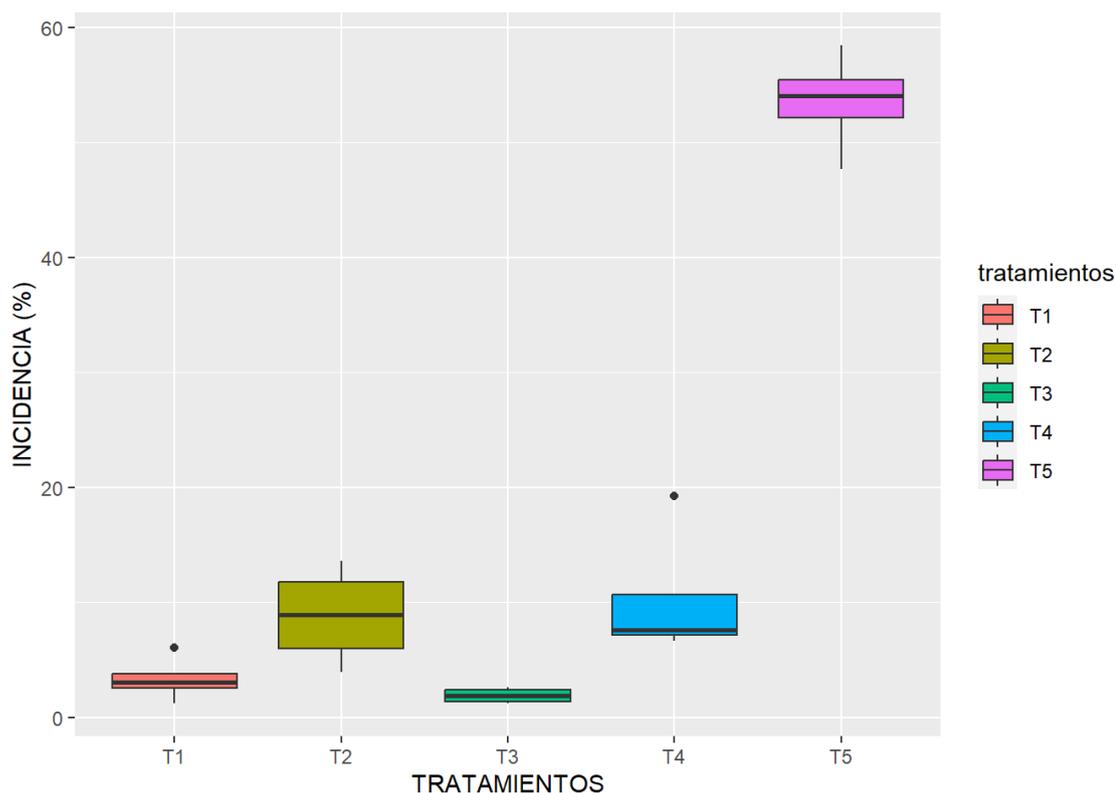


Ilustración 16-4: Diagrama de caja y bigote para la variable incidencia por hoja (%) evaluada a los 160 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.

Realizado por: López, Edgar, 2023.

El Anova para la variable incidencia por hoja mostró un efecto altamente significativo de los tratamientos a los 160 ddt ($p < 0,01$) (Tabla 40-4).

Tabla 39-4: Anova para la variable incidencia por hoja (%) evaluadas a los 160 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Sig.
Repetición	2,85	3	0,95	0,05	0,9851	Ns
Tratamientos	7407,27	4	1851,82	94,94	<0,0001	**
Error	234,07	12	19,51			
Total	7644,19	19				
C.V. (%)	28,83					

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

Realizado por: López, Edgar, 2023.

La prueba de Tukey al 5% para la variable incidencia por hoja evaluada a los 160 ddt mostró 2 rangos de significancia, donde el T5 con una media de 53,56% se ubicó en el rango (a). T4, T2, T1 y T3 con medias de 10,27%, 8,87%, 3,35% y 1,91% respectivamente se ubicaron en el rango (b) (Tabla 41-4).

Tabla 40-4: La prueba de Tukey (5%) para la variable incidencia por hoja (%) evaluadas a los 160 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.

Tratamientos	Medias (%)	Rangos de significancia
(T5) Testigo	53,56	a
(T4) <i>Bacillus subtilis</i>	10,27	b
(T2) <i>Trichoderma longibrachiatum</i>	8,87	b
(T1) <i>Trichoderma harzianum</i>	3,35	b
(T3) Pyraclostrobin + Epoxiconazole	1,91	b

Medias con la misma letra no difieren estadísticamente (Tukey, $\alpha \leq 0.05$).

Realizado por: López, Edgar, 2023.

Evaluación a los 170 días después del trasplante.

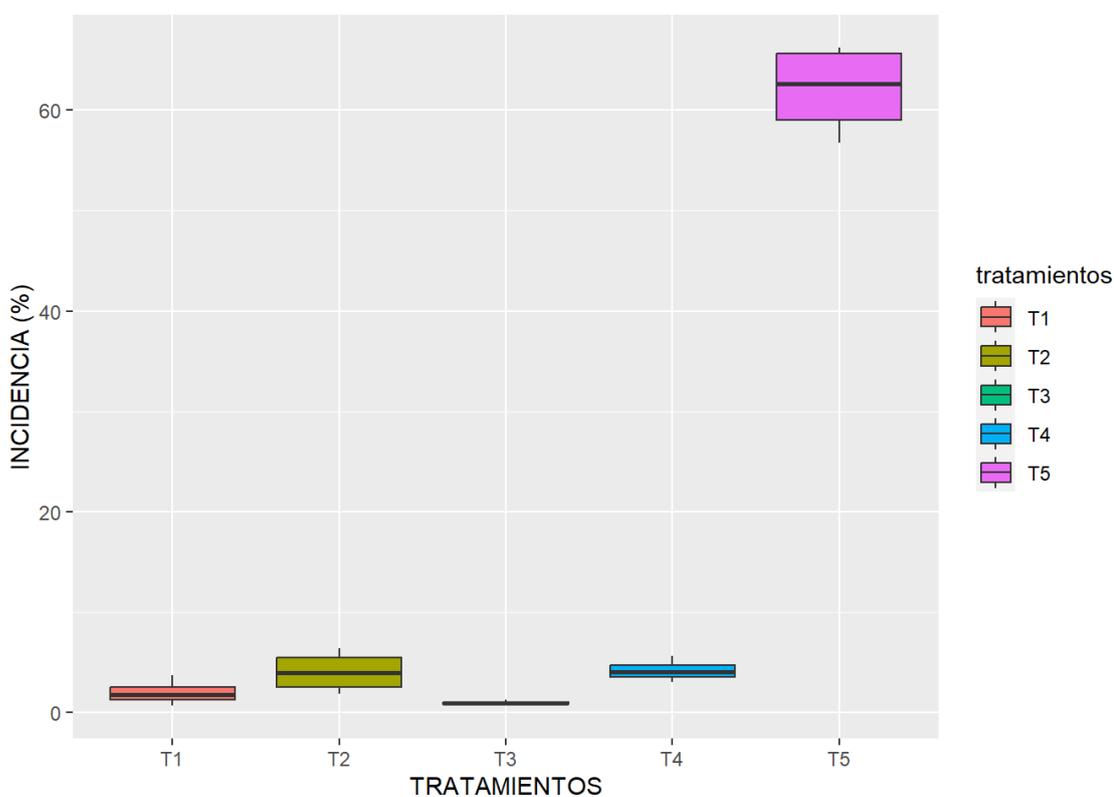


Ilustración 17-4: Diagrama de caja y bigote para la variable incidencia por hoja (%) evaluada a los 170 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.

Realizado por: López, Edgar, 2023.

El Anova para la variable incidencia por hoja mostró un efecto altamente significativo de los tratamientos a los 170 ddt ($p < 0,01$) (Tabla 42-4).

Tabla 41-4: Anova para la variable incidencia por hoja (%) evaluadas a los 170 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Sig.
Repetición	15,64	3	5,21	0,92	0,4624	ns
Tratamientos	11251,48	4	2812,87	494,06	<0,0001	**
Error	68,32	12	5,69			
Total	11335,45	19				
C.V. (%)	16,28					

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

Realizado por: López, Edgar, 2023.

La prueba de Tukey al 5% para la variable incidencia por hoja evaluada a los 170 ddt mostró 2 rangos de significancia, donde el T5 con una media de 62,03% se ubicó en el rango (a). T4, T2, T1 y T3 con medias de 4,21%, 4,09%, 2,00% y 0,96% respectivamente se ubicaron en el rango (b) (Tabla 43-4).

Tabla 42-4: La prueba de Tukey (5%) para la variable incidencia (%) evaluadas a los 170 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.

Tratamientos	Medias (%)	Rangos de significancia
(T5) Testigo	62,03	a
(T4) <i>Bacillus subtilis</i>	4,21	b
(T2) <i>Trichoderma longibrachiatum</i>	4,09	b
(T1) <i>Trichoderma harzianum</i>	2,00	b
(T3) Pyraclostrobin + Epoxiconazole	0,96	b

Medias con la misma letra no difieren estadísticamente (Tukey, $\alpha \leq 0.05$).

Realizado por: López, Edgar, 2023.

Evaluación a los 180 días después del trasplante.

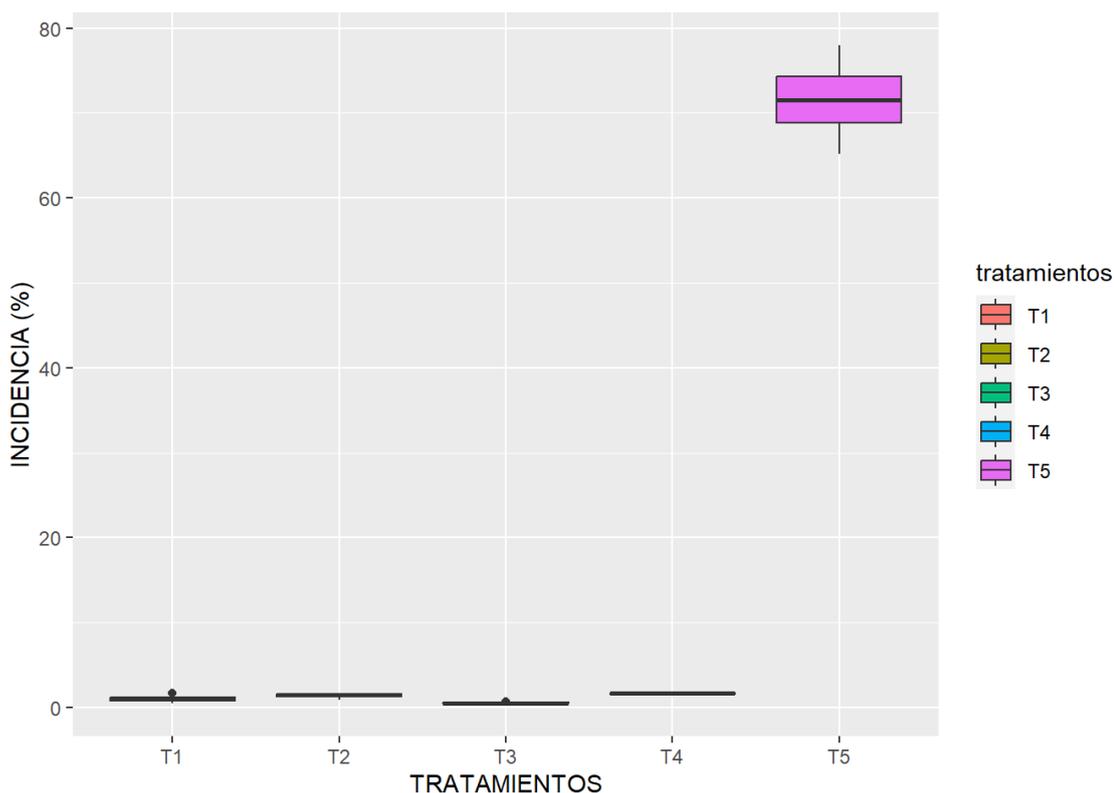


Ilustración 18-4: Diagrama de caja y bigote para la variable incidencia por hoja (%) evaluada a los 180 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.

Realizado por: López, Edgar, 2023.

El Anova para la variable incidencia por hoja mostró un efecto altamente significativo de los tratamientos a los 180 ddt ($p < 0,01$) (Tabla 44-4).

Tabla 43-4: Anova para la variable incidencia por hoja (%) evaluadas a los 180 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Sig.
Repetición	20,72	3	6,91	1,23	0,342	ns
Tratamientos	15873,65	4	3968,41	706,03	<0,0001	**
Error	67,45	12	5,62			
Total	15961,82	19				
C.V. (%)	15,58					

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

Realizado por: López, Edgar, 2023.

La prueba de Tukey al 5% para la variable incidencia por hoja evaluada a los 180 ddt mostró 2 rangos de significancia, donde el T5 con una media de 71,56% se ubicó en el rango (a). T4, T2, T1 y T3 con medias de 1,67%, 1,35%, 0,99% y 0,54% respectivamente se ubicaron en el rango (b) (Tabla 45-4).

Tabla 44-4: La prueba de Tukey (5%) para la variable incidencia por hoja (%) evaluadas a los 180 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.

Tratamientos	Medias (%)	Rangos de significancia
(T5) Testigo	71,56	a
(T4) <i>Bacillus subtilis</i>	1,67	b
(T2) <i>Trichoderma longibrachiatum</i>	1,35	b
(T1) <i>Trichoderma harzianum</i>	0,99	b
(T3) Pyraclostrobin + Epoxiconazole	0,54	b

Medias con la misma letra no difieren estadísticamente (Tukey, $\alpha \leq 0.05$).

Realizado por: López, Edgar, 2023.

Evaluación a los 190 días después del trasplante.

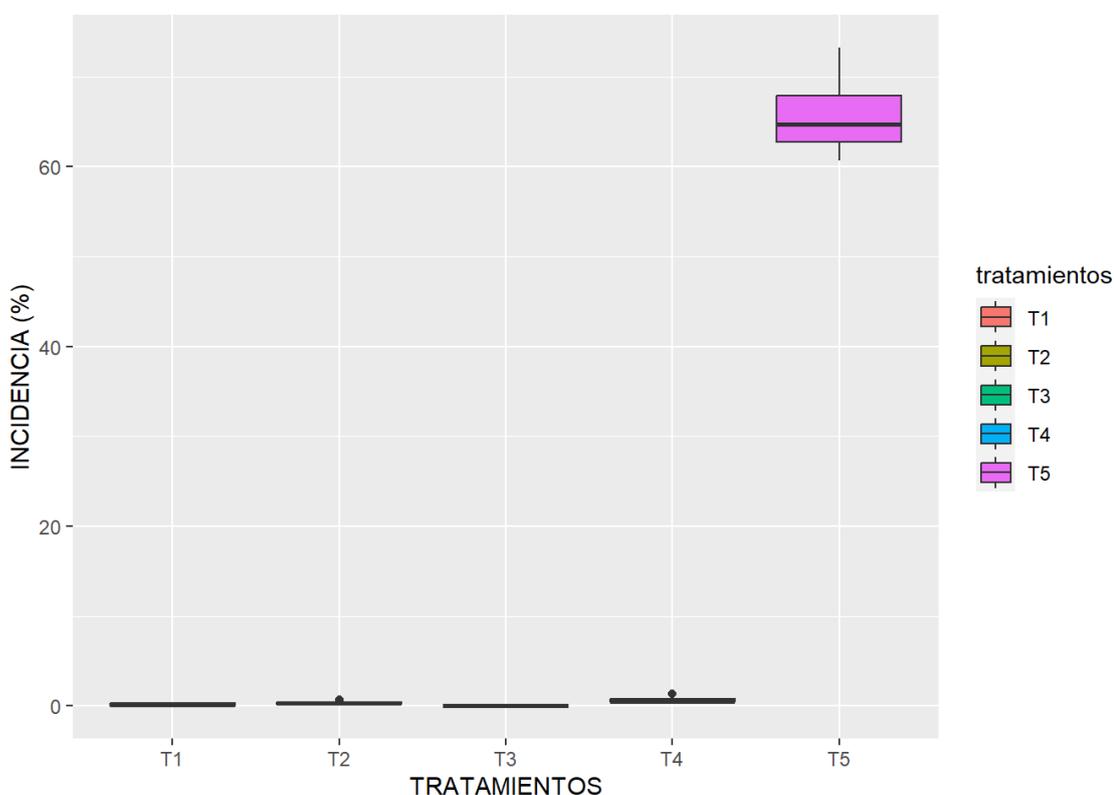


Ilustración 19-4: Diagrama de caja y bigote para la variable incidencia por hoja (%) evaluada a los 190 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.

Realizado por: López, Edgar, 2023.

El Anova para la variable incidencia por hoja mostró un efecto altamente significativo de los tratamientos a los 190 ddt ($p < 0,01$) (Tabla 46-4).

Tabla 45-4: Anova para la variable incidencia por hoja (%) evaluadas a los 190 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Sig.
Repetición	19,92	3	6,64	1,17	0,3614	Ns
Tratamientos	13756,11	4	3439,03	606,68	<0,0001	**
Error	68,02	12	5,67			
Total	13844,04	19				
C.V. (%)	17,73					

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

Realizado por: López, Edgar, 2023.

La prueba de Tukey al 5% para la variable incidencia por hoja evaluada a los 190 ddt mostró 2 rangos de significancia, donde el T5 con una media de 65,88% se ubicó en el rango (a). T4, T2, T1 y T3 con medias de 0,72%, 0,35%, 0,18% y 0,00% respectivamente se ubicaron en el rango (b) (Tabla 47-4).

Tabla 46-4: La prueba de Tukey (5%) para la variable incidencia por hoja (%) evaluadas a los 190 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.

	Medias (%)	Rangos de significancia
(T5) Testigo	65,88	a
(T4) <i>Bacillus subtilis</i>	0,72	b
(T2) <i>Trichoderma longibrachiatum</i>	0,35	b
(T1) <i>Trichoderma harzianum</i>	0,18	b
(T3) Pyraclostrobin + Epoxiconazole	0,00	b

Medias con la misma letra no difieren estadísticamente (Tukey, $\alpha \leq 0.05$)

Realizado por: López, Edgar, 2023.

Evaluación a los 200 días después del trasplante.

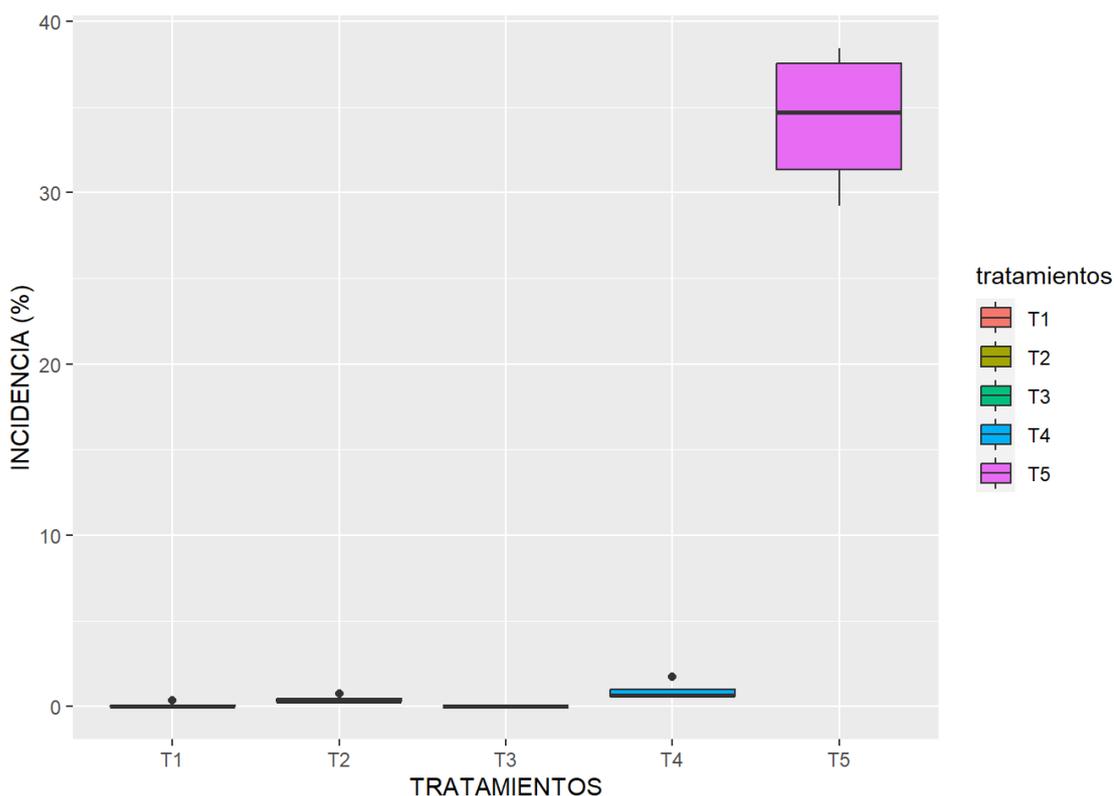


Ilustración 20-4: Diagrama de caja y bigote para la variable incidencia por hoja (%) evaluada a los 200 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.

Realizado por: López, Edgar, 2023.

El Anova para la variable incidencia por hoja mostró un efecto altamente significativo de los tratamientos a los 200 ddt ($p < 0,01$) (Tabla 48-4).

Tabla 47-4: Anova para la variable incidencia por hoja (%) evaluadas a los 200 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Sig.
Repetición	11,82	3	3,94	1,03	0,4127	Ns
Tratamientos	3678,8	4	919,7	241,19	<0,0001	**
Error	45,76	12	3,81			
Total	3736,38	19				
C.V. (%)	27,37					

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

Realizado por: López, Edgar, 2023.

La prueba de Tukey al 5% para la variable incidencia por hoja evaluada a los 200 ddt mostró 2 rangos de significancia, donde el T5 con una media de 34,25% se ubicó en el rango (a). T4, T2, T1 y T3 con medias de 0,92%, 0,42%, 0,09% y 0,00% respectivamente se ubicaron en el rango (b) (Tabla 49-4).

Tabla 48-4: La prueba de Tukey (5%) para la variable incidencia por hoja (%) evaluadas a los 200 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.

Tratamientos	Medias (%)	Rangos de significancia
(T5) Testigo	34,25	a
(T4) <i>Bacillus subtilis</i>	0,92	b
(T2) <i>Trichoderma longibrachiatum</i>	0,42	b
(T1) <i>Trichoderma harzianum</i>	0,09	b
(T3) Pyraclostrobin + Epoxiconazole	0,00	b

Medias con la misma letra no difieren estadísticamente (Tukey, $\alpha \leq 0.05$).

Realizado por: López, Edgar, 2023.

Evaluación a los 210 días después del trasplante.

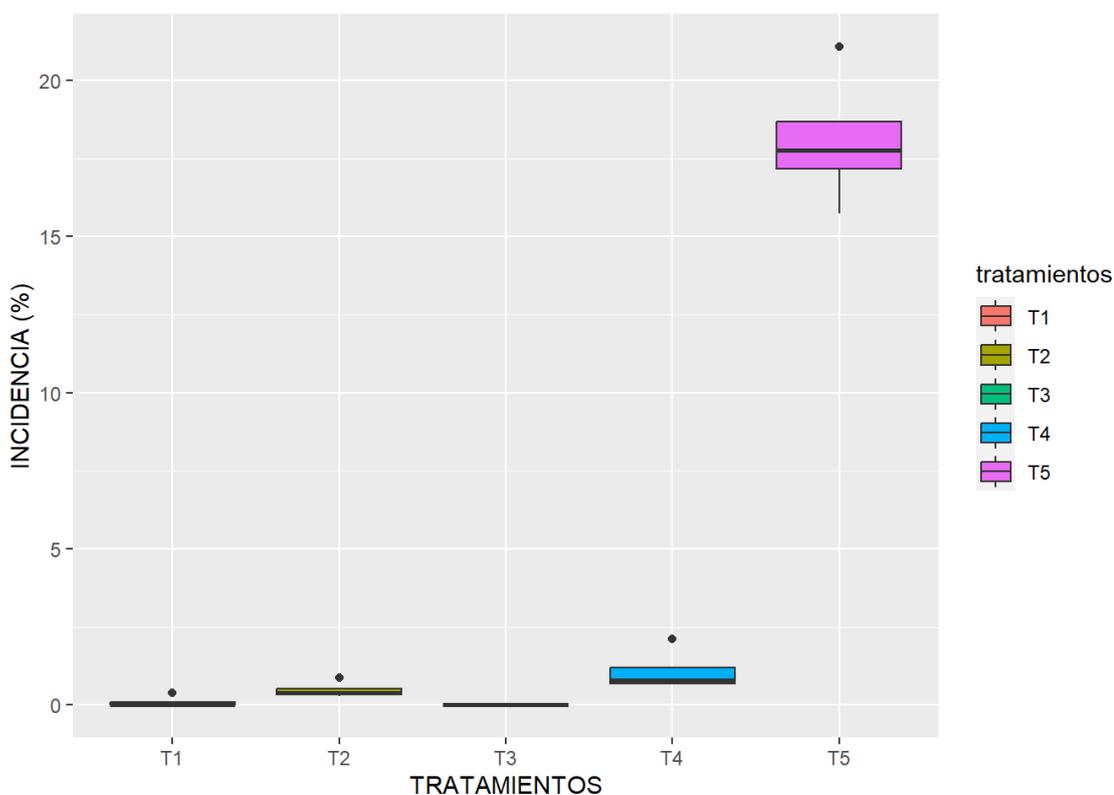


Ilustración 21-4: Diagrama de caja y bigote para la variable incidencia por hoja (%) evaluada a los 210 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.

Realizado por: López, Edgar, 2023.

El Anova para la variable incidencia por hoja mostró un efecto altamente significativo de los tratamientos a los 210 ddt ($p < 0,01$) (Tabla 50-4).

Tabla 49-4: Anova para la variable incidencia por hoja (%) evaluadas a los 210 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Sig.
Repetición		2,4	3	0,8	0,69	0,5779 ns
Tratamientos	1002,09		4	250,52	214,7	<0,0001 **
Error		14	12	1,17		
Total	1018,5		19			
C.V. (%)	27,36					

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

Realizado por: López, Edgar, 2023.

La prueba de Tukey al 5% para la variable incidencia por hoja evaluada a los 210 ddt mostró 2 rangos de significancia, donde el T5 con una media de 18,09% se ubicó en el rango (a). T4, T2, T1 y T3 con medias de 1,08%, 0,48%, 0,10% y 0,00% respectivamente se ubicaron en el rango (b) (Tabla 51-4).

Tabla 50-4: La prueba de Tukey (5%) para la variable incidencia (%) evaluadas a los 210 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.

Tratamientos	Medias (%)	Rangos de significancia
(T5) Testigo	18,09	a
(T4) <i>Bacillus subtilis</i>	1,08	b
(T2) <i>Trichoderma longibrachiatum</i>	0,48	b
(T1) <i>Trichoderma harzianum</i>	0,10	b
(T3) Pyraclostrobin + Epoxiconazole	0,00	b

Medias con la misma letra no difieren estadísticamente (Tukey, $\alpha \leq 0.05$).

Realizado por: López, Edgar, 2023.

Evaluación a los 220 días después del trasplante.

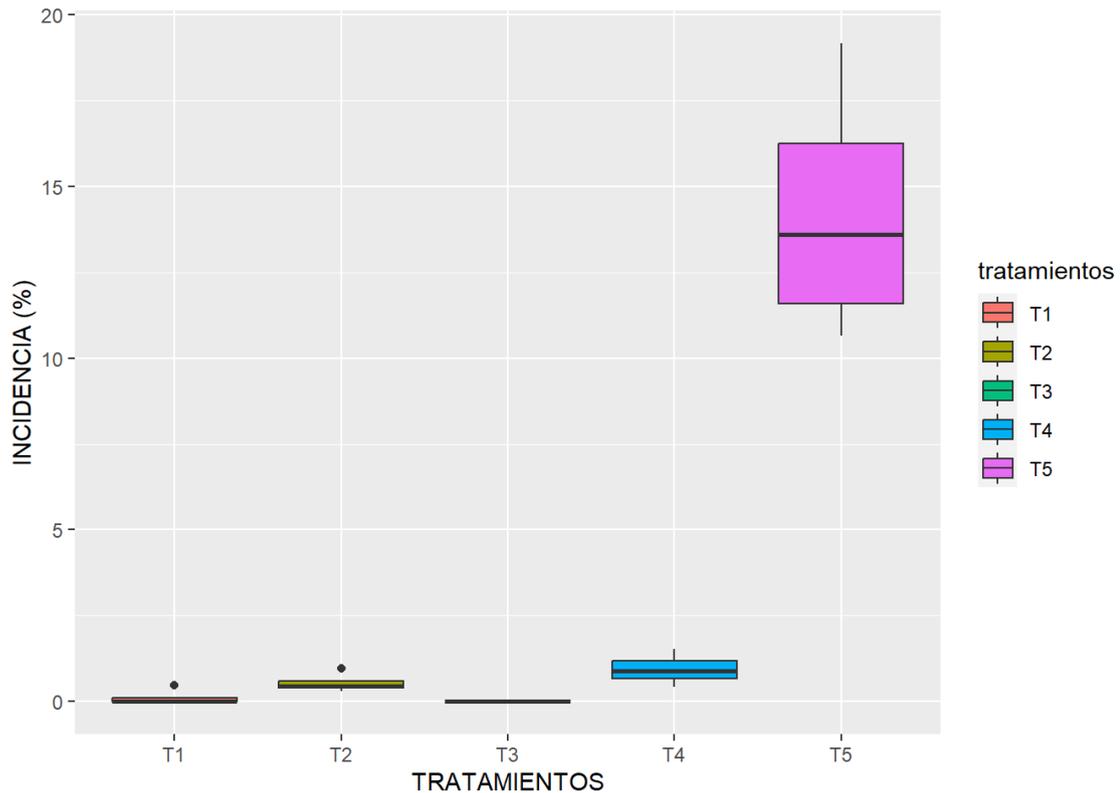


Ilustración 22-4: Diagrama de caja y bigote para la variable incidencia por hoja (%) evaluada a los 220 ddt en plantas de tomate sometidas a diferentes tratamientos.

Realizado por: López, Edgar, 2023.

El Anova para la variable incidencia por hoja mostró un efecto altamente significativo de los tratamientos a los 220 ddt ($p < 0,01$) (Tabla 52-4).

Tabla 51-4: Anova para la variable incidencia por hoja (%) evaluadas a los 220 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Sig.
Repetición	11,31	3	3,77	1,35	0,3042	ns
Tratamientos	615,58	4	153,89	55,17	<0,0001	**
Error	33,48	12	2,79			
Total	660,36	19				
C.V. (%)	12,32					

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

Realizado por: López, Edgar, 2023.

La prueba de Tukey al 5% para la variable incidencia por hoja evaluada a los 220 ddt mostró 2 rangos de significancia, donde el T5 con una media de 14,25% se ubicó en el rango (a). T4, T2,

T1 y T3 con medias de 0,94%, 0,55%, 0,12% y 0,00% respectivamente se ubicaron en el rango (b) (Tabla 53-4).

Tabla 52-4: La prueba de Tukey (5%) para la variable incidencia (%) evaluadas a los 220 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.

Tratamientos	Medias (%)	Rangos de significancia
(T5) Testigo	14,25	a
(T4) <i>Bacillus subtilis</i>	0,94	b
(T2) <i>Trichoderma longibrachiatum</i>	0,55	b
(T1) <i>Trichoderma harzianum</i>	0,12	b
(T3) Pyraclostrobin + Epoxiconazole	0,00	b

Medias con la misma letra no difieren estadísticamente (Tukey, $\alpha \leq 0.05$).

Realizado por: López, Edgar, 2023.

4.3 Severidad de la enfermedad

4.3.1 Número de pústulas de roya por hoja

Evaluación a los 130 días después del trasplante.

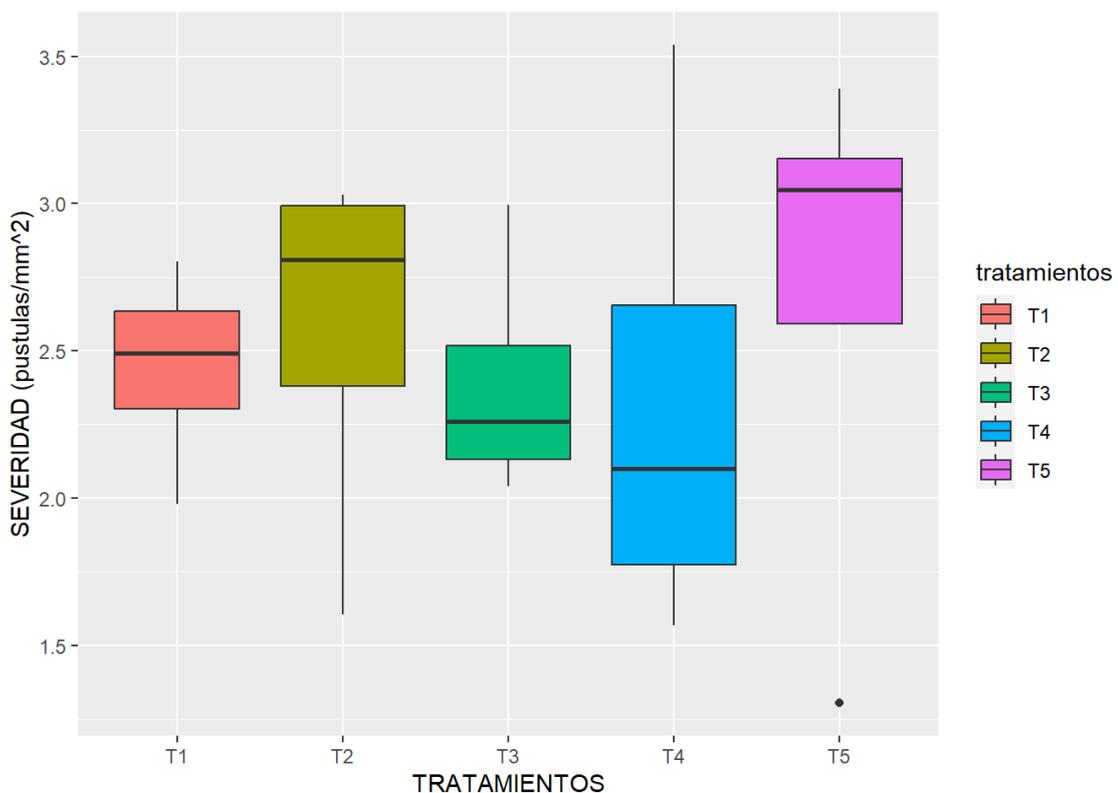


Ilustración 23-4: Diagrama de caja y bigote para la variable severidad (pústulas/m²) evaluada a los 130 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.

Realizado por: López, Edgar, 2023.

El Anova para la variable severidad (pústulas/m²) a los 130 ddt no mostro efecto de los tratamientos (p>0,05) (Tabla 54-4)

Tabla 53-4: Anova para la variable severidad (pústulas/m²) evaluadas a los 130 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Sig.
Repetición	0,44	3	0,15	0,26	0,8528	Ns
Tratamientos	0,35	4	0,09	0,16	0,9569	Ns
Error	6,73	12	0,56			
Total	7,51	19				
C.V. (%)	30,15					

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

Realizado por: López, Edgar, 2023.

Evaluación a los 140 días después del trasplante.

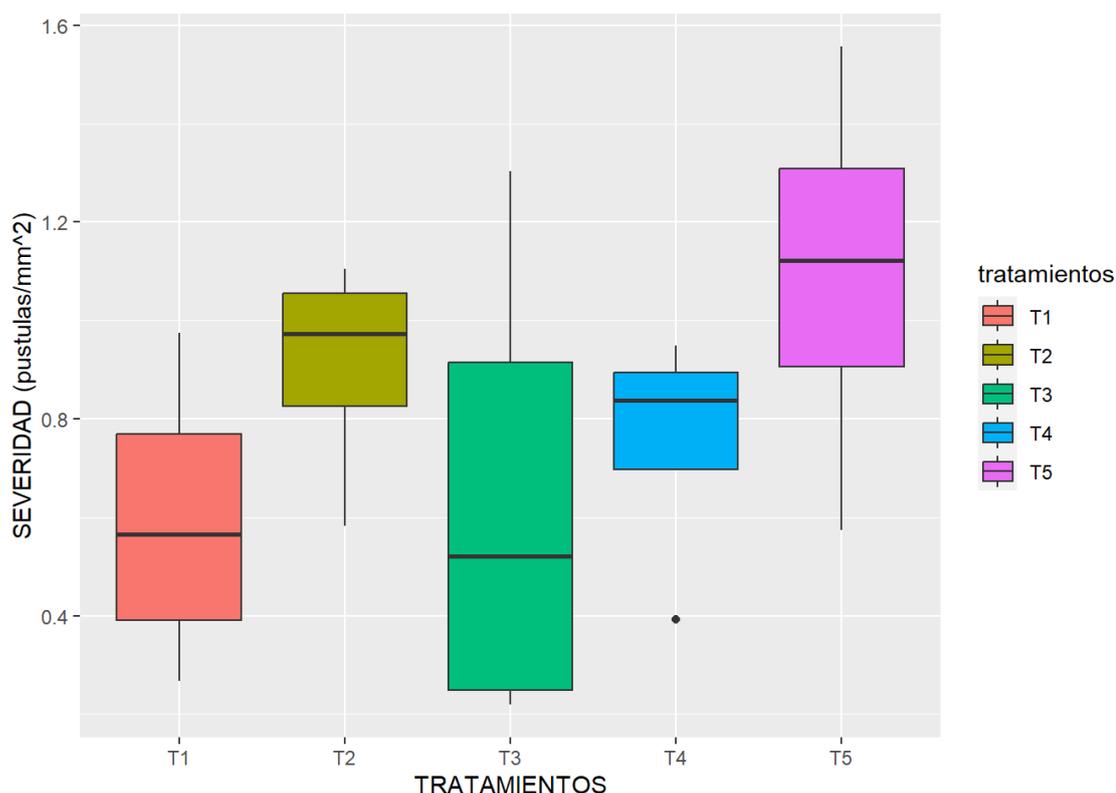


Ilustración 24: Diagrama de caja y bigote para la variable severidad (pústulas/m²) evaluada a los 140 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.

Realizado por: López, Edgar, 2023.

El Anova para la variable severidad (pústulas/m²) mostró un efecto significativo de las repeticiones y altamente significativo de los tratamientos a los 140 ddt (p<0,01) (Tabla 55-4).

Tabla 54-4: Anova para la variable severidad (pústulas/m²) evaluadas a los 140 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Sig.
Repetición	1,55	3	0,52	16,3	0,0002	**
Tratamientos	0,67	4	0,17	5,29	0,0108	*
Error	0,38	12	0,03			
Total	2,6	19				
C.V. (%)	22,31					

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

Realizado por: López, Edgar, 2023.

La prueba de Tukey al 5% para la variable severidad (pústulas/m²) evaluada a los 140 ddt mostró 2 rangos de significancia, donde el T5 con una media de 1,09(pústulas/m²) se ubicó en el rango (a). T4 y T2 con medias de 0,91 y 0,75(pústulas/m²) respectivamente se ubicaron en el rango (ab) y T3 y T1 con medias de 0,64 y 0,59(pústulas/m²) respectivamente se ubicaron en el rango (b) (Tabla 56-4).

Tabla 55-4: La prueba de Tukey (5%) para la variable severidad (pústulas/m²) evaluadas a los 140 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.

Tratamientos	Medias (%)	Rangos de significancia.
(T5) Testigo	1,09	a
(T4) <i>Bacillus subtilis</i>	0,91	a b
(T2) <i>Trichoderma longibrachiatum</i>	0,75	a b
(T3) Pyraclostrobin + Epoxiconazole	0,64	b
(T1) <i>Trichoderma harzianum</i>	0,59	b

Medias con la misma letra no difieren estadísticamente (Tukey, $\alpha \leq 0.05$).

Realizado por: López, Edgar, 2023.

Evaluación a los 150 días después del trasplante.

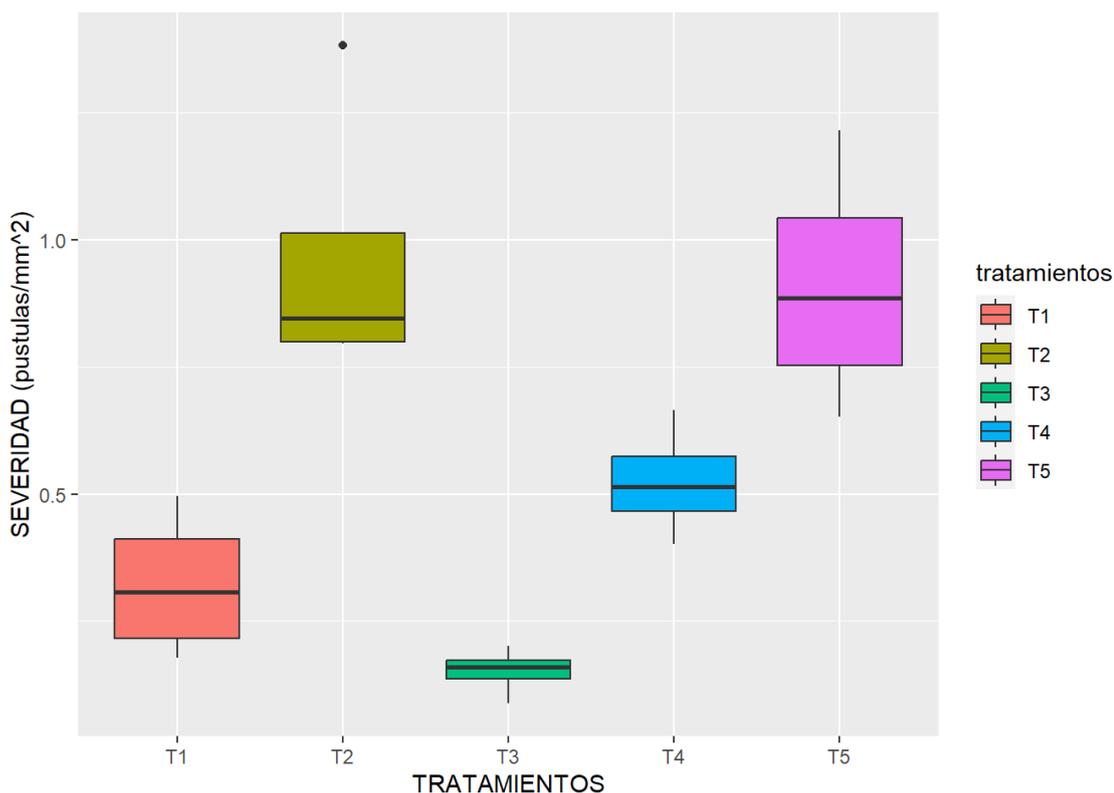


Ilustración 25-4: Diagrama de caja y bigote para la variable severidad (pústulas/m²) evaluada a los 150 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.

Realizado por: López, Edgar, 2023.

El Anova para la variable severidad (pústulas/m²) mostró un efecto altamente significativo de los tratamientos a los 150 ddt ($p < 0,01$) (Tabla 57-4).

Tabla 56-4: Anova para la variable severidad (pústulas/m²) evaluadas a los 150 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Sig.
Repetición	0,15	3	0,05	1,53	0,2563	ns
Tratamientos	2,05	4	0,51	16,23	0,0001	**
Error	0,38	12	0,03			
Total	2,57	19				
C.V. (%)	30,09					

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

Realizado por: López, Edgar, 2023.

La prueba de Tukey al 5% para la variable severidad (pústulas/m²) evaluada a los 150 ddt mostró 3 rangos de significancia, donde el T5 con una media de 0,97(pústulas/m²) se ubicó en el rango (a). T2 con una media de 0,91 (pústulas/m²) se ubicó en el rango (ab). T4 con una media de 0,52

(pústulas/m²) se ubicó en el rango (bc). T1 y T3 con medias de 0,32 y 0,15 (pústulas/m²) respectivamente, se ubicaron en el rango (c) (Tabla 58-4).

Tabla 57-4: La prueba de Tukey (5%) para la variable severidad (pústulas/m²) evaluadas a los 150 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.

Tratamientos	Medias (%)	Rangos de significancia.	
(T5) Testigo	0,97	a	
(T2) <i>Trichoderma longibrachiatum</i>	0,91	a	b
(T4) <i>Bacillus subtilis</i>	0,52	b	c
(T1) <i>Trichoderma harzianum</i>	0,32		c
(T3) Pyraclostrobin + Epoxiconazole	0,15		c

Medias con la misma letra no difieren estadísticamente (Tukey, $\alpha \leq 0.05$).

Realizado por: López, Edgar, 2023.

Evaluación a los 160 días después del trasplante.

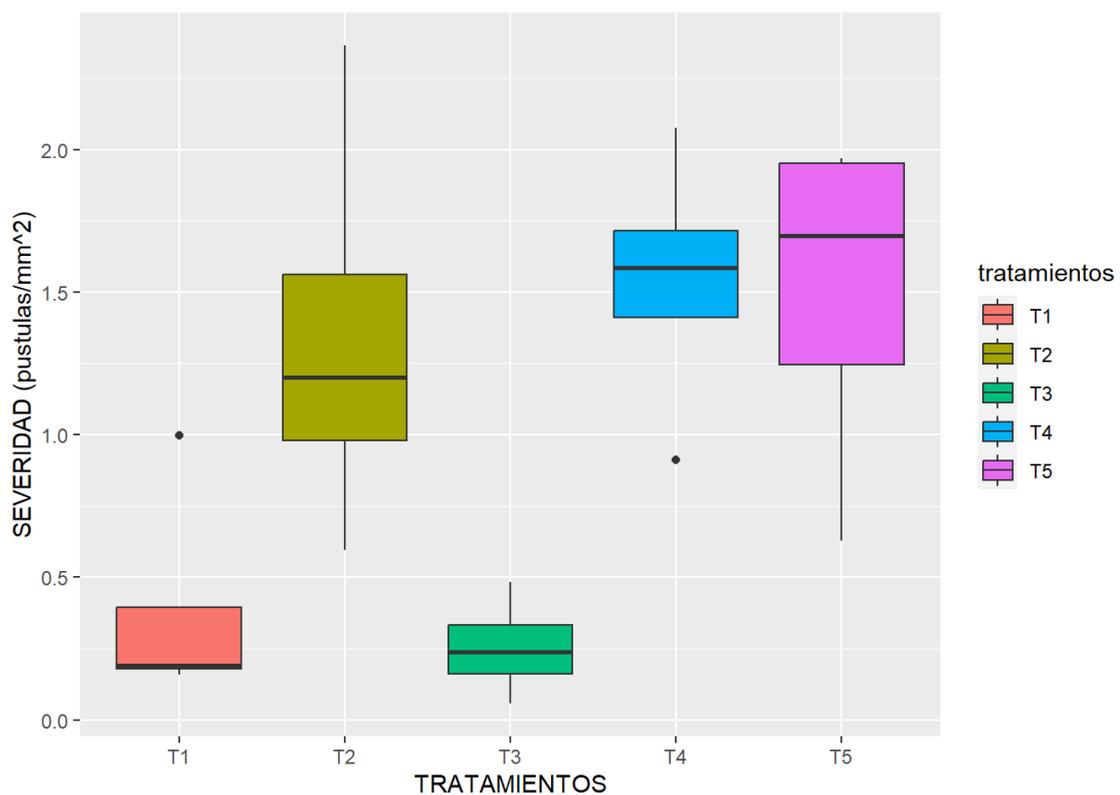


Ilustración 26-4: Diagrama de caja y bigote para la variable severidad (pústulas/m²) evaluada a los 160 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.

Realizado por: López, Edgar, 2023.

El Anova para la variable severidad (pústulas/m²) mostró un efecto significativo para la variable repetición (p<0.05), y un efecto altamente significativo de los tratamientos a los 160 ddt (p<0,01) (Tabla 59-4).

Tabla 58-4: Anova para la variable severidad (pústulas/m²) evaluadas a los 160 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Sig.
Repetición	2,33	3	0,78	5,19	0,0158	*
Tratamientos	6,36	4	1,59	10,63	0,0006	**
Error	1,8	12	0,15			
Total	10,49	19				
C.V. (%)	38,57					

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

Realizado por: López, Edgar, 2023.

La prueba de Tukey al 5% para la variable severidad (pústulas/m²) evaluada a los 160 ddt mostró 2 rangos de significancia, donde el T5, T4 y T2 con medias de 1,54, 1,50, y 1,34(pústulas/m²) respectivamente, se ubican en el rango (a). T1 y T3 con medias de 0,38 y 0,25 (pústulas/m²) respectivamente se ubican en el rango (b) (Tabla 60-4).

Tabla 59-4: La prueba de Tukey (5%) para la variable severidad (pústulas/m²) evaluadas a los 160 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.

Tratamientos	Medias (%)	rangos de significancia.
(T5) Testigo	1,54	a
(T4) <i>Bacillus subtilis</i>	1,50	a
(T2) <i>Trichoderma longibrachiatum</i>	1,34	a
(T1) <i>Trichoderma harzianum</i>	0,38	b
(T3) Pyraclostrobin + Epoxiconazole	0,25	b

Medias con la misma letra no difieren estadísticamente (Tukey, $\alpha \leq 0.05$).

Realizado por: López, Edgar, 2023.

Evaluación a los 170 días después del trasplante.

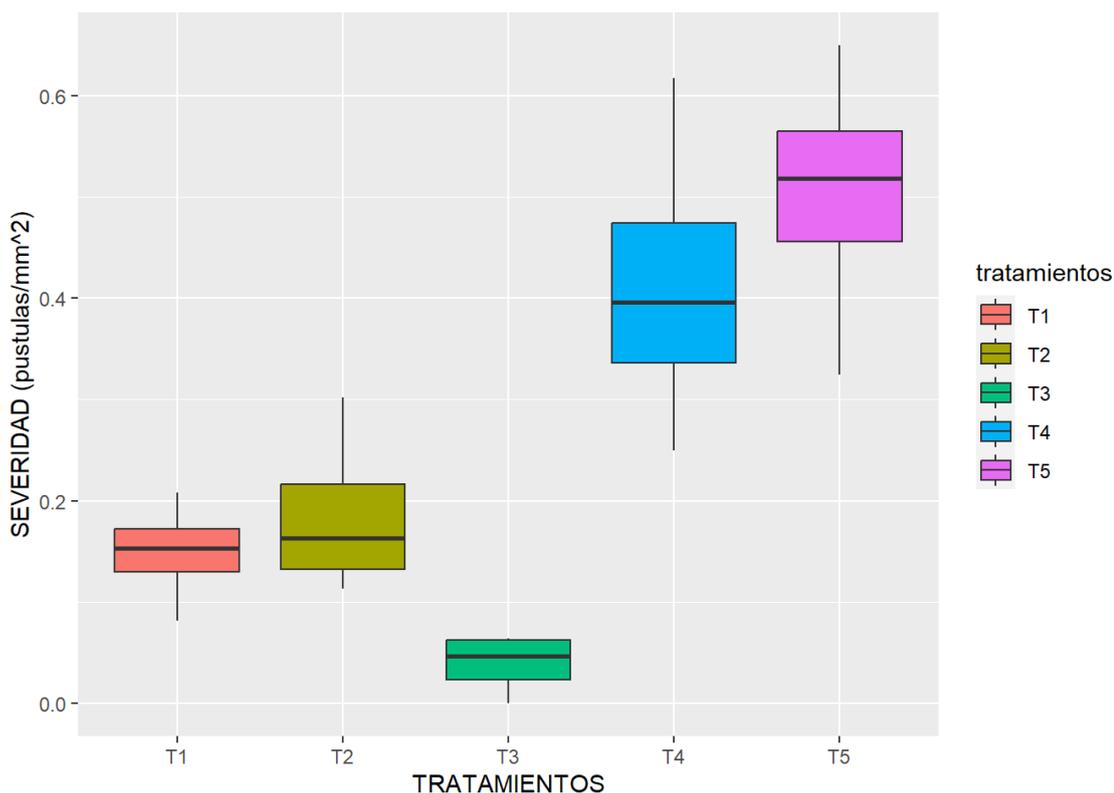


Ilustración 27-4: Diagrama de caja y bigote para la variable severidad (pústulas/m²) evaluada a los 170 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.

Realizado por: López, Edgar, 2023.

El Anova para la variable severidad (pústulas/m²) mostró un efecto altamente significativo de los tratamientos a los 170 ddt ($p < 0,01$) (Tabla 61-4).

Tabla 60-4: Anova para la variable severidad (pústulas/m²) evaluadas a los 170 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Sig.
Repetición	0,01	3	0,0044	0,37	0,7787	ns
Tratamientos	0,6	4	0,15	12,46	0,0003	**
Error	0,14	12	0,01			
Total	0,75	19				
C.V. (%)	42,39					

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

Realizado por: López, Edgar, 2023.

La prueba de Tukey al 5% para la variable severidad (pústulas/m²) evaluada a los 170 ddt mostró 3 rangos de significancia, donde T5 con una media de 0,50 (pústulas/m²) se ubicó en el rango (a), T4 con una media de 0,41 (pústulas/m²) se ubicó en el rango (ab), T2 con una media de 0,19

(pústulas/m²) se ubicó en el rango (bc). T1 y T3 con medias de 0,15 y 0,04 (pústulas/m²) respectivamente, se ubicaron en el rango (c) (Tabla 62-4).

Tabla 61-4: La prueba de Tukey (5%) para la variable severidad (pústulas/m²) evaluadas a los 170 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.

Tratamientos	Medias (%)	Rangos de significancia.	
(T5) Testigo	0,50	a	
(T4) <i>Bacillus subtilis</i>	0,41	a	b
(T2) <i>Trichoderma longibrachiatum</i>	0,19	b	c
(T1) <i>Trichoderma harzianum</i>	0,15	c	
(T3) Pyraclostrobin + Epoxiconazole	0,04	c	

Medias con la misma letra no difieren estadísticamente (Tukey, $\alpha \leq 0.05$).

Realizado por: López, Edgar, 2023.

Evaluación a los 180 días después del trasplante.

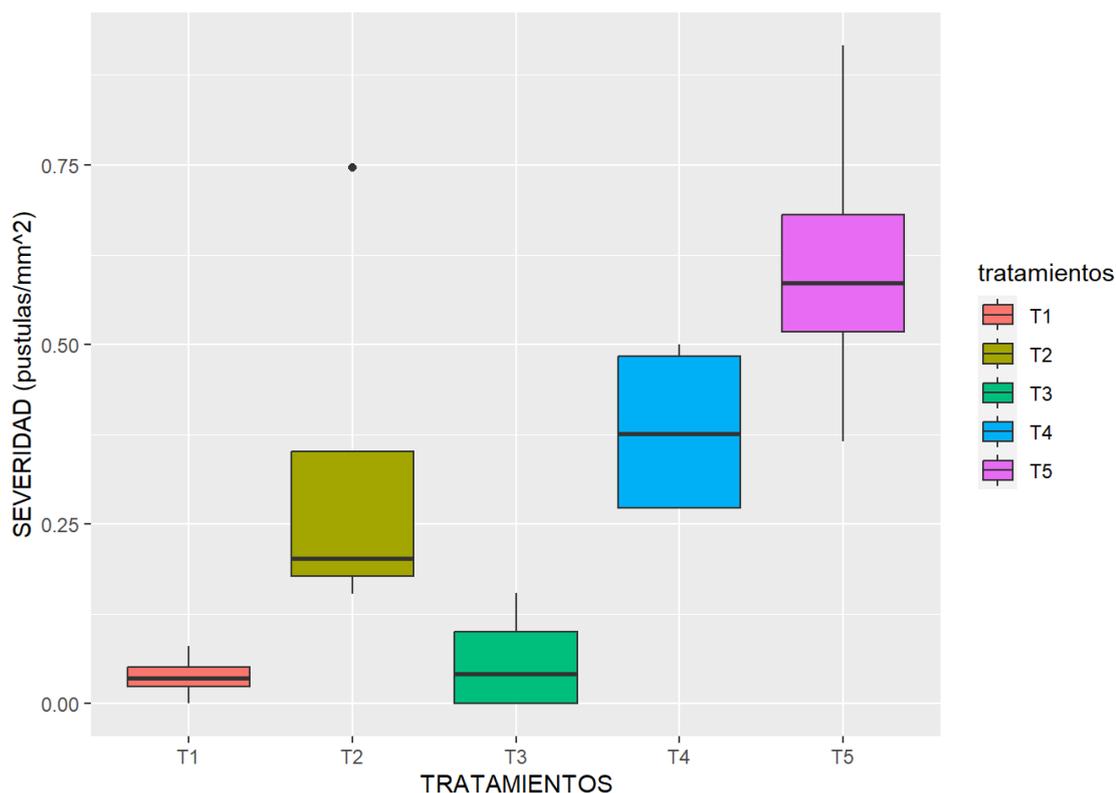


Ilustración 28-4: Diagrama de caja y bigote para la variable severidad (pústulas/m²) evaluada a los 180 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.

Realizado por: López, Edgar, 2023.

El Anova para la variable severidad (pústulas/m²) mostró un efecto altamente significativo de los tratamientos a los 180 ddt ($p < 0,01$) (Tabla 63-4).

Tabla 62-4: Anova para la variable severidad (pústulas/m²) evaluadas a los 180 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Sig.
Repetición	0,16	3	0,05	2,22	0,1382	Ns
Tratamientos	0,92	4	0,23	9,34	0,0011	**
Error	0,3	12	0,02			
Total	1,38	19				
C.V. (%)	55,43					

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

Realizado por: López, Edgar, 2023.

La prueba de Tukey al 5% para la variable severidad (pústulas/m²) evaluada a los 180 ddt mostró 2 rangos de significancia, donde T5 con una media de 0,61 (pústulas/m²) se ubicó en el rango (a), T4 y T2 con medias de 0,38 y 0,33 (pústulas/m²) respectivamente, se ubicaron en el rango (ab). T3 y T1 con medias de 0,06 y 0,04 (pústulas/m²) respectivamente, se ubicaron en el rango (b) (Tabla 64-4).

Tabla 63-4: La prueba de Tukey (5%) para la variable severidad (pústulas/m²) evaluadas a los 180 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.

Tratamientos	Medias (%)	Rangos de significancia.	
(T5) Testigo	0,61	a	
(T4) <i>Bacillus subtilis</i>	0,38	a	b
(T2) <i>Trichoderma longibrachiatum</i>	0,33	a	b
(T3) Pyraclostrobin + Epoxiconazole	0,06		b
(T1) <i>Trichoderma harzianum</i>	0,04		b

Medias con la misma letra no difieren estadísticamente (Tukey, $\alpha \leq 0.05$).

Realizado por: López, Edgar, 2023.

Evaluación a los 190 días después del trasplante.

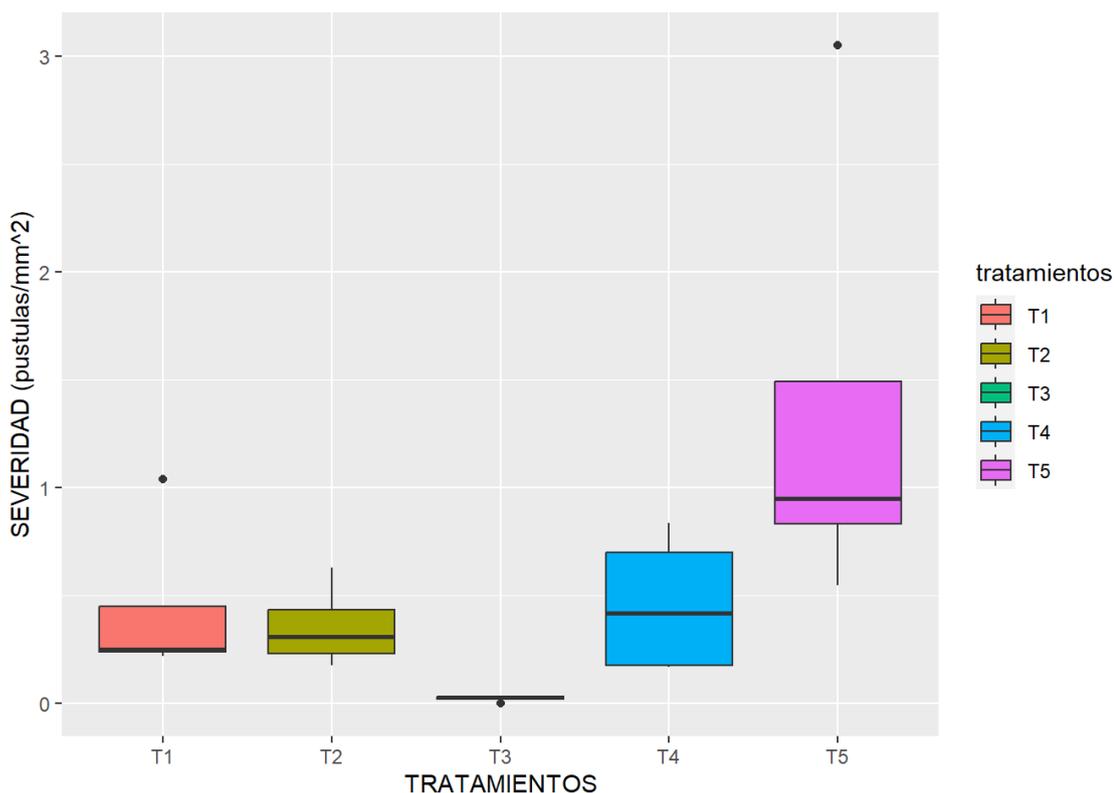


Ilustración 29-4: Diagrama de caja y bigote para la variable severidad (pústulas/m²) evaluada a los 190 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.

Realizado por: López, Edgar, 2023.

El Anova para la variable severidad (pústulas/m²) mostró un efecto significativo de los tratamientos a los 190 ddt ($p < 0,05$) (Tabla 65-4).

Tabla 64-4: Anova para la variable severidad (pústulas/m²) evaluadas a los 190 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Sig.
Repetición	1,17	3	0,39	1,3	0,3199	ns
Tratamientos	4,06	4	1,01	3,37	0,0456	*
Error	3,61	12	0,3			
Total	8,84	19				
C.V. (%)	13,4					

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

Realizado por: López, Edgar, 2023.

La prueba de Tukey al 5% para la variable severidad (pústulas/m²) evaluada a los 190 ddt mostró 2 rangos de significancia, donde T5 con una media de 1,37 (pústulas/m²) se ubicó en el rango (a), T4, T2 y T3 con medias de 0,46, 0,44 y 0,36 (pústulas/m²) respectivamente, se ubicaron en el rango (ab). T1 con una media de 0,02 (pústulas/m²), se ubicó en el rango (b) (Tabla 66-4).

Tabla 65-4: La prueba de Tukey (5%) para la variable severidad (pústulas/m²) evaluadas a los 190 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.

Tratamientos	Medias (%)	Rangos de significancia.	
(T5) Testigo	1,37	a	
(T4) <i>Bacillus subtilis</i>	0,46	a	b
(T2) <i>Trichoderma longibrachiatum</i>	0,44	a	b
(T3) Pyraclostrobin + Epoxiconazole	0,36	a	b
(T1) <i>Trichoderma harzianum</i>	0,02		b

Medias con la misma letra no difieren estadísticamente (Tukey, $\alpha \leq 0.05$).

Realizado por: López, Edgar, 2023.

Evaluación a los 200 días después del trasplante.

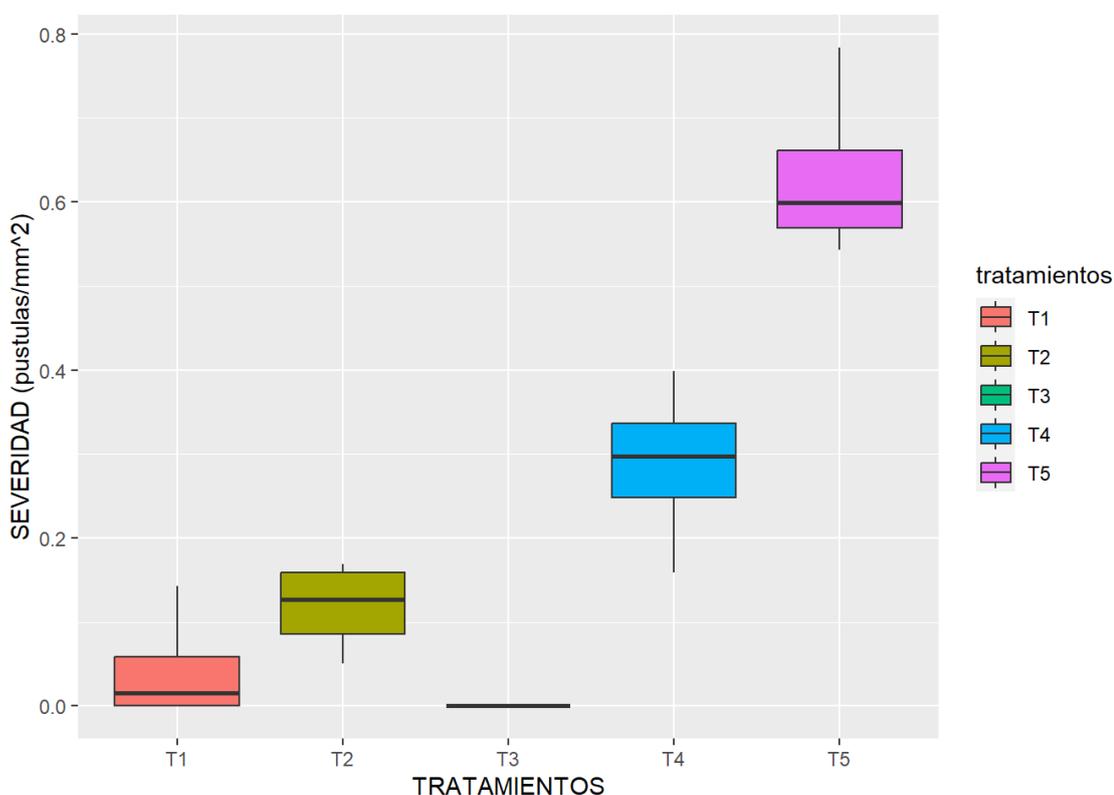


Ilustración 30-4: Diagrama de caja y bigote para la variable severidad final (pústulas/m²) evaluada a los 200 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.

Realizado por: López, Edgar, 2023.

El Anova para la variable severidad (pústulas/m²) mostró un efecto altamente significativo de los tratamientos a los 200 ddt ($p < 0.01$) (Tabla 67-4).

Tabla 66-4: Anova para la variable severidad (pústulas/m²) evaluadas a los 200 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Sig.
Repetición	0,02	3	0,01	1,59	0,244	ns
Tratamientos	1,05	4	0,26	51,11	<0,0001	**
Error	0,06	12	0,01			
Total	1,14	19				
C.V. (%)	33,21					

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

Realizado por: López, Edgar, 2023.

La prueba de Tukey al 5% para la variable severidad (pústulas/m²) evaluada a los 200 ddt mostró 3 rangos de significancia, donde T5 con una media de 0,63 (pústulas/m²) se ubicó en el rango (a), T4 con una media de 0,29 (pústulas/m²) se ubicó en el rango (b). T2, T1 y T3 con medias de 0,12, 0,04 y 0,00 (pústulas/m²) respectivamente, se ubicaron en el rango (c) (Tabla 68-4).

Tabla 67-4: La prueba de Tukey (5%) para la variable severidad (pústulas/m²) evaluadas a los 200 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.

Tratamientos	Medias (%)	Rangos de significancia.
(T5) Testigo	0,63	a
(T4) <i>Bacillus subtilis</i>	0,29	b
(T2) <i>Trichoderma longibrachiatum</i>	0,12	c
(T1) <i>Trichoderma harzianum</i>	0,04	c
(T3) Pyraclostrobin + Epoxiconazole	0,00	c

Medias con la misma letra no difieren estadísticamente (Tukey, $\alpha \leq 0.05$).

Realizado por: López, Edgar, 2023.

Evaluación a los 210 días después del trasplante.

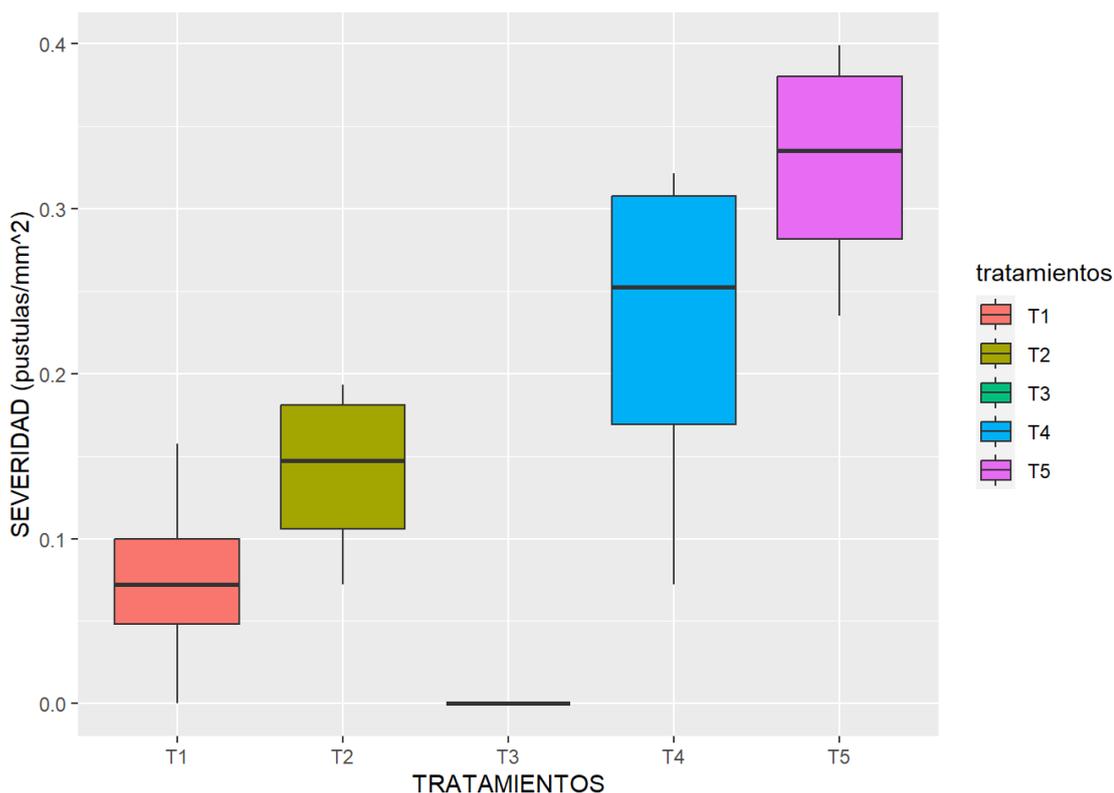


Ilustración 31-4: Diagrama de caja y bigote para la variable severidad (pústulas/m²) evaluada a los 210 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.

Realizado por: López, Edgar, 2023.

El Anova para la variable severidad (pústulas/m²) mostró un efecto altamente significativo de los tratamientos a los 210 ddt ($p < 0,01$) (Tabla 69-4).

Tabla 68-4: Anova para la variable severidad (pústulas/m²) evaluadas a los 210 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Sig.
Repetición		0,01	3	0,0027	0,46	0,7127 ns
Tratamientos		0,26	4	0,06	11,12	0,0005 **
Error		0,07	12	0,01		
Total		0,34	19			
C.V. (%)		29,78				

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

Realizado por: López, Edgar, 2023.

La prueba de Tukey al 5% para la variable severidad (pústulas/m²) evaluada a los 210 ddt mostró 3 rangos de significancia, donde T5 con una media de 0,33 (pústulas/m²) se ubicó en el rango (a), T4 con una media de 0,22 (pústulas/m²) se ubicó en el rango (ab). T2 y T1 con medias de 0,14 y

0,08 (pústulas/m²) respectivamente, se ubicaron en el rango (bc). T3 con una media de 0,00 (pústulas/m²) se ubicó en el rango (c) (Tabla 70-4).

Tabla 69-4: La prueba de Tukey (5%) para la variable severidad (pústulas/m²) evaluadas a los 210 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.

Tratamientos	Medias (%)	Rangos de significancia.	
(T5) Testigo	0,33	a	
(T4) <i>Bacillus subtilis</i>	0,22	a	b
(T2) <i>Trichoderma longibrachiatum</i>	0,14	b	c
(T1) <i>Trichoderma harzianum</i>	0,08	b	c
(T3) Pyraclostrobin + Epoxiconazole	0,00	c	

Medias con la misma letra no difieren estadísticamente (Tukey, $\alpha \leq 0.05$).

Realizado por: López, Edgar, 2023.

Evaluación a los 220 días después del trasplante.

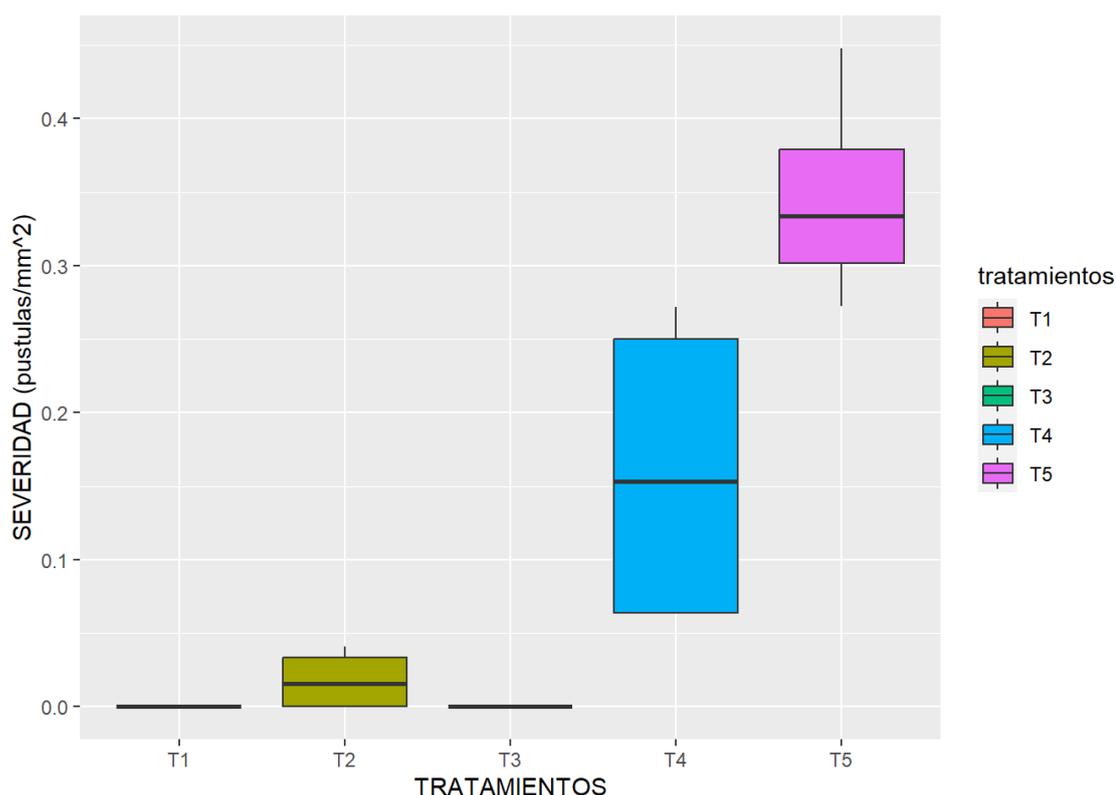


Ilustración 32-4: Diagrama de caja y bigote para la variable severidad (pústulas/m²) evaluada a los 220 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.

Realizado por: López, Edgar, 2023.

El Anova para la variable severidad (pústulas/m²) mostró un efecto altamente significativo de los tratamientos a los 220 ddt ($p < 0.01$) (Tabla 71-4).

Tabla 70-4: Anova para la variable severidad (pústulas/m²) evaluadas a los 220 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Sig.
Repetición	0,02	3	0,01	3,18	0,0633	ns
Tratamientos	0,36	4	0,09	34,94	<0,0001	**
Error	0,03	12	0,0026			
Total	0,42	19				
C.V. (%)	38,61					

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

Realizado por: López, Edgar, 2023.

La prueba de Tukey al 5% para la variable severidad (pústulas/m²) evaluada a los 220 ddt mostró 3 rangos de significancia, donde T5 con una media de 0,35 (pústulas/m²) se ubicó en el rango (a), T4 con una media de 0,16 (pústulas/m²) se ubicó en el rango (ab). T2, T1 con medias de 0,14 y 0,08 (pústulas/m²) respectivamente, se ubicaron en el rango (bc). T3 con una media de 0,00 (pústulas/m²) se ubicó en el rango (c) (Tabla 72-4).

Tabla 71-4: La prueba de Tukey (5%) para la variable severidad (pústulas/m²) evaluadas a los 220 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.

Tratamientos	Medias (%)	Rangos de significancia.
(T5) Testigo	0,35	A
(T4) <i>Bacillus subtilis</i>	0,16	b
(T2) <i>Trichoderma longibrachiatum</i>	0,02	c
(T1) <i>Trichoderma harzianum</i>	0,00	c
T3) Pyraclostrobin + Epoxiconazole	0,00	c

Medias con la misma letra no difieren estadísticamente (Tukey, $\alpha \leq 0.05$).

Realizado por: López, Edgar, 2023.

4.3.2 Severidad promedio por planta.

Evaluación a los 130 días después del trasplante.

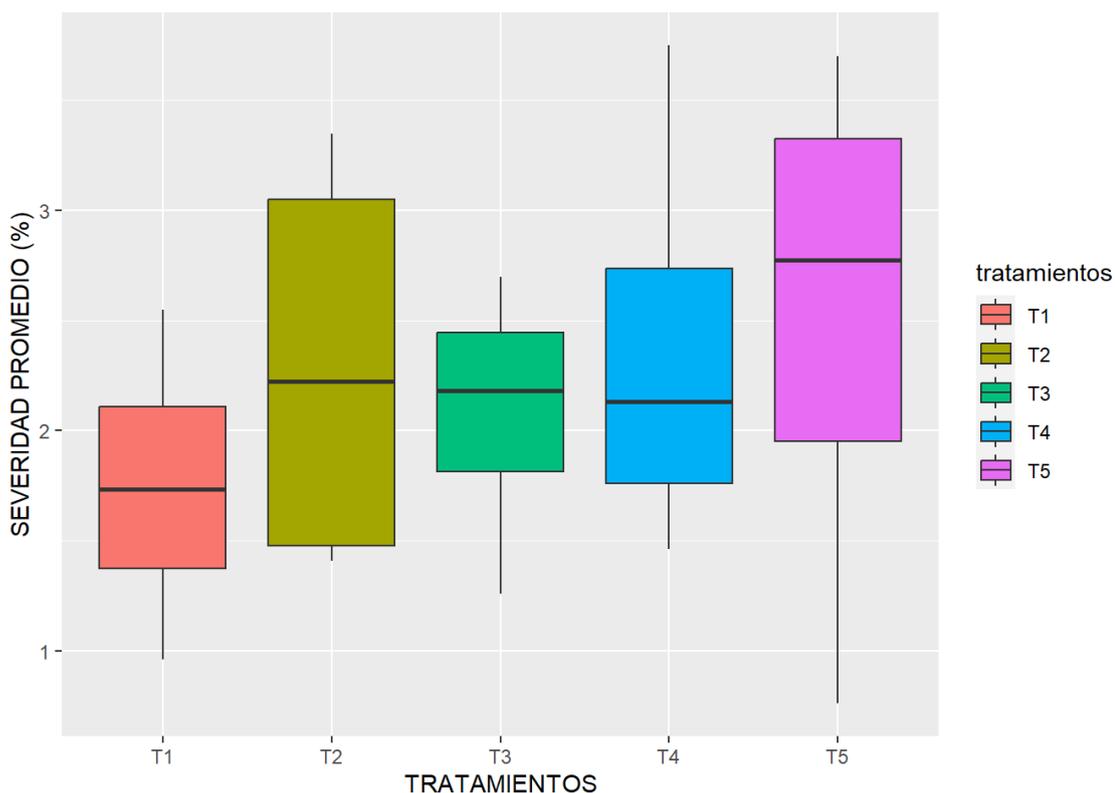


Ilustración 33-4: Diagrama de caja y bigote para la variable severidad promedio por planta (%) evaluada a los 130 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.

Realizado por: López, Edgar, 2023.

El Anova para la variable severidad promedio por planta a los 130 ddt no mostro efecto de los tratamientos ($p > 0,05$) (Tabla 73-4)

Tabla 72-4: Anova para la variable severidad promedio por planta (%) evaluadas a los 130 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Sig.
Repetición	0,56	3	0,19	0,18	0,9111	ns
Tratamiento	1,41	4	0,35	0,33	0,8541	ns
Error	12,87	12	1,07			
Total	14,84	19				
C.V. (%)	37,09					

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

Realizado por: López, Edgar, 2023.

Evaluación a los 140 días después del trasplante.

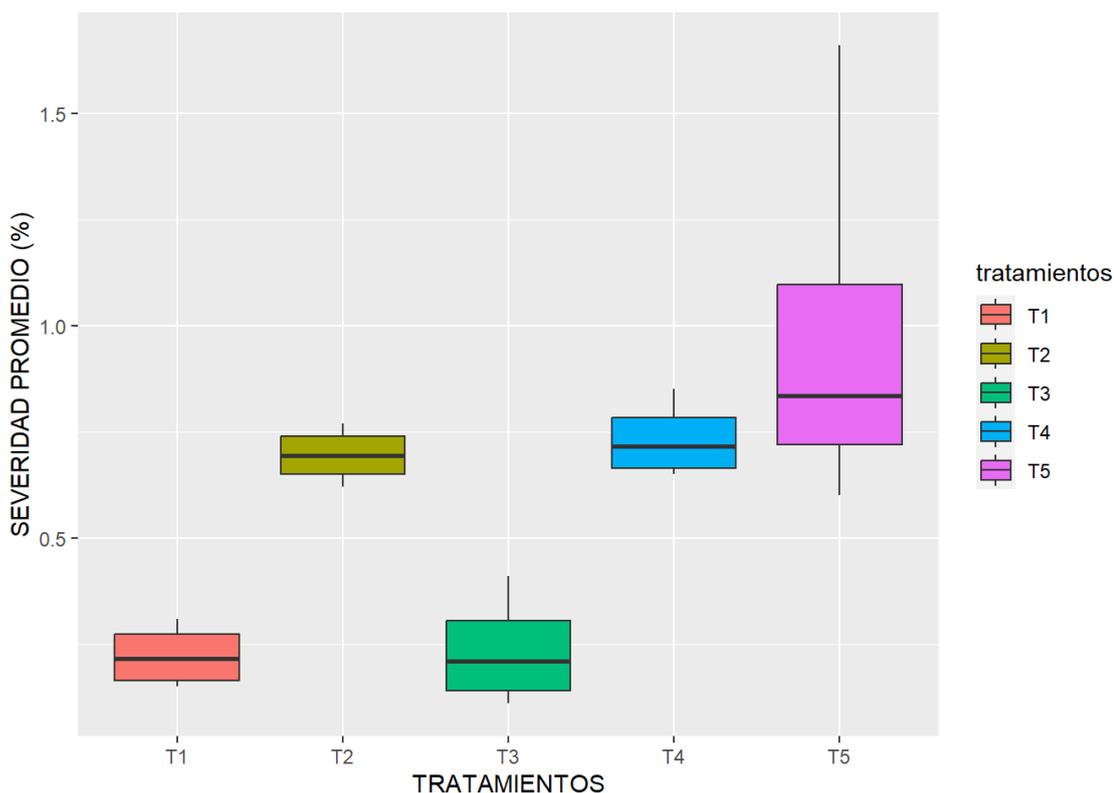


Ilustración 34-4: Diagrama de caja y bigote para la variable severidad promedio (%) evaluada a los 140 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.

Realizado por: López, Edgar, 2023.

El Anova para la variable severidad promedio por planta (%) mostró un efecto altamente significativo de los tratamientos a los 140 ddt ($p < 0,01$) (Tabla 74-4).

Tabla 73-4: Anova para la variable severidad promedio (%) evaluadas a los 140 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Sig.
Repetición		0,2	3	0,07	1,41	0,2875 ns
Tratamiento		1,78	4	0,45	9,37	0,0011 **
Error		0,57	12	0,05		
Total		2,55	19			
C.V. (%)		37,99				

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

Realizado por: López, Edgar, 2023.

La prueba de Tukey al 5% para la variable severidad promedio por planta (%) evaluada a los 140 ddt mostró 2 rangos de significancia, donde T5 y T4 con medias de 0,98 y 0,73% respectivamente, se ubicaron en el rango (a). T2 con una media de 0,70% se ubicó en el rango (ab). T3 y T1 con medias de 0,24 y 0,22 % respectivamente, se ubicaron en el rango (b) (Tabla 75-4).

Tabla 74-4: La prueba de Tukey (5%) para la variable severidad promedio (%) evaluadas a los 140 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.

Tratamientos	Medias (%)	Rangos de significancia
(T5) Testigo	0,98	a
(T4) <i>Bacillus subtilis</i>	0,73	a
(T2) <i>Trichoderma longibrachiatum</i>	0,70	a b
(T3) Pyraclostrobin + Epoxiconazole	0,24	b
(T1) <i>Trichoderma harzianum</i>	0,22	b

Medias con la misma letra no difieren estadísticamente (Tukey, $\alpha \leq 0.05$).

Realizado por: López, Edgar, 2023.

Evaluación a los 150 días después del trasplante.

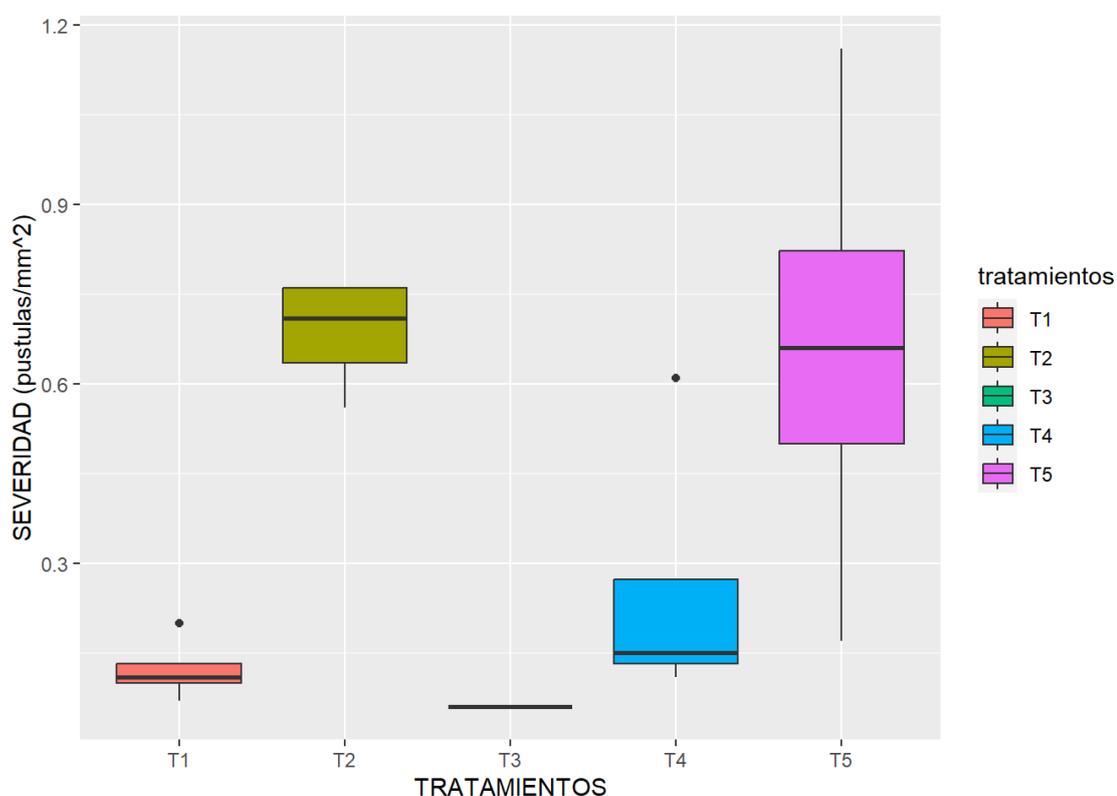


Ilustración 35-4: Diagrama de caja y bigote para la variable severidad (%) evaluada a los 150 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.

Realizado por: López, Edgar, 2023.

El Anova para la variable severidad promedio por planta (%) mostró un efecto altamente significativo de los tratamientos a los 150 ddt ($p < 0.01$) (Tabla 76-4).

Tabla 75-4: Anova para la variable severidad promedio (%) evaluadas a los 150 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Sig.
Repetición	0,25	3	0,08	2,22	0,1383	ns
Tratamiento	1,42	4	0,35	9,44	0,0011	**
Error	0,45	12	0,04			
Total	2,12	19				
C.V. (%)	44,28					

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

Realizado por: López, Edgar, 2023.

La prueba de Tukey al 5% para la variable severidad promedio por planta (%) evaluada a los 150 ddt mostró 2 rangos de significancia, donde T2 y T5 con medias de 0,69 y 0,66% respectivamente, se ubicaron en el rango (a). T4 con una media de 0,26% se ubicó en el rango (ab). T1 y T3 con medias de 0,12 y 0,06% respectivamente, se ubicaron en el rango (b) (Tabla 77-4).

Tabla 76-4: La prueba de Tukey (5%) para la variable severidad promedio (%) evaluadas a los 150 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.

Tratamientos	Medias (%)	Rangos de significancia
(T2) <i>Trichoderma longibrachiatum</i>	0,69	a
(T5) Testigo	0,66	a
(T4) <i>Bacillus subtilis</i>	0,26	a b
(T1) <i>Trichoderma harzianum</i>	0,12	b
(T3) Pyraclostrobin + Epoxiconazole	0,06	b

Medias con la misma letra no difieren estadísticamente (Tukey, $\alpha \leq 0.05$).

Realizado por: López, Edgar, 2023.

Evaluación a los 160 días después del trasplante.

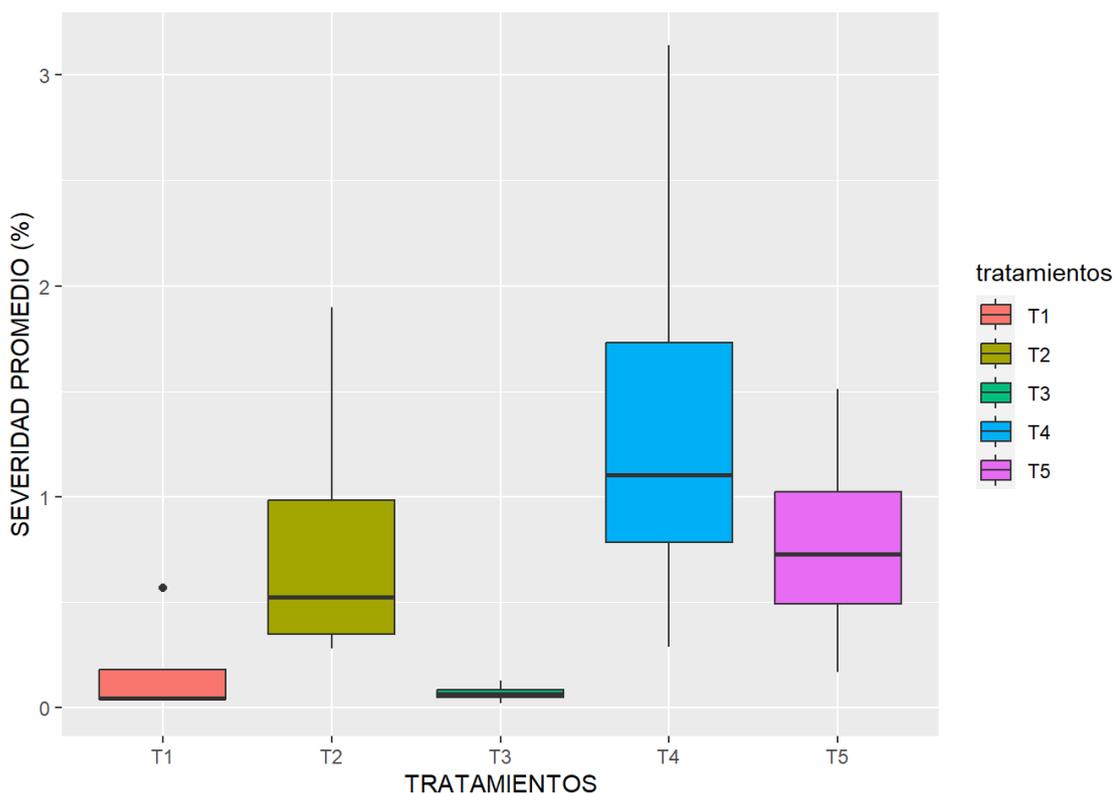


Ilustración 36-4: Diagrama de caja y bigote para la variable severidad (%) evaluada a los 160 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.

Realizado por: López, Edgar, 2023.

El Anova para la variable severidad promedio por planta (%) no mostró diferencias significativas de los tratamientos a los 160 ddt ($p > 0,05$) (Tabla 78-4).

Tabla 77-4: Anova para la variable severidad promedio (%) evaluadas a los 160 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Sig.
Repetición	0,63	3	0,21	0,38	0,7708	ns
Tratamiento	4,73	4	1,18	2,12	0,1407	ns
Error	6,69	12	0,56			
Total	12,05	19				
C.V. (%)	25,34					

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

Realizado por: López, Edgar, 2023.

Evaluación a los 170 días después del trasplante.

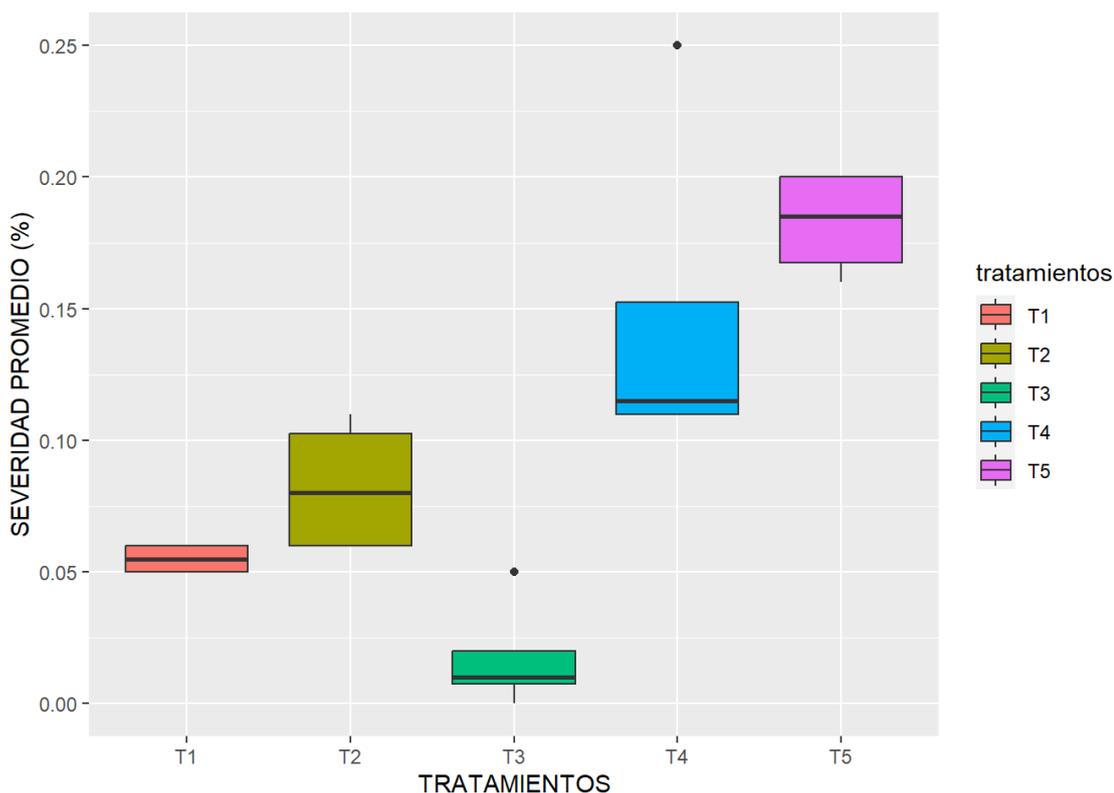


Ilustración 37-4: Diagrama de caja y bigote para la variable severidad (%) evaluada a los 170 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.

Realizado por: López, Edgar, 2023.

El Anova para la variable severidad promedio por planta (%) mostró un efecto altamente significativo de los tratamientos a los 170 ddt ($p < 0,01$) (Tabla 79-4).

Tabla 78-4: Anova para la variable severidad promedio (%) evaluadas a los 170 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Sig.
Repetición	0,00250	3	0,0008,3	0,61	0,6236	ns
Tratamiento	0,07	4	0,02	13,2	0,0002	**
Error	0,02	12	0,0014			
Total	0,09	19				
C.V. (%)	38,23					

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

Realizado por: López, Edgar, 2023.

La prueba de Tukey al 5% para la variable severidad promedio por planta (%) evaluada a los 170 ddt mostró 3 rangos de significancia, donde T5 con una media de 0,18% se ubicó en el rango (a), T4 con una media de 0,15% se ubicó en el rango (ab), T2 con una media de 0,08 se ubicó en el

rango (bc). T1 y T2 con medias de 0,06 y 0,02% respectivamente, se ubicaron en el rango (c) (Tabla 80-4).

Tabla 79-4: La prueba de Tukey (5%) para la variable severidad promedio (%) evaluadas a los 170 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.

Tratamientos	Medias (%)	Rangos de significancia
(T5) Testigo	0,18	a
(T4) <i>Bacillus subtilis</i>	0,15	a b
(T2) <i>Trichoderma longibrachiatum</i>	0,08	b c
(T1) <i>Trichoderma harzianum</i>	0,06	c
(T3) Pyraclostrobin + Epoxiconazole	0,02	c

Medias con la misma letra no difieren estadísticamente (Tukey, $\alpha \leq 0.05$).

Realizado por: López, Edgar, 2023.

Evaluación a los 180 días después del trasplante.

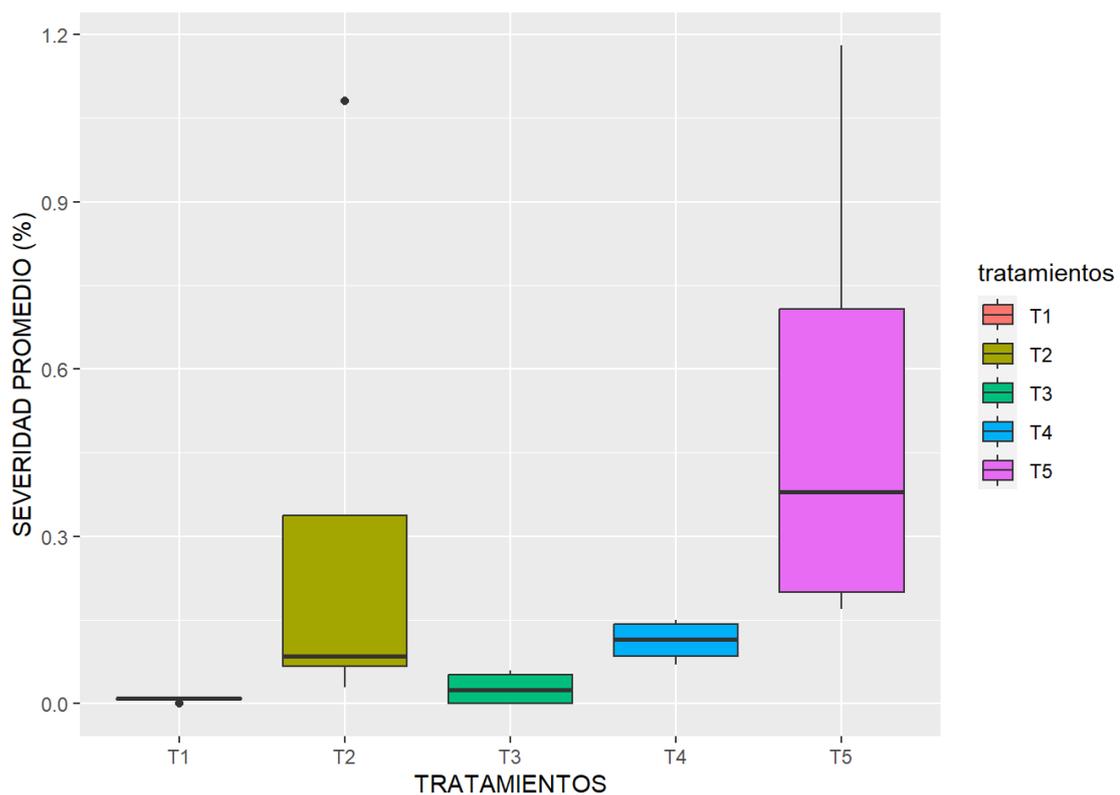


Ilustración 38-4: Diagrama de caja y bigote para la variable severidad (%) evaluada a los 180 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.

Realizado por: López, Edgar, 2023.

El Anova para la variable severidad promedio por planta (%) no mostró diferencias significativas de los tratamientos a los 180 ddt ($p > 0.05$) (Tabla 81-4).

Tabla 80-4: Anova para la variable severidad promedio (%) evaluadas a los 180 ddt plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Sig.
Repetición	0,54	3	0,18	2,42	0,1172	ns
Tratamientos	0,78	4	0,2	2,63	0,087	ns
Error	0,89	12	0,07			
Total	2,22	19				
C.V. (%)	40,34					

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

Realizado por: López, Edgar, 2023.

Evaluación a los 190 días después del trasplante.

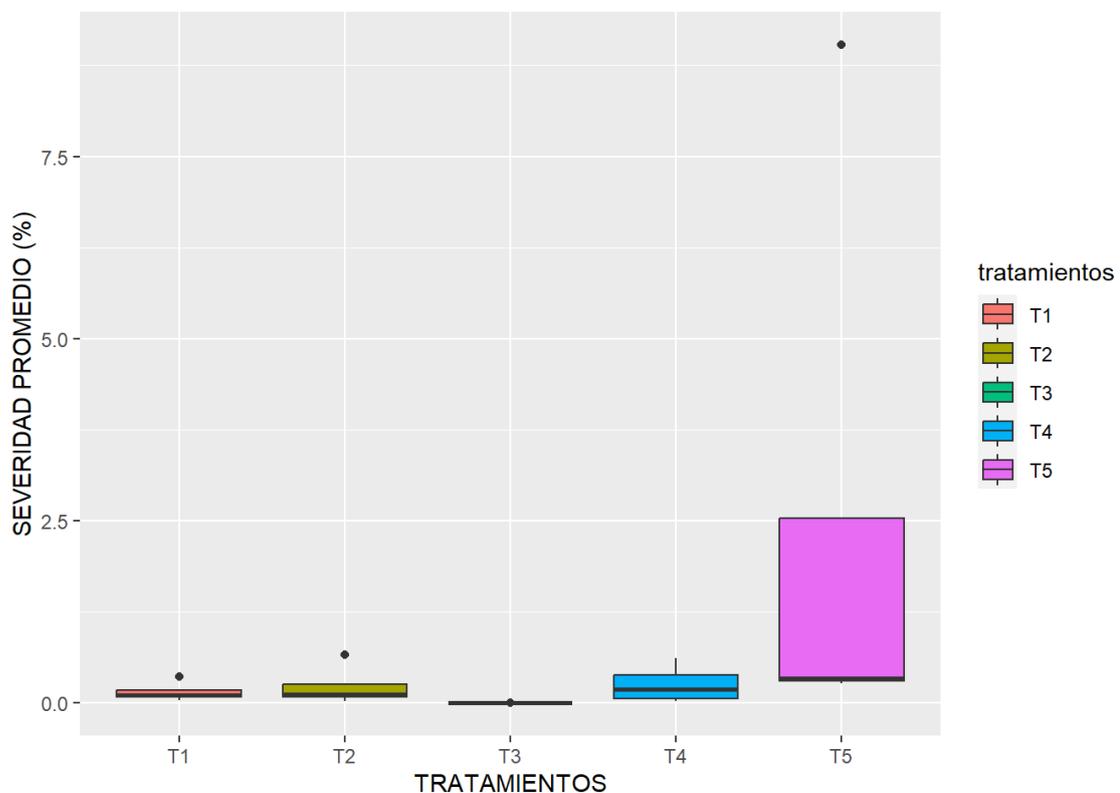


Ilustración 39-4: Diagrama de caja y bigote para la variable severidad (%) evaluada a los 190 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.

Realizado por: López, Edgar, 2023.

El Anova para la variable severidad promedio por planta (%) no mostró diferencias significativas de los tratamientos a los 190 ddt ($p > 0.05$) (Tabla 82-4).

Tabla 81-4: Anova para la variable severidad promedio (%) evaluadas a los 190 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Sig.
Repetición	14,24	3	4,75	1,32	0,3143	ns
Tratamientos	17,57	4	4,39	1,22	0,3534	ns
Error	43,24	12	3,6			
Total	75,05	19				
C.V. (%)	42,56					

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

Realizado por: López, Edgar, 2023.

Evaluación a los 200 días después del trasplante.

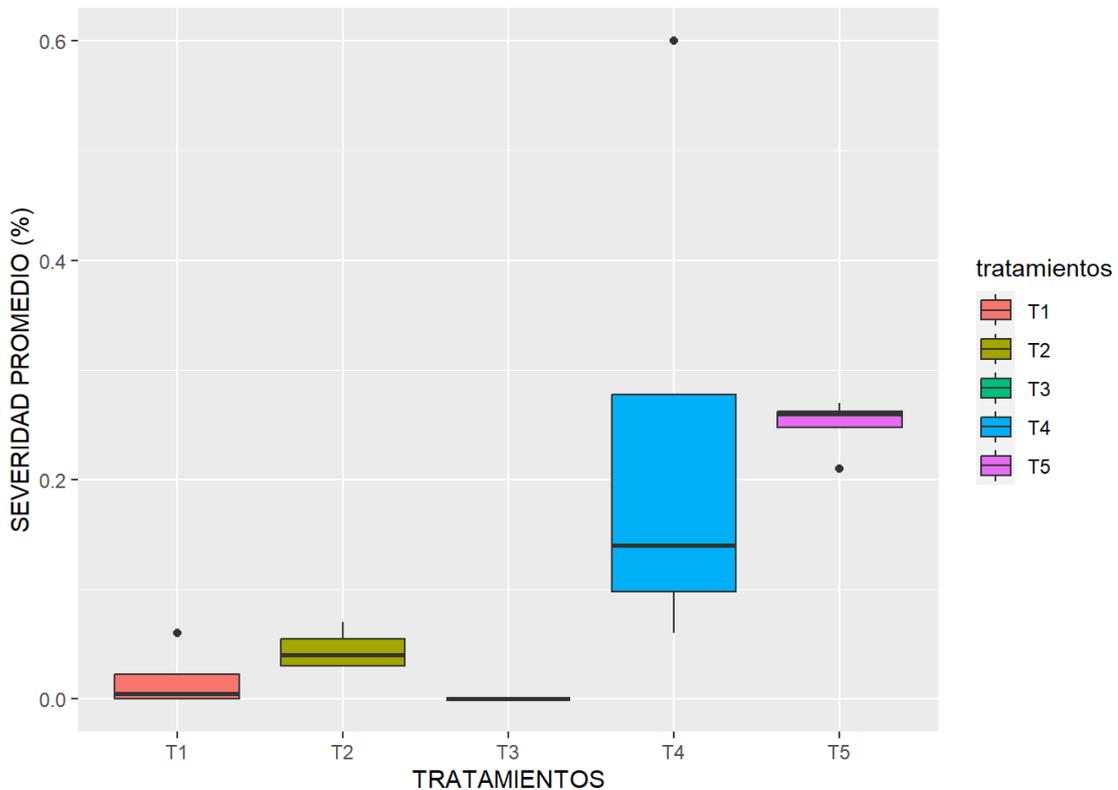


Ilustración 40-4: Diagrama de caja y bigote para la variable severidad promedio (%) evaluada a los 200 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.

Realizado por: López, Edgar, 2023.

El Anova para la variable severidad promedio por planta (%) mostró diferencias significativas de los tratamientos a los 200 ddt ($p < 0.05$) (Tabla 83-4).

Tabla 82-4: Anova para la variable severidad promedio (%) evaluadas a los 200 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Sig.
Repetición		0,03	3	0,01	0,62	0,6182 ns
Tratamiento		0,24	4	0,06	4,39	0,0204 *
Error		0,16	12	0,01		
Total		0,43	19			
C.V. (%)		35,65				

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

Realizado por: López, Edgar, 2023.

Evaluación a los 210 días después del trasplante.

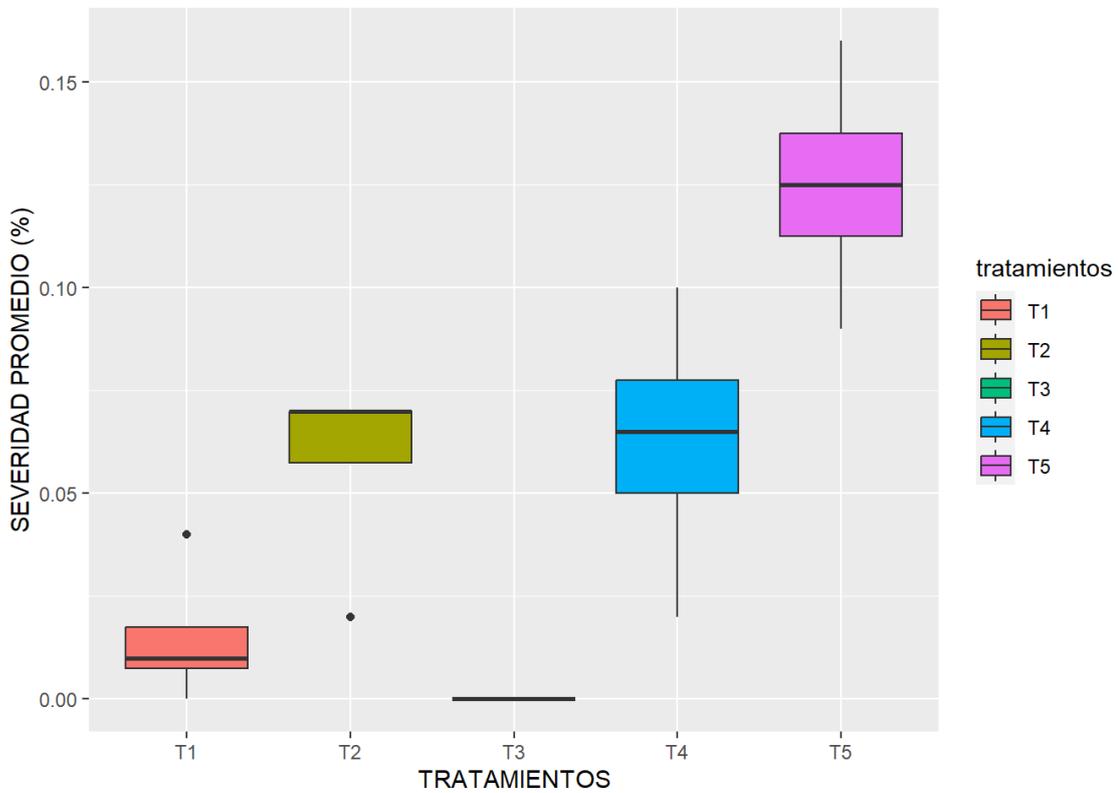


Ilustración 41-4: Diagrama de caja y bigote para la variable severidad promedio (%) evaluada a los 210 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.

Realizado por: López, Edgar, 2023.

El Anova para la variable severidad promedio por planta (%) mostró diferencias altamente significativas de los tratamientos a los 210 ddt ($p < 0.01$) (Tabla 84-4).

Tabla 83-4: Anova para la variable severidad promedio (%) evaluadas a los 210 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Sig.
Repetición	0,00004	3	0,000013	0,02	0,9963	ns
Tratamientos	0,04	4	0,01	13,46	0,0002	**
Error	0,01	12	0,00071			
Total	0,05	19				
C.V. (%)	41,21					

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

Realizado por: López, Edgar, 2023.

La prueba de Tukey al 5% para la variable severidad promedio por planta (%) evaluada a los 210 ddt mostró 3 rangos de significancia, donde T5 con una media de 0,13% se ubicó en el rango (a), T4 con una media de 0,06% se ubicó en el rango (b), T2 y T1 con medias de 0,08 y 0,02% respectivamente, se ubicaron en el rango (bc). T3 con una media de 0,00% se ubicó en el rango (c) (Tabla 85-4).

Tabla 84-4: La prueba de Tukey (5%) para la variable severidad promedio (%) evaluadas a los 210 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.

Tratamientos	Medias (%)	Rangos de significancia	
(T5) Testigo	0,13	a	
(T4) <i>Bacillus subtilis</i>	0,06	b	
(T2) <i>Trichoderma longibrachiatum</i>	0,06	b	c
(T1) <i>Trichoderma harzianum</i>	0,02	b	c
(T3) Pyraclostrobin + Epoxiconazole	0,00		c

Medias con la misma letra no difieren estadísticamente (Tukey, $\alpha \leq 0.05$).

Realizado por: López, Edgar, 2023.

Evaluación a los 220 ddt

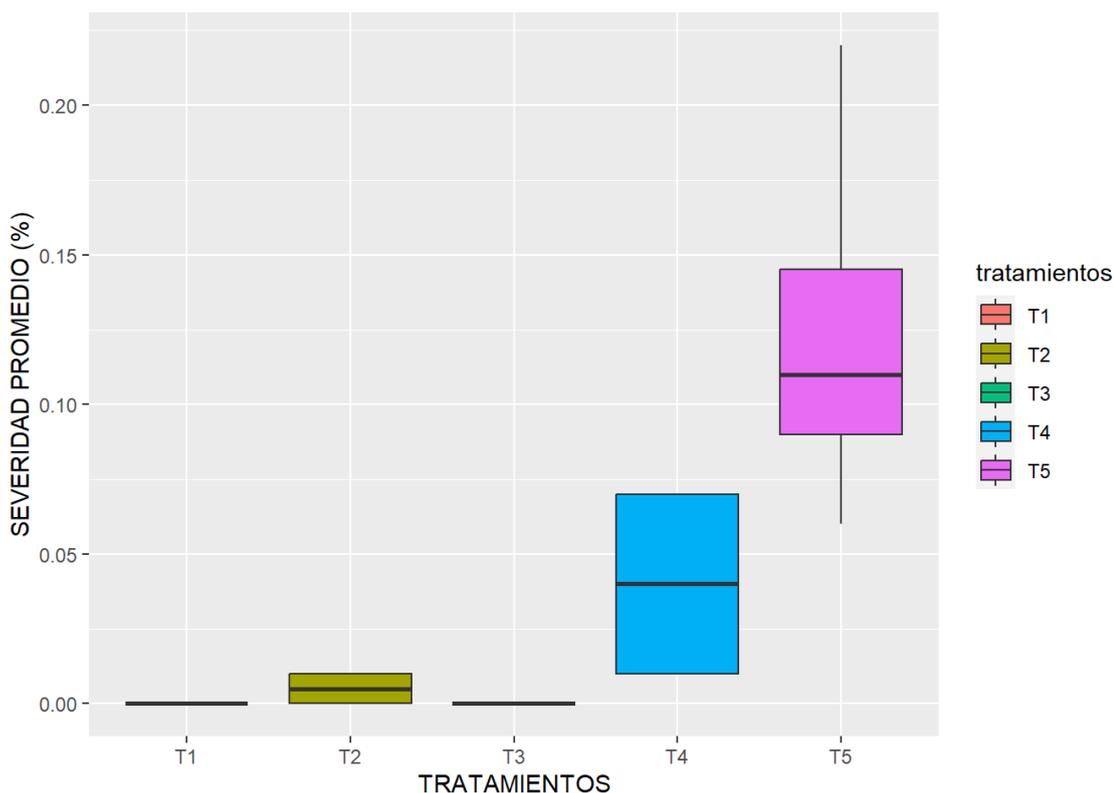


Ilustración 42-4: Diagrama de caja y bigote para la variable severidad promedio (%) evaluada a los 220 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.

Realizado por: López, Edgar, 2023.

El Anova para la variable severidad promedio por planta (%) mostró diferencias altamente significativas de los tratamientos a los 210 ddt ($p < 0.01$) (Tabla 86-4).

Tabla 85-4: Anova para la variable severidad promedio (%) evaluadas a los 220 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Sig.
Repetición	0,01	3	0,0019	1,93	0,1793	ns
Tratamientos	0,05	4	0,01	11,59	0,0004	**
Error	0,01	12	0,00099			
Total	0,06	19				
C.V. (%)	42,34					

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

Realizado por: López, Edgar, 2023.

La prueba de Tukey al 5% para la variable severidad promedio por planta (%) evaluada a los 220 ddt mostró 3 rangos de significancia, donde T5 con una media de 0,13% se ubicó en el rango (a), T4 y T2 con medias de 0,04 y 0,01% respectivamente se ubicaron en el rango (b). T3 y T1 con medias de 0,00% se ubicaron en el rango (c) (Tabla 87-4).

Tabla 86-4: La prueba de Tukey (5%) para la variable severidad promedio (%) evaluadas a los 220 ddt en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.

Tratamientos	Medias (%)	Rangos de significancia
(T5) Testigo	0,13	a
(T4) <i>Bacillus subtilis</i>	0,04	b
(T2) <i>Trichoderma longibrachiatum</i>	0,01	b
(T3) Pyraclostrobin + Epoxiconazole	0,00	c
(T1) <i>Trichoderma harzianum</i>	0,00	c

Medias con la misma letra no difieren estadísticamente (Tukey, $\alpha \leq 0.05$).

Realizado por: López, Edgar, 2023.

4.4 Área bajo la curva de la enfermedad.

4.4.1 Área bajo la curva de la incidencia de roya por planta

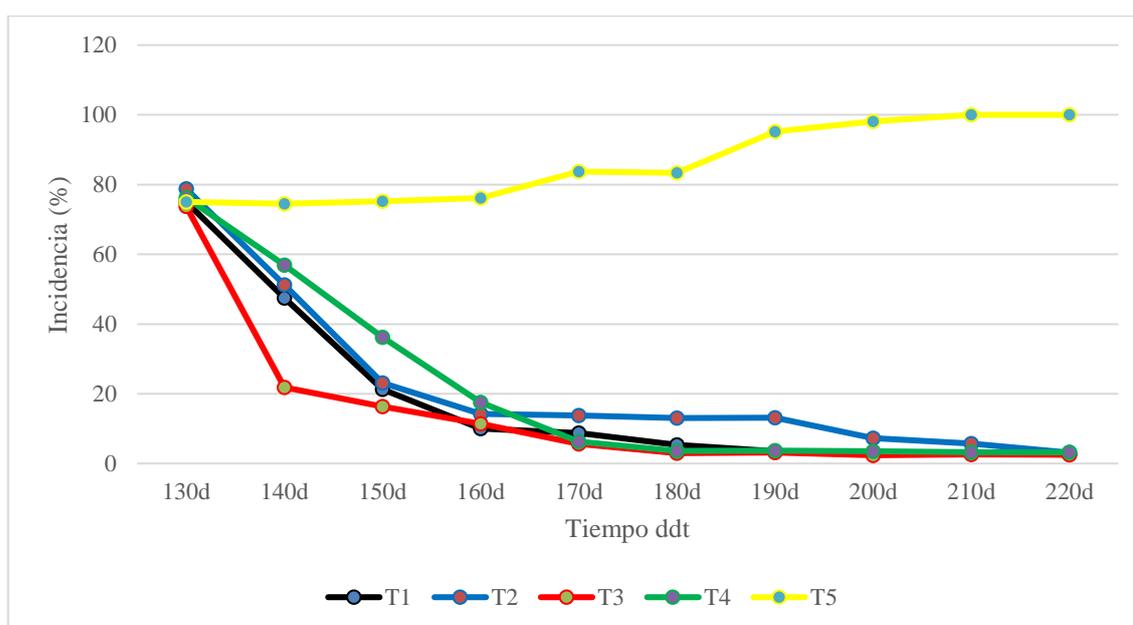


Ilustración 43-4: Curva del progreso de la enfermedad para la variable incidencia de roya (%) por planta en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.

Realizado por: López, Edgar, 2023.

El análisis de la varianza para la curva del progreso de la enfermedad para la incidencia de roya (%) por planta mostró que fue altamente significativa para la variable tratamientos ($p < 0.01$) (Tabla 88-4)

Tabla 87-4: Anova del ABCPE para la variable incidencia de roya (%) por planta de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Sig.
Repetición	48796,25	3	16265,42	0,13	0,9375	ns
Tratamientos	170750329	4	42687582,3	353,37	<0,0001	**
Error	1449600,63	12	120800,05			
Total	172248726	19				
C.V %	11,3					

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

Realizado por: López, Edgar, 2023.

La prueba de Tukey al 5% para la variable incidencia de roya por planta (%) mostró 4 rangos de significancia, donde el T5 con una media de 8790,63% se ubicó en el rango (a). T4 con una media de 2395,63% se ubicó en el rango (b). T2 con una media de 2143,75 se ubicó en el rango (bc). T1 con una media de 1398,75% se ubicó en el rango (cd) y T3 con una media de 650 se ubicó en el rango (d) (Tabla 89-4)

Tabla 88-4: La prueba de Tukey (5%) la variable ABCPE de la incidencia de roya (%) por planta de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.

Tratamientos	Medias	Rangos de Significancia	
(T5) Testigo	8790,63	a	
(T4) <i>Bacillus subtilis</i>	2395,63	b	
(T2) <i>Trichoderma longibrachiatum</i>	2143,75	b	c
(T1) <i>Trichoderma harzianum</i>	1398,75	c	d
(T3) Pyraclostrobin + Epoxiconazole	650		d

Medias con la misma letra no difieren estadísticamente (Tukey, $\alpha \leq 0.05$).

Realizado por: López, Edgar, 2023.

4.4.2 Área bajo la curva de la incidencia de roya por hoja.

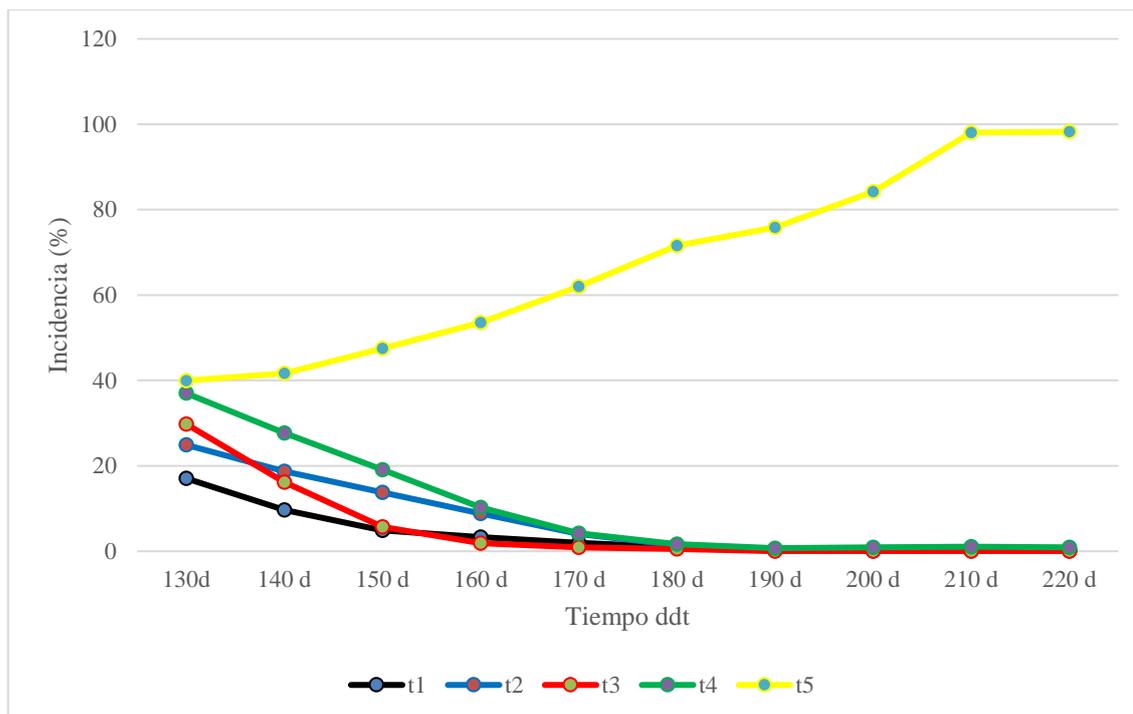


Ilustración 44-4: Curva del progreso de la enfermedad para la variable incidencia de roya (%) por hoja en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.

Realizado por: López, Edgar, 2023.

El análisis de la varianza para la curva del progreso de la enfermedad para la incidencia de roya (%) por hoja mostró no mostrar diferencias significativas para la variable repetición ($p > 0.05$), mientras que es altamente significativa para la variable tratamientos ($p < 0.01$) (Tabla 90-4)

Tabla 89-4: Anova del ABCPE para la variable incidencia de roya (%) por hoja en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Sig.
Repetición	107387,61	3	35795,87	1,28	0,3255	ns
Tratamientos	43983474,9	4	10995868,7	393,38	<0,0001	**
Error	335424,41	12	27952,03			
Total	44426286,9	19				
C.V (%)	13,12					

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

Realizado por: López, Edgar, 2023.

La prueba de Tukey al 5% para la variable incidencia de roya por hoja (%) mostró 4 rangos de significancia, donde el T5 con una media de 4216,12% se ubicó en el rango (a). T4 con una media de 845,97% se ubicó en el rango (b). T2 con una media de 607,36% se ubicó en el rango (bc). T1 y T3 con media de 401,96 y 298,44% respectivamente, se ubicaron en el rango (c) (Tabla 91-4).

Tabla 90-4: La prueba de Tukey (5%) la variable ABCPE de la incidencia de roya (%) por hoja plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.

Tratamientos	Medias (%)	Rangos de significancia
(T5) Testigo	4216,12	a
(T4) <i>Bacillus subtilis</i>	845,97	b
(T2) <i>Trichoderma longibrachiatum</i>	607,36	b
(T1) <i>Trichoderma harzianum</i>	401,96	c
(T3) Pyraclostrobin + Epoxiconazole	298,44	c

Medias con la misma letra no difieren estadísticamente (Tukey, $\alpha \leq 0.05$).

Realizado por: López, Edgar, 2023.

4.4.3 Área bajo la curva de la severidad (número de pústulas por m²)

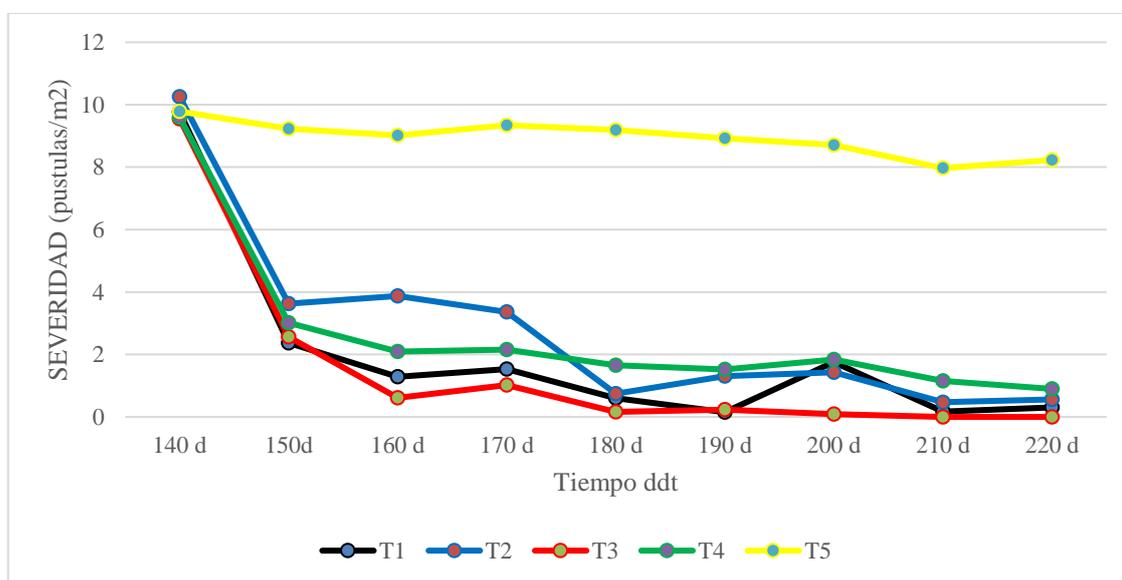


Ilustración 45-4: Curva del progreso de la enfermedad para la variable severidad (pústulas/m²) en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.

Realizado por: López, Edgar, 2023.

El análisis de la varianza para la curva del progreso de la enfermedad para la severidad (pústula/m²) mostró no mostro diferencias significativas para la variable repetición ($p > 0.05$), mientras que es altamente significativa para la variable tratamientos ($p < 0.01$) (Tabla 92-4)

Tabla 91-4: Anova del ABCPE para la variable severidad (pústula/m²) en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Sig.
Repeticiones	852,29	3	284,1	2,95	0,0755	ns
Tratamientos	9217,43	4	2304,36	23,95	<0,0001	**
Error	1154,61	12	96,22			

Total	11224,32	19
CV%	19,19	

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

Realizado por: López, Edgar, 2023.

La prueba de Tukey al 5% para la variable severidad promedio mostró 3 rangos de significancia, donde el T5 con una media de 84,72 (pústula/m²) se ubicó en el rango (a). T4 y T2 con medias de 58,31 y 56,32 respectivamente, (pústula/m²) se ubicó en el rango (b). T1 y T3 con medias de 32,66 y 23,62 (pústula/m²) respectivamente, se ubicaron en el rango (c) (Tabla 93-4)

Tabla 92-4: La prueba de Tukey (5%) la variable ABCPE de la severidad (pústula/m²) en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.

Tratamientos	Medias	Rangos de significancia
(T5) Testigo	84,72	a
(T4) <i>Bacillus subtilis</i>	58,31	b
(T2) <i>Trichoderma longibrachiatum</i>	56,32	b
(T1) <i>Trichoderma harzianum</i>	32,66	c
(T3) Pyraclostrobin + Epoxiconazole	23,62	c

Medias con la misma letra no difieren estadísticamente (Tukey, $\alpha \leq 0.05$).

Realizado por: López, Edgar, 2023.

4.4.4 Área bajo la curva de la severidad promedio (%)

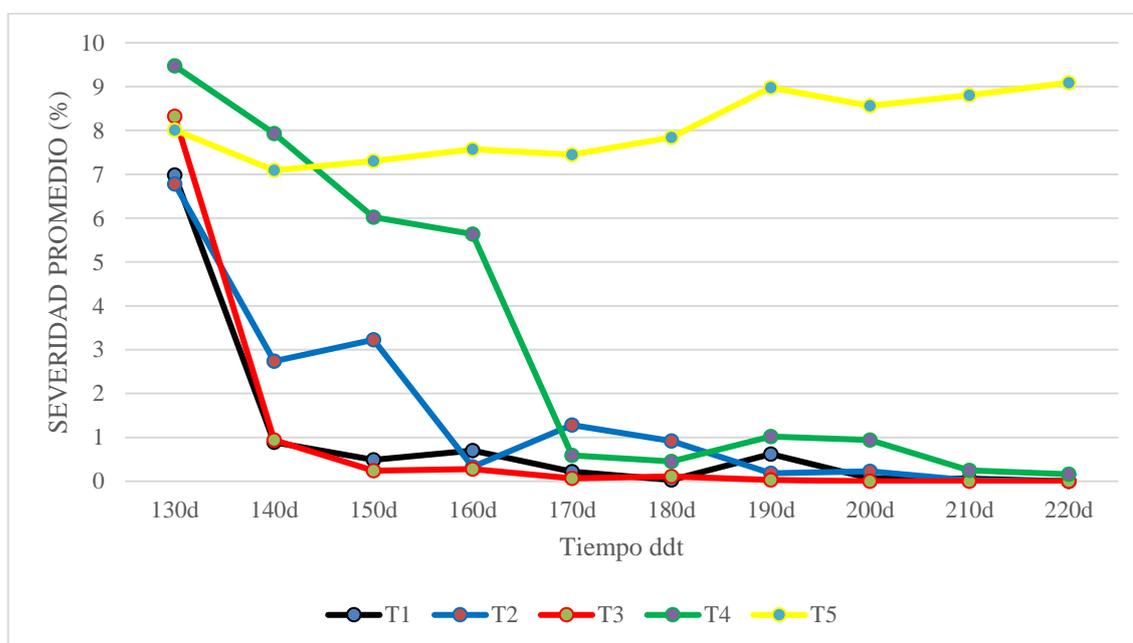


Ilustración 46-4: Curva del progreso de la enfermedad para la variable severidad promedio (%) en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.

Realizado por: López, Edgar, 2023.

El análisis de la varianza para la curva del progreso de la enfermedad para la severidad mostró no mostro diferencias significativas para la variable repetición ($p>0.05$), mientras que es altamente significativa para la variable tratamientos ($p<0.01$) (Tabla 94-4)

Tabla 93-4: Anova del ABCPE para la variable severidad promedio (%) en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Sig.
Repetición	192,15	3	64,05	0,61	0,6213	ns
Tratamientos	9204,18	4	2301,04	21,91	<0,0001	**
Error	1260,08	12	105,01			
Total	10656,4	19				
CV%	27,09					

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

Realizado por: López, Edgar, 2023.

La prueba de Tukey al 5% para la variable severidad promedio mostró 3 rangos de significancia, donde el T5 con una media de 73,24% se ubicó en el rango (a). T4 y T2 con medias de 44,14 y 40,76% se ubicaron en el rango (b). T1 y T3 con medias de 16,43 y 14,58% se ubicaron en el rango (c) (Tabla 95-4).

Tabla 94-4: La prueba de Tukey (5%) la variable ABCPE de la severidad promedio (%) en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.

Tratamientos	Medias severidad promedio (%)	Rangos de significancia
(T5) Testigo	73,24	a
(T4) <i>Bacillus subtilis</i>	44,14	b
(T2) <i>Trichoderma longibrachiatum</i>	40,76	b
(T1) <i>Trichoderma harzianum</i>	16,43	c
(T3) Pyraclostrobin + Epoxiconazole	14,58	c

Medias con la misma letra no difieren estadísticamente (Tukey, $\alpha \leq 0.05$).

Realizado por: López, Edgar, 2023.

4.5 Eficacia biológica

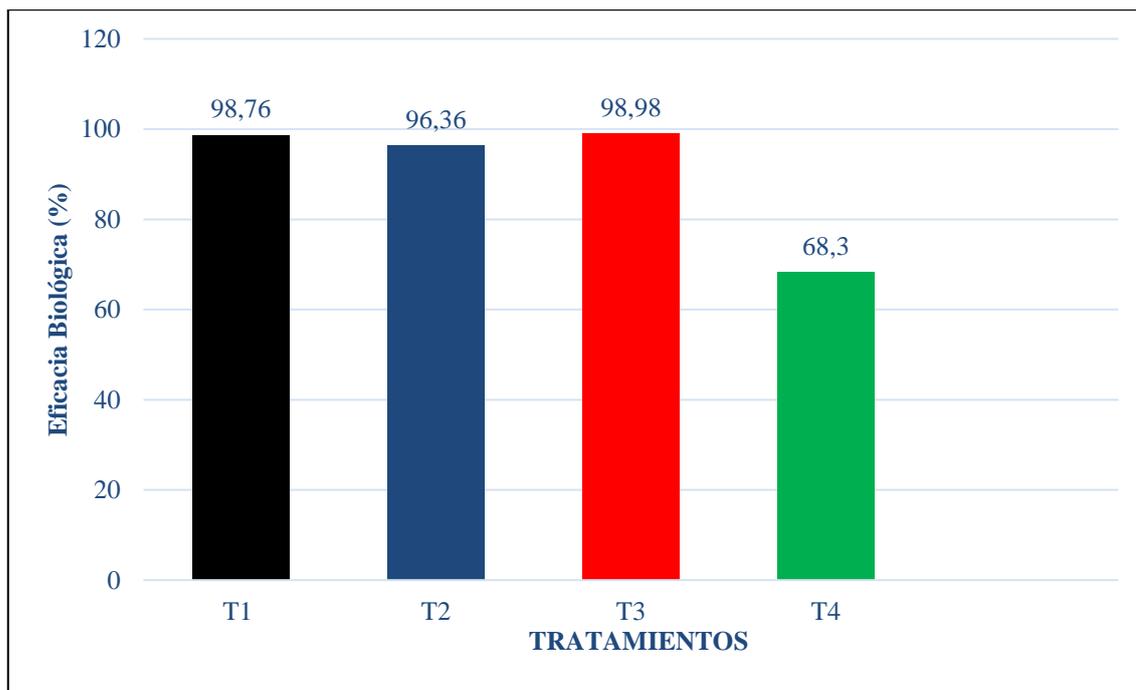


Ilustración 47-4: Diagrama de barras para la variable eficacia biológica evaluada en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.

Realizado por: López, Edgar, 2023.

El análisis de la varianza para la eficacia biológica (%) mostró diferencias altamente significativas para la variable tratamientos ($p < 0.01$) (Tabla 96-4).

Tabla 95-4: La prueba de Tukey (5%) la variable eficacia biológica (%) en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Sig.
Repetición	614,59	3	204,86	1,45	0,2765	ns
Tratamientos	29346,99	4	7336,75	52,03	<0,0001	**
Error	1692,09	12	141,01			
Total	31653,68	19				
CV %	16,28					

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

Realizado por: López, Edgar, 2023.

La prueba de Tukey al 5% para la variable eficacia biológica (%) mostró 3 rangos de significancia, donde el T3, T1 y T2 con medias de 100,00, 100,00 y 96,36% se ubicaron en el rango (a). T4 con una media de 68,3% se ubicó en el rango (b) y T5 con una media de 0,13% se ubicó en el rango (c) (Tabla 97-4).

Tabla 96-4: La prueba de Tukey (5%) la variable eficacia biológica (%) en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.

Tratamientos	Medias (%) eficacia biológica	Rangos de significancia
(T3) Pyraclostrobin + Epoxiconazole	100	a
(T1) Trichoderma harzianum	100	a
(T2) Trichoderma longibrachiatum	96,36	a
(T4) Bacillus subtilis	68,3	b
T5 Testigo	0,13	c

Medias con la misma letra no difieren estadísticamente (Tukey, $\alpha \leq 0.05$).

Realizado por: López, Edgar, 2023.

4.6 Rendimiento (kg/planta) de 14 semanas.

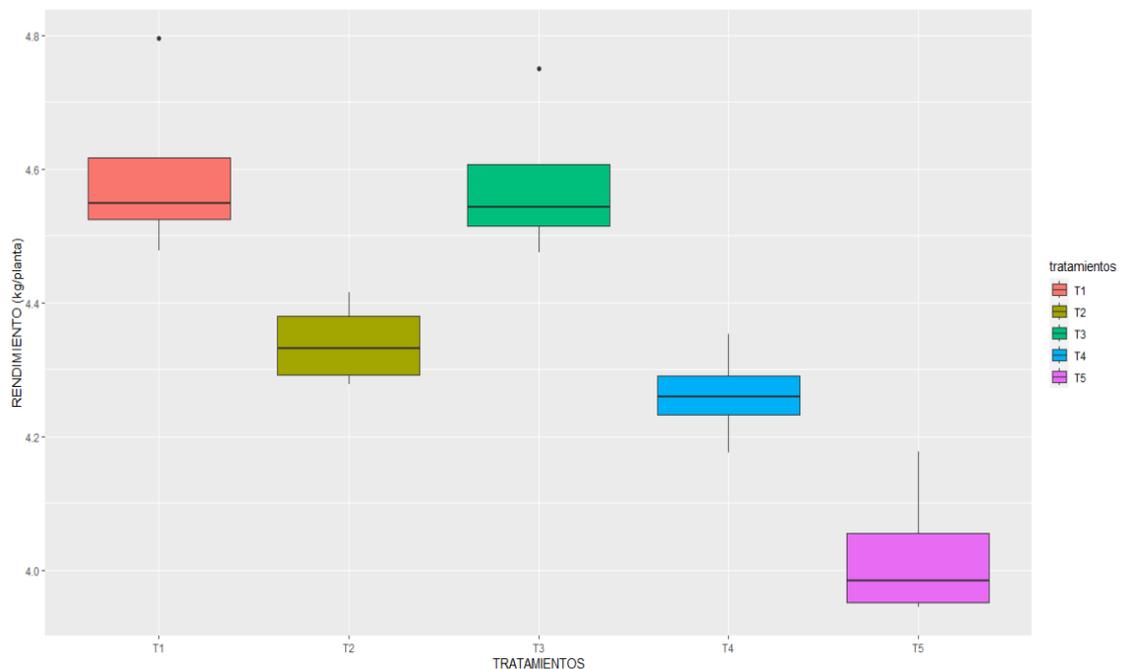


Ilustración 48-4: Diagrama de caja y bigote para la variable rendimiento (kg/planta) evaluado en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.

Realizado por: López, Edgar, 2023.

El Anova para la variable rendimiento (kg/planta) mostró un efecto altamente significativo de los tratamientos ($p < 0.01$) (Tabla 98-4).

Tabla 97-4: Anova para la variable rendimiento evaluado en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Sig.
Repetición	0,06	3	0,02	2,57	0,1033	ns
Tratamientos	0,9	4	0,23	26,94	<0,0001	**

Error	0,1	12	0,01
Total	1,07	19	
C.V. (%)	2,1		

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

Realizado por: López, Edgar, 2023.

La prueba de Tukey al 5% para la variable rendimiento mostro 3 rangos de significancia, donde T1 y T3 con medias de 4,59 y 4,58(kg/planta) respectivamente, se ubicaron en el rango (a). T2 y T4 con medias de 4,34 y 4,26 respectivamente, se ubicaron en el rango (b) y T5 con una media de 4,02 se ubicó en el rango (c) (Tabla 99-4).

Tabla 98-4: La prueba de Tukey (5%) la variable rendimiento evaluado en plantas de tomate sometidas a los diferentes tratamientos.

Tratamientos	Medias (kg/planta)	Rangos de significancia
(T1) <i>Trichoderma harzianum</i>	4,59	a
(T3) Pyraclostrobin + Epoxiconazole	4,58	a
(T2) <i>Trichoderma longibrachiatum</i>	4,34	b
(T4) <i>Bacillus subtilis</i>	4,26	b
(T5) Testigo	4,02	c

Medias con la misma letra no difieren estadísticamente (Tukey, $\alpha \leq 0,05$).

Realizado por: López, Edgar, 2023.

4.7 Análisis económico

Para el análisis económico se tomó en cuenta el costo referencial del tomate riñón en los meses de octubre 2022 - enero 2023, los precios del mercado fueron de 47 centavos/kg, con esta información se procedió a calcular el Beneficio/Costo en función del rendimiento (Tabla 99-4).

Tabla 99-4: Análisis económico de los tratamientos evaluados en el manejo de *Puccinia pittieriana* H. en el cultivo de tomate riñón.

TRATAMIENTOS	INGRESOS	COSTO DE		
		PRODUCCIÓN	B/C (USD)	RENTABILIDAD
<i>Trichoderma harzianum</i>	345,37	231,20	1,49	49%
Pyraclostrobin + Epoxiconazole	344,12	230,40	1,49	49%
<i>Bacillus subtilis</i>	320,52	218,40	1,47	47%
<i>Trichoderma longibrachiatum</i>	326,32	231,50	1,41	41%
Testigo	302,49	217,80	1,39	39%

Realizado por: López, Edgar, 2023.

A partir de los cálculos mencionados (Tabla 100-4) se observa que todos los tratamientos en estudio presentan un porcentaje positivo de rentabilidad, por lo mismo, todos los tratamientos generan beneficios por cada dólar invertido, siendo el mejor tratamiento de orden biológico *Trichoderma harzianum* y el tratamiento de orden químico Pyraclostrobin + Epoxiconazole, generan una rentabilidad de 49%, es decir que por cada dólar invertido genera un beneficio de USD 0,59. La segunda mejor rentabilidad de 47%, nos generó el tratamiento al que aplicamos *Bacillus subtilis*, en tercer lugar *Trichoderma longibrachiatum* con una rentabilidad del 41%, generando USD 0,41 por cada dólar invertido, y el testigo (Sin aplicaciones) nos generó una rentabilidad del 39%, generando un beneficio de USD 0,39 por cada dólar invertido.

4.8 Discusión de resultados

De acuerdo con investigaciones realizadas por Chambe et al., (2021: pp.11-12), la aplicación de *Trichoderma harzianum* disminuyó la incidencia de la roya amarilla (*Hemileia vastatrix*) del café en un 39,33% después de la quinta evaluación a los 50 días, estos resultados se asemejan a los resultados obtenidos en nuestro estudio, donde al aplicar *T. harzianum* redujo la incidencia por planta significativamente a un 21,25 % a los 30 días de la aplicación y a un 2,50% a los 100 días de la aplicación. Siendo el mejor tratamiento de control biológico para el control de roya en un cultivo establecido de tomate riñón.

Tanto *Trichoderma longibrachiatum* y *Bacillus subtilis* disminuyeron la incidencia de roya por planta en un 4,37 % y 4,38% respectivamente, esto concuerda con Ramírez et al., (2020: p.5), donde la aplicación de *Bacillus subtilis* cada 10 días, redujo la incidencia de roya (*Hemileia vastatrix* Berk. & Br.) en un 13,2% También *Trichoderma longibrachiatum* redujo la incidencia de roya en un 4,37%.

La aplicación de Pyraclostrobin + Epoxiconazole, redujo en un 0,63% la incidencia por planta, siendo el mejor tratamiento químico para el control de roya en cultivos de tomate riñón, esto concuerda con Roldán (2016, p.13) donde la aplicación de Pyraclostrobin + Epoxiconazole para el control de *Hemileia vastatrix* en hojas de café de la variedad Caturra fue el mejor tratamiento con un 67% de incidencia a los 45 dda en el cultivo.

Para la incidencia de roya por hoja, se obtuvo una incidencia de 0,12% al aplicar *T. harzianum*, siendo el mejor tratamiento de control biológico, 0,55% para *T. longibrachiatum* y 0,94% para *Bacillus subtilis*. Al aplicar la incidencia de roya por planta obtuvo un porcentaje de incidencia de 0%, demostrando ser el mejor tratamiento en este estudio.

En estudios realizados por Chambe et al., (2021: pp.11-12), al aplicar *Trichoderma harzianum* para el control de roya amarilla (*Hemileia vastatrix*) del cafeto se obtuvo una severidad de 23,67% a los 50 días después de la quinta aplicación, estos resultados se asemejan a los obtenidos en este estudio, donde la aplicación de *T. harzianum* redujo la severidad a un 0,06% después de la quinta aplicación y 0% después de la décima aplicación. En los tratamientos donde se aplicó *T. longibrachiatum* y *Bacillus subtilis* sus resultados fueron de 0,08% y 0,15% respectivamente. Esto concuerda con Ramírez et al., (2020: p.5), donde la aplicación de *Bacillus subtilis* redujo los rangos de severidad de *H. vastatrix* en plántulas de *C. arabica* L. var. Geisha. Estudios realizados por Roldán (2016, p.14) demuestran que la aplicación de Pyraclostrobin + Epoxiconazole redujo la severidad a un 15% a los 45 dda, siendo mejor el control químico, similar a los resultados obtenidos en este estudio, donde aplicamos Pyraclostrobin + Epoxiconazole y la severidad fue de 0% después de la décima aplicación.

La aplicación de Pyraclostrobin + Epoxiconazole como control químico, redujo la severidad a 0 (pústulas/m²) en tomate riñón. *Trichoderma harzianum* como control biológico, también redujo la severidad a 0 (pústulas/m²). Siendo los dos mejores tratamientos para el control de roya en tomate riñón. *Trichoderma longibrachiatum* redujo la severidad al 0,02 (pústulas/m²), mientras que *Bacillus subtilis* redujo la severidad a un 0,16 (pústulas/m²).

En un estudio realizado por Mamani en (2017), se evaluaron cinco tratamientos diferentes para el control de la roya amarilla del cafeto. Para determinar la efectividad de cada tratamiento, se midió el área bajo la curva del progreso de la enfermedad (ABCPE). Según los resultados obtenidos a partir de los datos de severidad, se descubrió que el tratamiento más efectivo para reducir el tejido afectado fue el que utilizó el hongo *Trichoderma sp.*, con una puntuación de 56,625 unidades. En contraste, el tratamiento de control sin ningún tratamiento específico (Testigo), fue el que mostró la mayor susceptibilidad a la enfermedad, con una puntuación de 365. León et al., (2013), realizaron un estudio para evaluar el efecto del hongo *Trichoderma sp.* en la reducción de la severidad del mildiu en la quinua. Los investigadores midieron los valores de ABCPE después de aplicar el tratamiento foliar con *Trichoderma sp.* y compararon los resultados con los de otros tratamientos. Descubrieron que los valores de ABCPE obtenidos con la aplicación foliar de *Trichoderma sp.* fueron menores que los de todos los demás tratamientos, lo que indica que el tratamiento con *Trichoderma sp.* fue más efectivo para reducir la severidad del mildiu en la quinua.

Los resultados obtenidos referente al porcentaje de eficacia, el incremento de la eficacia de los tratamientos en donde se aplicó *Trichoderma*, *Bacillus subtilis* y Pyraclostrobin + Epoxiconazole,

obtuvieron los siguientes resultados, T3 y T2 con una eficacia del 100%, T2 con una eficacia de 96,36%, mientras que T4 obtuvo una eficacia de 68,3%, según Tovar (2008), la eficacia de la aplicación de *Trichoderma* para el control de enfermedades en las plantas depende de varios factores, como la especie de *Trichoderma* utilizada, la dosis y el método de aplicación, la enfermedad en cuestión y las condiciones ambientales. Sin embargo, en general, los estudios han mostrado que la aplicación de *Trichoderma* puede ser efectiva para el control de enfermedades en las plantas. Los hongos *Trichoderma* actúan como biocontroladores naturales, compitiendo con los patógenos por los nutrientes y el espacio, y también producen enzimas y compuestos antimicrobianos que inhiben el crecimiento de los patógenos (Feltre, 2021c: pp.180).

Moya (2016) menciona que estudios han demostrado que la aplicación de *Trichoderma* puede reducir la incidencia y la severidad de enfermedades como la pudrición de la raíz, la marchitez, la roya y el mildiu, entre otras. Además, la aplicación de *Trichoderma* puede mejorar el crecimiento y la calidad de las plantas, lo que puede contribuir a su capacidad para resistir las enfermedades.

Estudios realizados por Chambe (2020, p.18) en donde se utilizó *Trichoderma* para el control de roya (*Hemileia vastatrix*) determino que al ABCPE, al realizar la sexta evaluación fueron significativamente menores al testigo.

En cuanto a la curva del progreso de la enfermedad ABCPE para la severidad (pústulas/m²) se pudo observar que el tratamiento en el cual se aplicó Pyraclostrobin + Epoxiconazole presentó menor ABCPE con medias de 23,62 (pústulas/m²) en comparación al testigo que presentó promedios de ABCPE para la severidad 84,72 (pústulas/m²). Esto concuerda con Villaseñor (2018 p 6), en su estudio, al realizar aplicaciones de fungicidas químicos para el control de roya lineal en cultivos de trigo, reduce el ABCPE de la severidad significativamente.

Al evaluar el ABCPE de la severidad promedio (%), nos damos cuenta que el al aplicar Pyraclostrobin + Epoxiconazole, presento una media de 14,58%, siendo el mejor tratamiento, en comparación al testigo que tuvo una media de 73,24%.

Ramírez et al. (2012) menciona que *Trichoderma sp.* es un agente de control biológico que utiliza diversas estrategias para combatir patógenos y proteger las plantas. Estos mecanismos incluyen la competencia por recursos, la alteración del ambiente, el estímulo del crecimiento y la activación de los mecanismos de defensa de las plantas a través de la producción de sustancias antibióticas y la parasitación de patógenos.

La aplicación de *Trichoderma harzianum* obtuvo una media de 4,59 (kg/planta) mientras que el testigo 4,02 (kg/planta), incrementando el rendimiento en un 14,2%. Algo similar ocurrió en el estudio de Andrade, (2012, p 74), en el que al aplicar T. harzianum al cultivo de mora, incremento el rendimiento del cultivo.

CAPITULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

El tratamiento que presentó menor Incidencia de roya por planta (%), Incidencia de roya por hoja (%), Severidad (pústulas/m²) y Severidad promedio fue el que se aplicó Pyraclostrobin + Epoxiconazole. Por otro lado, el Testigo presentó mayor Incidencia de roya por planta (%), Incidencia de roya por hoja (%), Severidad (pústulas/m²) y Severidad promedio. Por lo tanto, los mejores controles fueron el biológico aplicando *T. harzianum* con una ABCPE de 16,43 y una eficacia de 100%, % y el químico aplicando Pyraclostrobin + Epoxiconazole donde la severidad de daño fue menor y se obtuvo una ABCPE de 14,58 y eficacia del 100% y.

La mejor productividad se obtuvo con el tratamiento en el que se aplicó *Trichoderma harzianum* con una frecuencia de aplicación de cada 10 días con un rendimiento de 4,59 kg/planta, también la aplicación de Pyraclostrobin + Epoxiconazole obtuvo un rendimiento de 4,58 kg/planta, resultado similar al tratamiento en el que se aplica *Trichoderma harzianum*, en comparación al tratamiento testigo que presentó un rendimiento de 4,02 kg/planta teniendo un aumento de rendimiento de un 15% en la producción de tomate en relación al testigo.

Los tratamientos que presentaron la mayor rentabilidad fueron *Trichoderma harzianum* y Pyraclostrobin + Epoxiconazole con una rentabilidad del 49%. Por otro lado, el Testigo generó la menor rentabilidad de 39%.

5.2 Recomendaciones

Utilizar los controles de orden químico y biológico utilizados en este trabajo para el control de roya en cultivos de tomate en invernadero.

Desde el punto de vista económico, aplicar *Trichoderma harzianum* y Pyraclostrobin + Epoxiconazole por que con estos tratamientos se alcanzó mayor rentabilidad.

Realizar trabajos de investigación probando diferentes dosis, frecuencia y el número de aplicaciones de los tratamientos utilizados en el presente estudio.

Utilizar los mejores tratamientos de tipo biológico del presente estudio, ya que ayudan a conservar el medio ambiente, generando una actividad agrícola libre de plaguicidas, impulsando una producción sana, sin residuos químicos para el consumo humano.

GLOSARIO

dda: Días después de la aplicación.

ddt: días después del trasplante.

Enfermedad: Alteración de las funciones normales de la planta debida a la acción continuada de un agente patógeno o de un factor ambiental adverso y conduce al desarrollo de síntomas (Jara, 2021a, p.23).

Incidencia de la enfermedad: proporción de plantas (o unidades muestrales) infectadas, comúnmente medida como porcentaje de plantas enfermas (Jara, 2021b, p.19).

Pústula: Pequeña elevación de la epidermis en forma de ampolla creada cuando las esporas se forman debajo y empujan hacia afuera (Jara, 2021c, p.29).

Severidad (o intensidad) de la enfermedad: proporción de tejido afectado respecto del área total (Jara, 2021d, p.31).

Necrótico: Muerto y descolorido (Jara, 2021e, p.24).

Roya: Una enfermedad que da una apariencia “oxidada” a una planta y causada por uno de los Uredinales (hongos de la roya). (Jara, 2021f, p.30).

Síntoma: Manifestación visible en la planta del proceso de la enfermedad. Expresada mediante cambios morfológicos o fisiológicos (Jara, 2021g, p.31).

ABCPC: Sigla de área bajo la curva de progreso de la enfermedad; el área de un gráfico debajo de la línea que representa el progreso de una enfermedad (Jara, 2021h, p.31).

BIBLIOGRAFÍA

AMERESH, Y. S., CHENNAPPA, G., AVINASH, S., NAIK, M. K., & SREENIVASA, M. Y. “*Trichoderma*-a new strategy in combating agriculture problems”. New and future developments in Microbial Biotechnology and Bioengineering. [en línea], 2019, (India) pp. 235-244. [Consulta: 06 enero 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818258-1.00015-7>

ANDRADE MONTALVO, Claudia María. Evaluación del efecto de la aplicación de *Trichoderma harzianum* y *Trichoderma viride* para el control de marchitez en mora de castilla (*Rubus glaucus Benth*) en el cantón Píllaro, provincia de Tungurahua [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. 2012. p. 12. [Consulta: 2023-01-15]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/2207>

AUSAY, E. Respuesta de tomate riñón (*Lycopersicon esculentum* Mill) cv Dominic bajo invernadero a dos relaciones nitrato/amonio mediante fertirriego por goteo [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. 2015. p. 12. [Consulta: 2023-01-12]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/4264/3/13T0808%20.pdf>

CAGUANA, Miguel; DE CAÑAR, Asociación de Agrónomos Indígenas. El cultivo de tomate riñón en invernadero (*Lycopersicon esculentum*) [en línea]. Cañar-Ecuador: 2003. pp. 42-46. [Consulta: 20 noviembre 2022]. Disponible en: https://digitalrepository.unm.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1366&context=abya_yala

CHAMBE MAMANI, Elva Sonia; APAZA-APAZA, Silverio; AGUILAR-ANCCOTA, René. “Control biológico (*Trichoderma spp.*) y químico de roya amarilla (*Hemileia vastatrix* berk & br.) del café (*Coffea arabica* L.) en la provincia de Sandia-Puno”. Polo del conocimiento [en línea], 2021, (Ecuador) 6(2), pp. 22-23. [Consulta: 20 noviembre 2022]. ISSN: 2550-682x.. Disponible en: <https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/2283>

CHAVERRI, P. & SAMUELS, G.J. “Multilocus phylogenetic structure within the *Trichoderma harzianum*/ *Hypocrea lixi* complex”. Molecular Phylogenetics and Evolution, [en línea], 2003, (EE. UU) 27(2), pp. 302 – 313. [Consulta: 04 enero 2023]. ISSN 1055-7903. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/S1055-7903\(02\)00400-1](https://doi.org/10.1016/S1055-7903(02)00400-1)

COLLAGUAZO YÉPEZ, Leidy Andrina; TENORIO MOYA, Estefany Michelle. Elaboración de biopreparados a base de *Bacillus sp.* para controlar *Alternaria spp.* en el cultivo de *Brassica oleracea* var. Itálica [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad Politécnica Salesiana, Quito, Ecuador. 2018. p. 9. [Consulta: 2023-01-12]. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/15116>

DE MELO VIRGINIO FILHO, Elías; ASTORGA DOMIAN, Carlos. “Prevención y control de la roya del café. Manual de buenas prácticas para técnicos y facilitadores”. Serie Técnica. Manual Técnico [en línea], 2015, (Costa Rica). [Consulta: 05 enero 2023]. ISBN: 978-9977-57-704-3. Disponible en: <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/8186>

FELTRER, R. Análisis de la formación de cloroanisoles por *Trichoderma longibrachiatum*: Caracterización del gen codificante del enzima clorofenol O- metiltransferasa (CPOMT) (Trabajo de Titulación) (Ingeniero). [En Línea] Universidad de León (España).2011. pp. 178-183. [Consulta: 2022-12-18]. Disponible en: <https://buleria.unileon.es/bitstream/handle/10612/924/2009ONFELTRER%20MART%CDNEZ,%20RA%20DAL.pdf;jsessionid=5302E89AC9FFE3B7EE2176F7FD1BBEB4?sequence=1>

JARA, L., & BENAUTE, L. Glosario de Términos Agronómicos. Perú: Marzo, 2021. 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>

JARAMILLO NOREÑA, J. “Tecnología para el cultivo de tomate bajo condiciones protegidas”. Corporación colombiana de investigación agropecuaria-AGROSAVIA [en línea], 2012, (Colombia). p. 93. disponible en: https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/1730/Ver_documento_1730.pdf?sequence=1&isAllowed=y

LAZO, J. V.; ASCENCIO, J. “Algunas respuestas morfológicas y fisiológicas inducidas por el fungicida Opera®(Pyraclostrobin+ Epoxiconazole) en la planta de maíz (*Zea mays* L.)”. Rev. Fac. Agron. (LUZ) [En línea], 2014, vol. 31, p. 41. [Consulta: 12 enero 2023]. Disponible en: https://www.revfacagronluz.org.ve/PDF/enero_marzo2014/v31n1a20143959.pdf

LEON TTACCA, Betsabe, et al. “Cepas de *Trichoderma* con capacidad endofítica sobre el control del mildiu (*Peronospora variabilis* Gäum.) y mejora del rendimiento de quinua”. Revista de Investigaciones Altoandinas [En línea], 2018, 20(1), p. 19-30. [Consulta: 03 enero 2023].

Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S2313-29572018000100003&script=sci_abstract&tlng=en

LOPEZ, A. “Descripción cuantitativa de las epidemias de las plantas”. Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín [en línea], 2000, (Colombia) 53(1), p. 28. [Consulta: 20 enero 2023]. ISSN 2248-7026. Disponible en: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/refame/article/view/24069>

LÓPEZ, L. Manual técnico del cultivo del tomate *Solanum lycopersicum*. Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria. [en línea], San José (Costa Rica) (INTA), San José-Costa Rica: 2017. pp. 13-16. Disponible en: <https://repositorio.iica.int/handle/11324/3143>

MANCILLA, J. Eficacia Agroproductiva Del Humus Líquido y Sólido de Lombriz en el Cultivo de Tomate (*Solanum lycopersicum*) en General Villamil, Playas [En línea] (Trabajo de titulación). (Tesis Doctoral) Universidad Agraria del Ecuador, Guayaquil, Ecuador. 2021. pp. 27-30. [Consulta: 2023-01-12]. Disponible en: https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/MANCILLA%20BERNABE%20JOSE%20XAVIER_compressed.pdf

MUÑOZ, M. Tomate: Una Especie de Exportación. OFICINA DE ESTUDIOS Y POLÍTICAS AGRARIAS – ODEPA, Santiago de Chile-Chile: 2021. p.2. Disponible en: <https://bibliotecadigital.odepa.gob.cl/bitstream/handle/20.500.12650/71089/ArtTomate202109.pdf>

ÑACATO, C., & VALENCIA, M. Aislamiento, identificación y pruebas in vitro de cepas autóctonas de *Bacillus subtilis* como agente de biocontrol de *Alternaria spp* en *Brassica oleracea* var. Itálica [en línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniero) Universidad Politécnica Salesiana, Biotecnología de los Recursos Naturales, Quito, Ecuador. 2016, pp. 1-100. [Consultado: 2022-12-23]. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/12144>

PIEDRA NARANJO, R. “Manejo biológico de nematodos fitoparásitos con hongos y bacterias”. Revista Tecnología en Marcha [en línea], 2008, (Costa Rica) 21(1), p. 1. Disponible en: https://revistas.tec.ac.cr/index.php/tec_marcha/article/view/1345

PINARGOTE, J. Respuesta sanitaria y productiva del tomate riñón establecido bajo diferentes sistemas intercalados de producción [en línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Escuela Superior Politécnica Agropecuaria De Manabí Manuel Félix López, Manabí, Ecuador. 2020, pp 6-7. [Consultado: 2022-12-23]. Disponible en: <https://repositorio.espam.edu.ec/handle/42000/1332>

RAMÍREZ, Arturo Reyes, et al. “Inhibición del crecimiento in vitro de *Fusarium sp.* aislado de chile habanero (*Capsicum chinensis*) con hongos antagonistas”. Fitosanidad [en línea], 2012, Cuba 16 (3), p. 161-165. [Consulta: 24 enero 2023]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/2091/209126907006.pdf>

RAMÍREZ RODRÍGUEZ, Rolando Fabián, et al. “Efectividad de biofungicidas para el control de la roya en plántulas de café”. Revista mexicana de ciencias agrícolas [en línea], 2020, (Mexico) 11(6), p. 5. [Consulta: 20 diciembre 2022]. Disponible en: <https://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v11n6/2007-0934-remexca-11-06-1403.pdf>

RENDON, L. Control químico de *Prodiplosis longifila* (Negrita) en el cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad de Guayaquil, Facultad De Ciencias Agrarias, Guayaquil, Ecuador. 2015. p. 4. [Consulta: 2023-01-12]. Disponible en: http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/7390/1/TESIS_LAURA_RENDON.pdf

ROLDÁN, Erik L.; YÁNGÜEZ, Luis E. Evaluación del efecto hiperparásito de tres concentraciones de *Lecanicillium lecanii* sobre la roya del café (*Hemileia vastatrix*) [en línea]. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. 2016. [Consulta: 20 enero 2023]. Disponible en: <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/30a95167-af70-425e-bc05-e1da71265683/content>

ROMÁN, Andrea. “Enfermedades de los Cultivos Comerciales de la Región Altoandina del Ecuador”. Instituto de investigaciones-Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH) [en línea], 2015, (Ecuador) 1(1), p. 122. [Consulta: 20 enero 2023]. ISBN: 978-9942-14-099-9. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/307958272> Enfermedades de los cultivos comerciales de la region altoandina del ECUADOR

SANDOVAL, Alicia & LOMAS, Luis. Incidencia, severidad, rango de hospederos y especie del nematodo del Rosario de la Raíz (*Nacobbus* sp) en el cultivo de Tomate de Mesa (*Lycopersicon esculentum*) en el Valle del Chota y Pimampiro [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad Técnica Del Norte, Ibarra, Ecuador, 2007. p. 7. Disponible en: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/189/2/03%20AGP%2042%20TESIS%20COMPLETA.pdf>

SILVA, J. Evaluación de cuatro programas de fertilización foliar complementaria en la producción de tomate riñón (*Solanum lycopersicum*) L. var. Sheila bajo invernadero [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad Central del Ecuador, Facultad De Ciencias Agrícolas, Quito, Ecuador. 2015. p. 3. [Consulta: 2023-01-12]. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/7781/1/T-UCE-0004-57.pdf>

SIVILA, Nancy & ALVAREZ, Susana. Producción artesanal de *Trichoderma*. [En línea]. Universidad Nacional de Jujuy, Jujuy-Argentina: 2013. pp. 17-20. disponible en: <http://cedaf.fca.unju.edu.ar/wp-content/uploads/manual-de-trichoderma-2013-sivila-alvarez.pdf>

VÁSQUEZ, J. Caracterización microbiológica y producción de *Trichoderma harzianum* y *Trichoderma viride* en cultivo artesanal [En línea] (Trabajo de titulación). (Microbiólogo Agrícola y Veterinario) Pontificia Universidad Javerina, Cali, Colombia. 2010. pp. 18-19. [Consulta: 2022-12-09]. Disponible en: <https://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/8662>

VELASTEGUI, Jr. Control Químico de *Puccinia pittieriana* P. Henn., agente de la roya de papa, con fungicidas sistémicos [en línea]. In Memorias del V seminario Nacional de Sanidad Vegetal, 7-9 junio 1998, Universidad de Cuenca, Ecuador, p. 6. 1998. Disponible en: <https://revistas.udenar.edu.co/index.php/rfacia/article/view/1311>

VILLARREAL DELGADO, María Fernanda, et al. “El género *Bacillus* como agente de control biológico y sus implicaciones en la bioseguridad agrícola”. *Revista mexicana de fitopatología* [en línea], 2018, (Mexico) 36(1), pp. 5-6. ISBN: 2007-8080. [Consulta: 20 diciembre 2022]. Disponible en: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-33092018000100095



ANEXOS

ANEXO A: UBICACIÓN DEL ENSAYO.



Ubicación del lugar en el que se desarrollo el estudio.

ANEXO B: IDENTIFICACIÓN DE LA ENFERMEDAD EN EL CULTIVO.



Foliolos con síntomas de roya.

ANEXO C: SEPARACIÓN DE TRATAMIENTOS CON SACOS.



Separación de unidades experimentales.

ANEXO D: ROTULACIÓN DE TRATAMIENTOS.





ANEXO E: CONTROLES UTILIZADOS EN LA INVESTIGACIÓN.



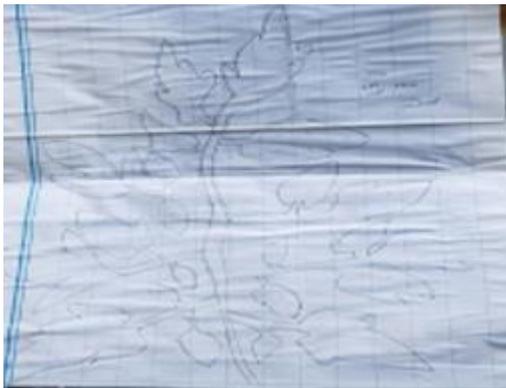
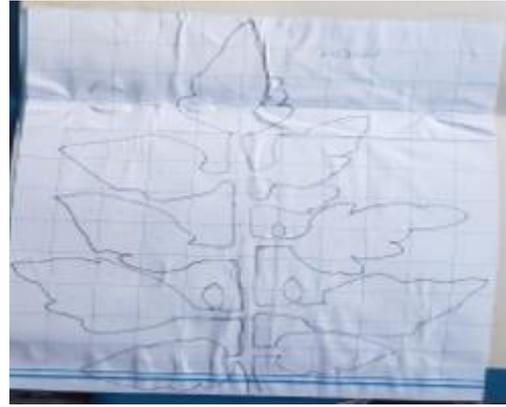
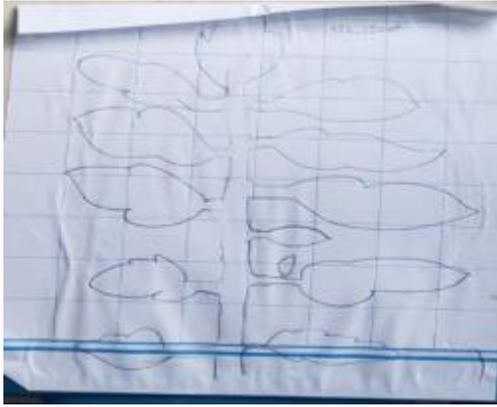
Controles utilizados para el estudio.

ANEXO F: APLICACIÓN DE CONTROLES.



Aplicación de controles en cada unidad experimental.

ANEXO G: ELABORACION DE CATEGORIAS DE HOJAS.



ANEXO H: DETERMINACION DEL RENDIMIENTO DE LOS TRATAMIENTOS.



ANEXO I: COSTOS DE PRODUCCIÓN

COSTOS DE PRODUCCIÓN POR TRATAMIENTO				
TRATAMIENTOS	RUBRO	UNIDAD	P. UNITARIO (USD)	P. TOTAL (USD)
T1	INVERNADERO	m ²	4,5	40
	PLANTULAS	unidad	13	20,8
	SISTEMA DE RIEGO	unidad	0,11	3,4

	PLASTICO ACOLCHADO	unidad	0,1	5
	FERTILIZACION	kg	1,5	30
	PIOLA TUTOREO	kg	0,25	5
	<i>Trichoderma</i>	ml	0,025	15
	MANO DE OBRA	jornal	15	90
	OTROS	-	-	22
T2	INVERNADERO	m2	4,5	40
	PLANTULAS	unidad	13	20,8
	SISTEMA DE RIEGO	unidad	0,11	3,4
	PLASTICO ACOLCHADO	unidad	0,1	5
	FERTILIZACION	kg	1,5	30
	PIOLA TUTOREO	kg	0,25	5
	<i>Trichoderma</i>	ml	0,025	15
	MANO DE OBRA	jornal	15	90
	OTROS	-	-	22,3
T3	INVERNADERO	m2	4,5	40
	PLANTULAS	unidad	13	20,8
	SISTEMA DE RIEGO	unidad	0,11	3,4
	PLASTICO ACOLCHADO	unidad	0,1	5
	FERTILIZACION	kg	1,5	30
	PIOLA TUTOREO	kg	0,25	5
	OPERA	ml	0,059	14,8
	MANO DE OBRA	jornal	15	90
	OTROS	-	-	21,4
T4	INVERNADERO	m2	4,5	40
	PLANTULAS	unidad	13	20,8
	SISTEMA DE RIEGO	unidad	0,11	3,4
	PLASTICO ACOLCHADO	unidad	0,1	5
	FERTILIZACION	kg	1,5	30
	PIOLA TUTOREO	kg	0,25	5
	<i>Bacillus</i>	g	0,18	10
	MANO DE OBRA	jornal	15	90
	OTROS			14,2
T5	INVERNADERO	m2	4,5	40
	PLANTULAS	unidad	13	20,8
	SISTEMA DE RIEGO	unidad	0,11	3,4
	PLASTICO ACOLCHADO	unidad	0,1	5
	FERTILIZACION	kg	1,5	30
	PIOLA TUTOREO	kg	0,25	5
	MANO DE OBRA	jornal	15	90
	OTROS	-	-	23,6

ANEXO J: RENDIMIENTO (kg/planta).

EVALUACIONES	T1 (kg)	T2 (kg)	T3 (kg)	T4 (kg)	T5 (kg)
1RA	91,5	89,6	90,4	90,5	90,0
2DA	96,4	94,5	95,7	95,4	94,9
3RA	103,2	101,3	103,5	101,7	98,9
4TA	90,6	87,7	91,8	88,1	86,1
5TA	76,0	72,3	77,5	72,7	70,7
6TA	58,9	56,2	61,6	55,5	53,3
7MA	50,5	48,5	53,9	47,8	45,4
8VA	37,4	35,4	40,9	34,8	32,5
9NA	30,1	28,2	32,5	26,9	23,5
10MA	23,6	20,9	24,6	19,6	16,0
11VA	22,1	17,5	17,9	15,6	10,8
12AVA	19,3	15,2	16,7	12,8	9,1
13AVA	16,8	14,1	14,1	11,3	7,2
14AVA	18,5	13,0	11,2	9,3	5,2
SUMATORIA	734,8	694,3	732,2	682,0	643,6
kg/planta	4,59	4,34	4,58	4,26	4,02



epoch

**Dirección de Bibliotecas y
Recursos del Aprendizaje**

**UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y
DOCUMENTAL**

REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 29 / 06 / 2023

INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)
Nombres – Apellidos: Edgar Israel López Auquilla
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: RECURSOS NATURALES
Carrera: AGRONOMÍA
Título a optar: INGENIERO AGRÓNOMO
f. responsable: Ing. Cristhian Fernando Castillo Ruiz



1207-DBRA-UTP-2023