



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

**EFECTO DE ELICITORES Y BIOPRODUCTOS SOBRE LA INTENSIDAD  
DEL TIZÓN TARDÍO (*Phytophthora infestans* de Bary) Y EL RENDIMIENTO  
DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.) VARIEDAD SUPERCHOLA.**

**Trabajo de Integración Curricular**

**Tipo:** Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**AUTOR:**

**WILIAM RENÉ MINAHUA GUAMÁN**

Riobamba – Ecuador

2024



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

**EFECTO DE ELICITORES Y BIOPRODUCTOS SOBRE LA INTENSIDAD  
DEL TIZÓN TARDÍO (*Phytophthora infestans* de Bary) Y EL RENDIMIENTO  
DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.) VARIEDAD SUPERCHOLA.**

**Trabajo de Integración Curricular**

**Tipo:** Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**AUTOR:** WILIAM RENÉ MINAHUA GUAMÁN

**DIRECTOR:** ING. PABLO ISRAEL ALVAREZ ROMERO PhD.

Riobamba – Ecuador

2024

© 2024, **Wiliam René Minahua Guamán**

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, Wiliam René Minahua Guamán, 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, 9 de mayo del 2024.



Wiliam René Minahua Guamán  
060535107-1



**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, **EFFECTO DE ELICITORES Y BIOPRODUCTOS SOBRE LA INTENSIDAD DEL TIZÓN TARDÍO (*Phytophthora infestans* de Bary) Y EL RENDIMIENTO DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.) VARIEDAD SUPERCHOLA**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

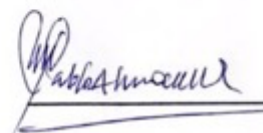
**FIRMA**

**FECHA**

Ing. Víctor Lindao Córdova PhD.  
**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

 2024-05-09

Dr. Pablo Álvarez Romero PhD.  
**DIRECTOR(A) DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

 2024-05-09

Ing. Norma Soledad Erazo Sandoval PhD.  
**ASESOR(A) DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

 2024-05-09

iv

## DEDICATORIA

A mi amado Dios todo poderoso, fuente de sabiduría y guía en cada paso de mi vida. A ti, que has sido mi fortaleza en los momentos de incertidumbre y mi luz en los momentos de oscuridad, te dedico este trabajo de investigación. Tu gracia y misericordia han sido mi sostén constante, y en este logro reconozco tu mano amorosa que me ha llevado hasta aquí. A mis queridos padres, Segundo José Minahua y Maria Rosa Guamán, cuyo amor incondicional y sacrificio han sido el cimiento sobre el cual he construido mi camino académico. Vuestra dedicación y ejemplo han sido mi inspiración, y cada logro alcanzado es también vuestro triunfo. A mi alegría, Deyanira Laje, compañera de aventuras y confidente en cada desafío. Tu apoyo inquebrantable y tu amor han sido mi motivación más grande. Gracias por estar siempre a mi lado, compartiendo cada alegría y cada obstáculo. A mis hermanos y demás familiares, quienes con su cariño y aliento constante han enriquecido mi vida. Vuestras palabras de ánimo y vuestra presencia han sido un regalo invaluable en este camino de aprendizaje y crecimiento. A todos ustedes, mi gratitud infinita. Este trabajo no solo es el fruto de mi esfuerzo, sino también el resultado del amor, apoyo y bendiciones que he recibido de cada uno de ustedes. Con profundo respeto y amor.

*William M.*

## AGRADECIMIENTO

En este momento de culminación y celebración, es imperativo expresar mi más profundo agradecimiento a aquellos que han sido fundamentales en la realización de este trabajo de investigación. En primer lugar, a mi amado Dios, quien me ha brindado fortaleza, sabiduría y dirección en cada paso de este camino académico. Reconozco con humildad que, sin su guía y amor incondicional, este logro no habría sido posible. A mis queridos padres, Segundo José Minahua y María Rosa Guamán, les debo mi más sincero agradecimiento por su constante apoyo, sacrificio y amor incondicional. Vuestra dedicación y ejemplo han sido mi inspiración constante, y cada éxito alcanzado es un reflejo de vuestro incansable esfuerzo y sacrificio. A mi amada novia, Deyanira Noemi Laje, agradezco profundamente tu paciencia, comprensión y apoyo inquebrantable durante este arduo proceso. Tu presencia y amor han sido mi mayor motivación y fortaleza en los momentos más desafiantes. A mis hermanos, Joel, Tito, Eduardo, Suny, Robin, Hendry y Angélica Minahua, les agradezco por ser mis cómplices, amigos y confidentes a lo largo de este viaje. Vuestra presencia y ánimo constante han sido un regalo invaluable en mi vida. A mis estimados amigos María Angélica Garcés, Viviana Choca, Adriana Gadway, Avigail Tuabanda, Marco Cepeda, y a muchos otros que forman parte de mi círculo cercano, les agradezco por su apoyo incondicional, palabras de aliento y por estar siempre presentes en cada etapa de este proceso. A mi familia extendida, en especial a mis tí Herminia Minahua, Elsa Guamán, Olga Minahua y a tantos otros, les agradezco por su amor, ánimo y constante apoyo a lo largo de los años. Vuestras bendiciones y buenos deseos han sido un motor adicional en mi camino hacia el éxito. A todos ustedes, mi más profundo agradecimiento. Este logro no solo es mío, sino también de cada uno de ustedes que ha contribuido de alguna manera a mi crecimiento personal y académico. Con sincero afecto y gratitud.

*William M.*

## ÍNDICE DE CONTENIDO

### TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS .....	xi
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	xii
ÍNDICE DE ANEXOS .....	xiv
RESUMEN.....	¡Error! Marcador no definido.
SUMMARY / ABSTRACT.....	¡Error! Marcador no definido.
INTRODUCCIÓN.....	1

### CAPÍTULO I

1.	Problema de investigación.....	3
1.1	Problema.....	3
1.2	Justificación.....	3
1.3	Objetivos .....	3
1.3.1	General.....	3
1.3.2	Específicos.....	3
1.4	Hipótesis .....	4
1.4.1	Nula.....	4
1.4.2	Alterna.....	4
1.5	Operacionalización de la variable .....	4
1.5.1	Variable dependiente .....	4
1.5.2	Variables independientes.....	4

### CAPÍTULO II

2.	REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	5
2.1	Tizón tardío.....	5
2.1.1	Origen y Distribución.....	5

2.1.2	Agente causal.....	6
2.1.3	Taxonomía .....	6
2.1.4	Epidemiología.....	6
2.1.5	Manejo integrado.....	8
2.2	El cultivo de la papa .....	12
2.2.1	Generalidades del cultivo de papa.....	12
2.2.2	Taxonomía .....	12
2.2.3	Descripción morfológica de la papa:.....	13
2.2.4	Fertilización:.....	14
2.2.5	Principales plagas y enfermedades del cultivo de papa .....	15
2.3	Elicitores.....	17
2.3.1	Clasificación de los elicitores.....	17
2.3.2	Modo de acción de los elicitores.....	17
2.3.3	Eliciores químicos .....	18
2.3.4	Elicitores biológicos .....	19

### CAPÍTULO III

3.	MARCO METODOLÓGICO .....	23
3.1	Caracterización del lugar .....	23
3.1.1	Ubicación en campo.....	23
3.1.2	Ubicación geográfica .....	23
3.2	Materiales.....	23
3.2.1	Material biológico .....	23
3.2.2	Elicitores .....	24
3.2.3	Materiales de campo.....	24
3.2.4	Productos para MIPE .....	25
3.2.5	Materiales de oficina .....	25
3.3	Métodos .....	25
3.3.1	Croquis del ensayo.....	25
3.3.2	Tratamientos en estudio.....	26
3.3.3	Factores en estudio .....	26
3.3.4	Unidad experimental.....	26
3.3.5	Diseño experimental .....	27

3.3.6	Análisis funcional.....	28
3.4	Variables y métodos de evaluación.....	28
3.4.1	Incidencia de la planta .....	28
3.4.2	Severidad de la planta .....	29
3.4.3	Vigoresidad de la planta .....	30
3.4.4	Número de tallos por planta.....	32
3.4.5	Altura de la planta.....	32
3.4.6	Rendimiento .....	33
3.5	Análisis estadístico.....	33
3.6	Manejo del ensayo .....	33
3.6.1	Preparación de terreno .....	33
3.6.2	Distribución de párelas .....	34
3.6.3	Siembra .....	34
3.6.4	Fertilización:.....	34
3.6.5	Aplicación de tratamientos.....	34
3.6.6	Rascadillo.....	34
3.6.7	Control de malezas, y aporque .....	34
3.6.8	Riego .....	35
3.6.9	Cosecha .....	35
3.7	Análisis económico .....	35

#### **CAPÍTULO IV**

4.	<b>MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>36</b>
4.1	<b>Incidencia .....</b>	<b>36</b>
4.2	<b>Severidad .....</b>	<b>43</b>
4.3	<b>Vigoresidad .....</b>	<b>50</b>
4.4	<b>Altura: .....</b>	<b>53</b>
4.5	<b>Número de tallos.....</b>	<b>56</b>
4.6	<b>Rendimiento total (Ton/ha) .....</b>	<b>58</b>
4.6.1	<b>Categoría Primera (Gruesa) .....</b>	<b>59</b>
4.6.2	<b>Categoría segunda (Pareja).....</b>	<b>60</b>

<b>4.6.3</b>	<b>Categoría tercera (Delgada)</b> .....	<b>61</b>
<b>4.7</b>	<b>Análisis económico</b> .....	<b>62</b>
<b>4.8</b>	<b>Discusión</b> .....	<b>64</b>

## **CAPÍTULO V**

<b>5.</b>	<b>Conclusiones y Recomendaciones</b> .....	<b>67</b>
<b>5.1</b>	<b>Conclusiones</b> .....	<b>67</b>
<b>5.2</b>	<b>Recomendaciones</b> .....	<b>67</b>

## **GLOSARIO**

## **BIBLIOGRAFÍA**

## **ANEXOS**

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 3-1:</b> Coordenadas geográficas del sitio del experimento. ....	23
<b>Tabla 3-2:</b> Condiciones agroclimáticas del lugar del experimento. ....	23
<b>Tabla 3-3:</b> Evaluación de dos elicitores y dos microorganismos para el manejo de tizón tardío. .....	26
<b>Tabla 3-4:</b> Especificación del experimento.....	26
<b>Tabla 3-5:</b> Parcelas del experimento. ....	27
<b>Tabla 3-6:</b> Distancias entre parcelas.....	27
<b>Tabla 3-7:</b> Esquema del análisis de varianza en la investigación. ....	28
<b>Tabla 3-8:</b> Escala porcentual para medir la severidad.....	29
<b>Tabla 3-9:</b> Escala de vigor de plantas de papa usada en el presente estudio.....	31
<b>Tabla 3-10:</b> Calibre de papa según su peso.....	33
<b>Tabla 4-11:</b> Análisis de varianza de la incidencia a los 53, 61, 69 y 77 días después de la siembra. .....	36
<b>Tabla 4-12:</b> Análisis de varianza de la incidencia a los 85, 93 ,101 y 109 días después de la siembra.....	36
<b>Tabla 4-13:</b> Análisis de varianza de la incidencia a los 117, 125 ,133 y 141 días después de la siembra.....	37
<b>Tabla 4-14:</b> Análisis de varianza de la severidad a los 53, 61, 69 y 77 días.....	43
<b>Tabla 4-15:</b> Análisis de varianza de la severidad a los 85, 93, 101 y 109 días después de la siembra.....	44
<b>Tabla 4-16:</b> Análisis de varianza de la severidad a los 117, 125, 133, y 141 días después de la siembra.....	44
<b>Tabla 4-17:</b> Análisis de varianza del Vigor a los 53, 68 y 83 días después de la siembra.....	51
<b>Tabla 4-18:</b> Análisis de varianza del Vigor a los 98, 113 y 128 días después de la siembra.....	51
<b>Tabla 4-19:</b> Análisis de varianza de la Altura a los 53, 68 y 83 días después de la siembra.....	54
<b>Tabla 4-20:</b> Análisis de varianza de la Altura a los 98 y 113 días después de la siembra.....	54
<b>Tabla 4-21:</b> Análisis de varianza de la variable tallos/planta a los 53, 68 y 83 dds.....	56
<b>Tabla 4-22:</b> Análisis de varianza de la variable tallos/planta a los 98 y 113 dds.....	56
<b>Tabla 4-23:</b> Análisis de varianza de la variable Rendimiento total. ....	59
<b>Tabla 4-24:</b> Análisis de varianza de la variable Rendimiento categoría Primera (Gruesa). ....	60
<b>Tabla 4-25:</b> Análisis de varianza de la variable Rendimiento categoría Segunda (Pareja). ....	61
<b>Tabla 4-26:</b> Análisis de varianza de la variable Rendimiento categoría Tercera (Delgada).....	62
<b>Tabla 4-27:</b> Costos de producción por tratamiento. ....	63
<b>Tabla 4-28:</b> Análisis Relación Beneficio/Costo. ....	64



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<b>Ilustración 2-1:</b>	Fases de la Reproducción sexual y asexual de <i>P. infestans</i> .....	8
<b>Ilustración 3-1:</b>	Croquis del ensayo. ....	25
<b>Ilustración 3-2:</b>	Registro de incidencia de <i>P. infestans</i> . ....	29
<b>Ilustración 3-3:</b>	Registro de severidad de <i>P. infestans</i> . ....	30
<b>Ilustración 3-4:</b>	Registro de vigorosidad de plantas de papa variedad super chola. ....	31
<b>Ilustración 3-5:</b>	Registro de tallos de plantas de papa variedad super chola. ....	32
<b>Ilustración 3-6:</b>	Registro de tallos de plantas de papa variedad super chola. ....	32
<b>Ilustración 4-1:</b>	Prueba de Tukey al 5% para la variable incidencia de <i>P. infestans</i> a los 53 días.....	37
<b>Ilustración 4-2:</b>	Prueba de Tukey al 5% para la variable incidencia de <i>P. infestans</i> a los 69 días.....	38
<b>Ilustración 4-3:</b>	Prueba de Tukey al 5% para la variable incidencia de <i>P. infestans</i> a los 77 días.....	38
<b>Ilustración 4-4:</b>	Prueba de Tukey al 5% para la variable incidencia de <i>P. infestans</i> a los 85 días.....	39
<b>Ilustración 4-5:</b>	Prueba de Tukey al 5% para la variable incidencia de <i>P. infestans</i> a los 93 días.....	39
<b>Ilustración 4-6:</b>	Prueba de Tukey al 5% para la variable incidencia de <i>P. infestans</i> a los 101 días.....	40
<b>Ilustración 4-7:</b>	Prueba de Tukey al 5% para la variable incidencia de <i>P. infestans</i> a los 109 días.....	40
<b>Ilustración 4-8:</b>	Prueba de Tukey al 5% para la variable incidencia de <i>P. infestans</i> a los 117 días.....	41
<b>Ilustración 4-9:</b>	Prueba de Tukey al 5% para la variable incidencia de <i>P. infestans</i> a los 125 días.....	41
<b>Ilustración 4-10:</b>	Prueba de Tukey al 5% para la variable incidencia de <i>P. infestans</i> a los 133 días.....	42
<b>Ilustración 4-11:</b>	Prueba de Tukey al 5% para la variable incidencia de <i>P. infestans</i> a los 141 días.....	42
<b>Ilustración 4-12:</b>	Curva de progreso de la Incidencia. ....	43
<b>Ilustración 4-13:</b>	Prueba de Tukey de la severidad a los 53 días. ....	45
<b>Ilustración 4-14:</b>	Prueba de Tukey de la severidad a los 69 días. ....	45
<b>Ilustración 4-15:</b>	Prueba de Tukey de la severidad a los 77 días. ....	46
<b>Ilustración 4-16:</b>	Prueba de Tukey de la severidad a los 85 días. ....	46
<b>Ilustración 4-17:</b>	Prueba de Tukey de la severidad a los 93 días. ....	47

<b>Ilustración 4-18:</b> Prueba de Tukey de la severidad a los 101 días.....	47
<b>Ilustración 4-19:</b> Prueba de Tukey de la severidad a los 109 días.....	48
<b>Ilustración 4-20:</b> Prueba de Tukey de la severidad a los 117 días.....	48
<b>Ilustración 4-21:</b> Prueba de Tukey de la severidad a los 125 días.....	49
<b>Ilustración 4-22:</b> Prueba de Tukey de la severidad a los 133 días.....	49
<b>Ilustración 4-23:</b> Prueba de Tukey de la severidad a los 141 días.....	50
<b>Ilustración 4-24:</b> Curva de progreso de la Severidad.....	50
<b>Ilustración 4-25:</b> Prueba de Tukey del Vigor a los 83 días.....	52
<b>Ilustración 4-26:</b> Prueba de Tukey del Vigor a los 98 días.....	52
<b>Ilustración 4-27:</b> Prueba de Tukey del Vigor a los 113 días.....	53
<b>Ilustración 4-28:</b> Prueba de Tukey del Vigor a los 128 días.....	53
<b>Ilustración 4-29:</b> Prueba de Tukey de la Altura a los 83 días.....	55
<b>Ilustración 4-30:</b> Prueba de Tukey de la Altura a los 98 días.....	55
<b>Ilustración 4-31:</b> Prueba de Tukey de la Altura a los 113 días.....	56
<b>Ilustración 4-32:</b> Prueba de Tukey del número de tallos a los 83 días.....	57
<b>Ilustración 4-33:</b> Prueba de Tukey del número de tallos a los 98 días.....	58
<b>Ilustración 4-34:</b> Prueba de Tukey del número de tallos a los 113 días.....	58
<b>Ilustración 4-35:</b> Prueba de Tukey del rendimiento total.....	59
<b>Ilustración 4-36:</b> Prueba de Tukey del Rendimiento categoría Primera (Gruesa).....	60
<b>Ilustración 4-37:</b> Prueba de Tukey del Rendimiento categoría Segunda (Pareja).....	61
<b>Ilustración 4-38:</b> Efecto de elicitores y bioproductos sobre el rendimiento total de papa variedad Superchola.....	62

## ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A:** INCIDENCIA DE *P. infestans* EN APLICACIONES DE ELICITORES Y BIOPRODUCTOS
- ANEXO B:** SEVERIDAD DE *P. infestans* EN APLICACIONES DE ELICITORES Y BIOPRODUCTOS.
- ANEXO C:** VIGOROSIDAD EN LA APLICACIÓN DE ELICITORES Y BIOPRODUCTOS EN EL EFECTO DE *P. INFESTANS* EN CULTIVO DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.) VARIEDAD SUPERCHOLA.
- ANEXO D:** TOMA DE LA VARIABLE NÚMERO DE TALLOS EN LA APLICACIÓN DE ELICITORES Y BIOPRODUCTOS EN CULTIVO DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.) VARIEDAD SUPERCHOLA.
- ANEXO E:** VARIABLE ALTURA EN CULTIVO DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.) VARIEDAD SUPERCHOLA, EN LA APLICACIÓN DE ELICITORES Y BIOPRODUCTOS.
- ANEXO F:** EVALUACIÓN DE LA VARIABLE RENDIMIENTO A LOS 114 DÍAS DESPUÉS DE LA SIEMBRA EN LA APLICACIÓN DE ELICITORES Y BIOPRODUCTOS.
- ANEXO G:** PREPARACIÓN DE LA PARCELA DEL ENSAYO.
- ANEXO H:** SIEMBRA DE LA PAPA (*Solanum tuberosum* L.) VARIEDAD SUPERCHOLA PARA LA EVALUACIÓN DEL EFECTO DE ELICITORES Y BIOPRODUCTOS.
- ANEXO I:** SELECCIÓN DE PLANTAS Y UBICACIÓN DE TRATAMIENTOS Y BLOQUES PARA EVALUACIÓN DEL EFECTO DE ELICITORES Y BIOPRODUCTOS.
- ANEXO J:** APLICACIÓN DE ELICITORES Y BIOPRODUCTOS EN PAPA (*Solanum tuberosum* L.) VARIEDAD SUPERCHOLA.
- ANEXO K:** FERTILIZADO Y DESYERBA DE LA PAPA (*Solanum tuberosum* L.) VARIEDAD SUPERCHOLA PARA LA EVALUACIÓN DEL EFECTO DE ELICITORES Y BIOPRODUCTOS.
- ANEXO L:** APORQUE DE LA PAPA (*Solanum tuberosum* L.) VARIEDAD SUPERCHOLA PARA LA EVALUACIÓN DEL EFECTO DE ELICITORES Y BIOPRODUCTOS.
- ANEXO M:** COSECHA DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.) VARIEDAD SUPERCHOLA PARA LA EVALUACIÓN DEL EFECTO DE ELICITORES Y BIOPRODUCTOS.

- ANEXO N:** PESADO DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.) VARIEDAD SUPERCHOLA PARA LA EVALUACIÓN DEL EFECTO DE ELICITORES Y BIOPRODUCTOS.
- ANEXO O:** TRASPONTE DE PAPA COSECHADA HACIA EL MERCADO MAYORISTA DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA.
- ANEXO P:** EFECTO DE ELICITORES Y BIOPRODUCTOS SOBRE LA INCIDENCIA DEL TIZÓN TARDÍO (*Phytophthora infestans* de Bary) EN PAPA (*Solanum tuberosum* L.) VARIEDAD SUPERCHOLA.
- ANEXO Q:** EFECTO DE ELICITORES Y BIOPRODUCTOS SOBRE LA INCIDENCIA DEL TIZÓN TARDÍO (*Phytophthora infestans* de Bary) EN PAPA (*Solanum tuberosum* L.) VARIEDAD SUPERCHOLA. PRUEBAS DE SEPARACIÓN DE MEDIAS, TUKEY (5%).
- ANEXO R:** EFECTO DE ELICITORES Y BIOPRODUCTOS SOBRE LA SEVERIDAD DEL TIZÓN TARDÍO (*Phytophthora infestans* de Bary) EN PAPA (*Solanum tuberosum* L.) VARIEDAD SUPERCHOLA.
- ANEXO S:** EFECTO DE ELICITORES Y BIOPRODUCTOS SOBRE LA SEVERIDAD DEL TIZÓN TARDÍO (*Phytophthora infestans* de Bary) EN PAPA (*Solanum tuberosum* L.) VARIEDAD SUPERCHOLA. PRUEBAS DE SEPARACIÓN DE MEDIAS, TUKEY (5%).
- ANEXO T:** EFECTO DE ELICITORES Y BIOPRODUCTOS SOBRE EL VIGOROSIDAD EN PAPA (*Solanum tuberosum* L.) VARIEDAD SUPERCHOLA SOBRE LA INCIDENCIA Y SEVERIDAD DEL DEL TIZÓN TARDÍO (*Phytophthora infestans* de Bary).
- ANEXO U:** EFECTO DE ELICITORES Y BIOPRODUCTOS SOBRE EL VIGOROSIDAD EN PAPA (*Solanum tuberosum* L.) VARIEDAD SUPERCHOLA SOBRE LA INCIDENCIA Y SEVERIDAD DEL DEL TIZÓN TARDÍO (*Phytophthora infestans* de Bary). PRUEBAS DE SEPARACIÓN DE MEDIAS, TUKEY (5%).
- ANEXO V:** EFECTO DE ELICITORES Y BIOPRODUCTOS SOBRE LA ALTURA EN PAPA (*Solanum tuberosum* L.) VARIEDAD SUPERCHOLA SOBRE LA INCIDENCIA Y SEVERIDAD DEL DEL TIZÓN TARDÍO (*Phytophthora infestans* de Bary).
- ANEXO W:** EFECTO DE ELICITORES Y BIOPRODUCTOS SOBRE LA ALTURA EN PAPA (*Solanum tuberosum* L.) VARIEDAD SUPERCHOLA SOBRE LA INCIDENCIA Y SEVERIDAD DEL DEL TIZÓN TARDÍO (*Phytophthora infestans* de Bary). PRUEBAS DE SEPARACIÓN DE TUKEY (5%).

- ANEXO X:** EFECTO DE ELICITORES Y BIOPRODUCTOS SOBRE EL NÚMERO DE TALLOS EN PAPA (*Solanum tuberosum* L.) VARIEDAD SUPERCHOLA SOBRE LA INCIDENCIA Y SEVERIDAD DEL DEL TIZÓN TARDÍO (*Phytophthora infestans* de Bary).
- ANEXO Y:** EFECTO DE ELICITORES Y BIOPRODUCTOS SOBRE EL NÚMERO DE TALLOS EN PAPA (*Solanum tuberosum* L.) VARIEDAD SUPERCHOLA SOBRE LA INCIDENCIA Y SEVERIDAD DEL DEL TIZÓN TARDÍO (*Phytophthora infestans* de Bary). SEPARACIÓN DE MEDIAS TUKEY (5%).
- ANEXO Z:** EFECTO DE ELICITORES Y BIOPRODUCTOS SOBRE Y EL RENDIMIENTO TOTAL DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.) VARIEDAD SUPERCHOLA.
- ANEXO AA:** EFECTO DE ELICITORES Y BIOPRODUCTOS SOBRE Y EL RENDIMIENTO DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.) VARIEDAD SUPERCHOLA. PRUEBAS DE SEPARACIÓN DE MEDIAS POR CATEGORÍAS.
- ANEXO BB:** COSTOS DE PRODUCCIÓN.

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en la comunidad Chañag San Francisco, parroquia Qumiag, cantón Riobamba con el objetivo de determinar el efecto de elicitores y bioproductos sobre la intensidad del Tizón tardío (*Phytophthora infestans* de Bary) y el rendimiento en toneladas por hectárea de papa (*Solanum tuberosum* L.), variedad Superchola. Se manejó una parcela de 1260 m<sup>2</sup> en donde se realizaron aplicaciones de Ácido salicílico (T1), Fosfitos de potasio (T2), Fosfitos de calcio (T3), *Trichoderma* + *Bacillus* sp (T4), *Bacillus* sp. (T5) y un producto comercial a base de Mancozeb y Dimethomorph que será un control químico y los activadores de resistencia. Cada uno de estos tratamientos fueron sometidos a un análisis estadístico (DBCA) conjuntamente con las pruebas de separación de medias Tukey al 5%. Los indicadores de comparación fueron: Incidencia y Severidad del Tizón tardío, Vigorosidad, Número de tallos/planta, Altura y Rendimiento total (primera, segunda y tercera). Los resultados obtenidos mostraron que la aplicación de Fosfito de potasio reduce la incidencia y severidad del Tizón tardío activando Resistencia Sistemita Inducida (SAR), además de incrementar el rendimiento con respecto al Testigo absoluto con 17,80 Ton/ha de primera (gruesa), 5,61 Ton/ha de segunda (pareja) y 2,06 Ton/ha de tercera (delgada) con una rentabilidad del 105,06%. Los indicadores de vigorosidad, número de tallos/planta y altura de la planta mostraron diferencias significativas entre los tratamientos utilizados. En conclusión, las aplicaciones de fosfito de potasio activan la SAR en el cultivo de papa variedad Superchola en la comunidad Chañag San Francisco reduciendo la incidencia y severidad en 8,75 y 53,63% en comparación con el testigo absoluto, además, este es más amigable e inocuo con el suelo y con el ambiente, por ende la capacidad de mejorar significativamente el rendimiento del cultivo.

**Palabras clave:** <Phytophthora infestans>, <Trichoderma>, <Bacillus sp>, <INCIDENCIA>, <SEVERIDAD>, <ELICITORES>, <BIOPRODUCTOS>, <RESISTENCIA SISTÉMICA INDUCIDA>

0534-DBRA-UPT-2025

23-05-2024



## ABSTRACT

This research study was carried out in Chañag San Francisco community, Qumiag parish, Riobamba canton, with the aim of determining the effect of elicitors and bioproducts on the intensity of late blight (*Phytophthora infestans de Bary*) and the yield in tons per hectare of potato (*Solanum tuberosum L.*), Superchola variety. A plot of 1260 m<sup>2</sup> was managed where applications of salicylic acid (T1), potassium phosphites (T2), calcium phosphites (T3), *Trichoderma* + *Bacillus sp* (T4), *Bacillus sp.* (T5) and a commercial product based on Mancozeb and Dimethomorph, which will be a chemical control and resistance activators, were applied. Each of these treatments was subjected to a statistical analysis (DBCA) together with Tukey 5% mean separation tests. The comparison indicators were: incidence and severity of late blight, vigorousness, number of stems/plant, height and total yield (first, second and third). The results obtained showed that the application of potassium phosphite reduced the incidence and severity of late blight by activating Systematic Induced Resistance (SAR), in addition to increasing yield with respect to the absolute control with 17.80 tons/ha of first (thick), 5.61 tons/ha of second (even) and 2.06 tons/ha of third (thin) with a profitability of 105.06%. The indicators of vigorousness, number of stems/plant and plant height showed significant differences among the treatments used. To sum up, the applications of potassium phosphite activate the SAR in the potato crop Superchola variety in the community Chañag San Francisco reducing the incidence and severity in 8.75 and 53.63% compared to the absolute control, in addition, this is more friendly and harmless to the soil and the environment, thus the ability to significantly improve crop yield.

**Key words:** <Phytophthora infestans>, <Trichoderma>, <Bacillus sp>, <INCIDENCE>, <SEVERITY>, <ELICITORS>, <BIOPRODUCTS>, <INDUCED SYSTEMIC RESISTANCE>.

0534-DBRA-UPT-2025

23-05-2024



Leda. Elsa A. Basantes A. Mgs.

C.C: 0603594409



## INTRODUCCIÓN

La papa (*Solanum tuberosum* L.) es el tercer cultivo más importante a nivel mundial, su rendimiento total supera los 300 millones de ton (CIP, 2020, pág. 2) y en Ecuador se considera uno de los rubros más importantes para la seguridad alimentaria. Las provincias de mayor producción son: Carchi, Tungurahua, Chimborazo, Cotopaxi y Pichincha, que juntas suman el 75,73% de la producción nacional de tubérculo en fresco (INEC, 2020, pág. 17). La superficie total cosechada en el año 2022 fue de 19390 ha, y el rendimiento decreció en un 21% con respecto al año 2019 debido a factores bióticos y abióticos (MAG, 2020, pág. 2-3).

Las principales enfermedades que afectan al cultivo y causan pérdidas económicas significativas son: el tizón tardío (*Phytophthora infestans*), la roña (*Spongospora subterranea*), la rizoctoniasis (*Rhizoctonia solani*), la roya (*Puccinia pittieriana*), el virus Mosaico latente (*Potato virus X*), virus Mosaico severo de la papa (*Potato virus Y*), virus del amarillamiento de las venas (PYVV, *Crinivirus*, *Closteroviridae*), el virus del amarillamiento de las hojas (*Potato leafroll virus*) (Araujo et al., 2021, págs. 17-70) y en la actualidad la punta morada de la papa (PMP) es uno de los mayores problemas que afectan al cultivo de la papa (Cuesta et al., 2021, pág. 5). Es así que en el año 2019 en la provincia de Pichincha las enfermedades más importantes que afectaron en los cultivos de papa fueron la PMP con un 66% y el tizón tardío o lancha con un 31% (MAG, 2020, pág. 22-23).

*Phytophthora infestans* es uno de los patógenos más importantes de la papa con pérdidas totales en pocos días por su alta producción de esporas y zoosporas que afectan la parte vegetativa de la planta como tallos causando necrosis de color marrón negro, las hojas forman manchas marrón oscuro en las cuales se forman vellocidades en el envés del foliolo y una rápida descomposición del tejido, en el tubérculo se forman estrías necróticas llegando a la pudrición de color castaño oscuro según en avance del oomicete (Acuña, 2014, pág. 1-2). Su prevención y control de la enfermedad disminuye la pérdida de producto lo que representa rentabilidad para el agricultor. Hoy en día la metodología principal es el control químico, se utilizan una amplia gama de productos pertenecientes a la clase de las fenilamidas, ditiocarbamatos, entre otros, que son expendidos en las casas agrícolas escondiendo perjuicios futuros a la salud y al ambiente (Jiménez, 2010, pág. 20-28).

La resistencia natural de las plantas a patógenos e insectos se constituye en una alternativa más sostenible a largo plazo y se basa en que las plantas utilizan defensas físicas y bioquímicas en contra de los patógenos (Sánchez et al., 2010, págs. 90-95). La resistencia inducida se basa en el



reconocimiento del invasor y un evento de traducción de señales que conduce a la activación de defensas, es así que una infección localizada induce resistencia en contra de un amplio espectro de diferentes patógenos tales como hongos, bacterias y virus; esta resistencia se expresa localmente en el sitio de ataque del patógeno y sistémicamente en las partes no atacadas (Gao et al., 2015, pág. 8-9).

Los elicitores son sustancias naturales o minerales que inducirán defensas en los cultivos cuando estos se someten a estrés externos e internos, estos se podrían comparar a un medicamento el cuál hará más resistentes a ataques posteriores que generan estrés en las plantas. Con un mismo fin, los elicitores pueden categorizarse por originarse naturalmente dentro de la planta como respuesta defensiva o creadas para la producción de defensa en los cultivos (Thakur et al., 2013, págs. 2-3).

El uso de elicitores por ser propios de la naturaleza se consideran parte de un manejo agroecológico de plagas y enfermedades, puesto que, así lo menciona (Altieri, 2017, pág. 107), quien sostiene que el manejo agroecológico de plagas agrícolas consiste en la utilización de técnicas de manejo que direccionan a restituir el equilibrio biológico y ecológico con base en la diversidad intra e interespecífica de plantas y con la estimulación de enemigos naturales, con el fin de disminuir el grado de impacto ambiental (Rekanović et al., 2012, págs. 403-409).

Debido a eso el principal objetivo del presente trabajo fue estudiar el efecto de elicitores sobre la intensidad de *Phytophthora infestans* de Bary y el rendimiento de papa variedad Superchola con productos que son amigables con el ambiente y no provocan afecciones a la salud de nuestros agricultores.

# CAPÍTULO I

## 1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

### 1.1 Problema

No existe información en Ecuador sobre el efecto de elicitores y bioproductos para el manejo agroecológico del tizón tardío que es una de las enfermedades más importante del cultivo de papa variedad Superchola en la comunidad Chañag San Francisco, parroquia Quimiag cantón Riobamba. Su agente causal produce severos daños en todas las etapas fenológicas del cultivo produciendo una pérdida total del cultivo si no es manejado a tiempo, por lo que el agricultor opta por el uso de pesticidas para el control de esta enfermedad generando problemas al ambiente y a la salud, además el uso indiscriminado de estos pesticidas provoca resistencia de estos patógenos, al mismo tiempo se incrementan los costos de producción del cultivo.

### 1.2 Justificación

Con el presente trabajo de investigación se buscó contribuir con una alternativa al manejo agroecológico del tizón tardío de la papa, causado por *Phytophthora infestans de Bary* en la variedad Superchola, puesto que se planteó evaluar el efecto del ácido salicílico (SA), los fosfitos de potasio y de calcio y los microorganismos: *Bacillus subtilis* y *Trichoderma harzianum* como elicitores de diferentes tipos.

### 1.3 Objetivos

#### 1.3.1 General

- Evaluar el efecto de elicitores y bioproductos sobre la intensidad del tizón tardío (*Phytophthora infestans* de Bary) y el rendimiento de papa (*Solanum tuberosum* L.) variedad Superchola.

#### 1.3.2 Específicos

- Evaluar el efecto sobre la aplicación de elicitores y bioproductos sobre la intensidad del tizón tardío de la papa variedad Superchola.
- Analizar la influencia de los elicitores y bioproductos sobre el rendimiento de la papa variedad Superchola.

- Realizar el análisis económico de los tratamientos.

## **1.4 Hipótesis**

### ***1.4.1 Nula***

Ninguno de los tratamientos tiene efecto sobre la intensidad del tizón tardío y el rendimiento de la papa variedad Superchola.

### ***1.4.2 Alterna***

Al menos un tratamiento tiene efecto sobre la intensidad del tizón tardío y el rendimiento de la papa variedad Superchola.

## **1.5 Operacionalización de la variable**

### ***1.5.1 Variable dependiente***

- Intensidad de daño del tizón tardío.
- Rendimiento de la papa.

### ***1.5.2 Variables independientes***

- Elicitores:  
Ácido salicílico, Fosfito de potasio ( $\text{PO}_3\text{K}$ ) y Fosfito de calcio ( $\text{PO}_3\text{Ca}$ ).
- Bioproductos:  
*Trichoderma* + *Bacillus* sp. y *Bacillus* sp.
- Condiciones climáticas
- Condiciones edáficas.

## CAPÍTULO II

### 2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

#### 2.1 Tizón tardío

##### 2.1.1 Origen y Distribución

S. Jaramillo V. (1928) menciona en su investigación que existen algunas teorías del origen y distribución del tizón tardío, a continuación, se mencionan algunas:

Berkeley y De Bary suponen su origen en los Andes sudamericanos en donde fue descubierto el tubérculo, la enfermedad fue observada en Colombia en los años 1762-1767 durante la dominación española en donde agricultores mencionaron que los tubérculos de la variedad Tuquerreña fueron afectados con “gota” en Chipaqué (Cundinamarca) y en dónde se observó un campo de esta variedad devastada con esta enfermedad antes de la floración, la cual posteriormente se difundió a toda Cundinamarca (Jaramillo, 1928, págs. 483-502).

Por otro lado, la teoría de Fry et al., (1992, 1993) y de Goodwin et al., (1994) indica que el patógeno *P. infestans* se encontró en 1840 en Filadelfia en los Estados Unidos, luego se reportó en Canadá, posteriormente llegó a la parte norte de los Estados Unidos y finalmente al oeste de los Estados Unidos (págs. 47-64). Esta teoría además indica que el patógeno pudo haber sido transportado de México a Estados Unidos y posteriormente a Europa; una vez introducido el patógeno se expandió por todo el mundo transportándose con el tubérculo usado como semilla (Jaramillo, 1928, págs. 483-502).

Además, este patógeno fue causante de la hambruna irlandesa, también conocida como la Gran Hambruna o la Peste de la Patata, siendo este un periodo de devastadora escasez de alimentos que afectó a Irlanda entre 1845 y 1852. La crisis fue provocada principalmente por la propagación de *P. infestans* que destruyó las cosechas de diferentes cultivares de papa, un alimento básico en la dieta irlandesa. Este evento tuvo consecuencias catastróficas, con una estimación de alrededor de un millón de personas que murieron de inanición y enfermedades relacionadas, mientras que muchos otros emigraron en busca de alimentos y oportunidades en otros países (Ordovini, 2008, pág. 3-4).

Actualmente este patógeno y esta enfermedad están distribuidos en todo el mundo, las primeras olas migratorias de los Estados Unidos a Bélgica, posteriormente a Irlanda. Los países que han

detectado aparecimientos de *P. infestans* en orden cronológico son: México, Alemania, Suiza, Inglaterra, Gales, Holanda, Escocia, Israel, Egipto, Suecia, Rusia, Japón, Alemania Occidental, en el continente sudamericano se detectó en Brasil, en Ecuador en 1989, Bolivia en 1990 según publicaciones de hechos de aislamientos respectivos del patógeno (Forbes et al., 1994, pág. 1-4).

### **2.1.2 Agente causal**

El agente causal del tizón tardío de la papa es un oomiceto (*Phytophthora infestans*) cuyas esporas son dispersas por el viento, además de ser capaz de reproducirse e infectar plantas sanas provocando lesiones necróticas durante todas las etapas del cultivo (Pérez et al., 2008, pág. 18-22).

### **2.1.3 Taxonomía**

Erwin y Ribeiro (1996) describen taxonómicamente a *P. infestans*:

**Reino:** Chromista

**Phylum:** Oomycota

**Clase:** Oomycetes

**Orden:** Peronosporales

**Familia:** Phythiaceae

**Género:** *Phytophthora*

**Especie:** *infestans*

**Nombre del patógeno:** Tizón tardío

### **2.1.4 Epidemiología**

La planta y tubérculos semilla son la principal fuente de inóculo del patógeno ya que en ausencia de la fase sexual el tizón puede sobrevivir en tejido vivo como micelio infectando semilla para el campo en futuras siembras (Arévalo et al., 2002, págs. 28-29).

Bajo condiciones de temperatura de 15°C a 27°C , de alta humedad relativa (90 %) y de altas precipitaciones, las plantas de papa pueden desarrollar lesiones necróticas en los tallos durante las dos a cinco semanas después de la emergencia. Este patógeno estará presente todo el tiempo en lugares con siembra de este tubérculo donde su potencial daño podrá manifestarse en todas las etapas del cultivo de la papa llegando hasta el 100% de daño (Pérez et al., 2008, págs. 18-22).

Los estudios de Forbes (2008, pág. 18-21) enfatizan que cuando el micelio de *P. infestans* alcanza la parte aérea de la planta se forman estructuras en los tejidos denominadas esporangios, los mismos que son producidos en días con alta humedad relativa y por en las mañanas, estos esporangios se dispersan de manera anemófila llegando a diferentes zonas del cultivo, reiniciando el ciclo de la enfermedad.

Para que las esporas de *P. infestans* empiecen a producirse se necesitan condiciones de humedad relativa alta, una lámina de agua sobre el haz de la hoja, una temperatura favorable y una humedad relativa alta en un tiempo mínimo de 7 a las 10 horas, las esporas germinarán a una temperatura mayor a los 15 °C formando su tubo germinativo el cual penetrará la cutícula de tallos y folíolos proceso que tarda entre 6 y 24 h ramificándose y formando hifas intercelulares en el tejido vivo provocando tejido necrótico en el cual seguirá ramificándose y aumentando el tamaño de la infección (Pérez et al., 2008, págs. 18-22).

Forbes (2008, pág. 18-22) también expresan que las lesiones permanecen por alrededor de 6 a 7 días antes de la siguiente generación de esporangios emerjan desde las estomas de las hojas y tallos. Además, la infección de los tubérculos es causada cuando los esporangios son transportados desde la parte aérea al suelo donde los tubérculos son infectados al contacto con el follaje enfermo o yemas, lenticelas o heridas.

#### *2.1.4.1 Características del ciclo de la vida de P. infestans*

*P. infestans* es un patógeno heterotálico que produce esporangios y zoosporas (esporas asexuales) que se presentan en dos tipos de reproducción sexual (Pérez et al., 2008, pág. 18-22).

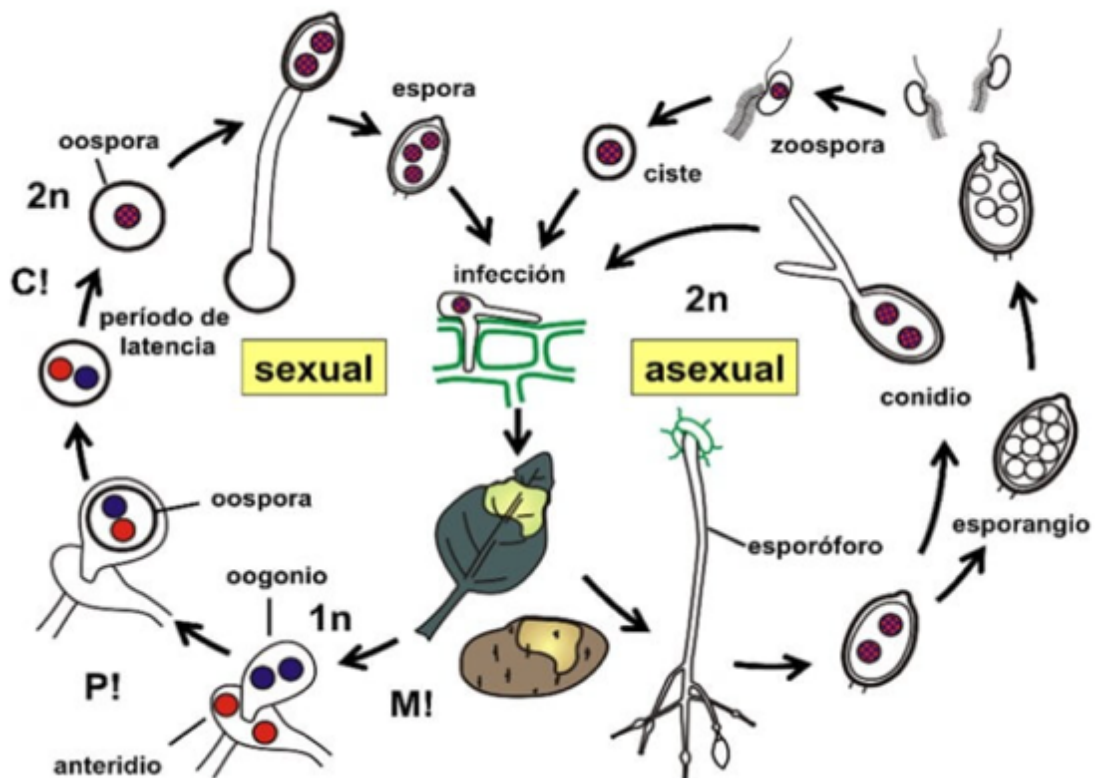
##### *2.1.4.1.1 Reproducción sexual*

Para la reproducción sexual de *P. infestans* se necesita dos tipos de apareamientos denominados A1 y A2 actuando como gametos masculinos y femeninos respectivamente que tienen como resultado la formación de oosporas que permanecen latentes en condiciones desfavorables y que se desarrollan agresivamente en condiciones adecuadas (Pérez et al., 2008, pág. 18-22).

##### *2.1.4.1.2 Reproducción asexual*

*P. infestans* se favorece en ambientes con temperaturas superiores a los 15 °C y alta humedad relativa para la formación de esporas asexuales y de temperaturas bajas para la formación de

zoosporas que son eficientes en ambientes de agua saturada y temperaturas inferiores a los 15°C. Las zoosporas toman una forma redonda al insertarse en tallos y hojas, formando una pared celular al tener humedad en su ambiente, esta estructura desarrolla un tubo germinativo que penetra los estomas donde la hifa se mueve a través de la cutícula donde a los 20-24 °C la lesión irá creciendo donde su ciclo bisexual se completa en aproximadamente 3 a 4 días y son visibles a los 4 días del ingreso de la infección (Pérez et al., 2008, pág. 18-22).



**Ilustración 2-1:** Fases de la Reproducción sexual y asexual de *P. infestans*.

Fuente: (Agrios, 2005, pág. 555)

## 2.1.5 Manejo integrado

### 2.1.5.1 Control cultural

Dentro de las prácticas culturales se mencionan:

- El objetivo de las prácticas culturales es crear condiciones no favorables para el desarrollo de *P. infestans* que no representen algún inconveniente en el desarrollo del cultivo (J. Heráclides et al. 2020).
- Eliminación de plantas enfermas con el objetivo de reducir el inóculo de enfermedades que se desarrollaron antes, durante y después de la siembra.

- Eliminación de residuos de rastrojo y residuos de cosecha, y su incorporación al suelo para su descomposición, siendo estos sitios ideales para patógenos que pudieran afectar los nuevos cultivos de papa (Cassanello, 2003).
- Manejo de semilla: para mantener la calidad del tubérculo, el control fitosanitario de la semilla como la aplicación de fungicidas en el tubérculo previenen enfermedades que incluyen a *P. infestans* (Montesdeoca, 2005).
- Preparación de suelo: la preparación de suelo es esencial, las plagas quedan expuestas al ambiente, y de ese modo pueden ser fuente de alimentación de animales como las aves.
- Rotación de cultivos: la siembra sucesiva de diferentes familias de plantas previene enfermedades que son preferentes a ciertos grupos de plantas.
- Abonos verdes: al ser incorporados al suelo estos representan una excelente fuente de nutrientes para futuros cultivos, favoreciendo los antagonistas microbianos del suelo.
- Identificar terrenos libres de enfermedades,
- No cortar los tubérculos semilla,
- Sembrar en suelo con excelente drenaje,
- Trabajar con enmiendas que contengan calcio,
- Evitar riego excesivo (Egúsqüiza, 2013).

#### 2.1.5.2 Control biológico

- Micoparásitos: Los microorganismos patógenos pueden servir como fuente de alimento para micoparásitos pertenecientes al género *Trichoderma*. Estos micoparásitos tienen la capacidad de degradar la pared celular del patógeno mediante la secreción de enzimas como quitinasas o glucanasas. (Rubio et al., 2005, págs. 9-10).
- Por ejemplo, *Trichoderma* puede ser un antagonista microbiano que actúe como micoparásito, enrollándose alrededor de las hifas de patógenos, atravesando su pared celular y membrana produciendo su muerte (Rubio et al., 2005, págs. 9-10).
- Bacterias: *Bacillus subtilis* y *Bacillus brevis* son bacterias gram positivas que presentan excelentes resultados en el control del *P. infestans* (Llagua, et al., 2020, pág. 1).

Mecanismos de acción:

Competencia, antibiosis, micoparasitismo, inducción resistencia, promoción de crecimiento.

#### 2.1.5.3 Control físico

Como técnicas recomendadas en el control físico esta:



- Control de humedad ambiental para el desarrollo y propagación de enfermedades.
- Empleo de calor como desinfectores de los lugares de siembra donde se puede usar llamas que quemen todo resto de cultivos, también se puede emplear vapor de agua en cual no deja residuos, la solarización donde se aprovechará los rayos del sol y bio fumigación el cual se utiliza con determinadas especies vegetales en la aplicación de agua de riego desinfectando el suelo (Martínez, 2009, pág. 7).

#### 2.1.5.4 Control genético

El empleo de cultivares resistentes a *P. infestans* consiste en el desarrollo de nuevas variedades como INIAP-Nativa, INIAP Raymi papa, INIAP-Suprema e INIAP-SuperFri (INIAP, 2022, pág. 2) y emplearse como método de control. Las metodologías más comunes dentro del mejoramiento genético están (Cuesta et al., 2015, págs. 17-20):

- Selección clonal: se selecciona un genotipo con características superiores las cuales se desarrollan como variedad mejorada sembrando tres clones de papa y observar su comportamiento en ciclos de 4 a 5 años seleccionando los mejores genotipos.
- Selección por pedigrí: luego del cruzamiento queda como resultado F1 la cual es sembrada y aplicando selección de cruces y dentro de estos las mejores cruces son las escogidas.
- Selección recurrente: los clones con alta resistencia son seleccionados, estos serán los progenitores para elevar los genes asociados a la resistencia de la nueva descendencia, se usa para mejorar resistencia a *P. infestans*.
- Retro cruzamiento: se introduce un carácter a variedades de alto valor agronómico, se cruza un individuo con el carácter deseado con un progenitor recurrente.

#### 2.1.5.5 Control químico

Los fungicidas con ingrediente activo Azoxistrobina, Dimetomorf y fosfonato potásico fueron los más eficientes según la investigación realizada por el INIAP/CIP en las provincias de Pichincha y Carchi. El ingrediente activo Metalaxil y Cimoxanil y Mancozeb fueron los menos eficaces. Se encontraron diferencias significativas en rotaciones pareadas de azoxistrobina/dimetomorf siendo las rotaciones más eficaces (Tello et al., 2015, pág. 221).

En estudios de resistencia se menciona que el 60% de la población del patógeno fue resistente al ingrediente fenilamidas (Metalaxil), y ninguna resistencia a morfolinas (Dimetomorf), cimoxanil,

y azoxistrobina pero también existe el riesgo de que el patógeno genere resistencia por lo que la FRAC sugiere rotaciones con diferentes grupos de productos y su modo de acción siendo más eficaz minimizando la resistencia para cada grupo de acción (FRAC, 2023, pág. 1).

Para un eficaz manejo del patógeno *P. infestans* se recomiendan productos con ingredientes activos Dimetomorf que actúa bloqueando todas las fases de formación de la membrana celular, germinación de esporas, tubo germinativo, formación de haustorios, crecimiento de hifas y la formación de oosporas (UNA, 2015, pág. 2), ya que es el que mejor resultados con reducción de infecciones de la enfermedad y no genera riesgos de resistencia, las primeras aplicaciones se pueden realizar en presencia o no de los primeros síntomas (Tello et al., 2015, pág. 221).

Para el manejo del patógeno *Phytophthora infestans*, se utilizan varios grupos químicos de fungicidas. Aquí tienes algunos ejemplos de ingredientes activos y sus familias químicas:

#### 2.1.5.5.1 Fosfonatos

Se mueven fácilmente en el sistema vascular de las plantas tratadas, pero estos no son capaces de matar sino de prevenir el establecimiento o el crecimiento de *P. infestans* retrasando su desarrollo hasta el tiempo que la actividad química se reduzca (Abbasi et al., 2011, págs. 150-158).

#### 2.1.5.5.2 Cúpricos

Estos formulados reaccionan a enzimas presentes en patógenos de contacto y preventiva, los iones  $Cu^+$  y  $Cu^{++}$  que son absorbidos por las esporas de patógenos son acumulados hasta un punto de toxicidad destruyendo poco a poco sus células. La acción de los fungicidas cúpricos está; no sintetiza proteínas, falla en el sistema respiratorio y membrana celular (Marchal et al., 2003, pág. 3).

#### 2.1.5.5.3 Fenilamidas

Acción sistémica con una rápida penetración cuticular, y transportándose a través del sistema vascular de la planta tratada, al entrar en contacto con el micelio, desde el tubo germinativo lisará su membrana ocasionando la muerte del patógeno, todos los micelios que entran en contacto con una fenilamina provocarán la muerte celular (Davidse et al., 1988, págs. 3-7).

#### 2.1.5.5.4 *Estrobilurinas*

Su acción se especifica en la inhibición de la respiración mitocondrial bloqueando el transporte de electrones al complejo bc1 en las mitocondrias, traducándose como daño celular ocasionada por la pérdida de electrolitos ocasionado la muerte del patógeno (Story et al., 2003, págs. 59-68).

#### 2.1.5.5.5 *Anilino pirimidinas*

Este grupo químico actuara inhibiendo la síntesis de la metionina, secreción de enzimas hidrolíticas, penetración y desarrollo del tubo germinativo interfiriendo en el ciclo de vida del Oomicete (Waly et al., 2013, págs. 5267-5273).

## 2.2 El cultivo de la papa

### 2.2.1 *Generalidades del cultivo de papa*

Para el año 2022 la superficie total cosechada de papa que se encuentran principalmente en la región andina fue de 17,926 ha con 6,1% menos que el año 2021 (Ipiates et al. 2023). Pichincha, Chimborazo con el 12,5 %, Carchi con el 25,9%, Cotopaxi con el 17,3 % y presentan la mayor producción a nivel nacional con un valor de 0,3 millones de ton (García-Mora et al., 2023). Carchi fue la provincia con mayor producción nacional (INEC, 2022, págs. 2-3).

### 2.2.2 *Taxonomía*

Márquez et al., (2020) mencionan que la clasificación taxonómica de la papa es la siguiente (pág. 41):

<b>Reino:</b>	Vegetal
<b>División:</b>	Fanerógama
<b>Subdivisión:</b>	Angiospera
<b>Clase:</b>	Dicotiledónea
<b>Subclase:</b>	Simpétala
<b>Orden:</b>	Solanales
<b>Familia:</b>	Solanáceae
<b>Genero:</b>	<i>Solanum</i>
<b>Especie:</b>	<i>Solanum tuberosum</i> L.

### **2.2.3 Descripción morfológica de la papa:**

#### *2.2.3.1 Raíces*

Surge a partir de una raíz o tubérculo y presenta una estructura de raíz axonomorfa con ramificaciones laterales. Su sistema de raíces es poco robusto y necesita suelos con propiedades fisicoquímicas óptimas, que pueden variar a medida que crece, tornándose fibroso y extendiéndose profundamente en el suelo (Inostroza et al., 2008, pág. 8) .

#### *2.2.3.2 Tallos*

Consta de estolones y tubérculos de los cuales pueden provenir varios tallos, los tallos laterales provienen de los principales, sus colores generalmente pueden ser verdes, marrón-rojizo o morado solidos principalmente, tubulares débiles a la desintegración celular de la médula.(Huamán, 2007, pág. 11)

#### *2.2.3.3 Estolones*

Tallos laterales que se desarrollan lateralmente por debajo del suelo a partir de yemas laterales del tallo preferiblemente cortos, no todos lo estolones forman tubérculos, estos al no ser cubiertos con suelo forman un tallo vertical con follaje (Inostroza et al., 2008, pág. 8).

#### *2.2.3.4 Tubérculos*

Tallos modificados siendo un órgano de almacenamiento de almidones, azúcares y otros polisacáridos (COMPAPA, 2014, pág. 2), su estructura tiene dos extremos: la parte basal se lo denomina estolón y el extremo opuesto denominado extremo distal (Huamán, 2007, pág. 11). Otros autores lo denominan como “fruto” agrícola producto del trabajo del “papero” y las excelentes condiciones climáticas que este se ha desarrollado (Egúsqüiza, 2000, pág. 37).

#### *2.2.3.5 Brotes*

Crecen de las yemas de los tubérculos de colores varietales, estos forman la parte aérea del tallo las cuales presentan lenticelas, este extremo basal después de la siembra produce raíces,

posteriormente estolones o tallos laterales, el extremo apical da origen a las hojas siendo la parte del tallo donde da lugar al crecimiento de la planta (Huamán, 2007, pág. 11).

#### *2.2.3.6 Hojas*

Distribuidas espiralmente al tallo, compuestas, con presencia de raquis con varios pares de foliolos laterales primarios y terminales, cada foliolo unido al raquis por el peciolado (Puentes, 2014, pág. 2).

Entre los elementos de la hoja de la papa están: la interróguela o foliolo secundario, raquis, yema, tallo, foliolo lateral foliolo terminal las cuales de gran importancia mantenerlas sanas el tiempo más largo posible (Egúsquiza, 2000, pág. 37).

#### *2.2.3.7 Inflorescencia*

La inflorescencia es de tipo cimosa, las flores son bisexuales (hermafroditas) de las cuales salen los pedicelos en los cuales se encuentran los calices, cada pedicelo presenta una articulación de la cual se desprenden del tallo las inflorescencias (Huamán, 1986, págs. 5-7).

#### *2.2.3.8 Fruto, semilla*

La flor produce una baya, esférica, de color verde con pigmentos, las semillas están en un número de 200 según la variedad. La semilla es plana y ovalada, envuelta en una testa que protege al embrión conjuntamente con un tejido nutritivo llamado endosperma (Inostroza et al., 2008, págs. 3-6).

#### **2.2.4 Fertilización:**

La extracción de nutrientes dependerá de la variedad, fertilidad del suelo, condiciones climáticas, rendimiento y manejo del cultivo, la mayor demanda nutricional del cultivo de papa se presenta a partir de los 50 días iniciando la tuberización y desarrollo del follaje (INIAP, 2002, págs. 40-45).

Las dosis de la fertilización se deberán realizar según el análisis de suelo, pero generalmente se recomienda una aplicación del 70% de la totalidad de los requerimientos nutricionales en donde se aplica 150 kg de N, 300 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 100 kg de K<sub>2</sub>O por ha (INIAP, 2002, págs. 40-45).

Una excelente producción de papa esta sobre los 40 o 50 Tn/ha la cual consume 160 kg-50 kg-300 kg de NPK por ha (INIAP,2002, pág. 62-68).

## **2.2.5 Principales plagas y enfermedades del cultivo de papa**

### *2.2.5.1 Principales plagas*

#### *2.2.5.1.1 Polilla de la papa (Tecia solanivora)*

La Polilla de la papa (*Tecia solanivora*) pertenece a la familia Gelechiidae, sus larvas se alimentan de los tubérculos de papa, endémico de Guatemala, se diseminó hasta Venezuela desde Costa Rica en lotes de semilla. A Colombia se la introdujo en 1985 a través de semilla provenientes de Venezuela y en 1996 se confirmó la presencia de la polilla de la papa en la provincia de Carchi, Ecuador, AGROCALIDAD declaró a esta provincia en emergencia fitosanitaria para evitar la propagación de la plaga a otras provincias de la Sierra ecuatoriana

. En la actualidad la plaga representa una amenaza para todas las zonas productoras de papa del país por su alto nivel de destrucción de semilla (Oyarzún et al. 2002, pág. 35-38).

#### *2.2.5.1.2 Gusano blanco (Premnotrypes vorax)*

Insecto coleóptero perteneciente a la familia Curculionidae, el daño lo ocasionan las larvas de este insecto devorando el tubérculo, dejando a su paso excrementos. Los adultos se alimentan de las hojas, produciendo daños en forma de media luna. Por lo tanto, es importante el monitoreo del cultivo en busca de insectos adultos (Morales y Lara 1992, pág. 33). Si no es controlado, representa costos económicos altos. Los niveles de pérdida del valor comercial de los tubérculos afectados oscilan hasta el 50% en las provincias productoras y comercializadoras del país (Oyarzún et al. 2002, pág.13) .

#### *2.2.5.1.3 Paratrioza (Bactericera cockerelli)*

Conocido también como pulguilla saltadora perteneciente a la familia triozidae del orden Hemiptera (Sulc 1909), descrita en EEUU en 1909, se distribuye en Canadá, EEUU, México, Guatemala, El salvador, Ecuador, Colombia entre otros países (Caicedo et al. 2020). Su adulto presenta un tamaño de 2-3 mm con un aparato bucal de tipo chupador siendo el vector que trasmite la enfermedad conocida como “zebra chip” causada por la bacteria *Candidatus Liberibacter solanacearum* y la enfermedad conocida como PMP causa por el fitoplasma *Candidatus*

*Phytoplasma*, siendo estas dos enfermedades de importancia en plantas pertenecientes a la familia de las solanáceas (Carrillo et al.2021, pág. 25).

#### 2.2.5.2 Principales enfermedades de la papa

##### 2.2.5.2.1 Rhizoctoniasis (*Rhizoctonia solani*)

La Rhizoctoniasis, también llamada costra negra debido a los esclerocios presentes en la superficie de los tubérculos afectados, y cancro del tallo por las lesiones necróticas en los tallos, es una enfermedad que se encuentra en todas las regiones productoras de papa en todo el mundo (Torres, 2002). Este hongo compromete tanto la calidad culinaria como la sanitaria de los tubérculos. Sin embargo, en lo que respecta a las pérdidas en los rendimientos existe poca información comprobable (págs. 3-4).

##### 2.2.5.2.2 Punta morada (*Candidatus Phytoplasma aurantifolia*)

La punta morada de la papa, o PMP, es ocasionada por *Candidatus Phytoplasma aurantifolia*. Sus síntomas incluyen un crecimiento anormal de tallos y hojas, un ligero enrollamiento en los peciolo y puntas de las hojas, tornándose de un color amarillento o morado. Las plantas no se desarrollan, quedándose en un estado de enanismo, e incluso experimentan una senescencia apresurada, de tal manera que las raíces no desarrollan tubérculos. Además del enanismo, también presenta ensanchamiento de los peciolo de las hojas, engrosamiento de los nudos del tallo, acortamiento de la distancia entre los nudos del tallo, crecimiento en zigzag del tallo y formación de tubérculos aéreos. Estos síntomas conducen a una significativa reducción en los rendimientos del tubérculo (Castillo et al., 2019, pág. 7).

##### 2.2.5.2.3 Tizón tardío (*Phytophthora infestans*)

Se le considera las enfermedades más importantes de valor económico a nivel mundial por su presencia en todas las etapas del cultivo de la papa, el control de la enfermedad es exclusivamente de control químico con altas aplicaciones de fungicidas, sus síntomas se presentan desde las primeras etapas del cultivo hasta la cosecha, por lo que necesita un manejo con tempranas aplicaciones, los antecedentes de esta enfermedad exige una rotación de productos fúngicos sean estos de origen químico o biológico que evitar resistencia lo que permite un manejo sustentable de *P. infestans* (Acuña et al. 2014, págs. 3-4).

## **2.3 Elicitores**

Los elicitores son sustancias que se aplican en las plantas de forma preventiva los cuales ayudan a disminuir daños causados por agentes bióticos o abióticos mediante la producción de metabolitos secundarios que impiden la entrada a patógenos como protozoarios, oomycetes, hongos, bacterias y nematodos en los tejidos de las plantas. Estos son más beneficiosos para la agricultura y que no deja residuos tóxicos para el suelo ni para el ambiente (Yáñez et al., 2018, pág. 79-94).

### **2.3.1 Clasificación de los elicitores**

Su clasificación es muy variada, pero con el mismo propósito (Wiesel et al., 2014, págs. 5-8):

#### **2.3.1.1 Según su origen**

- Endoelicitores: se producen naturalmente dentro de la planta como respuesta a defensa de un patógeno.
- Exoelicitores: creados por elicitores que crean defensas de la planta gracias a su aplicación con el fin de generar defensas preventivas a ataques(Wiesel et al., 2014, págs.5-8).

#### **2.3.1.2 Según su naturaleza**

- Bióticos: moléculas patógenas producidas por agentes estresantes que inducen respuesta de acumulación de fitoalexinas en el tejido vegetal.
- Abiótico: generados por factores ambientales como la luz, frio, calor, elementos tóxicos etc. (Wiesel et al., 2014, págs. 5-8).

### **2.3.2 Modo de acción de los elicitores**

Es importante que la planta pueda reconocer un patógeno desde etapas iniciales a su desarrollo y pueda defenderse. Los procesos que activación las defensas de las plantas son gracias a medidores por receptores en las células mediante reacciones bioquímicas elicitor-receptor, iniciando la acumulación de proteínas como la quitinasa y gluconasas, otras reacciones químicas está en los cambios en la pared celular, muerte celular en el lugar afectado, activación de genes



de defensa, síntesis de taninos, fitoalexinas, ácido jasmónico y salicílico como moléculas defensivas y resistencia sistémica adquirida (Thakur et al., 2013, pág. 2-3).

### **2.3.3 Eliciores químicos**

#### *2.3.3.1 Ácido salicílico*

El ácido salicílico es una hormona vegetal que forma parte de un amplio grupo de compuestos denominados fenólicos y que está presente en todos los órganos vegetales y desempeña un papel fundamental en la regulación del crecimiento, desarrollo e interacción de las plantas con otros organismos patógenos, así como en la inducción de defensa de las plantas frente a diferentes tipos de estreses ambientales (sequia, salinidad, inundaciones, cambios de temperatura, entre otros) (Thakur et al., 2013, pág. 2-).

Además, se menciona que los efectos más importantes de este elicitor está la inducción a la floración, induciendo también a la resistencia a patógenos (Thakur et al., 2013, pág. 2-).

Otro estudio menciona que ácido salicílico adicionado al medio de cultivo acelera el proceso de formación de callos en determinadas especies de cultivos (Fajardo L., 2015, pág. 19).

#### *2.3.3.2 Fosfitos de potasio ( $PO_3K$ )*

El Fosfito de potasio desencadena una serie de respuestas como incremento de peroxidasa, superóxido dismutasa y catalasa que mejoran la respuesta ante ataques de patógenos. Además, los fosfitos mejoran la respuesta de las plantas a enfermedades por el proceso conocido como resistencia sistemática adquirida. Los fosfitos son considerados como bionutrientes o bio estimulantes debido a que estimulan procesos biológicos de las plantas. En el mercado existen varias fuentes de fosfito, según sea el proceso de su fabricación. La mayoría de fuentes de fosfito en el mercado están formuladas por de la formación de una sal alcalina a partir de ácido fosforoso (Mofidnakhaei et al., 2016, págs. 207-221).

#### *2.3.3.3 Fosfitos de calcio ( $PO_3Ca$ )*

Este elicitor es un fertilizante rico en fosforo y calcio siendo un estimulante en el crecimiento de las plantas favoreciendo la floración y la fructificación, el ion fosfito combinado con el calcio actúa favoreciendo la producción de fitoalexinas potenciando las defensas naturales de las plantas (May-De Mio et al. 2014, pág. 55).

Las investigaciones sugieren que las aplicaciones de fosfito de calcio reducen la presencia de ciertas enfermedades como la sigatoka negra (*Pseudocercospora fijiensis*) que en comparación con el testigo que favorece a la generación de metabolitos secundarios en la planta que son capaces de activar mecanismo como las fitoalexinas en respuesta al ataque de hongos patógenos dejando una baja incidencia dejando como respuesta una amplia diferencia significativa junto a plantas tratadas menciona (Cerpa, 2022, pág. 99).

### **2.3.4 Elicitores biológicos**

#### *2.3.4.1 Trichoderma*

Rossmann, (1996) menciona que *Trichoderma harzianum* es eficaz contra diversos organismos patógenos demostrando una gran agresividad en diversos microorganismos como hongos cultivados; además actúa contra pudriciones de raíces como *Armillaria*, *Rhizoctonia*, *Pythium*, *Phytophthora*, *Fusarium*, enfermedades que se presentan en numerosos vegetales; o bien, contra enfermedades de órganos aéreos como *Botrytis* o *Stereum*. Se han estudiado cuatro modos de acción de esta especie de hongo (pág. 27):

#### *2.3.4.2 Competencia de nutrientes de Trichoderma*

*Trichoderma harzianum* es una especie cosmopolita, antagonista de patógenos vegetales, y se encuentra presente en la mayoría de los suelos. Su crecimiento se ve favorecido por la presencia de raíces de plantas, su velocidad de crecimiento acelerada le permite moverse por el suelo y absorber una gran cantidad de nutrientes al momento de ser inoculado. Algunas cepas, son capaces de colonizar y crecer en las raíces a medida que éstas se desarrollan, este tiene la capacidad de resistir a herbicidas, fungicidas, DDT, compuesto fenólicos, además algunas cepas de *Trichoderma* pueden generar sideróforos quelantes de hierro que detendrá la propagación y desarrollo de competencia. (Harman et al., 2004, pág. 55).

#### *2.3.4.2.1 Antibiosis de Trichoderma*

La gran mayoría de cepas de *Trichoderma* producen sustancias capaces de destruir agentes antagonistas, las sustancias nocivas denominadas antibióticas están las alquil pironas son los compuestos volátiles, lo que resalta la importancia de investigar las cepas más efectivas y

comprender la naturaleza de los compuestos producidos los cuales se ha detectado la presencia de muchos de estos compuestos en los conidios (Ghisalberti et al., 1992, pág.55):

- La ciclosporina producida son producidas por *T. polysporum* (Nascente et al., 2019, pág. 207).
- Las trichorzianinas, antibióticos de tipo isonitrilo y la tricodermina producidos por *T. hamatum*
- *Trichoderma harzianum* produce la harziandiona (Ghisalberti et al., 1992, pág.55) ,la furanona, la harzianolida y el harzianum A (Claydon et al., 1991, págs. 3802-3803).

#### 2.3.4.2.2 Micoparasitismo de *Trichoderma*

*Trichoderma harzianum* es un hongo mico-parasítico que crece y se ramifica en típicas hifas que pueden oscilar entre 3 a 12  $\mu\text{m}$  de diámetro, según las condiciones del sitio en donde se esté reproduciendo. La esporulación asexual ocurre en conidios unicelulares de color verde generalmente tienen 3 a 6  $\mu\text{m}$  de diámetro (Jingade et al. 2018), en donde con su acción de hiper parasitismo parasita a otros microorganismos presentes en el suelo usándolos como su alimento y sobre todo no permite que hongos patógenos proliferen como antagonista (Martínez, 2013, pág. 13).

#### 2.3.4.2.3 Estimulación de defensas de la planta

Existen efectos sobre los patógenos de manera indirecta mediante la activación de defensas físico químicas que pueden sintetizar (algunas cepas de *Trichoderma*) fitohormonas como auxinas, citoquininas y etileno (Osiewacz, 2002, pág. 607).

El modo de acción del *Trichoderma* es esta principalmente es su hábitat siendo principalmente la rizosfera donde previene la entrada a las raíces protegiéndola de agentes víricos, bacterianos y fúngicos donde sus metabolitos producidos por actúan como elicitador (Bravo et al, 2007, 423-435).

#### 2.3.4.3 *Bacillus sp*

*Bacillus* es un género de bacterias bacteria Gram positiva presente en la rizosfera y múltiples agrosistemas de cultivos agrícolas gracias a su capacidad de control de enfermedades, además su alta capacidad de producir esporas le permite sobrevivir en la rizosfera vegetal (Villarreal-Delgado et al., 2018, pág. 95-130). Dentro de este, podemos encontrar a *Bacillus subtilis* la cual

es una de las especies más representativas y estudiadas del género *Bacillus* debido a su amplia distribución alrededor del mundo.(Villareal et al., 2018, pág. 83-95) .

*Bacillus subtilis* forma endospora protectora resistentes, le facilita tolerar condiciones ambientalmente extremas. Asimismo, es muy útil para la manipulación genética, por lo que ha sido considerado como un organismo modelo para estudios de esporulación en laboratorio y también como un equivalente Gram positivo de *Escherichia coli* (Schott et al. 2010). En el caso específico de *B. subtilis* Carlos C. (2017) menciona que esta es una bacteria presente en suelos agrícolas, raíces de plantas, tracto gastrointestinal de animales, agua dulce y salada, materia vegetal en descomposición, la Antártida y desiertos (pág. 20-23).

*Bacillus* sp presenta modos de acción contra diferentes patógenos tales como (Pedraza, López y Uribe-Vélez 2020 pág. 112-125):

#### 2.3.4.3.1 Producción de sustancias antimicrobianas de *Bacillus* sp.

Estudios del genoma en secuencias bioinformáticas con cepas de *Bacillus* tiene como resultado el hallazgo de genes antimicrobianos tales como (Fickers et al., 2012, pág.32): grupo de péptidos de síntesis ribosomal, policétidos (PK) y pequeñas moléculas peptídicas de síntesis no ribosomal (NRPs por sus siglas en inglés), estos como mecanismos de Biocontrol (Aleti et al., 2015, pág. 45-55).

#### 2.3.4.3.2 Competencia y colonización de *Bacillus* sp.

*Bacillus* sp tiene ventajas adaptativas como la capacidad de formar biopelículas compactas uniformes lo que le permite ser un buen colonizador (Posada et al., 2018, pág, 19).

#### 2.3.4.3.3 Encimas líticas de *Bacillus* sp.

Kejela et al., (2016) menciona que *Bacillus* sp. BT42 puede generar enzimas líticas tales como quitinasas,  $\beta$ -1,3-glucanasas que son capaces de degradar la pared celular de hongos y causar lisis celular en diferentes patógenos, también originar peroxidasas, proteasas y lipasas (Jha et al., 2014; Mota et al., 2017).

#### 2.3.4.3.4 *Inducción a la defensa de las plantas*

Esta acción se lleva a cabo mediante activación de mecanismos de defensa para resistir ataques de plagas y enfermedades (Burketova et al., 2015, pág. 35). Los diferentes accionares de defenza de la planta están distribuidos por toda la anatomía de las plantas donde esta es atacada (Burketova et al., 2015, pág. 35).

La primera línea de defensa en las plantas implica el reconocimiento de patrones moleculares asociados a patógenos (PAMPs/MAMPs), como la flagelina y la quitina. (Zipfel et al., 2010, págs. 75-81). Esta defensa, conocida como PTI (inmunidad desencadenada por PAMPs), se activa también por señales de daño como moléculas de pectina (DAMPs). Tanto los PAMPs/MAMPs como los DAMPs desencadenan eventos de señalización que resultan en la producción de enzimas hidrolíticas, producción de compuestos antimicrobianos, refuerzo de la pared celular y cierre estomático. (Burketova et al., 2015, pág, 35).

Se sugiere que la ISR (la resistencia sistémica inducida) provocada por cepas de *Bacillus* spp. puede llevarse a cabo a través de PTI (Buterkova et al., 2014; Pieterse et al., 2014),. Por otro lado, la SAR (la resistencia sistémica adquirida) se activa mediante la exposición temporal a patógenos y sus elicitores. En ambas ISR y SAR, la señalización se regula mediante fitohormonas como ácido salicílico (SA), ácido jasmónico (JA) y etileno (Pieterse et al., 2014, pág. 125).

## CAPÍTULO III

### 3. MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1 Caracterización del lugar

##### 3.1.1 Ubicación en campo

Se realizó en la comunidad Chañag San Francisco en la parroquia Quimiag, cantón Riobamba, provincia de Chimborazo.

##### 3.1.2 Ubicación geográfica

**Tabla 3-1:** Coordenadas geográficas del sitio del experimento.

Descripción	Valor
<b>X:</b>	1°38'12.3"S
<b>Y:</b>	78°31'30.0"W
<b>Altura</b>	3336 msnm

Fuente: (INAMHI, 2020)

Realizado por: Minahua W., 2024

##### 3.1.2.1 Condiciones agroclimáticas

**Tabla 3-2:** Condiciones agroclimáticas del lugar del experimento.

Descripción	Valor
Temperatura máxima anual	18 °C
Temperatura mínima anual	5 °C
Precipitación anual	1619 mm
Temperatura promedio anual	13 °C

Fuente: (INAMHI, 2020)

Realizado por: Minahua W., 2024

#### 3.2 Materiales

##### 3.2.1 Material biológico

La semilla se trabajó antes de cualquier procedimiento para disminuir las variables que impida que la investigación desarrollarse con normalidad.

La semilla utilizada de este ensayo se obtuvo directamente de un agricultor propio de la zona Chañag San Francisco, parroquia Quimiag. Cuatro sacos de semilla de 45 kg variedad superchola fueron necesarios para trabajar el total del área de la investigación.

### **3.2.2 Elicitores**

#### **3.2.2.1 Biológicos**

- *Bacillus sp.* (ARMORY)
- *Trichoderma + Bacillus sp.* ( Biohealth WSG - *trichoderma harzianum* ( $1 \times 10^6$  UFC/g) y cepas de *Bacillus subtilis* ( $1 \times 10^7$  UFC/g) ).

#### **3.2.2.2 Químicos**

- Acido salicílico (Biostim -250 mL)
- Fósfito de potasio (Agrifos 400- 250mL)
- Fosfito de calcio (Calfite-250 mL)

### **3.2.3 Materiales de campo**

- Azadón
- Bomba de fumigación (20 L)
- Valdés de plástico (10 L)
- Mascarilla
- Guantes
- Tanque plástico (200 L)
- Dosificador
- Metro
- Sacos de papa (100 lb) 45 kg
- Balanza romana
- Piola plástica
- Rótulos e identificador de las unidades experimentales

### 3.2.4 Productos para MIPE

#### 3.2.4.1 Insecticidas.

- Lambda cihalotrina 106 g/L + Tiametoxam 141 g/L (ENGEO 100cc)

#### 3.2.4.2 Fungicidas

- Dimethomorph 90 g /kg + Mancozeb 600 g/kg + ETU 1g/kg (Acrobat MZ)

### 3.2.5 Materiales de oficina

- Laptop
- Cámara fotográfica
- Calculadora
- Hojas papel bond
- Portapapeles
- Esfero grafico
- Lápiz
- Regla

## 3.3 Métodos

### 3.3.1 Croquis del ensayo

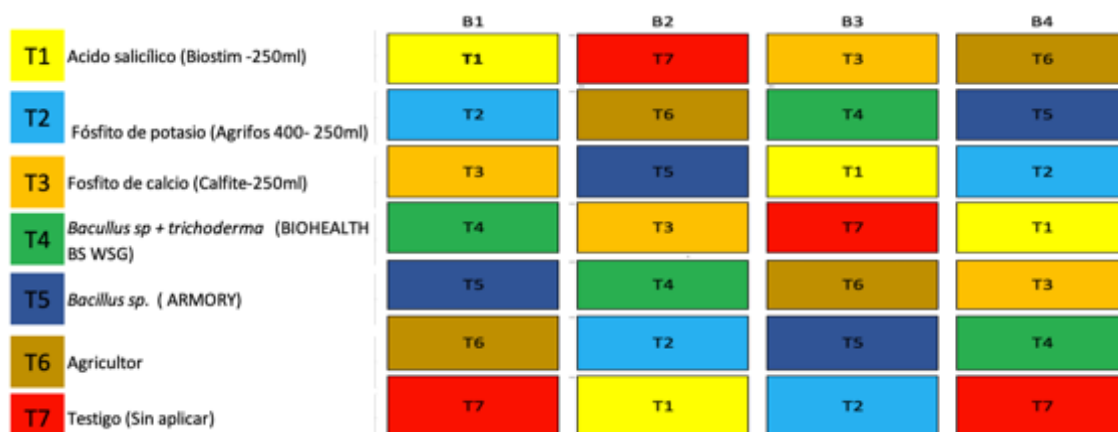


Ilustración 3-1: Croquis del ensayo.

Realizado por: Minahua W., 2024



### 3.3.2 Tratamientos en estudio

Los tratamientos de la investigación se describen a continuación en la (tabla 3-3):

**Tabla 3-3:** Evaluación de dos elicitores y dos microorganismos para el manejo de tizón tardío.

Tratamiento	Descripción	Dosis y aplicación
T1	Ácido salicílico	2,5 mL/L (foliar);10 aplicaciones /ciclo del cultivo
T2	Fosfito de K	2,5 mL/L (foliar);10 aplicaciones /ciclo del cultivo
T3	Fosfito de Ca	2,5 mL/L (foliar);10 aplicaciones /ciclo del cultivo
T4	Bacillus + <i>Trichoderma</i>	2 g/L (foliar);10 aplicaciones /ciclo del cultivo
T5	<i>Bacillus</i> sp.	1 g/L (foliar);10 aplicaciones /ciclo del cultivo
T6	(Acrobat)	3,75 g/L (foliar);10 aplicaciones /ciclo del cultivo
T7	Testigo aplicación)	(sin Sin aplicación

Realizado por: Minahua W., 2024

### 3.3.3 Factores en estudio

#### 3.3.3.1 Activadores de resistencia

- E. 1: Ácido salicílico (aplicación foliar)
- E. 2: Fosfito de (PO<sub>3</sub>K) (aplicación foliar)
- E. 3: Fosfito de Calcio (PO<sub>3</sub>Ca) (aplicación foliar)
- B.1: *Bacillus* + *Trichoderma* (aplicación foliar)
- B. 2: *Bacillus* sp. (aplicación foliar)

### 3.3.4 Unidad experimental

#### 3.3.4.1 Especificaciones del campo experimental

**Tabla 3-4:** Especificación del experimento.

Especificaciones	Observaciones
Número de tratamientos	7
Número de repeticiones	4
Número de unidades experimentales	28

Realizado por: Minahua W., 2024

### 3.3.4.2 Parcelas

**Tabla 3-5:** Parcelas del experimento.

Especificaciones	Observaciones
Forma de la parcela	Rectangular
Distancia entre parcela	0,50m

Realizado por: Minahua W., 2024

### 3.3.4.3 Distancias

**Tabla 3-6:** Distancias entre parcelas.

Especificaciones	Observaciones
Entre surcos	1,40 m
Entre plantas	0,4 m
Ancho de la parcela	9 m
Largo de la parcela	5 m
Área de cada parcela	45 m <sup>2</sup>
Número de camas por parcela	5
Número total de plantas en el ensayo	1400
Número de plantas por parcela	50
Número de plantas a evaluar por parcela neta	20
Número de plantas a evaluar por ensayo	140
Área total del ensayo	1260 m <sup>2</sup>

Realizado por: Minahua W., 2024

### 3.3.5 Diseño experimental

Para el ensayo se establecerá un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) con cuatro repeticiones. En la tabla 3-7 se presenta el esquema del análisis del ANOVA usado en la investigación.

El diseño de bloque completamente al azar se trabajó con un total de 28 unidades experimentales las cuales se realizó con igualdad cada uno de los 7 tratamientos que se procedió a la investigación de elicitores y bioproductos.

**Tabla 3-7:**Esquema del análisis de varianza en la investigación.

Fuentes de Variación	Fórmula	Grados de libertad
Total	rt -1	27
Tratamientos	t-1	6
Repeticiones	r-1	3
Error	(rt-1)-[(t-1) +(r-1)]	18

Realizado por: Minahua W., 2024

### 3.3.6 *Análisis funcional*

A las variables que presenten significancia estadística se realizó pruebas de separación de medias utilizando la prueba de Tukey al 5%.

## 3.4 Variables y métodos de evaluación

### 3.4.1 *Incidencia de la planta*

Para la incidencia se usó la siguiente fórmula:

$$\text{Porcentaje de incidencia} = \frac{\text{N}^{\circ} \text{ de plantas infectadas}}{\text{N}^{\circ} \text{ de plantas evaluadas}} * 100$$

(Anculle et al., 1999, págs. 9 – 10)

La primera evaluación de la incidencia se realizó a los 51 días después de la siembra (dds). Posteriormente se realizaron 9 evaluaciones adicionales de la incidencia cada 8 días. Una planta sintomática se consideró aquella que presentó los síntomas descritos por Arévalo y Bravo (2002). Para esta variable se evaluaron 20 plantas por cada unidad experimental.



**Ilustración 3-2:** Registro de incidencia de *P. infestans*.

Por: Minahua W., 2024

### 3.4.2 Severidad de la planta

Para la evaluación de la severidad de *P. infestans* se usó la escala de notas propuesta por Cuesta y Monteros, la cual se describe a continuación:

**Tabla 3-8:** Escala porcentual para medir la severidad.

%	Nivel de daño	Sintomatología
0	1	No se observan síntomas de la enfermedad.
0,1	2	Unas pocas plantas dispersas con tizón.
1	3	Sobre las 10 manchas por planta o una ligera infección.
5	4	Aproximadamente unas 50 manchas, más de una mancha en los folíolos.
25	5	Casi cada folíolo infectado, pero las plantas mantienen la forma normal, el capo parece verde aún existe plantas infectadas.
50	6	Cada planta está afectada, con el 50% del área foliar destruida, el campo parece verde con espacios café.
75	7	Con el 75% del área foliar destruida, en el campo se aprecia un color predominante café.

95	8	Únicamente se ve pocas hojas en las plantas, pero los tallos son verdes.
100	9	Todas las hojas están muertas, los tallos muertos o secándose.

Fuente: Cuesta, Rivadeneira y Monteros, (2015., pág. 48.)



**Ilustración 3-3:** Severidad de *P. infestans*.

Por: Minahua W., 2023

La primera evaluación de la severidad se realizó a los 51 dds. Posteriormente se realizaron 9 evaluaciones adicionales de la severidad cada 8 días. Para esta variable se evaluaron 20 plantas por cada unidad experimental. Con los valores obtenidos mediante la escala se usó la fórmula de Mckinney (1923) para transformar los valores a porcentaje de severidad.

$$INF = \frac{\sum(\text{grado de la escala} \times \text{frecuencia}) \times 100}{(\text{numero de unides} \times \text{grado maximo de la escala})}$$

### 3.4.3 Vigorosidad de la planta

La primera evaluación de la vigorosidad de las plantas de papa se realizó a los 51 dds. Posteriormente se realizaron 4 evaluaciones adicionales de la vigorosidad cada 15 días. Para esta variable se evaluaron 10 plantas por cada unidad experimental.



**Ilustración 3-4:** Registro de vigorosidad de plantas de papa variedad super chola.

Por: Minahua W., 2023

Para la determinación de la vigorosidad se usó la escala propuesta por Cuesta, detallada a continuación:

**Tabla 3-9:** Escala de vigor de plantas de papa usada en el presente estudio.

Nivel	Estado	Descripción
1	Muy débil	Todas las plantas son pequeñas (< 20 cm), pocas hojas, plantas.
3	Débil	Débiles, tallos muy delgados y/o color verde claro. 75% de las plantas son pequeñas (< 20 cm) o todas las plantas son entre 20 y 30 cm, las plantas tienen pocas hojas, tallos muy delgados y/o color verde claro.
5	Intermedio	Intermedio o normal.
7	Vigoroso	75% de las plantas tienen más de 50 cm, robustas, con follaje color verde oscuro, tallos gruesos y hojas muy desarrolladas.
9	Muy vigoroso	Todas las plantas son de más de 70 cm y la cobertura del suelo es completa. Las plantas son robustas, con tallos gruesos y abundante follaje color verde oscuro.

Fuente: Cuesta, 2015, pág. 35.



#### **3.4.4 Número de tallos por planta**

La primera evaluación del número de tallos por planta se realizó a los 51 dds. Posteriormente se realizaron 4 evaluaciones adicionales cada 15 días (51, 66, 81, 96 y 111 dds ). Para esta variable se evaluaron 10 plantas por cada unidad experimental.



**Ilustración 3-5:** Registro de tallos de plantas de papa variedad super chola.

Por: Minahua W., 2023

#### **3.4.5 Altura de la planta**

La primera evaluación del número de la altura de la planta se realizó a los 51 dds. Posteriormente se realizaron 4 evaluaciones adicionales cada 15 días (51, 66, 81, 96 y 111 dds ). Para esta variable se evaluaron 10 plantas por cada unidad experimental.



**Ilustración 3-6:** Registro de tallos de plantas de papa variedad super chola.

Por: Minahua W., 2023

### 3.4.6 Rendimiento

Para la determinación del rendimiento, se cosechó por metro cuadrado las plantas de la parcela neta por tratamiento, posteriormente se registrará el peso y se expresó en kg por parcela neta. De la misma manera, se clasificó los mismos de acuerdo con la escala propuesta por Cuesta et al., (2014, pág. 56) y el Programa Nacional de Raíces y Tubérculos del INIAP. Los datos del rendimiento fueron extrapolados y expresados en toneladas por hectárea.

Categorías del tubérculo (Peso en gramos) en plantas tratadas con tres elicitors sintéticos y dos microorganismos para el manejo agroecológico *P. infestans*, variedad Superchola.

**Tabla 3-10:** Calibre de papa según su peso.

Tamaño	Peso en gramos
Primera (Gruesa)	Mayor a 100
Segunda (Pareja)	70 a 100
Tercera (Delgada)	40 a 70

Fuente: Cuesta, 2014, pág. 63.

### 3.5 Análisis estadístico

Para la determinación de los ANOVAS de las variables incidencia, severidad, vigorosidad, número de tallos, altura y rendimiento se estimó con una significancia de 0,05 (\*); 0,01 (\*\*) y 0,001(\*\*\*), y la prueba de separación de medias se usó Tukey al 5%. Todos los cálculos y los gráficos se realizaron utilizando el software R versión 4.1.2.

### 3.6 Manejo del ensayo

Manejo del cultivo de acuerdo al manual de producción de tubérculo INIAP (Mendoza et al. 2021):

#### 3.6.1 Preparación de terreno

Se lo realizará de forma mecanizada con un arado de disco, rotovator y surcadora.



### **3.6.2 Distribución de párelas**

Una vez listo el terreno se procederá a la delimitación de la parcela bruta y la parcela neta, dentro de la parcela neta se colocarán rótulos de identificación en diez plantas tomadas al azar para su evaluación.

### **3.6.3 Siembra**

Se realizará la siembra del tubérculo en las parcelas delimitadas acorde al marco de plantación propuesto, colocando 2 semillas por hoyo.

La semilla previamente será desinfectada con un fungicida (ENGEO 100cc: Lambdacihalotrina + Tiametoxam) en una dosis de 250 cm<sup>3</sup> / 200 l de agua.

### **3.6.4 Fertilización:**

Se realizará dos tipos de fertilización edáfica y foliar.

- Fertilización edáfica: se aplicará el fertilizante 18-46-0 al momento de la siembra y el fertilizante 10-30-10 durante el semi-aporque a los 30 días
- Fertilización foliar: se aplicará Nitrofoska foliar en una dosis de 500 g/100 lt de agua y se lo realizará cada 21 días por nebulización con una bomba de fumigar.

### **3.6.5 Aplicación de tratamientos**

Antes de aplicar las soluciones se prepararán las mezclas que se utilizarán en cada uno de los tratamientos. Los tratamientos se aplicarán cada 12 días por el método de nebulización con ayuda de una bomba de fumigar manual.

### **3.6.6 Rascadillo**

El rascadillo se realizó a los 15 días después de la emergencia.

### **3.6.7 Control de malezas, y aporque**

El control de malezas se realizó de forma manual a los 75 dds y el aporque a los 90 dds.

### 3.6.8 *Riego*

El sector no necesita riego por sus altas precipitaciones.

### 3.6.9 *Cosecha*

La cosecha se realizó de forma manual a los 6 meses después de la siembra.

## 3.7 **Análisis económico**

Se llevó a cabo un análisis económico detallado para cada tratamiento, donde se identificó y consideró los costos asociados a todos los insumos empleados en la implementación del ensayo. Estos costos abarcaron la preparación del suelo, la adquisición de semillas, el uso de fertilizantes, los gastos de mano de obra, entre otros, todos categorizados como costos directos. Además, se registró el rendimiento en kg para cada tratamiento. Posteriormente, al obtener el precio oficial de la papa en el mercado, clasificado según su categoría, se procedió a calcular el Beneficio Bruto (BB). Este cálculo se realizó multiplicando el rendimiento total obtenido por cada tratamiento por el precio correspondiente, proporcionando así una evaluación integral de la rentabilidad económica de cada tratamiento.

**BB**= Rendimiento x precio (mercado)

También se calculó el Beneficio Neto (BN) que es la diferencia entre el Beneficio Bruto (BB) y los Costos Directos por tratamiento:

**BN**= beneficio bruto (**BB**) – Costos directos

Finalmente, con lo datos del Beneficio neto y Beneficio bruto se calculó la Tasa Marginal de Retorno (TAMAR) propuesta por CIMMYT y mencionada por (Evans, 2005, págs. 2-5) que calcula ganancia (porcentaje) por cada unidad de dólar invertida (USD).

$$TAMAR = \frac{Beneficio\ Neto}{Costos\ Directos} * 100$$

## CAPÍTULO IV

### 4. MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1 Incidencia

En el análisis de varianza (Anova) de la variable incidencia de *P. infestans*, se observó diferencias significativas de los diferentes tratamientos ( $P < 0,05$ ), a los 53, 69 y 77 días (tabla 4-1), a excepción de los 61 días donde no se observó diferencias significativas de los diferentes tratamientos ( $P < 0,05$ ) (tabla 4-1):

**Tabla 4-1:** Análisis de varianza de la incidencia a los 53, 61, 69 y 77 dds.

Fuente de variación	Gl	Cuadrados Medios							
		Incidencia (%) y valor P							
		53 dds	P	61 dds	P	69 dds	P	77 dds	P
Tratamiento	6	910,7	0,036*	1542,9	0,24	14321	0,001***	18368	0,001***
Bloques	3	192,9	0,32	14,3	0,99	236	0,866	174	0,856
Error	18	932,1		3135,7		5864		4082	
TOTAL	27	2036		4692,9		20421		22624	
CV		67,16		71,07		28,72		19,38	

Realizado por: Minahua W., 2024

En el análisis de varianza (Anova) de la variable incidencia de *P. infestans*, se observó diferencias significativas de los diferentes tratamientos ( $P < 0,05$ ), a los 85, 93, 101 y 109 días (tabla 4-2):

**Tabla 4-2:** Análisis de varianza de la incidencia a los 85, 93, 101 y 109 dds.

Fuente de variación	Gl	Cuadrados Medios							
		Incidencia (%) y valor P							
		85 dds	P	93 dds	P	101 dds	P	109 dds	P
Tratamiento	6	2788	0,001**	3113	0,001**	33548	0,001***	32121	0,001**
		7	*	4	*				*
Bloques	3	38	0,857	181	0,533	86	0,202	11	0,415
Error	18	905		1438		302		64	
TOTAL	27	2883		3275		33936		32196	
CV		9,62		11,39		5,4		2,21	

Realizado por: Minahua W., 2024

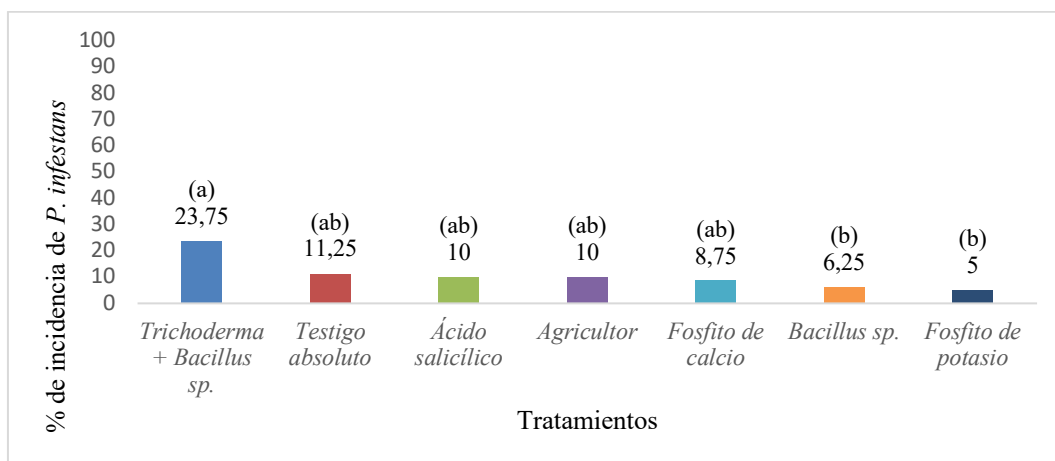
En el análisis de varianza (Anova) de la variable incidencia de *P. infestans*, se observó diferencias significativas de los diferentes tratamientos ( $P < 0,05$ ), a los 117, 125, 133 y 141 días (tabla 4-3):

**Tabla 4-3:** Análisis de varianza de la incidencia a los 117, 125, 133 y 141 dds.

Fuente de variación	Gl	Cuadrados Medios							
		Incidencia (%) y valor P							
		117 dds	P	125 dds	P	133 dds	P	141 dds	P
<b>Tratamiento</b>	6	26437	0,001**	29336	0,001**	27898	0,001***	27898	0,001**
			*		*				*
<b>Bloques</b>	3	53	0,302	18	0,415	7	0,665	7	0,665
<b>Error</b>	18	241		107		80		80	
<b>TOTAL</b>	27	26731		29461		27985		27985	
<b>CV</b>		4,24		2,81		2,46		2,46	

Realizado por: Minahua W., 2024

La prueba de Tukey al 5% mostró tres rangos de significancia a los 53 dds (Ilustración 4-1), los tratamientos con la más alta incidencia (23,75%) corresponde al tratamiento T4 (*Trichoderma* + *Bacillus* sp.) correspondiente al grupo (a), y la menor incidencia (5%) correspondió al tratamiento T2 (Fosfito de potasio) en el rango (b) (Ilustración 4-1).

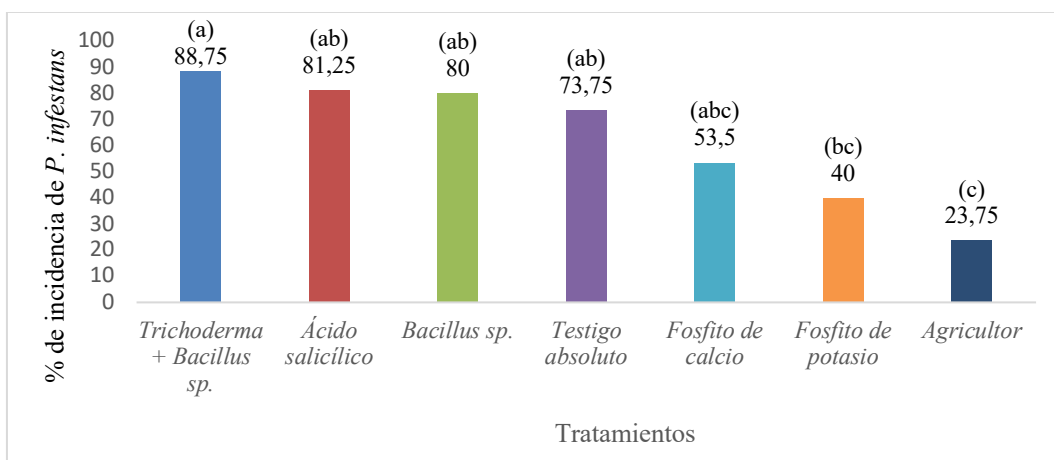


**Ilustración 4-1:** Prueba de Tukey al 5% para la incidencia de *P. infestans* a los 53 días.

Realizado por: Minahua W., 2024

La prueba de Tukey al 5% mostró cinco rangos de significancia a los 69 dds (Ilustración 4-2), los tratamientos con la más alta incidencia (88,75%) corresponde al tratamiento T4 (*Trichoderma* +

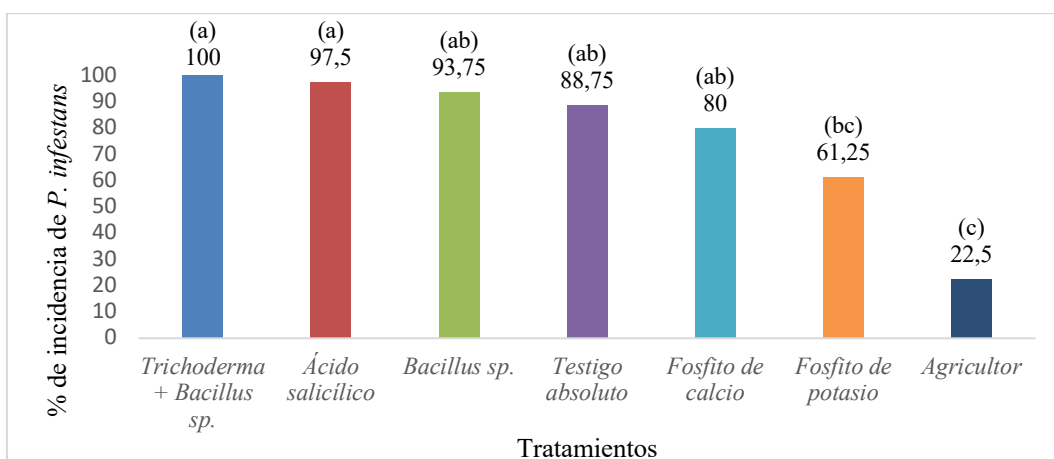
*Bacillus* sp.) correspondiente al grupo (a), y la menor incidencia (5%) correspondió al tratamiento T6 (Agricultor) en el rango (c) (Ilustración 4-2).



**Ilustración 4-2:** Prueba de Tukey al 5% para la incidencia de *P. infestans* a los 69 días.

Realizado por: Minahua W., 2024

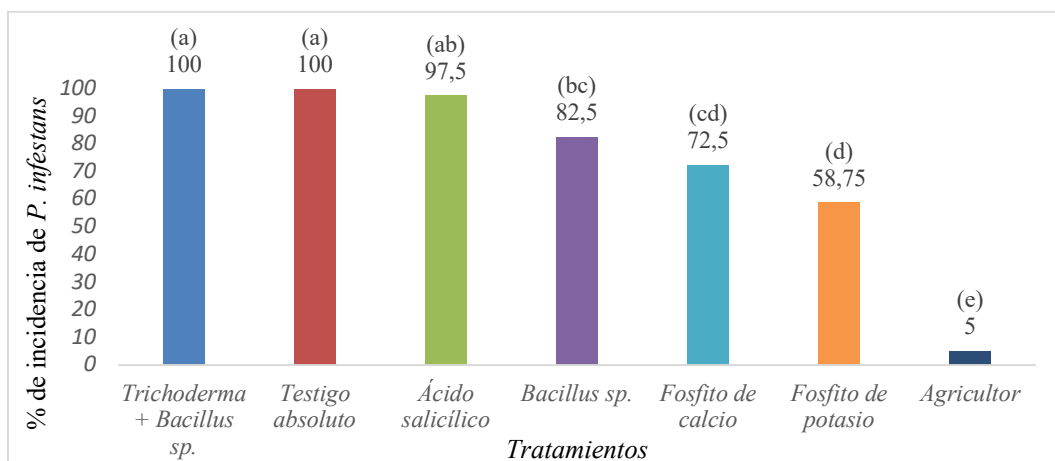
La prueba de Tukey al 5% mostró cinco rangos de significancia a los 77 dds (Ilustración 4-3), los tratamientos con la más alta incidencia (100 y 97,5%) correspondieron a lo tratamiento T4 (*Trichoderma* + *Bacillus* sp.) y T1(Ácidos salicílico) pertenecientes al grupo (a), y la menor incidencia (22,5%) correspondió al tratamiento T6 (Agricultor) en el rango (c) (Ilustración 4-3).



**Ilustración 4-3:** Prueba de Tukey al 5% para la incidencia de *P. infestans* a los 77 días.

Realizado por: Minahua W., 2024

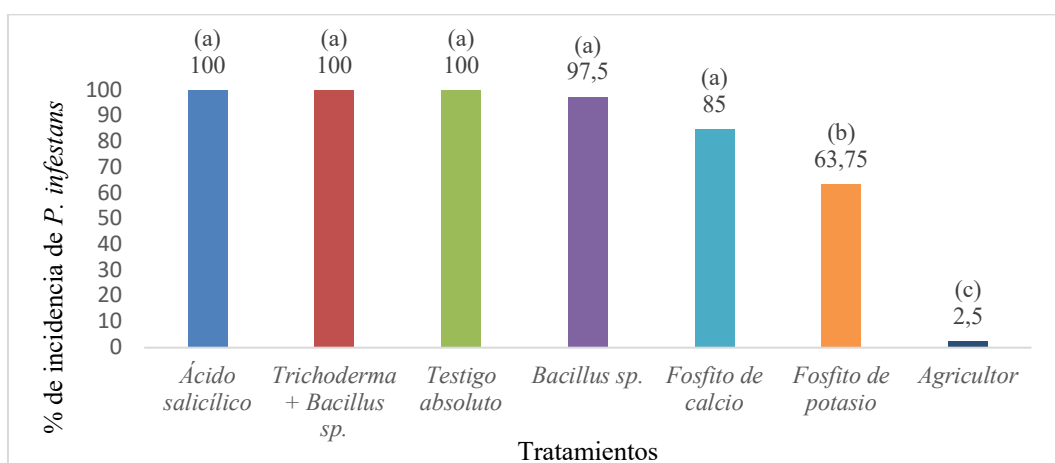
La prueba de Tukey al 5% mostró seis rangos de significancia a los 85 dds (Ilustración 4-4), los tratamientos con la más alta incidencia (100 %) correspondieron a lo tratamiento T4 (*Trichoderma* + *Bacillus* sp.) y T1(Ácidos salicílico) pertenecientes al rango (a), y la menor incidencia (5%) correspondió al tratamiento T6 (Agricultor) en el rango (e) (Ilustración 4-4).



**Ilustración 4-4:** Prueba de Tukey al 5% para la variable incidencia de *P. infestans* a los 85 días.

Realizado por: Minahua W., 2024

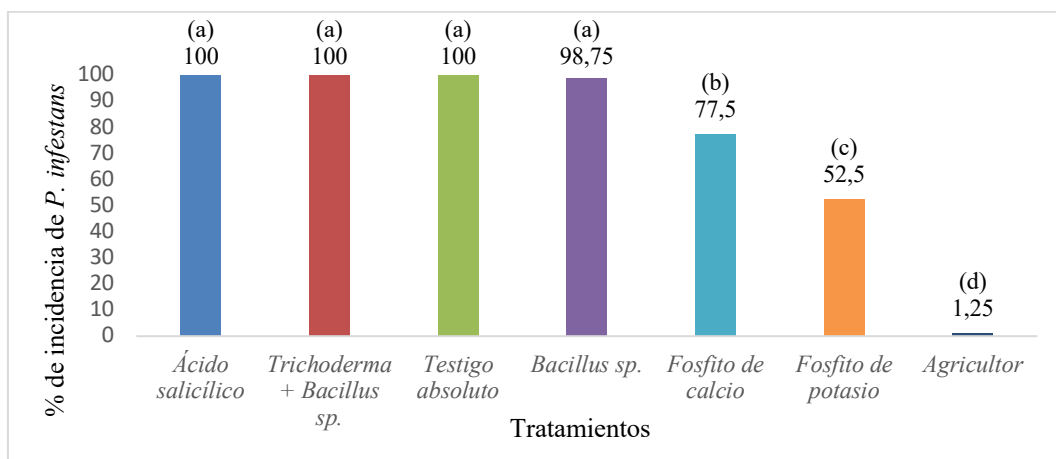
La prueba de Tukey al 5% mostró tres rangos de significancia a los 93 dds (Ilustración 4-5), los tratamientos con la más alta incidencia (100 %) correspondieron a los tratamientos T1(Ácidos salicílico), T4 (*Trichoderma* + *Bacillus* sp.), T5(*Bacillus* sp.) con 97,5% y T3(Fosfite de calcio) con 85% de incidencia pertenecientes al rango (a). La menor incidencia (2,5%) correspondió al tratamiento T6 (Agricultor) en el rango (e) (Ilustración 4-5).



**Ilustración 4-5:** Prueba de Tukey al 5% para la variable incidencia de *P. infestans* a 93 los días.

Realizado por: Minahua W., 2024

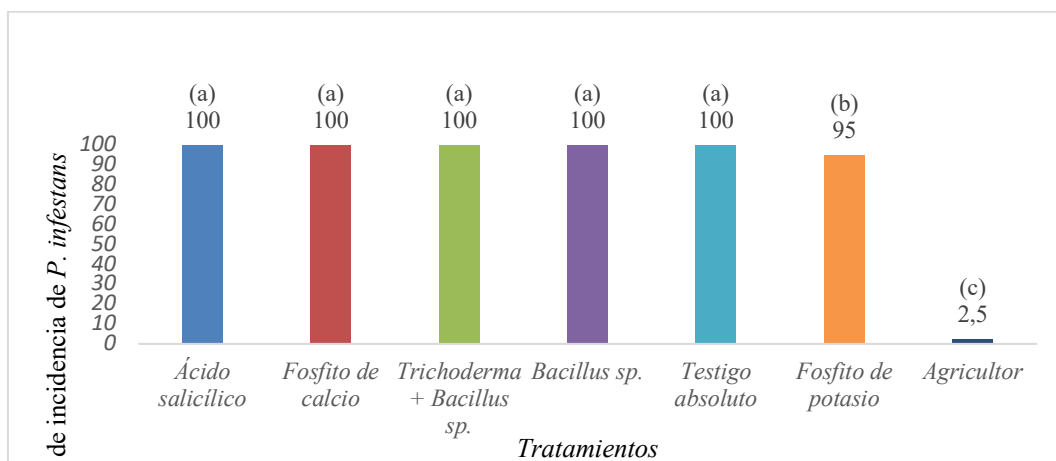
La prueba de Tukey al 5% mostró cuatro rangos de significancia a los 101 dds (Ilustración 4-6), los tratamientos con la más alta incidencia (100 %) correspondieron a los tratamientos T1(Ácidos salicílico), T4 (*Trichoderma* + *Bacillus* sp.), y T7(Testigo absoluto), con 98,75% el tratamiento T5(Fosfite de calcio) de incidencia pertenecientes al rango (a). La menor incidencia (1,25%) correspondió al tratamiento T6 (Agricultor) en el rango (d) (Ilustración 4-6).



**Ilustración 4-6:** Prueba de Tukey al 5% para la incidencia de *P. infestans* a los 101 días.

Realizado por: Minahua W., 2024

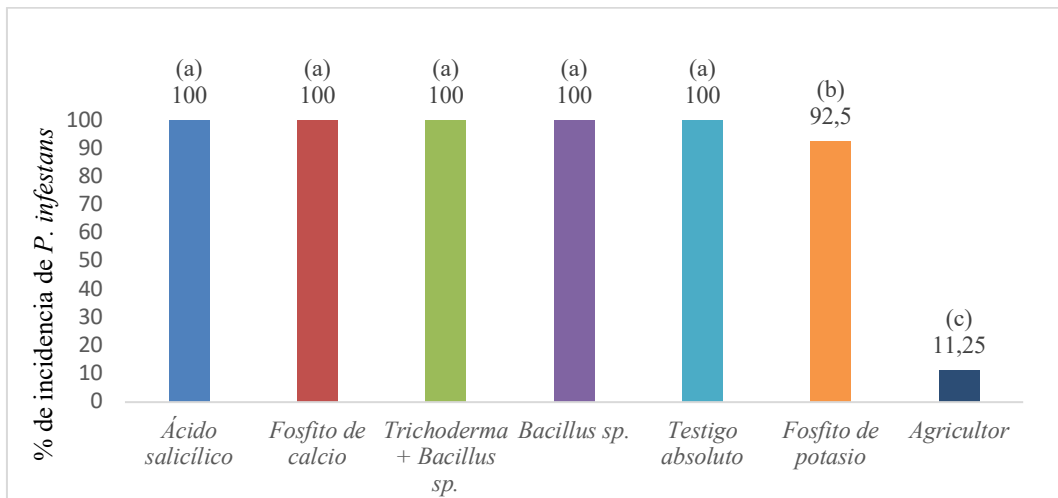
La prueba de Tukey al 5% mostró tres rangos de significancia a los 109 dds (Ilustración 4-7), los tratamientos con la más alta incidencia (100 %) correspondieron a los tratamientos T1(Ácidos salicílico), T3 (Fosfito de calcio.) T4 (*Trichoderma + Bacillus sp.*), T5 (*Bacillus sp.*) y T7(Testigo absoluto) dentro del rango (a), y la menor incidencia (2,5%) correspondió al tratamiento T6 (Agricultor) en el rango (c) (Ilustración 4-7).



**Ilustración 4-7:** Prueba de Tukey al 5% para la incidencia de *P. infestans* a los 109 días.

Realizado por: Minahua W., 2024

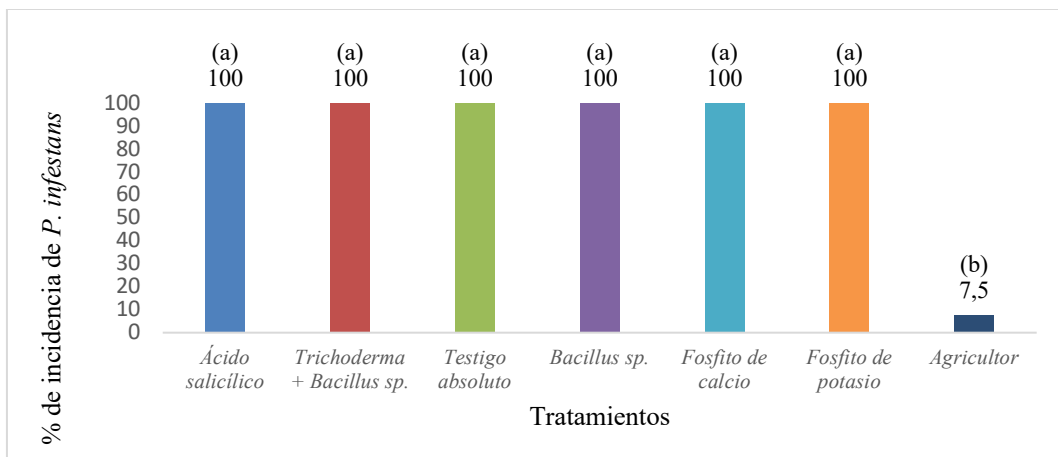
La prueba de Tukey al 5% mostró tres rangos de significancia a los 117 dds (Ilustración 4-8), los tratamientos con la más alta incidencia (100 %) correspondieron a los tratamientos T1(Ácidos salicílico), T3 (Fosfito de calcio.) T4 (*Trichoderma + Bacillus sp.*), T5 (*Bacillus sp.*) y T7(Testigo absoluto) dentro del rango (a) y la menor incidencia (11,25 %) correspondió al tratamiento T6 (Agricultor) en el rango (c) (Ilustración 4-8).



**Ilustración 4-8:** Prueba de Tukey al 5% para la incidencia de *P. infestans* a los 117 días.

Realizado por: Minahua W., 2024

La prueba de Tukey al 5% mostró dos rangos de significancia a los 125 dds (Ilustración 4-9), los tratamientos con la más alta incidencia (100 %) correspondieron a los tratamientos T1(Ácidos salicílico), T3 (Fosfito de calcio.) T4 (*Trichoderma + Bacillus sp.*), T5 (*Bacillus sp.*) y T7(Testigo absoluto) dentro del rango (a) y la menor incidencia (11,25 %) correspondió al tratamiento T6 (Agricultor) en el rango (c) (Ilustración 4-9).

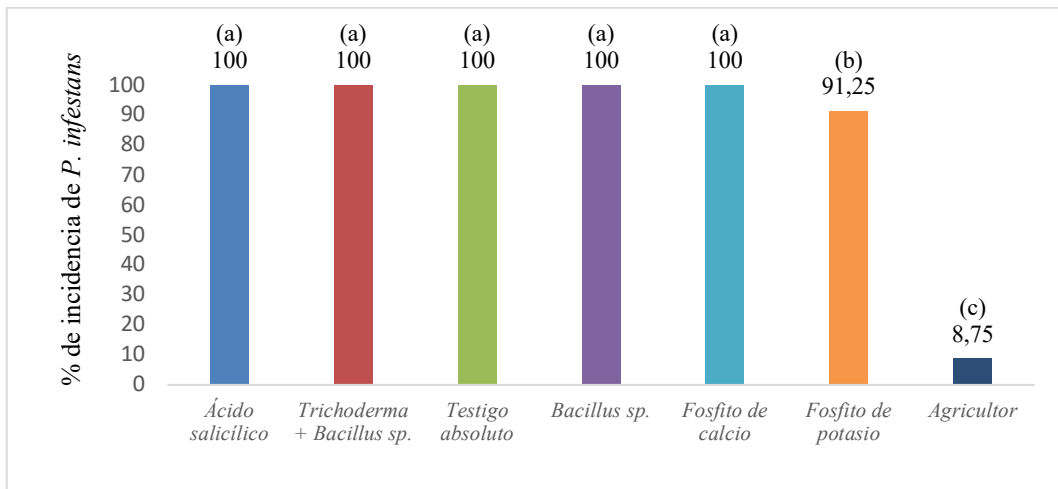


**Ilustración 4-9:** Prueba de Tukey al 5% para la incidencia de *P. infestans* a los 125 días.

Realizado por: Minahua W., 2024

La prueba de Tukey al 5% mostró tres rangos de significancia a los 133 dds (Ilustración 4-10), los tratamientos con la más alta incidencia (100 %) correspondieron a los tratamientos T1(Ácidos salicílico), T3 (Fosfito de calcio.) T4 (*Trichoderma + Bacillus sp.*), T5 (*Bacillus sp.*) y T7(Testigo absoluto) dentro del rango (a) y la menor incidencia (8,75%) correspondió al tratamiento T6 (Agricultor) en el rango (c) (Ilustración 4-10).

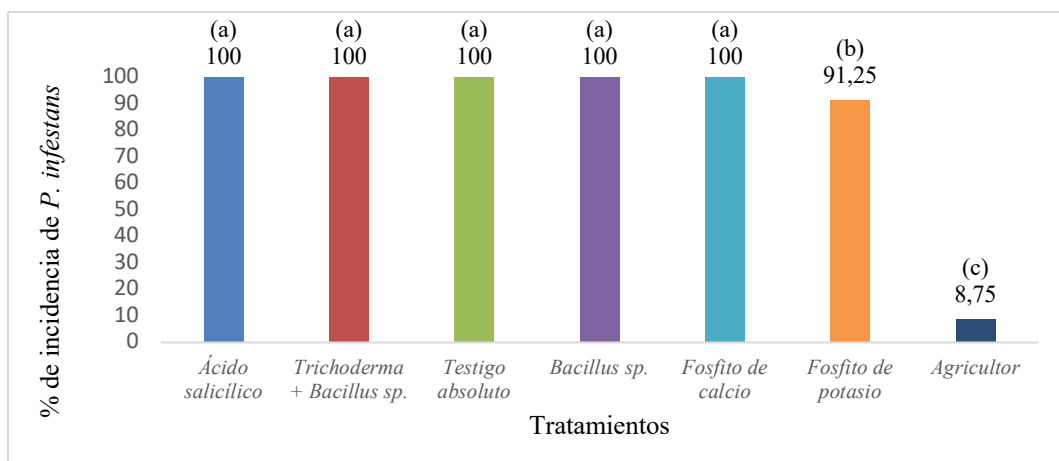




**Ilustración 4-10:** Prueba de Tukey al 5% para la incidencia de *P. infestans* a los 133 días.

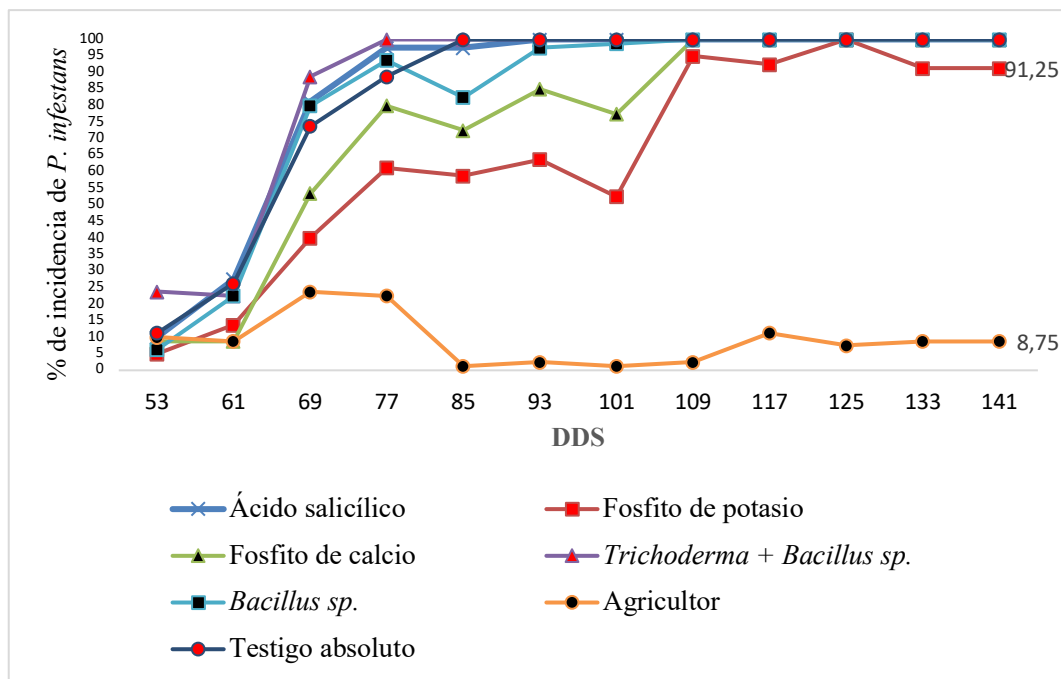
Realizado por: Minahua W., 2024

La prueba de Tukey al 5% mostró tres rangos de significancia a los 141 dds (Ilustración 4-11), los tratamientos con la más alta incidencia (100 %) correspondieron a los tratamientos T1(Ácidos salicílico), T3 (Fosfito de calcio.) T4 (*Trichoderma + Bacillus sp.*), T5 (*Bacillus sp.*) y T7(Testigo absoluto) dentro del rango (a) y la menor incidencia (8,75%) correspondió al tratamiento T6 (Agricultor) en el rango (c) (Ilustración 4-11).



**Ilustración 4-11:** Prueba de Tukey al 5% para la incidencia de *P. infestans* a los 141 días.

Realizado por: Minahua W., 2024



**Ilustración 4-12:** Curva de progreso de la Incidencia.

Realizado por: Minahua W., 2024

## 4.2 Severidad

En el análisis de varianza (Anova) de la variable severidad de *P. infestans* a los 53, 69 y 77 días, se observaron diferencias significativas de los diferentes tratamientos ( $P < 0,05$ ) (Tabla 4-4). En el análisis de varianza (Anova) de la variable severidad de *P. infestans* a los 61 días no observaron diferencias significativas de los diferentes tratamientos ( $P < 0,05$ ) (Tabla 4-4).

**Tabla 4-4:** Análisis de varianza de la severidad a los 53, 61, 69 y 77 días.

Fuente de variación	Gl	Cuadrados Medios							
		Severidad (%) y valor P							
		53 dds	P	61 dds	P	69 dds	P	77 dds	P
<b>Tratamiento</b>	6	44,97	0,035 *	117,42	0,18	965,7	0,001	2293,4	0,001 ***
<b>Bloques</b>	3	9,52	0,324	8,73	0,86	27,4	0,74	104,1	0,079
<b>Error</b>	18	46,03		206,83		395,9		234,5	
<b>TOTAL</b>	27	100,5		332,98		1389		2632	
<b>CV</b>		67,16		73,64		31,01		16,78	

Realizado por: Minahua W., 2024

En el análisis de varianza (Anova) de la variable severidad de *P. infestans* a los 85, 93, 101 y 109 días, se observaron diferencias significativas de los diferentes tratamientos ( $P < 0,05$ ) (Tabla 4-5).

**Tabla 4-5:** Análisis de varianza de la severidad a los 85, 93, 101 y 109 días después de la siembra.

Fuente de variación	Gl	Cuadrados Medios							
		Severidad (%) y valor P							
		85 dds	P	93 dds	P	101 dds	P	109 dds	P
<b>Tratamiento</b>	6	2713	0,001***	4147	0,001***	6397	0,001***	7864	0,001***
<b>Bloques</b>	3	18,8	0,54	8	0,91	87	0,224	110	0,128
<b>Error</b>	18	153,4		274		327		306	
<b>TOTAL</b>	27	2885		4429		6811		8280	
<b>CV</b>		14,68		16,6		16,06		11,7	

Realizado por: Minahua W., 2024

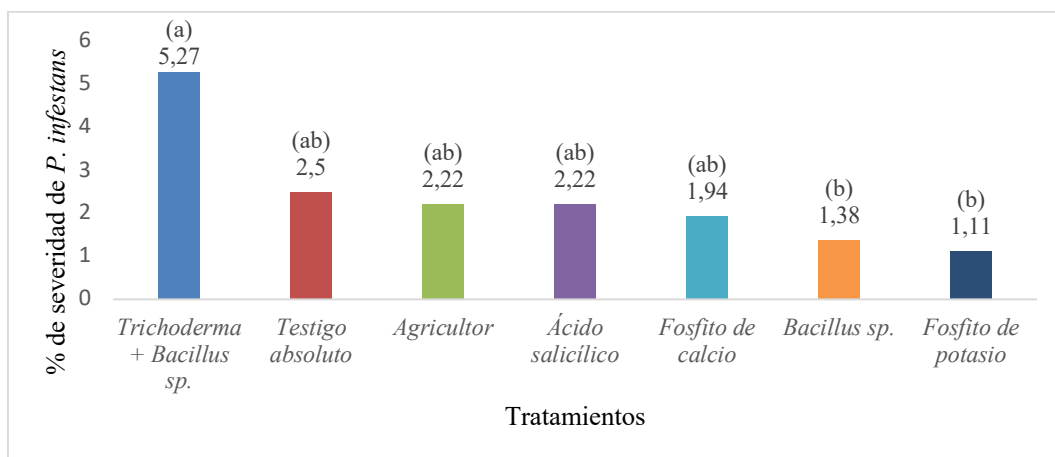
En el análisis de varianza (Anova) de la variable severidad de *P. infestans* a los 117, 125, 133, y 141 días, se observaron diferencias significativas de los diferentes tratamientos ( $P < 0,05$ ) (Tabla 4-6).

**Tabla 4-6:** Análisis de varianza de la severidad a los 117, 125, 133, y 141 días después de la siembra.

Fuente de variación	Gl	Cuadrados Medios							
		Severidad (%) y valor P							
		117 dds	P	125 dds	P	133 dds	P	141 dds	P
<b>Tratamiento</b>	6	11193	0,001**	8744	0,001**	1196	0,001**	1836	0,001***
<b>Bloques</b>	3	287	0,004	35	0,564	94	0,226	57	0,5
<b>Error</b>	18	273		304		352		419	
<b>TOTAL</b>	27	11753		9083		1241		2312	
<b>CV</b>		9,53		10,91		10,77		11,47	

Realizado por: Minahua W., 2024

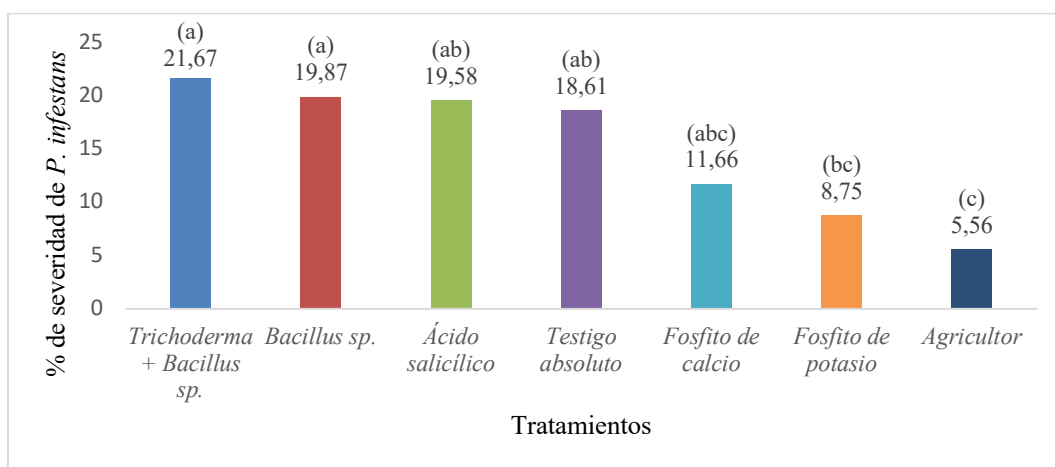
La prueba de Tukey al 5% mostró tres rangos de significancia a los 53 dds (Ilustración 4-13), el tratamiento con la más alta severidad fue el tratamiento T4 (*Trichoderma* + *Bacillus* sp.) con 5,27% perteneciente al rango (a). y la menor severidad (1,11%) correspondió al tratamiento T2 (Fosfito de potasio) en el rango (b) (Ilustración 4-13).



**Ilustración 4-13:** Prueba de Tukey de la severidad a los 53 días.

Realizado por: Minahua W., 2024

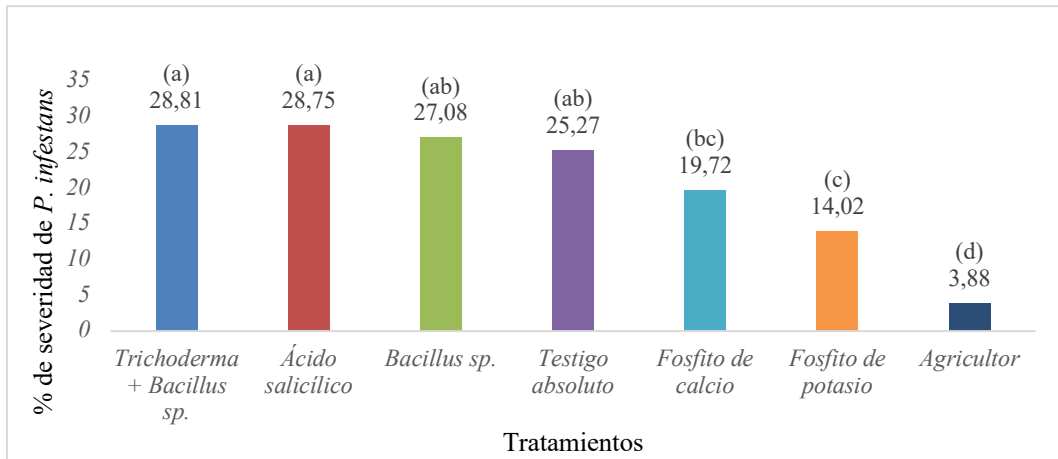
La prueba de Tukey al 5% mostró cinco rangos de significancia a los 69 dds (Ilustración 4-14), los tratamientos con la más alta severidad fue el tratamiento T4 (*Trichoderma + Bacillus sp.*) y T5 (*Bacillus sp.*) con 21,67 y 19,87 % respectivamente correspondientes al rango (a) y la menor severidad (5,56 %) correspondió al tratamiento T6(Agricultor) en el rango (c) (Ilustración 4-14).



**Ilustración 4-14:** Prueba de Tukey de la severidad a los 69 días.

Realizado por: Minahua W., 2024

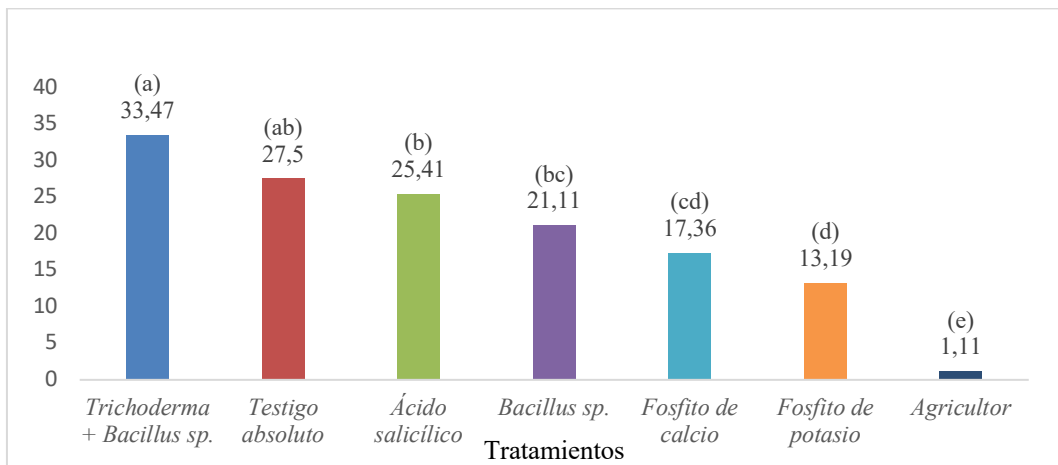
La prueba de Tukey al 5% mostró cinco rangos de significancia a los 77 dds (Ilustración 4-15), los tratamientos con la más alta severidad fue el tratamiento T4 (*Trichoderma + Bacillus sp.*) y T1 (Ácido salicílico) con 28,81 y 28,75 % respectivamente correspondientes al rango (a) y la menor severidad (3,88 %) correspondió al tratamiento T6 (Agricultor) en el rango (d) (Ilustración 4-15).



**Ilustración 4-15:** Prueba de Tukey de la severidad a los 77 días.

Realizado por: Minahua W., 2024

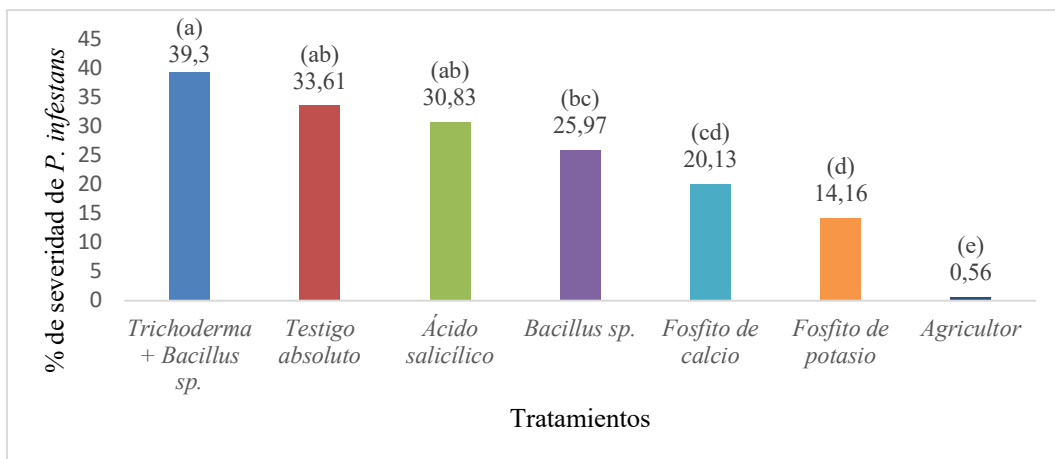
La prueba de Tukey al 5% mostró siete rangos de significancia a los 85 dds (Ilustración 4-16), el tratamiento con la más alta severidad (33,47%) fue el tratamiento T4 (*Trichoderma* + *Bacillus* sp.) correspondiente al rango (a) y la menor severidad (1,11 %) correspondió al tratamiento T6 (Agricultor) en el rango (e) (Ilustración 3-16).



**Ilustración 4-16:** Prueba de Tukey de la severidad a los 85 días.

Realizado por: Minahua W., 2024

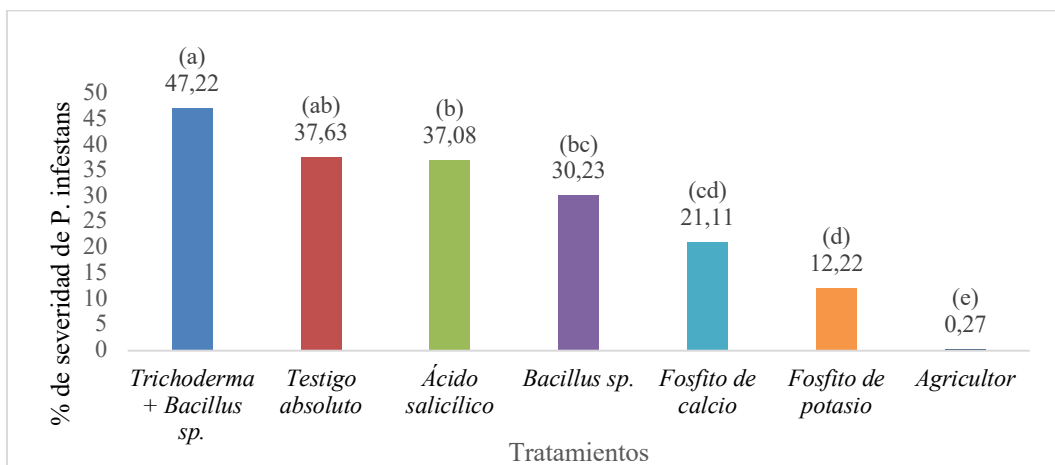
La prueba de Tukey al 5% mostró seis rangos de significancia a los 93 dds (Ilustración 4-17), el tratamiento con la más alta severidad (39,3%) fue el tratamiento T4 (*Trichoderma* + *Bacillus* sp.) correspondiente al rango (a) y la menor severidad (0,56 %) correspondió al tratamiento T6 (Agricultor) en el rango (e) (Ilustración 4-17).



**Ilustración 4-17:** Prueba de Tukey de la severidad a los 93 días.

Realizado por: Minahua W., 2024

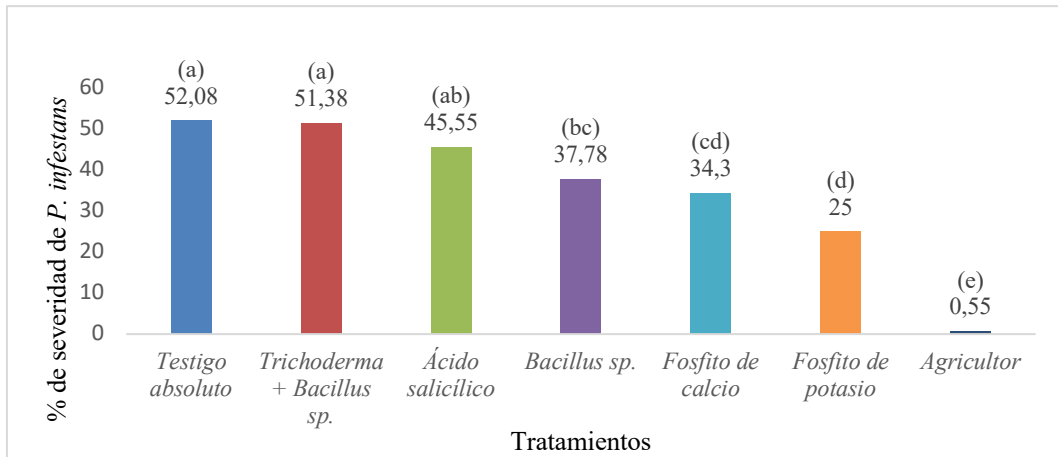
La prueba de Tukey al 5% mostró siete rangos de significancia a los 101 dds (Ilustración 3-18), el tratamiento con la más alta severidad (47,22%) fue el tratamiento T4 (*Trichoderma* + *Bacillus* sp.) correspondiente al rango (a) y la menor severidad (0,27 %) correspondió al tratamiento T6 (Agricultor) en el rango (e) (Ilustración 4-18).



**Ilustración 4-18:** Prueba de Tukey de la severidad a los 101 días.

Realizado por: Minahua W., 2024

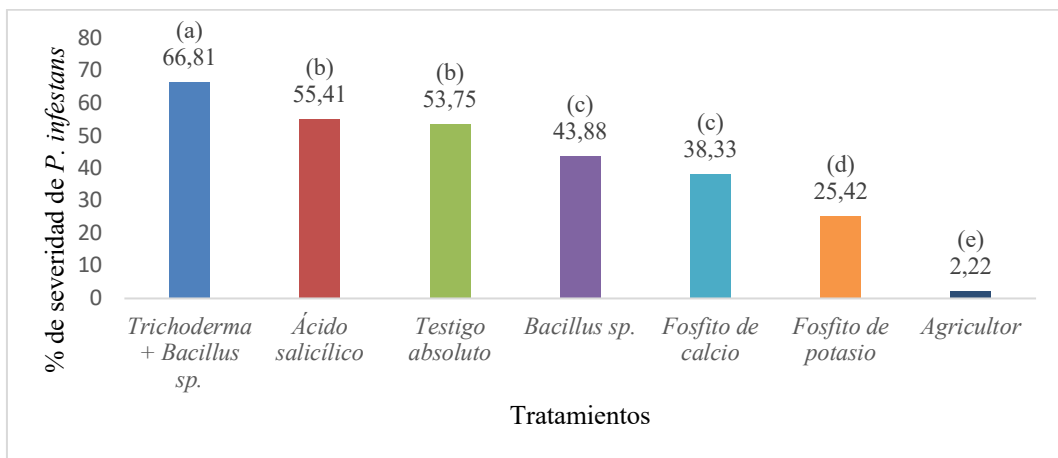
La prueba de Tukey al 5% mostró seis rangos de significancia a los 109 dds (Ilustración 4-19), los tratamientos con la más alta severidad fue el tratamiento T1 (Ácido salicílico) y T4 (*Trichoderma* + *Bacillus* sp.) con 52,08 y 51,38 % respectivamente correspondientes al rango (a) y la menor severidad (0,55 %) correspondió al tratamiento T6 (Agricultor) en el rango (e) (Ilustración 4-19).



**Ilustración 4-19:** Prueba de Tukey de la severidad a los 109 días.

Realizado por: Minahua W., 2024

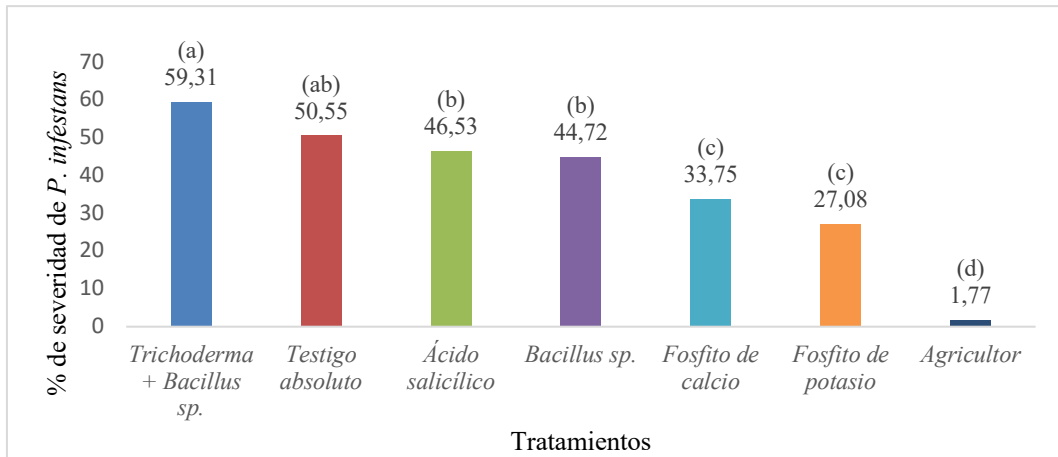
La prueba de Tukey al 5% mostró cinco rangos de significancia a los 117 dds (Ilustración 4-20), el tratamiento con la más alta severidad (66,81%) fue el tratamiento T4 (*Trichoderma* + *Bacillus* sp.) correspondiente al rango (a) y la menor severidad (2,22 %) correspondió al tratamiento T6 (Agricultor) en el rango (e) (Ilustración 4-20).



**Ilustración 4-20:** Prueba de Tukey de la severidad a los 117 días.

Realizado por: Minahua W., 2024

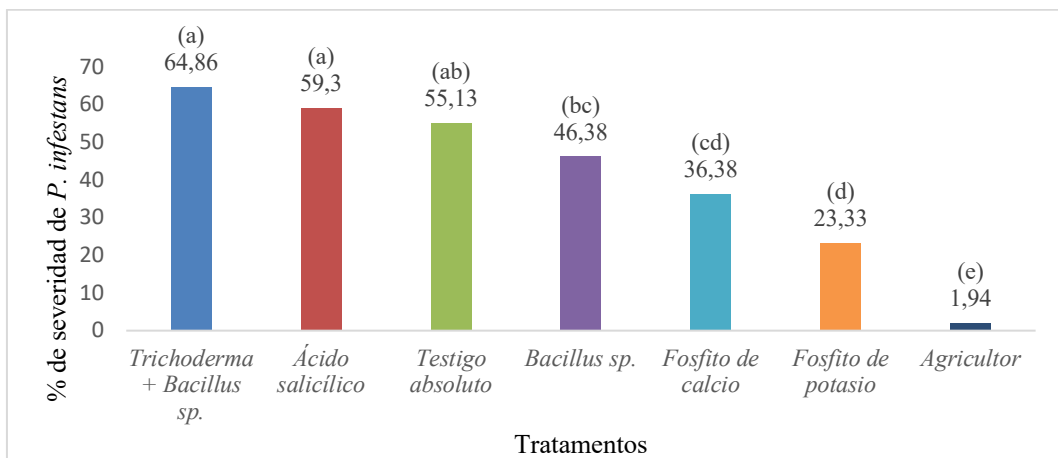
La prueba de Tukey al 5% mostró cinco rangos de significancia a los 125 dds (Ilustración 4-21), el tratamiento con la más alta severidad (59,31%) fue el tratamiento T4 (*Trichoderma* + *Bacillus* sp.) correspondiente al rango (a) y la menor severidad (1,77 %) correspondió al tratamiento T6 (Agricultor) en el rango (d) (Ilustración 4-21).



**Ilustración 4-21:** Prueba de Tukey de la severidad a los 125 días.

Realizado por: Minahua W., 2024

La prueba de Tukey al 5% mostró seis rangos de significancia a los 133 dds (Ilustración 4-22) los tratamientos con la más alta severidad fue el tratamiento T4 (*Trichoderma* + *Bacillus* sp.) y T1 (Ácido salicílico) con 64,86 y 59,3 % respectivamente correspondientes al rango (a) y la menor severidad (1,94 %) correspondió al tratamiento T6 (Agricultor) en el rango (e) (Ilustración 4-22).

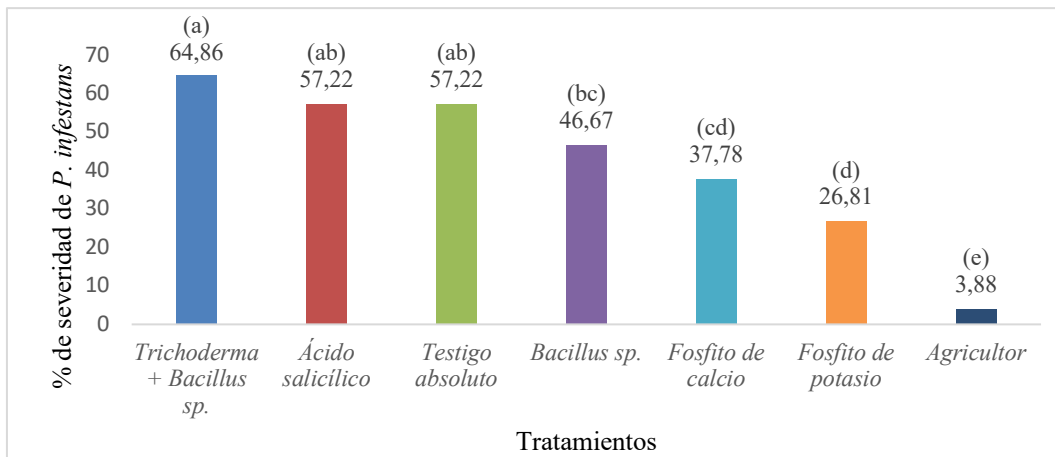


**Ilustración 4-22:** Prueba de Tukey de la severidad a los 133 días.

Realizado por: Minahua W., 2024

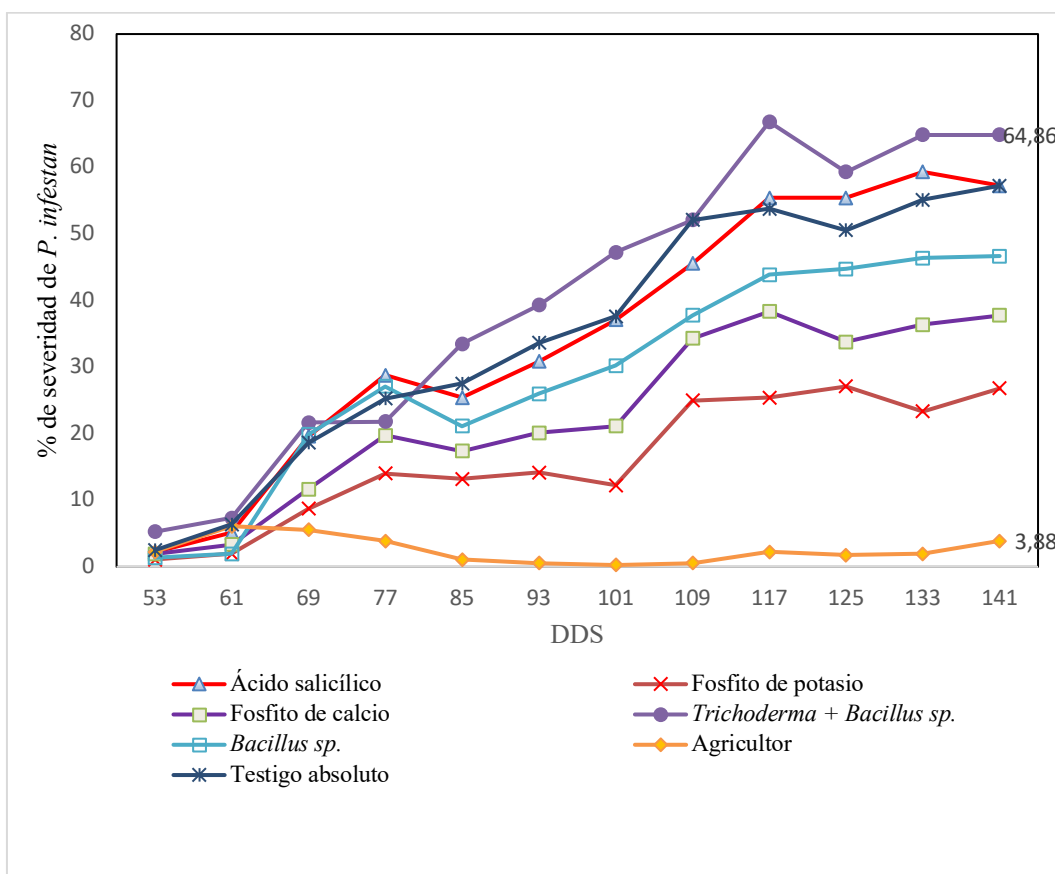
La prueba de Tukey al 5% mostró seis rangos de significancia a los 141 dds (Ilustración 4-23), el tratamiento con la más alta severidad (64,86 %) fue el tratamiento T4 (*Trichoderma* + *Bacillus* sp.) correspondiente al rango (a) y la menor severidad (3,88 %) correspondió al tratamiento T6 (Agricultor) en el rango (e) (Ilustración 4-23).





**Ilustración 4-23:** Prueba de Tukey de la severidad a los 141 días.

Realizado por: Minahua W., 2024



**Ilustración 4-24:** Curva de progreso de la Severidad.

Realizado por: Minahua W., 2024

### 4.3 Vigorositad

En el análisis de varianza (Anova) de la variable Vigorositad a los 83 días, se observaron diferencias significativas de los diferentes tratamientos ( $P < 0,05$ ) (Tabla 4-7). En el análisis de

varianza (Anova) de la variable Vigoridad a los 53 y 68 días, no se observaron diferencias significativas de los diferentes tratamientos ( $P < 0,05$ ) (Tabla 4-7).

**Tabla 4-7:** Análisis de varianza del Vigor a los 53, 68 y 83 días después de la siembra.

Fuente de variación	Gl	Cuadrados Medios					
		Vigor (%) y valor P					
		53 dds	P	68 dds	P	83 dds	p
Tratamiento	6	7,57e <sup>-29</sup>	0,45	2,07	0,64	25,09	0,001***
Bloques	3	3,78e <sup>-29</sup>	0,41	2,8	0,16	4,94	0,04
Error	18	2,27e <sup>-28</sup>		8,74		8,81	
TOTAL	27	3,41e <sup>-28</sup>		13,61		38,84	
CV		0,001		9,21		10,55	

Realizado por: Minahua W., 2024

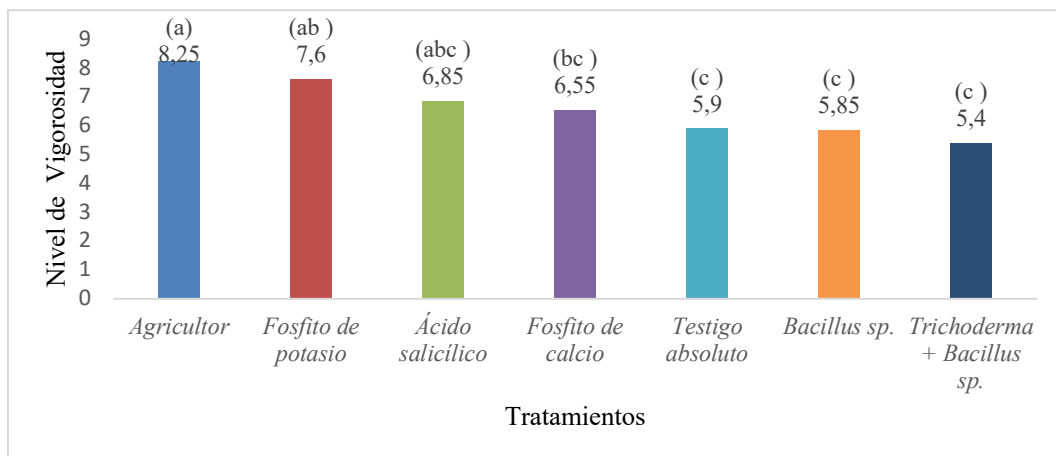
En el análisis de varianza (Anova) de la variable Vigoridad a los 98, 113 y 128 días, se observaron diferencias significativas de los diferentes tratamientos ( $P < 0,05$ ) (Tabla 4-8).

**Tabla 4-8:** Análisis de varianza del Vigor a los 98, 113 y 128 días después de la siembra.

Fuente de variación	Gl	Cuadrados Medios					
		Vigor (%) y valor P					
		98 dds	P	113 dds	P	128 dds	P
Tratamiento	6	32,86	0,001***	63,62	0,001***	49,18	0,001***
Bloques	3	0,07	0,94	0,36	0,592	0,2	0,637
Error	18	3,34		3,33		2,06	
TOTAL	27	36,27		67,31		51,44	
CV		6,35		7,33		5,62	

Realizado por: Minahua W., 2024

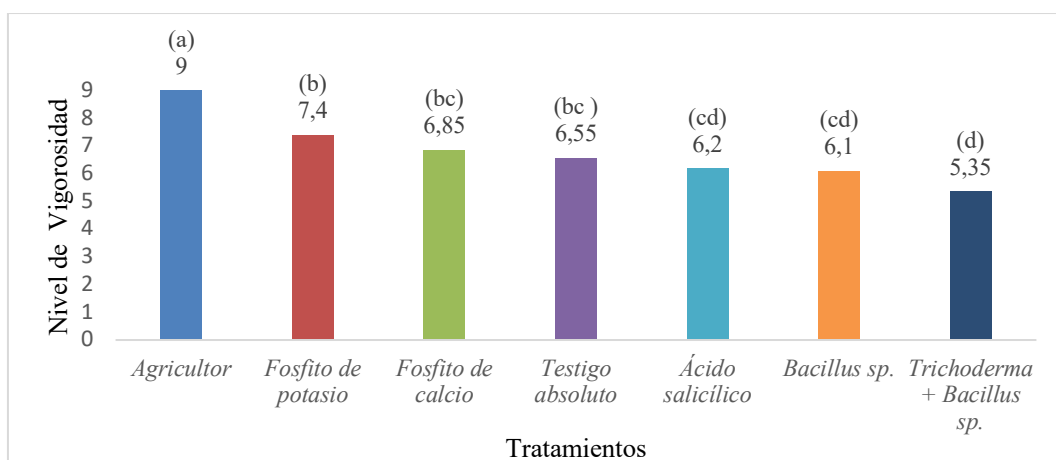
La prueba de Tukey al 5% mostró cinco rangos de significancia a los 83 dds (Ilustración 4-27), el tratamiento con el más alto nivel de vigor (8,25) fue el tratamiento T6 (Agricultor) correspondiente al rango (a) (Véase la tabla 3-9) y el menor nivel de vigor (5,4) correspondió al tratamiento T4 (*Trichoderma* + *Bacillus* sp.) en el rango (c) (Ilustración 4-27).



**Ilustración 4-25:** Prueba de Tukey del Vigor a los 83 días.

Realizado por: Minahua W., 2024

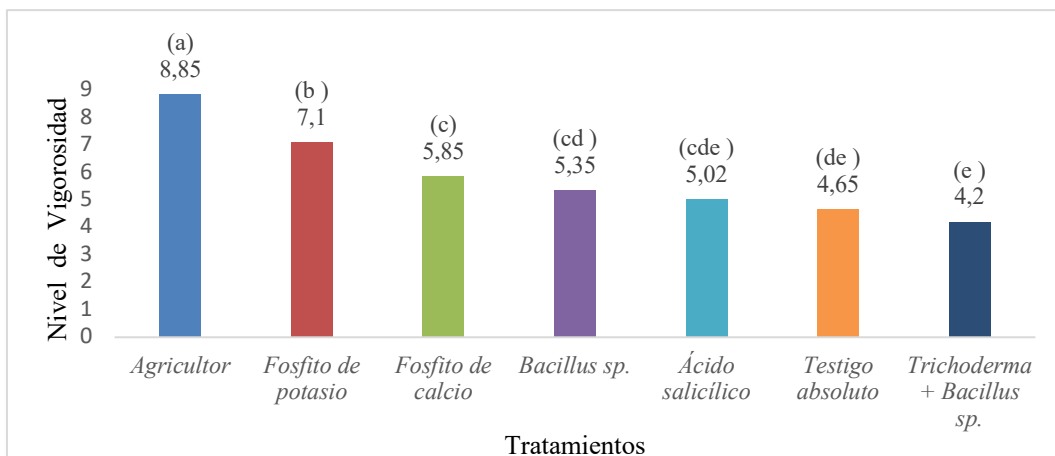
La prueba de Tukey al 5% mostró cinco rangos de significancia a los 98 dds (Ilustración 4-26), el tratamiento con el más alto nivel de vigor (9) fue el tratamiento T6 (Agricultor) correspondiente al rango (a) (Véase la tabla 3-9) y el menor nivel de vigor (5,35) correspondió al tratamiento T4 (*Trichoderma + Bacillus sp.*) en el rango (d) (Ilustración 4-26).



**Ilustración 4-26:** Prueba de Tukey del Vigor a los 98 días.

Realizado por: Minahua W., 2024

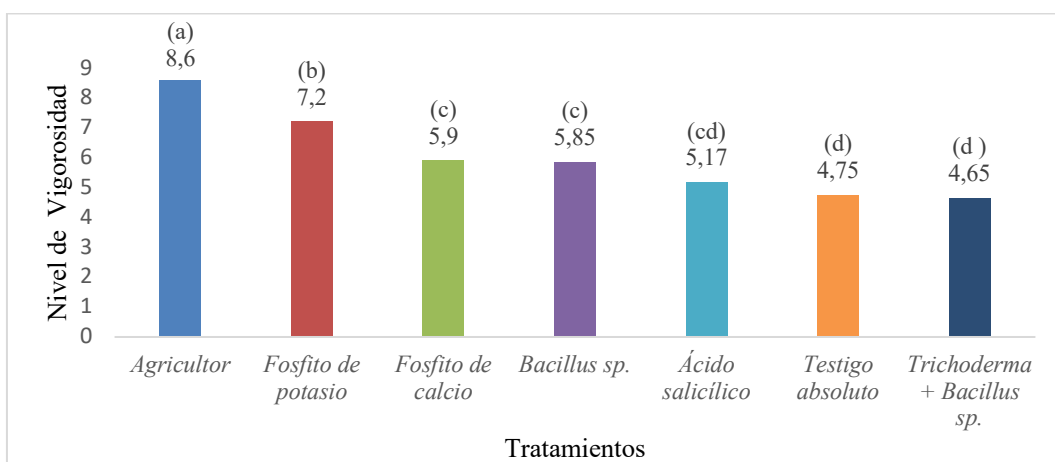
La prueba de Tukey al 5% mostró siete rangos de significancia a los 113 dds (Ilustración 4-27), el tratamiento con el más alto nivel de vigor (8,85) fue el tratamiento T6 (Agricultor) correspondiente al rango (a) (Véase la tabla 3-9) y el menor nivel de vigor (4,2) correspondió al tratamiento T4 (*Trichoderma + Bacillus sp.*) en el rango (e) (Ilustración 4-27).



**Ilustración 4-27:** Prueba de Tukey del Vigor a los 113 días.

Realizado por: Minahua W., 2024

La prueba de Tukey al 5% mostró seis rangos de significancia a los 128 dds (Ilustración 4-28), el tratamiento con el más alto nivel de vigor (8,6) fue el tratamiento T6 (Agricultor) correspondiente al rango (a) (Véase la tabla 3-9) y el menor nivel de vigor (4,65) correspondió al tratamiento T4 (*Trichoderma + Bacillus sp.*) en el rango (d) (Ilustración 4-28).



**Ilustración 4-28:** Prueba de Tukey del Vigor a los 128 días.

Realizado por: Minahua W., 2024

#### 4.4 Altura:

En el análisis de varianza (Anova) de la Altura a los 83 días, se observaron diferencias significativas de los diferentes tratamientos ( $P < 0,05$ ) (Tabla 4-9). En el análisis de varianza (Anova) de la Altura a los 53 y 68 días, no se observaron diferencias significativas de los diferentes tratamientos ( $P < 0,05$ ) (Tabla 4-9).

**Tabla 4-9:** Análisis de varianza de la Altura a los 53, 68 y 83 días después de la siembra.

Fuente de variación	Gl	Cuadrados Medios					
		Altura y valor P					
		53 dds	P	68 dds	P	83 dds	p
Tratamiento	6	25,85	0,21	5,26	0,76	545,4	0,001***
Bloques	3	45,68	0,001	34,08	0,001	119,1	0,09
Error	18	48,42		28,63		284,1	
TOTAL	27	119,95		67,97		948,6	
CV		10,07		4,15		8,56	

Realizado por: Minahua W., 2024

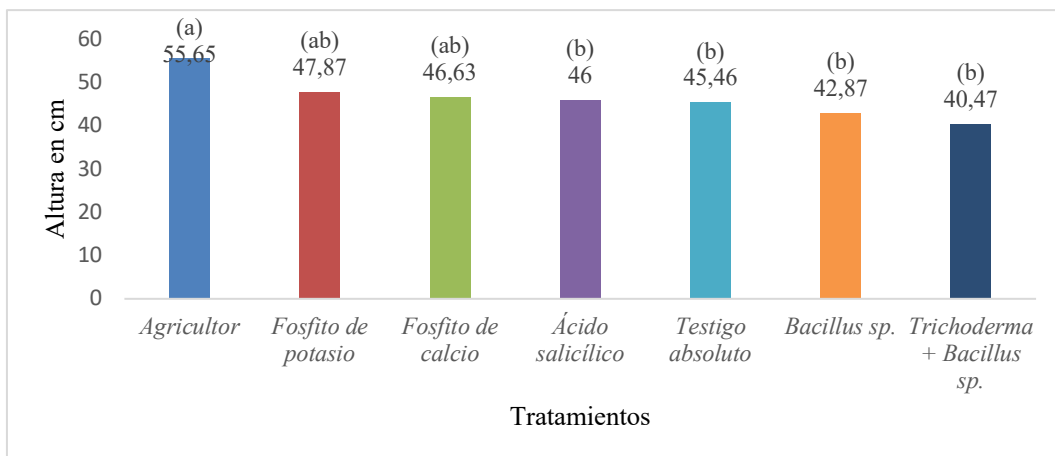
En el análisis de varianza (Anova) de la Altura a los 98 y 113 días, se observaron diferencias significativas de los diferentes tratamientos ( $P < 0,05$ ) (Tabla 4-10).

**Tabla 4-10:** Análisis de varianza de la Altura a los 98 y 113 días después de la siembra.

Fuente de variación	Gl	Cuadrados Medios			
		Altura y valor P			
		98 dds	P	113 dds	P
Tratamiento	6	2003	0,001***	2016	0,001***
Bloques	3	186	0,08	159,3	0,057
Error	18	427		318,5	
TOTAL	27	2616		2493,8	
CV		6,35		7,12	

Realizado por: Minahua W., 2024

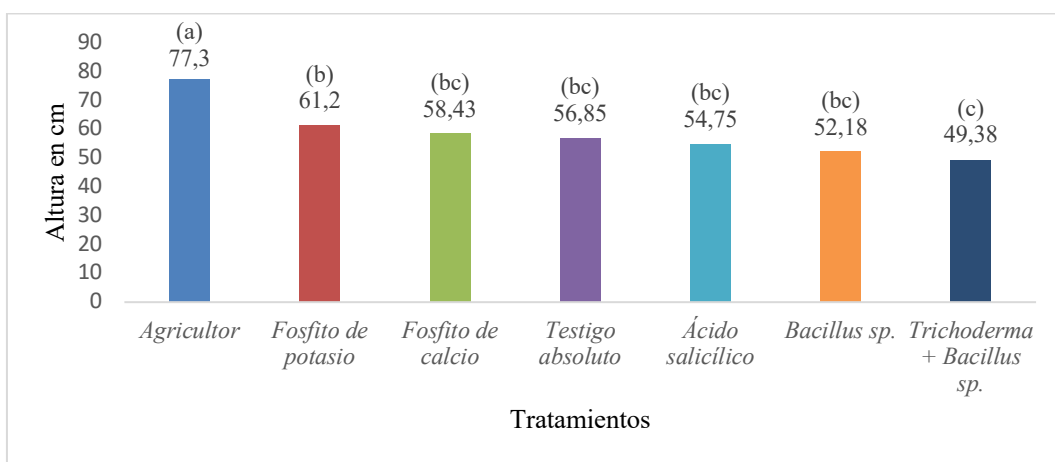
La prueba de Tukey al 5% mostró tres rangos de significancia a los 83 dds (Ilustración 4-29), los tratamientos con más altura (56,65 cm) corresponde al tratamiento T6 (Agricultor) correspondiente al rango (a), y la menor altura (40,47 cm) correspondió al tratamiento T4 (*Trichoderma* + *Bacillus* sp.) en el rango (b) (Ilustración 4-29).



**Ilustración 4-29:** Prueba de Tukey de la Altura a los 83 días.

Realizado por: Minahua W., 2024

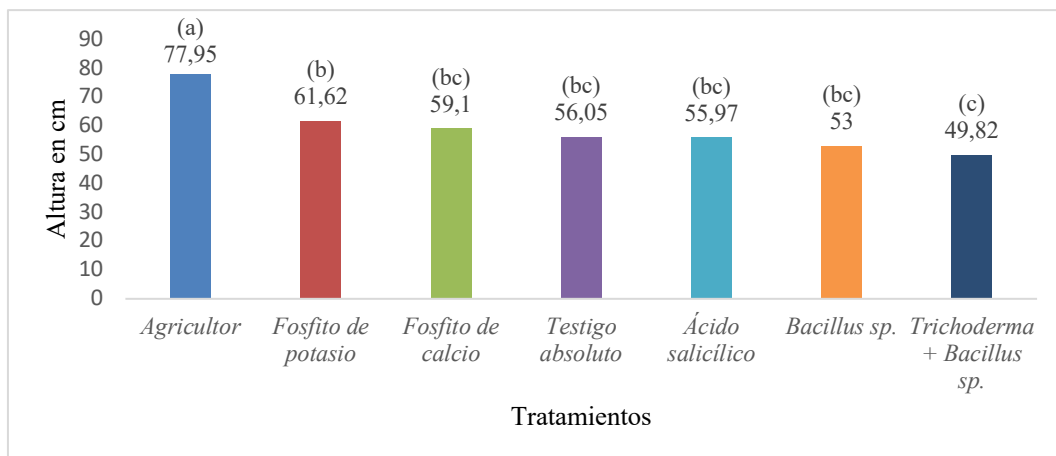
La prueba de Tukey al 5% mostró cuatro rangos de significancia a los 98 dds (Ilustración 4-30), los tratamientos con más altura (77,3 cm) corresponde al tratamiento T6 (Agricultor) correspondiente al rango (a), y la menor altura (49,30 cm) correspondió al tratamiento T4 (*Trichoderma + Bacillus sp.*) en el rango (b) (Ilustración 4-30).



**Ilustración 4-30:** Prueba de Tukey de la Altura a los 98 días.

Realizado por: Minahua W., 2024

La prueba de Tukey al 5% mostró cuatro rangos de significancia a los 113 dds (Ilustración 4-31), los tratamientos con más altura (77,95 cm) corresponde al tratamiento T6 (Agricultor) correspondiente al rango (a), y la menor altura (49,82 cm) correspondió al tratamiento T4 (*Trichoderma + Bacillus sp.*) en el rango (c) (Ilustración 4-31).



**Ilustración 4-31:** Prueba de Tukey de la Altura a los 113 días

Realizado por: Minahua W., 2024

#### 4.5 Número de tallos

En el análisis de varianza (Anova) de la variable número de tallos/planta los 83 días, se observaron diferencias significativas de los diferentes tratamientos ( $P < 0,05$ ) (Tabla 4-11).

**Tabla 4-11:** Análisis de varianza de la variable tallos/planta a los 53, 68 y 83 dds.

Fuente de variación	Gl	Cuadrados Medios					
		# tallos/planta y valor P					
		53 dds	P	68 dds	P	83 dds	p
Tratamiento	6	1,57	0,32	2,25	0,11	12,02	0,001**
Bloques	3	3,44	0,001 **	1,63	0,05	1,2	0,125
Error	18	3,73		3,29		3,29	
TOTAL	27	8,74		7,17		16,51	
CV		12,58		11,35		12,16	

Realizado por: Minahua W., 2024

En el análisis de varianza (Anova) de la variable número de tallos/planta los 98 y 113 días, se observaron diferencias significativas de los diferentes tratamientos ( $P < 0,05$ ) (Tabla 4-12).

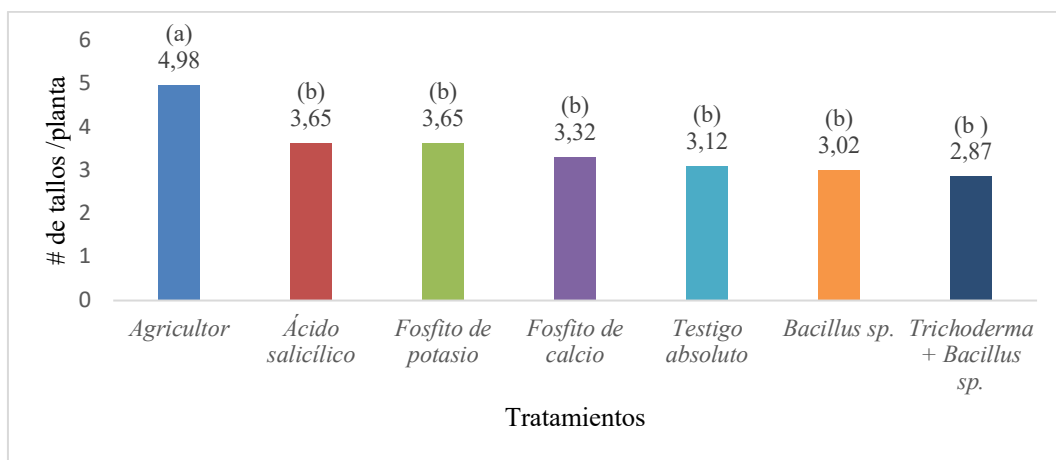
**Tabla 4-12:** Análisis de varianza de la variable tallos/planta a los 98 y 113 dds.

Fuente de variación	Gl	Cuadrados Medios			
		# tallos/planta y valor P			
		98 dds	P	113 dds	P
Tratamiento	6	18,09	0,001***	20,04	0,001***
Bloques	3	1,06	0,21	1,05	0,172
Error	18	3,88		3,38	

TOTAL	27	23,03	24,47
CV		13,27	12,54

Realizado por: Minahua W., 2024

La prueba de Tukey al 5% mostró dos rangos de significancia a los 83 dds (Ilustración 4-32), el tratamiento con más tallos/planta (4,98) correspondió al tratamiento T6(Agricultor) dentro del rango (a) y el menor número de tallos/ planta (3,65, 3,65, 3,32, 3,12, 3,02 y 2,87) correspondió a los tratamientos T1(Ácido salicílico), T3(Fosfito de calcio), T7(Testigo absoluto), T5(*Bacillus* sp.) y T4 (*Trichocerma* + *Bacillus*) respectivamente correspondientes al rango (b) (Ilustración 4-32).

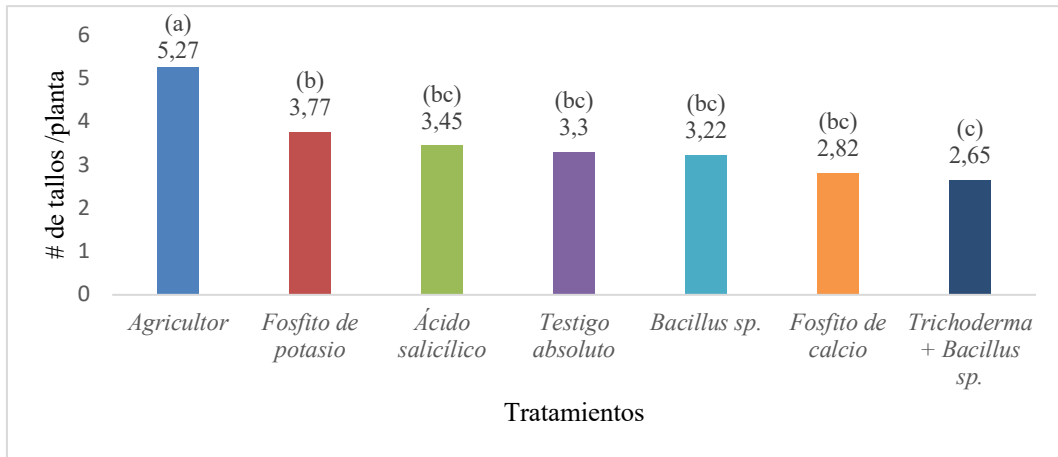


**Ilustración 4-32:** Prueba de Tukey del número de tallos a los 83 días.

Realizado por: Minahua W., 2024

La prueba de Tukey al 5% mostró cuatro rangos de significancia a los 98 dds (Ilustración 4-33), el tratamiento con más tallos/planta (5,57) correspondió al tratamiento T6(Agricultor) dentro del rango (a) y el menor número de tallos/ planta (2,65) que correspondió al tratamiento T4 (*Trichocerma* + *Bacillus* sp.) en el rango (c) (Ilustración 4-33).

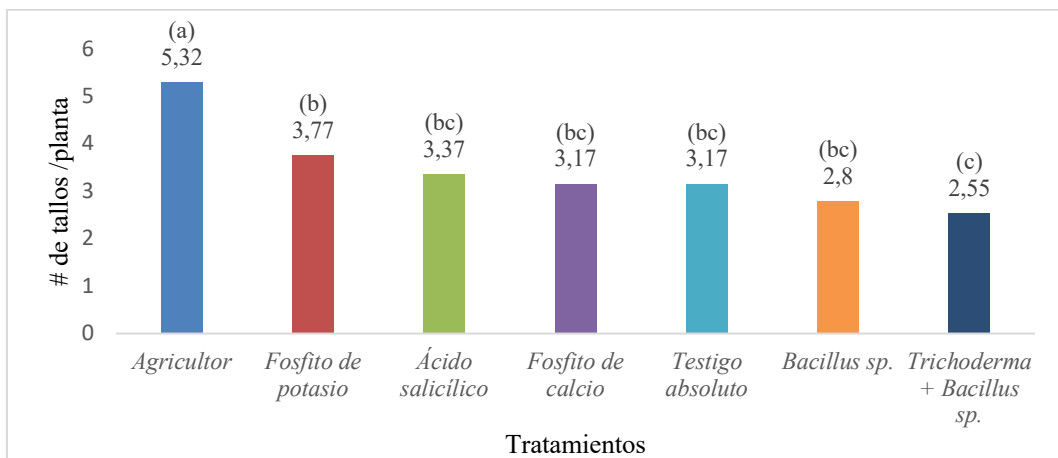




**Ilustración 4-33:** Prueba de Tukey del número de tallos a los 98 días.

Realizado por: Minahua W., 2024

La prueba de Tukey al 5% mostró cuatro rangos de significancia a los 113 dds (G Ilustración 4-34), el tratamiento con más tallos/planta (5,32) que correspondió al tratamiento T6(Agricultor) dentro del rango (a) y el menor número de tallos/ planta (2,55) que correspondió al tratamiento T4 (*Trichocerma + Bacillus*) en el rango (c) (Ilustración 4-34).



**Ilustración 4-34:** Prueba de Tukey del número de tallos a los 113 días.

Realizado por: Minahua W., 2024

#### 4.6 Rendimiento total (Ton/ha)

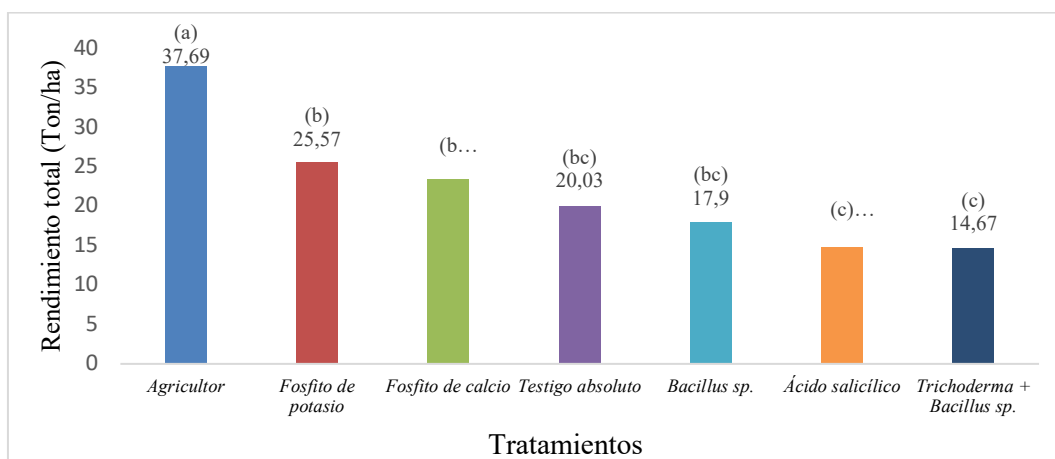
En el análisis de varianza (ANOVA) de la variable rendimiento total, se observaron diferencias significativas de los diferentes tratamientos ( $P < 0,05$ ) (Tabla 4-13).

**Tabla 4-13:** Análisis de varianza de la variable Rendimiento total.

	GL	SC	Med SC	Valor F	Valor de P	Significancia
<b>Tratamiento</b>	6	31442	5241	21,627	0,001	***
<b>Bloques</b>	3	1668	556	2,29	0,11	
<b>Error</b>	18	4362	242			
<b>Total</b>	27	37472				
<b>CV</b>					15,72	

Realizado por: Minahua W., 2024

La prueba de Tukey al 5% mostró cuatro rangos de significancia (Ilustración 4-35), el rango (a) correspondiente al tratamiento T6(Agricultor) fue el tratamiento con el más alto rendimiento total (37,69 Ton/Ha), por el contrario, el rango (c) correspondientes a los tratamientos T1(Ácido salicílico) y T4(*Trichocerma* + *Bacillus* sp.) fueron los más bajos rendimientos totales (14,72 y 14,67 Ton/Ha) (Ilustración 4-35).



**Ilustración 4-35:** Prueba de Tukey del rendimiento total.

Realizado por: Minahua W., 2024

#### 4.6.1 Categoría Primera (Gruesa)

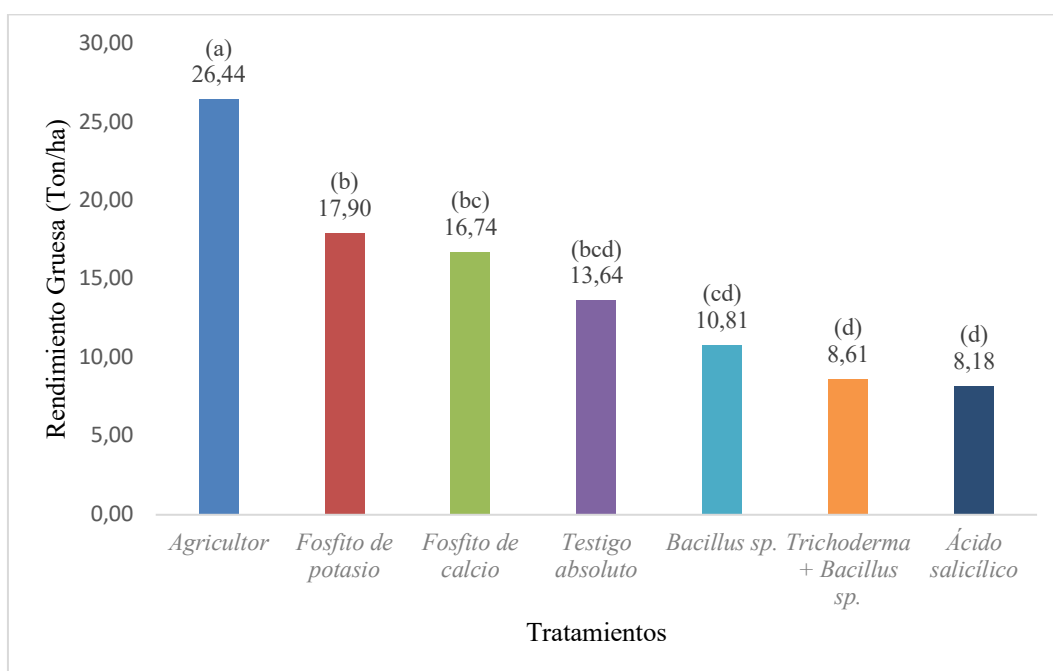
En el análisis de varianza (Anova) de la variable Rendimiento categoría Primera (Gruesa), se observaron diferencias de los diferentes tratamientos ( $P < 0,05$ ) (Tabla 4-14).

**Tabla 4-14:** Análisis de varianza de la variable Rendimiento categoría Primera (Gruesa).

	GL	SC	CM	Valor F	Valor de P	Significancia
<b>Tratamiento</b>	6	20090,95	3348,49	21,77	0,001	***
<b>Bloques</b>	3	1443,56	481,19	3,13	3,13	
<b>Error</b>	18	2768,62				
<b>TOTAL</b>	27					
<b>CV</b>					18,85	

Realizado por: Minahua W., 2024

La prueba de Tukey al 5% mostró seis rangos de significancia (Ilustración 4-36) el rango (a) correspondiente al tratamiento T6 (Agricultor) fue el tratamiento con el más alto rendimiento categoría primera (Gruesa) (26,44 Ton/Ha), por el contrario, el rango (d) correspondientes a los tratamientos T4(*Trichocerma* + *Bacillus* sp.) y T1(Ácido salicílico) fueron los más bajos rendimientos categoría primera (Gruesa) (8,61 y 8,18 Ton/Ha) (Ilustración 4-36).



**Ilustración 4-36:** Prueba de Tukey del Rendimiento categoría Primera (Gruesa).

Realizado por: Minahua W., 2024

#### 4.6.2 Categoría segunda (Pareja)

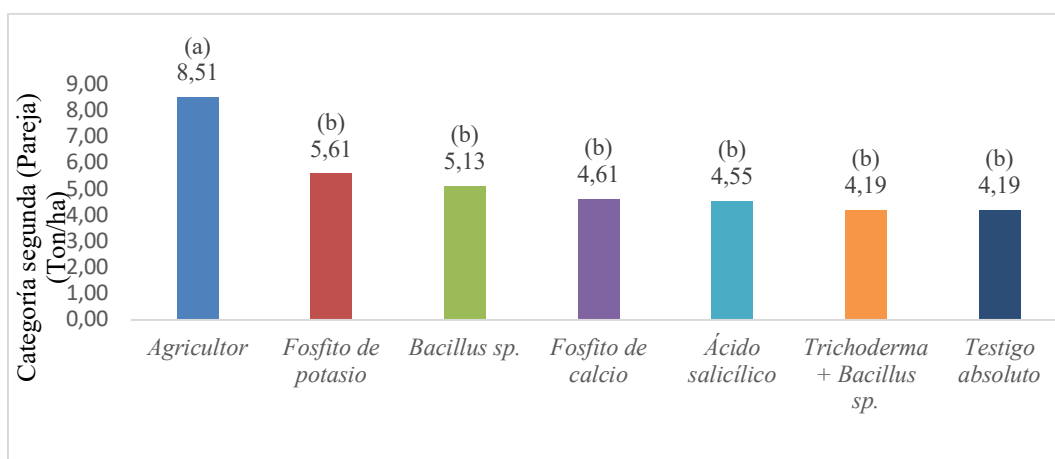
En el análisis de varianza (Anova) de la variable rendimiento categoría segunda (Pareja), se observaron diferencias significativas de los diferentes tratamientos ( $P < 0,05$ ) (Tabla 4-15)

**Tabla 4-15:** Análisis de varianza de la variable Rendimiento categoría Segunda (Pareja).

	GL	SC	CM	Valor F	Valor de P	Significancia
<b>Tratamiento</b>	6	1127,54	187,92	12,42	0,001	***
<b>Bloques</b>	3	52,63	17,54	1,16	0,352	
<b>Error</b>	18	272,3	15,13			
<b>TOTAL</b>	27	1452,47				
<b>CV</b>					16,45	

Realizado por: Minahua W., 2024

La prueba de Tukey al 5% mostró dos rangos de significancia (Ilustración 4-37), el rango (a) correspondiente al tratamiento T6 (Agricultor) fue el tratamiento con el más alto rendimiento categoría segunda (Pareja) (26,44 Ton/Ha), por el contrario, el rango (b) correspondientes a los tratamientos T2 (Fosfito de potasio), T5 (*Bacillus* sp.), T3(Fosfito de calcio), T1(Ácido salicílico), T4(*Trichocerma* + *Bacillus* sp.) y T7(Testigo Absoluto) con valores inferiores a los del tratamiento T6 siendo los más bajos rendimientos categoría segunda (Pareja) (Ilustración 4-37).



**Ilustración 4-37:** Prueba de Tukey del Rendimiento categoría Segunda (Pareja).

Realizado por: Minahua W., 2024

#### 4.6.3 Categoría tercera (Delgada)

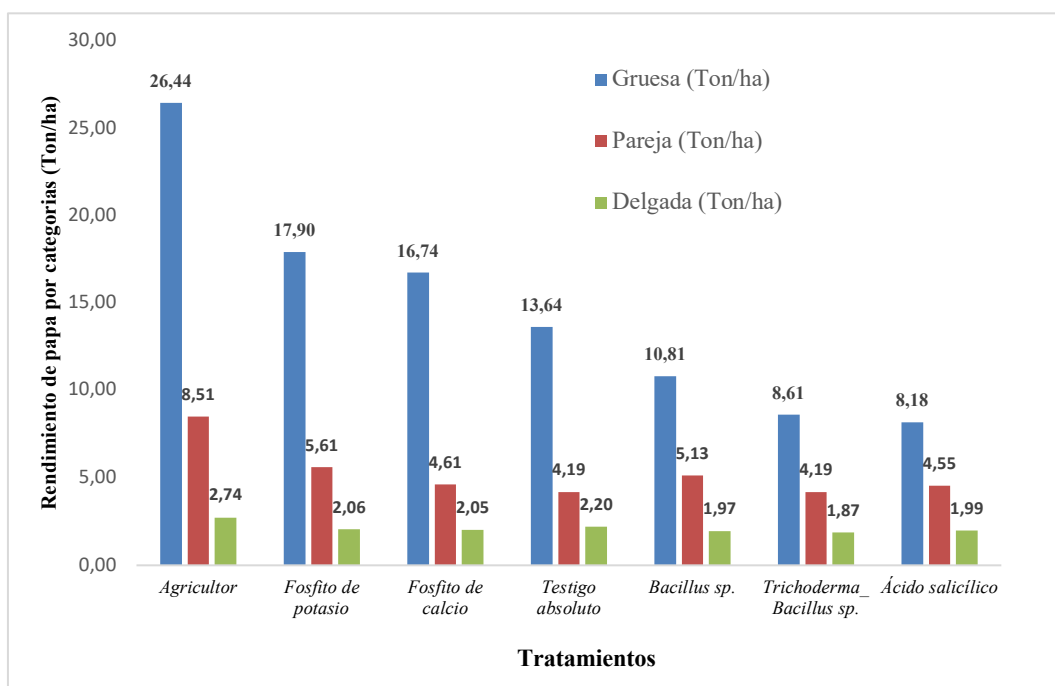
En el análisis de varianza (Anova) de la variable rendimiento categoría tercera (Delgada), no se observaron diferencias significativas de los diferentes tratamientos ( $P < 0,05$ ) (Tabla 4-16).

**Tabla 4-16:** Análisis de varianza de la variable Rendimiento categoría Tercera (Delgada)

	GL	SC	CM	Valor F	Valor de P	Significancia
<b>Tratamiento</b>	6	40,58	6,76	1,25	0,32	
<b>Bloques</b>	3	28,5	9,5	1,76	0,19	
<b>Error</b>	18	97,05	5,39			
<b>TOTAL</b>	27					
<b>CV</b>					24,28	

Realizado por: Minahua W., 2024

El Ilustración 4-38, se ilustra los rendimientos en Ton/ha por categorías de cada uno de los tratamientos. Se observa que el tratamiento con mejor producción de primera (gruesa) categoría es el tratamiento T6(Agricultor), seguido del tratamiento T2(Fosfito de potasio) y de la misma manera ocurre en la categoría segunda y tercera.



**Ilustración 4-38:** Efecto de elicitors y bioproductos sobre el rendimiento total de papa variedad Superchola.

Realizado por: Minahua W., 2024

#### 4.7 Análisis económico

Para el análisis económico se usó la metodología de CIMMYT y mencionada por (Evans, 2005, págs. 2-5) en donde se usó la ganancia neta, bruta, costos variables y los beneficios netos tomando en cuenta los costos referenciales de la papa en el mes de noviembre – diciembre 2023 en donde

el precio de la papa en el mercado fue: para la categoría gruesa (primera) 28 USD, para la categoría pareja (segunda) 16 USD, delgada (tercera) 5 USD, a partir de esta información se calculó los ingresos del cultivo en función al rendimiento.

Con respecto a los costos de producción se evidenció que existió un mayor costo en el tratamiento T5 (*Bacillus* sp.) con un costo total de 7811,27 USD/ha según se observa en la Tabla 4-17, a diferencia de este tratamiento, el tratamiento con menor costo de producción fue el tratamiento T7 (Testigo Absoluto) y el que le sigue el tratamiento T2 (Fosfito de potasio) con un total de 5736,83 USD/ha y 6792,38 respectivamente.

**Tabla 4-17:** Costos de producción por tratamiento.

Tratamiento	Costo de producción (USD/ha <sup>-1</sup> )
T7: Absoluto	5736,83
T2: Fosfito_potasio	6792,38
T3: Fosfito_calcio	6853,49
T4: <i>Trichoderma_Bacillus</i> sp.	6895,16
T1: Ac_salicilico	6992,38
T6: Productor	7209,05
T5: <i>Bacillus</i> sp.	7811,27

Fuente: Minahua W., 2024

Los beneficios netos (BN) obtenidos por los tratamientos T6 (Productor) y T2 (Fosfito de potasio) alcanzaron los más altos valores de 12374,56 y 7136,38 USD/ha. En tanto que el tratamiento T1 (Ácido salicílico) y T4 (*Trichoderma + Bacillus*) tuvieron los más bajos valores -132,94 y 90,40 USD/ha respectivamente.

Todos los tratamientos generaron ganancia a excepción del tratamiento T1(Ácido salicílico), el tratamiento T6 (Acrobat) obtuvo un TAMAR de 171,65% con un beneficio de 1,72 USD por cada dólar invertido. Por el contrario el tratamiento T1(Ácido salicílico) se obtuvo un TAMAR de -1,90% es decir, que en este tratamiento no se logró obtener ninguna ganancia, por el contrario, por cada unidad de dólar invertido se genera pérdida de USD 0,019 por ende no es viable.

En resumen, los tratamientos T6 (Productor) y T2 (Fosfito de potasio) lograron los mayores beneficios netos respectivamente, mientras que T1 (Ácido salicílico) y T4 (*Trichoderma + Bacillus*) obtuvieron los menores resultados. Todos los tratamientos generaron ganancias, excepto T1, que resultó en una pérdida con un TAMAR de -1.90%, haciendo que no sea viable. El tratamiento T6 (Acrobat) alcanzó un TAMAR de 171.65%, proporcionando 1.72 USD por cada dólar invertido.

**Tabla 4-18:** Análisis Relación Beneficio/Costo.

Tratamiento	Ingresos (USD ha <sup>-1</sup> )			USD ha <sup>-1</sup>			TAMAR (%)
	Gruesa	Pareja	Delgada	BB	CPR	BN	
T1: Ac_salicílico	5040,00	1600,00	219,44	6859,44	6992,38	-132,94	- 1,90
T2: Fosfito + potasio	11677,65	1973,33	277,78	13928,76	6792,38	7136,38	105,06
T3: Fosfito _ calcio	10313,33	1622,22	225,00	12160,56	6853,49	5307,06	77,44
T4: <i>Trichoderma</i> + <i>bacillus</i> sp.	5304,44	1475,56	205,56	6985,56	6895,16	90,40	1,31
T5: <i>Bacillus</i> sp.	6657,78	1804,44	216,67	8678,89	7811,27	867,62	11,11
T6: Productor	16286,67	2995,56	301,39	19583,61	7209,05	12374,56	171,65
T7: Absoluto	8400,00	1475,56	241,67	10117,22	5736,83	4380,40	76,36

Realizado por: Minahua W., 2024

#### 4.8 Discusión

El tratamiento Agricultor (Mancozeb + Dimethomorph), redujo significativamente la incidencia y severidad 8,75% y 3,88% respectivamente del patógeno en comparación con el tratamiento Testigo absoluto (100 y 57,22%). (Parrado, 2014 y Muisin, 2016) destaca la marcada actividad del Dimethomorph en ensayos para control de *P. infestans* en papa variedad Spunta y Superchola aplicada cada 7 días reduce la incidencia y severidad de la enfermedad a 13,47 y 9.85%, resultando datos parecidos al del presente estudio, todo esto debiéndose a que el producto presenta una naturaleza sistémica que inhibe la formación de la celulosa sintasa en la pared celular del oomiceto contribuyendo a un mejor efecto del tratamiento (Abbasi et al., 2011, págs. 13) y (Rodríguez et al., 2002, pág. 17).

Sin embargo, la tendencia de producir de manera sostenible hace necesario la búsqueda de menor impacto a la salud al medio ambiente y daños colaterales.

El tratamiento T2(Fosfito de potasio) de igual manera de evidencia respuesta en cuanto a la incidencia (91,25 %) y severidad (26,81%) hasta el fin de las evaluaciones, datos comparables a la investigación realizado por Huilcapi (2012) que obtuvo una incidencia y severidad de 95,55 y 43,33% con aplicaciones periódicas de fosfitos de potasio en papa variedad Superchola. Los fosfitos de potasio actúan directamente reduciendo el desarrollo del patógeno inhibiendo el crecimiento micelial, la deformación de hifas las cuales no se desarrollarán como consecuencia de lisis de su pared celular (king et al., 2010, pág. 8) o indirectamente a través de la activación de mecanismos de defensa que desencadena una serie de respuestas tales como incremento de

peroxidasa, superóxido dismutasa y catalasa que mejoran la respuesta ante ataques de patógenos. Además, los fosfitos mejoran la respuesta de las plantas a enfermedades por el proceso conocido como resistencia sistemática adquirida (Mofidnakhai et al., 2016, págs. 207-221). Además, los fosfitos al ser una fuente de fósforo (Thizy et al., 1997, pág. 5) y patentado como fungicida para el control de *Pseudomonas* de la clase Oomycetes (Velandia et al., 2012, pág. 2) donde en medio de cultivo se crea un efecto fungicida restringiendo el crecimiento e inhibiendo la esporulación de patógenos (Lobato et al., 2007, pág. 3).

Además, la vigorosidad del tratamiento T6 (Agricultor) y T2 (Fosfito de potasio) de las patatas, se expresa un efecto significativo a los 83, 98, 113, 128 dds con respecto al testigo absoluto, manifestando una escala de 9 (Muy vigoroso) y 7 (Vigoroso) respectivamente. El tratamiento T6 con un ingrediente activo de Mancozeb + Dimetomorf, al actuar bloqueando todas las fases de formación de la membrana celular, germinación de esporas, tubo germinativo, formación de haustorios, crecimiento de hifas y la formación de oosporas (UNA, 2015, pág. 2) fueron los más eficientes según la investigación realizada por el INIAP/CIP en las provincias de Pichincha y Carchi (Tello et al., 2015, pág. 221). De igual manera, el tratamiento T2, al desencadenar una serie de respuestas como incremento de peroxidasa, superóxido dismutasa y catalasa que mejoran la respuesta ante ataques de patógenos según lo expresado por (Mofidnakhai et al., 2016, págs. 207-221).

En el número de tallos/planta, los tratamientos T6 y T2 se observa que existen diferencias significativas con respecto al testigo absoluto, pero, considerando que la medición de tallos/planta sea significativo debe ser un número entero y no una fracción, realizado el análisis estadístico (Ilustración 4-34) por ende los fosfitos de potasio no influyen en el número de tallos, información corroborada por Chojolán (2020, págs. 69-71) que presenta datos similares a los de este ensayo y concluye que la semilla al poseer un número de ojos donde brotarán los meristemas será proporcional al calibre y a la genética de la semilla, además (Torres et al., 2020, pág. 1) menciona que el número de ojos de la semilla es proporcional al peso. Además, la reducción de tallos/planta podría deberse a un estrangulamiento por parte de la enfermedad (Lobato et al. 2008, pág. 7).

Los rendimientos producidos (ton/ha) en todas las categorías por Elicidores y Bioproductos presentan inconvenientes causados por *P. infestans* a excepción del tratamiento T6 (Testigo Absoluto). Sin embargo, en el desarrollo de esta investigación se comprobó que el tratamiento T2 (Fosfito de potasio) presentaron una excelente calidad en tubérculos alcanzando un 27,66% más su homólogo el tratamiento T7 (Testigo absoluto) a excepción del tratamiento T6 que alcanzó un 88,16 % en rendimientos en Ton/ha y una excelente calidad de los mismos (Gráfica 4-4). Estos



resultados en la producción podrían relacionarse con el número de tallos de 5,32 tallos sanos para el tratamiento T6 y 3,77 tallos sanos para T2 y también altura de la planta donde cada tallo crece y se comporta como una planta individual por lo que la densidad de la planta se multiplica por número de tallos de la planta (Méndez, 2001, pág. 79). El tratamiento T3 (Fosfito de calcio) alcanzó tan solo un 16% más que el tratamiento testigo absoluto. Brito, destaca la alta productividad se papa variedad Superchola si tiene un eficiente manejo de *P. infestan* del cultivo que alcanzó las 49,24 ton/ha en la localidad Chañag, Guachaquisin y Gramaloma (2015, págs. 67-69).

De esta manera, se evidencia que el tratamiento T2 (fosfito de potasio) muestran una excelente producción comercial a comparación con el tratamiento T7 (Testigo absoluto), esto se corrobora con los estudios realizados por (Chololán, 2020, pág. 48) que demuestra que las aplicaciones periódicas de fosfito de fosfitos alcanzan rendimientos de 15, 27 ton/ha de papa primera, 5,75 ton/ha de papa segunda y 3,27 ton/ha, resultados muy similares a de esta investigación como se muestran en la Gráfica (4-41), además Montes (2012., pág. 4) menciona que la severidad torna de un efecto lineal donde a medida que aumenta el porcentaje de severidad, se produce una disminución del rendimiento debido al daño producido por el patógeno en fruto.

## CAPÍTULO V

### 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1 Conclusiones

- Los tratamientos que lograron reducir de manera significativa la incidencia de *P. infestans* a lo largo del desarrollo del cultivo fueron el tratamiento Agricultor y el tratamiento Fosfitos de Potasio, con una disminución del 91,7% y 8,75%, respectivamente, en comparación con el testigo absoluto. Además, estos mismos tratamientos demostraron una disminución significativa de la severidad del patógeno en un 93,22% y 53,63%, respectivamente, en comparación con el testigo absoluto.
- Los niveles más altos de vigorosidad se obtuvieron del tratamiento Agricultor y Fosfito de Potasio con valores finales de 8,6 y 7,2 respectivamente, lo que equivale a que todas las plantas son fuertes, con cobertura completa en el suelo, tallos muy robustos y follaje de color verde oscuro en el 75 y 100 dentro al área cultivada.
- Los tratamientos que alcanzaron el mayor número de tallos/planta fueron Agricultor y Fosfito de Potasio con 5,32 y 3,77 respectivamente.
- El tratamiento Agricultor y Fosfito de Potasio demostraron ser los más efectivos en términos de rendimiento total, ya que lograron producciones de 37,69 y 25,57 ton/ha respectivamente, destacando por su capacidad para mejorar significativamente el rendimiento total del cultivo.
- El tratamiento Agricultor y fosfito de Potasio, fueron los que mejor Tasa Marginal de Retorno (TAMAR) generaron con valores de 171,65 y 105,06%, donde por cada dólar invertido se obtuvo una rentabilidad de 1,71 y 1,05 USD respectivamente.

#### 5.2 Recomendaciones

- Realizar aplicaciones de productos comerciales a base de Mancozeb y Dimethomorph en periodos de 12 días para reducir los niveles de incidencia y severidad del *P. infestans* en cultivos de papa variedad Superchola e incrementar la vigorosidad, altura y rendimientos en la comunidad Chañag San Francisco.
- Como una alternativa inocua para el manejo de *P. infestan* , realizar aplicaciones periódicas de Fosfito de Potasio de 12 días para reducir los niveles de incidencia y severidad de la enfermedad en cultivos de papa variedad Superchola.

- Realizar ensayos con otros tipos de inductores de resistencia en diferentes dosis para medir el comportamiento de la enfermedad
- Se recomienda además de un análisis físico – químico se recomienda un análisis biológico previo a la siembra.
- Se podría alternar un controlador químico y otro biológico para buscar mejores resultados

## **GLOSARIO**

**SEGURIDAD ALIMENTARIA:** La seguridad alimentaria implica asegurar que todas las personas tengan acceso a alimentos suficientes, seguros y nutritivos que satisfagan sus necesidades alimenticias y sus preferencias culturales para llevar una vida activa y saludable, tanto física como económicamente (FAO, 2011, pág. 7).

**NECROSIS:** se ha caracterizado por la ruptura de la membrana citoplasmática, lo que resulta en la liberación del contenido celular y provoca una respuesta inflamatoria específica en el área afectada. Los mediadores de esta respuesta pueden cambiar según el tipo de tejido y pueden incluir enzimas como lipasas, proteasas y endonucleasas (Elena et al., 2010, pág. 1).

**SOSTENIBLE:** La sostenibilidad se refiere a la capacidad de satisfacer las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades. La sostenibilidad descansa en la interdependencia entre los sistemas sociales, económicos y ambientales (ONU, 1987, pág. 1).

**RESISTENCIA INDUCIDA:** en plantas es un fenómeno mediante el cual las plantas activan sus mecanismos de defensa naturales en respuesta a la presencia de patógenos, herbívoros u otros estresores bióticos o abióticos. Este proceso se desencadena por la detección de señales moleculares específicas liberadas por el agente agresor (Thakur et al., 2013, pág. 2-3)..

**ELICITORES:** son sustancias que se aplican en las plantas de forma preventiva los cuales ayudan a disminuir daños causados por agentes bióticos o abióticos mediante la producción de metabolitos secundarios que impiden la entrada a patógenos como protozoarios, oomycetes, hongos, bacterias y nematodos en los tejidos de las plantas. Estos son más beneficiosos para la agricultura y que no deja residuos tóxicos para el suelo ni para el ambiente (Yáñez et al., 2018, pág. 79-94).

**AGROECOLOGÍA:** La agroecología es una disciplina que integra principios ecológicos en la producción agrícola y la gestión de sistemas alimentarios. Se centra en el estudio de las interacciones entre los componentes biológicos y abióticos de los sistemas agrícolas, con el objetivo de diseñar y gestionar sistemas agrícolas sostenibles y resilientes (Sánchez, 2018, pág. 2).

**BIOLÓGICO:** es cualquier organismo vivo presente en el suelo que desempeña un papel importante en los procesos biológicos, químicos y físicos que ocurren en este medio (Bravo et al, 2007, 423-435).

**BIOPRODUCTOS:** es un producto o agente derivado de organismos vivos o procesos biológicos que se utiliza para mejorar la producción agrícola, la salud de los cultivos y la sostenibilidad ambiental. Estos productos suelen ser de origen biológico, como microorganismos beneficiosos (Posada et al., 2018, pág. 66).

**FENOLÓGICAS:** son etapas distintas en el ciclo de vida de una planta, que están determinadas por cambios observables en su desarrollo y crecimiento a lo largo del tiempo. Estas fases fenológicas pueden variar según la especie de planta (Ruggiero, 1967, pág. 33) .

**TUQUERREÑA:** La "Tuquerreña" es una variedad de papa (*Solanum tuberosum*) originaria de Colombia. Es especialmente cultivada en la región de Tuquerres, ubicada en el departamento de Nariño, en el suroeste del país (Jaramillo, 1928, págs. 483-502).

**GRAN HAMBRUNA:** Ocurrió en Irlanda entre 1845 y 1852. Fue causada principalmente por la infestación del hongo *Phytophthora infestans*, que afectó a las cosechas de papa, el alimento básico de la población. La hambruna resultante provocó la muerte y la emigración masiva de millones de personas (Ordovini, 2008, pág. 3-4).

**PATÓGENO:** descrito por primera vez por Heinrich Anton de Bary donde escribió varios microorganismos que causan enfermedades en las plantas, incluyendo hongos, bacterias y otros agentes (Fry et al., 1992, pág. 67).

**OOMICETO:** Agente causal de enfermedades en cultivos cuyas esporas son dispersas por el viento, además de ser capaz de reproducirse e infectar plantas sanas provocando lesiones necróticas durante todas las etapas del cultivo (Pérez et al., 2008, pág. 18-22).

**ESPORANGIOS:** son estructuras especializadas que producen esporas. Estas esporas son importantes para la reproducción tanto sexual como asexual en estos organismos (Pérez et al., 2008, pág. 18-22).

**TUBO GERMINATIVO:** es una estructura que se forma durante la germinación de las esporas de algunos oomicetos, este tubo es una prolongación del esporangio que se extiende hacia el tejido de la planta huésped (Agrios, 2005, pág. 46).

**HETEROTÁLICO:** hace referencia a un organismo que requiere dos parejas compatibles para reproducirse sexualmente.(Agrios, 2005, pág. 435).

**HORMONA VEGETAL:** son compuestos químicos producidos por las plantas que regulan el crecimiento y desarrollo de diversos tejidos y órganos vegetales (Jordán et al., 2006, pág. 1).

**PEROXIDASA:** Las peroxidasas son un grupo de enzimas que catalizan la oxidación de diversas sustancias utilizando peróxido de hidrógeno como oxidante. Estas enzimas son importantes en una variedad de procesos biológicos y se encuentran ampliamente distribuidas en organismos vivos, incluidas las plantas, los animales y los (Agrios, 2005, pág. 105).

**RESISTENCIA SISTEMÁTICA ADQUIRIDA:** Resistencia Sistémica Adquirida (RSA) es un mecanismo de defensa inducido en plantas que las hace más resistentes a enfermedades después de una exposición previa a un agente patógeno, una infección por virus, una lesión mecánica u otros estresores (Cuesta et al., 2015, págs. 17-20).

**BIO ESTIMULANTES:** son sustancias o microorganismos que se aplican al suelo, a las semillas o a las plantas mismas, con el objetivo de mejorar su crecimiento, desarrollo, resistencia al estrés y productividad. Estas sustancias no son fertilizantes en sí mismas, ya que no proporcionan nutrientes directamente a las plantas (Wiesel et al., 2014, págs. 5-8).

**COSMOPOLITA:** se refiere a algo que está presente o se encuentra en muchas partes del mundo, o que tiene una distribución amplia y global (Rossman, 1996, pág.27)

**INOCULADO:** La "inoculación" es el proceso de introducir microorganismos, células o sustancias inocuas en un organismo o medio con el fin de iniciar o promover una respuesta específica (Harman et al., 2004, pág. 55).

**AGENTES ANTAGONISTAS:** Un agente antagonista es un organismo o sustancia que inhibe o contrarresta el crecimiento o la actividad de otro organismo. En el contexto de la biología, este término se utiliza comúnmente para referirse a microorganismos que compiten con otros microorganismos patógenos por recursos o espacio (Ghisalberti et al., 1992, pág.55).

**MICO-PARASÍTICO:** es un tipo de hongo que actúa como parásito de otros organismos vivos, utilizando su estructura micelial para invadir y obtener nutrientes de su huésped. Estos hongos parasitarios se clasifican como micoparásitos (Burketova et al., 2015, pág. 35)..

**GRAM POSITIVA:** son un tipo de bacterias que se caracterizan por retener el colorante violeta-azul de la tinción de Gram, una técnica de tinción utilizada en microbiología (Villareal et al., 2018, pág. 83-95) .

**INMUNIDAD:** La inmunidad inducida se refiere a la respuesta inmunitaria específica que se genera en un organismo como resultado de la exposición a un antígeno específico, ya sea a través de la infección natural, la vacunación o la exposición a un antígeno artificialmente introducido (Posada et al., 2018, pág. 1).

## BIBLIOGRAFÍA

1. **ABBASI, P., LAZAROVITS, G. y WESELOWSKI, B.**, Effectiveness of AG3 phosphonate formulation in suppressing phytophthora blight in cucumber and bell pepper plants under growth room conditions. *Canadian Journal of Plant Pathology*. 2011 vol. 33, no. 2, ISSN 07060661. DOI 10.1080/07060661.2011.562245.
2. **ACUÑA, I.**, 2014. EL TIZON TARDÍO DE LA PAPA. [en línea]. S.l.: Disponible en: [www.inia.cljquilamapu](http://www.inia.cljquilamapu).
3. **ACUÑA, I.B., TORRES, H.M. y SC, I.M.**, 2014. EL TIZÓN TARDÍO DE LA PAPA. *INIA*, vol. 22,
4. **ANCULLE, A. y ROZAS, R.**, 1999. EVALUACION DE ENFERMEDADES DE PLANTAS. . Arequipe - Perú:
5. **ARÉVALO, M.G. y BRAVO, I.A.**, 2002. EL TIZÓN TARDÍO DE LA PAPA. SÍNTOMAS Y EPIDEMIOLOGÍA. . S.l.:
6. **B. MARTÍNEZI, DANAY INFANTEI y YUSIMY REYESII**, 2013. *Trichoderma* spp. y su función en el control de plagas en los cultivos. , vol. 28,
7. **BRAVO, A., GILL, S.S. y SOBERÓN, M.**, 2007. *Mode of action of Bacillus thuringiensis Cry and Cyt toxins and their potential for insect control*. 15 marzo 2007. S.l.: s.n.
8. **BRITO, J.L.**, 2015. IDENTIFICACIÓN DE LAS PRIORIDADES DE FERTILIZACIÓN EN PAPA (*Solanum tuberosum* L.), VARIEDAD SUPERCHOLA, EN LA PROVINCIA DE CHIMBORAZO. [en línea]. Santo Domingo de los Tsáchilas - Ecuador: [consulta: 21 mayo 2024]. Disponible en: <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/3624>.
9. **CAICEDO, J.D., SIMBAÑA, L.L., CALDERÓN, D.A., LALANGUI, K.P. y RIVERA-VARGAS, L.I.**, 2020. First report of ‘*Candidatus Liberibacter solanacearum*’ in Ecuador and in South America. *Australasian Plant Disease Notes*, vol. 15, no. 1, ISSN 1833928X. DOI 10.1007/s13314-020-0375-0.
10. **CARRILLO, C.C. y HORMAZA, P.L.**, 2021. MANUAL PARA RECONOCER E IDENTIFICAR AL PSÍLIDO DE LA PAPA (*Bactericera cockerelli* Šulc) EN CAMPO Y LABORATORIO. *Estación Experimental Santa Catalina Departamento Nacional de Protección Vegetal*, vol. 121,



11. **CASTILLO CARRILLO, C., FU, Z. y BURCKHARDT, D.**, 2019. First record of the tomato potato Psyllid *Bactericera Cockerelli* from South America. *Bulletin of Insectology*, vol. 72, no. 1, ISSN 17218861.
12. **CERPA, J.E.**, 2022. EFECTOS DE FOSFITOS DE CALCIO SOBRE SIGATOKA NEGRA (*Pseudocercospora fijiensis*), Y VARIABLES DE CRECIMIENTO Y PRODUCCIÓN EN BANANO. . S.l.:
13. **CHOJOLÁN, M.E.**, 2020. *EFECTO DE LA APLICACIÓN FOLIAR DE FOSFITO DE POTASIO EN PAPA* [en línea]. Investigación. Quetzal Tenango: UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR. [consulta: 2 marzo 2024]. Disponible en: <http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesiseortiz/2021/06/14/Chojolan-Marvin.pdf>.
14. **CHOLOLÁN, M.E.**, 2020. *EFECTO DE LA APLICACIÓN FOLIAR DE FOSFITO DE POTASIO EN PAPA*. Investigación. QUETZALTENANGO: UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR.
15. **CLAYDON, N., HANSON, J.R., TRUNEH, A. y AVENT, A.G.**, 1991. HARZIANOLIDE, A BUTENOLIDE METABOLITE FROM CULTURES OF TRICHODERMA HARZIANUM. *Phytochemistry*. S.l.:
16. **COBO, C.**, 2017. Evaluación de medios líquidos para la multiplicación de la bacteria *Bacillus subtilis*. ,
17. **CUESTA, X., RIVADENEIRA, J. y MONTEROS, C.**, 2015. MEJORAMIENTO GENÉTICO DE LA PAPA: Conceptos, procedimientos, metodología y protocolo. *Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias Programa Nacional de Raíces y Tubérculos - papa*, vol. 62,
18. **DAVIDSE, L., GERRITSMA, O. y VELTHUIS, G.**, 1988. Antifungal modes of action of metalaxyl, cyprofuram, benalaxyl and oxadixyl in phenylamide-sensitive and phenylamide-resistant strains of *Phytophthora megasperma* f. sp. *medicaginis* and *Phytophthora infestans*. . Binnenhaven:
19. **EGÚSQUIZA, R.**, 2013. MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS Y ENFERMEDADES EN EL CULTIVO DE PAPA. *UNALM*,
20. **ELENA, M., AGUDELO, R. y ROJAS LÓPEZ, M.**, 2010. La necrosis, un mecanismo regulado de muerte celular. *Iatreia* [en línea], vol. 23, no. 2, [consulta: 19 febrero 2024]. ISSN 0121-0793. Disponible en:

[http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0121-07932010000200008&lng=en&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-07932010000200008&lng=en&nrm=iso&tlng=es).

21. **EVANS, E.A.**, 2005. Análisis Marginal: Un Procedimiento Económico para Seleccionar Tecnologías o Prácticas Alternativas 1. [en línea]. Florida: Disponible en: <http://edis.ifas.ufl.edu>.
22. **FAO**, 2011. Seguridad Alimentaria y Nutricional. *FAO*, vol. 3,
  
23. **FORBES, G.A. y LANDEO, J.**, 1994. Ola migratoria de variantes mas agresivas de *Phytophthora infestans* amenaza a la papa. , vol. 29, no. 1,
  
24. **FRAC**, 2023: Fungal control agents sorted by cross-resistance pattern and mode of action (including coding for FRAC Groups on product labels). , 2023.
  
25. **GARCÍA-MORA, V.M., ILBAY- YUPA, M. y RAMOS VEINTIMILLA, R.A.**, 2023. MODELO DE PREDICCIÓN PARA LOS FACTORES QUE INFLUYEN EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE PAPA (*Solanum tuberosum*) EN ECUADOR. *Revista Bases de la Ciencia*, vol. 8, no. 2, DOI 10.33936/revbasdelaciencia.v8i2.5403.
  
26. **GHISALBERTI, E.L., HOCKLESS, D.C.R., ROWLAND, C. y WHITE, A.H.**, 1992. Harziandione, a new class of diterpene from *trichoderma harzianum*. *Journal of Natural Products* [en línea], vol. 55, no. 11, [consulta: 29 enero 2024]. ISSN 15206025. DOI 10.1021/NP50089A023/ASSET/NP50089A023.FP.PNG\_V03. Disponible en: <https://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/np50089a023>.
  
27. **HARMAN, G.E., HOWELL, C.R., VITERBO, A., CHET, I. y LORITO, M.**, 2004. *Trichoderma species - Opportunistic, avirulent plant symbionts*. enero 2004. S.l.: s.n.
  
28. **HUAMÁN, Z.**, 1986. Botánica Sistemática y Morfología de la Papa. . Lima:
  
29. **HUAMÁN, Z.**, 2007. *Descriptores morfológicos de la papa*. S.l.: s.n.
  
30. **INIAP**, 2022. Nuevas variedades de papa y cebada para aumentar la producción – Ministerio de Agricultura y Ganadería. [en línea]. [consulta: 28 enero 2024]. Disponible en: <https://www.agricultura.gob.ec/nuevas-variedades-de-papa-y-cebada-para-aumentar-la-produccion/>.
  
31. **INOSTROZA, J., MÉNDEZ, P. y SOTOMAYOR, L.**, 2008. I. BOTÁNICA Y MORFOLOGÍA DE LA PAPA. . Carillanca:

32. **IPIALES, O. y CUICHÁN, M.**, 2023. Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC). . S.l.:
33. **JARAMILLO, S.**, 1928. Historia y origen del patosistema *Phytophthora infestans*: *Solanum*. una revision. *infestans*. *Blight-resistant potatoes En: Phytopathology*, vol. 18,
34. **ARCOS, P**, 2020. MANEJO INTEGRADO DEL CULTIVO DE LA PAPA. *INIA* [en línea], [consulta: 9 enero 2024]. Disponible en: [www.inia.gob.pe](http://www.inia.gob.pe).
35. **JIMÉNEZ, A.**, 2010. Clorotalonil, efectos sobre la salud y el medio ambiente. . S.l.:
36. **JINGADE, P., SANNASI, S., JHA, C.S. y MISHRA, M.K.**, 2018. Molecular characterisation of *Trichoderma* species using SRAP markers. *Archives of Phytopathology and Plant Protection*, vol. 51, no. 3-4, ISSN 14772906. DOI 10.1080/03235408.2018.1439871.
37. **JORDÁN, M. y CASARETTO, J.**, 2006. Hormonas y Reguladores del Crecimiento: Auxinas, Giberelinas y Citocininas. . S.l.:
38. **LLAGUA, A. y JONATHAN, F.**, 2020. *Evaluación de Bacillus subtilis y Brevibacillus brevis para el control de tizón tardío Phytophthora infestans en papa Solanum tuberosum L. bajo condiciones controladas* [en línea]. 2020. S.l.: s.n. [consulta: 9 enero 2024]. Disponible en: <https://bdigital.zamorano.edu/handle/11036/6952>.
39. **LOBATO, M.C., OLIVIERI, F.P., ALTAMIRANDA, E.A.G., WOLSKI, E.A., DALEO, G.R.**,
40. **CALDIZ, D.O. y ANDREU, A.B.**, 2008. Phosphite compounds reduce disease severity in potato seed tubers and foliage. *European Journal of Plant Pathology*, vol. 122, no. 3, ISSN 09291873. DOI 10.1007/s10658-008-9299-9.
41. **LOZOYA, H., PERALES, D., P, S., PAVIA, F. y GRUNWALD, J.**, 2005. CARACTERIZACIÓN DE *Phytophthora infestans* (Mont.) De Bary. II. SUBPOBLACIONES OBTENIDAS DE ESPECIES SILVESTRES DE *Solanum*. *Publicado como ARTÍCULO en Agrociencia* [en línea], vol. 40, ISSN 1405-3195. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=30240305>.
42. **MARCHAL, F., ALCANTARA, E. y BONES, J.**, 2003. Evaluación de la persistencia de fungicidas cúpricos. *Dpto. Agronomía, ETSIAM, Universidad de Córdoba*,
43. **MARIA CASSANELLO**, 2003. Problemática fitosanitaria. *EEFAS*,

44. **MÁRQUEZ, Y., SALOMÓN, J.L. y ACOSTA, R.,** 2020. Análisis de la interacción genotipo ambiente en el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.). *Cultivos Tropicales*, vol. 41, no. 1,
45. **MARTÍNEZ, E.J.,** 2009. Métodos de Control de Plagas. ISBN 978-99924-1-005-9, Disponible en: <https://repositorio.una.edu.ni/2457/> ,
46. **MAY-DE MIO, L.L., NEGRI, G. y MICHAILIDES, T.J.,** 2014. Effect of *Trichothecium roseum*, lime sulphur and phosphites to control blossom blight and brown rot on peach. *Canadian Journal of Plant Pathology*, vol. 36, no. 4, ISSN 17152992. DOI 10.1080/07060661.2014.964778.
47. **MÉNDEZ, P.,** 2001. PLANTACIÓN DE PAPA Y EFECTO DE TALLOS EN LA PRODUCCIÓN. *INIA Carrillaca* [en línea], vol. 1, [consulta: 22 febrero 2024]. Disponible en: <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/7275/NR36480.pdf?sequence=10&isAllowed=y>.
48. **MENDOZA, G.L.,** 2021. *MANUAL DE PRODUCCIÓN DE TUBÉRCULO SEMILLA DE PAPA* [en línea]. S.l.: s.n. vol. Manual N° 124. ISBN 978-9942-22-549-8. Disponible en: [www.iniap.gob.ec](http://www.iniap.gob.ec).
49. **MOFIDNAKHA EI, M., ABDOSSI, V.,** 2016. Potassium phosphite affects growth, antioxidant enzymes activity and alleviates disease damage in cucumber plants inoculated with *Pythium ultimum*. *Archives of Phytopathology and Plant Protection*, vol. 49, no. 9-10, ISSN 14772906. DOI 10.1080/03235408.2016.1180924.
50. **MONTESDEOCA, F.,** 2005. Guía para la producción, comercialización y uso de semilla de papa de calidad. *INIAP* [en línea], [consulta: 9 enero 2024]. Disponible en: [www.pnrtpapa.org.ec](http://www.pnrtpapa.org.ec).
51. **MORALES, R. y LARA, N.,** 1992. Información técnica de la variedad de papa iniap - fripapa 99. ,
52. **NASCENTE, A., SANTOS, A., MATSUMURA, A., GERALDINE, A., OLIVEIRA, A. y DIAS, A.,** 2019. *Trichoderma USO NA AGRICULTURA* [en línea]. BALLAGRO. Embrapa-Brasil: s.n. [consulta: 21 febrero 2024]. ISBN 978-85-7035-943-8. Disponible en: [https://www.researchgate.net/profile/Gabriel-Moura-Mascarin/publication/340331300\\_Industrial\\_production\\_of\\_Trichoderma\\_Chapter\\_08\\_-\\_in\\_Portuguese/links/5e83fa9d299bf130796dc569/Industrial-production-of-Trichoderma-Chapter-08-in-Portuguese.pdf#page=201](https://www.researchgate.net/profile/Gabriel-Moura-Mascarin/publication/340331300_Industrial_production_of_Trichoderma_Chapter_08_-_in_Portuguese/links/5e83fa9d299bf130796dc569/Industrial-production-of-Trichoderma-Chapter-08-in-Portuguese.pdf#page=201).

53. **ONU**, 1987. Sostenibilidad | Naciones Unidas. *Organización de la Naciones Unidas* [en línea], [consulta: 19 febrero 2024]. Disponible en: <https://www.un.org/es/impacto-acad%C3%A9mico/sostenibilidad>.
54. **ORDOVINI, A.F.**, 2008. La hambruna irlandesa y el progreso tecnológico. . Tunuyan - Mendoza:
55. **OSIEWACZ, H.D.**, 2002. Molecular biology of fungal development. [en línea], [consulta: 29 enero 2024]. Disponible en: [https://books.google.com/books/about/Molecular\\_Biology\\_of\\_Fungal\\_Development.html?hl=es&id=QY08gym1BXEC](https://books.google.com/books/about/Molecular_Biology_of_Fungal_Development.html?hl=es&id=QY08gym1BXEC).
56. **OYARZÚN, P., GALLEGOS, ASQUIBAY, C., FORBES, G., OCHOA, J., PAUCAR, B., PRADO, M., REVELO, J., SHERWOOD, S. y YUMISACA, F.**, 2002. *EL CULTIVO DE LA PAPA EN ECUADOR*. INIAP. Quito (Ecuador): s.n.
57. **PEDRAZA, L.A., LÓPEZ, C.E. y URIBE-VÉLEZ, D.**, 2020. *Mechanisms of action of bacillus spp. (bacillaceae) against phytopathogenic microorganisms during their interaction with plants*. 1 enero 2020. S.l.: Universidad Nacional de Colombia.
58. **PÉREZ, W. y FORBES, G.**, 2008. El tizón tardío de la papa. [en línea], [consulta: 8 enero 2024]. Disponible en: [www.cipotato.org](http://www.cipotato.org).
59. **REKANOVIĆ, E., POTOČNIK, I., MILIJAŠEVIĆ-MARČIĆ, S., STEPANOVIĆ, M., TODORVIĆ, B. y MIHAJLOVIĆ, M.**, 2012. Toxicity of metalaxyl, azoxystrobin, dimethomorph, cymoxanil, zoxamide and mancozeb to *Phytophthora infestans* isolates from Serbia. *Journal of Environmental Science and Health - Part B Pesticides, Food Contaminants, and Agricultural Wastes*, vol. 47, no. 5, ISSN 03601234. DOI 10.1080/03601234.2012.657043.
60. **RODRÍGUEZ, F., I. de I. de S.V., PÉREZ, L.**, 2002. Nuevas alternativas de combate contra poblaciones sensibles y resistentes de *Phytophthora infestans* en papa (*Solanum tuberosum* L.). *Revista de Protección Vegetal*, vol. 17, no. 3, ISSN 1010-2752.
61. **ROSSMAN, A.Y.**, 1996. Mycological Society of America Morphological and Molecular Perspectives on Systematics of the Hypocreales Morphological and molecular perspectives on systematics of the Hypocreales1. *Mycologia*. S.l.:
62. **RUBIO, V. y FERERES, A.**, 2005. CONTROL BIOLÓGICO DE PLAGAS Y ENFERMEDADES DE LOS CULTIVOS. *Centro de Ciencias Medioambientales (CCMA-CSIC). Dpto. Protección Vegetal.* ,

63. **RUGGIERO, R.**, 1967. *Fenología vegetal y animal* [en línea]. Universidad de Texas. S.l.: s.n. [consulta: 19 febrero 2024]. Disponible en: [https://books.google.com.ec/books/about/Fenolog%C3%ADa\\_vegetal\\_y\\_animal.html?id=i5IXAAAAMAAJ&redir\\_esc=y](https://books.google.com.ec/books/about/Fenolog%C3%ADa_vegetal_y_animal.html?id=i5IXAAAAMAAJ&redir_esc=y).
64. **SÁNCHEZ, G., MERCADO, E., PEÑA, E., REYES, H. y GARCÍA, E.**, 2010. El ácido salicílico y su participación en la resistencia a patógenos en plantas. *Biológicas*, vol. 12, no. 2,
65. **SÁNCHEZ, M.**, 2018. Aportes De La Biología Del Suelo a La Agroecología. Universidad Nacional de Colombia, Disponible en: <https://ulibros.com/aportes-de-la-biologia-del-suelo-a-la-agroecologia-yi8af.html>
66. **SCHOTT, J., GRIFFIN, B.M., SCHINK CORRESPONDENCE BERNHARD SCHINK BERNHARDSCHINK.**, 2010. Anaerobic phototrophic nitrite oxidation by *Thiocapsa* sp. strain KS1 and *Rhodopseudomonas* sp. strain LQ17. [en línea], [consulta: 16 diciembre 2023]. DOI 10.1099/mic.0.036004-0. Disponible en: <http://www.arb-home.de>.
67. **STORY, W., TAVARES, A., BEGLIOMINI, E. y NILTON, L.**, 2003. PHYSIOLOGICAL EFFECTS OF STROBILURIN FUNGICIDES ON PLANTS EFEITOS FISIOLÓGICOS DE FUNGICIDAS DO GRUPO DAS ESTROBILURINAS SOBRE PLANTAS. *Publ. UEPG Exact Soil Sci., Agr. Sci. Eng.* Ponta Grossa, Brasil:
68. **TELLO, C., SIERRA, N., REALPE, J. y CUBI, M.**, 2015. Principios de Manejo de Control Químico del Tizón Tardío de la Papa en Ecuador. *INIAP*,
69. **THAKUR, M., SOHAL, B.S., HOJA-LUKOWICZ, D., LAMBEIR, A.M. y MATSUURA, A.**, 2013. Role of Elicitors in Inducing Resistance in Plants against Pathogen Infection: A Review. *Hinadwi Publishing Corporation ISRN Biochemistry* [en línea], [consulta: 7 enero 2024]. DOI 10.1155/2013/762412. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1155/2013/762412>.
70. **TORRES, Hebert.**, 2002. *Manual de las enfermedades más importantes de la papa en el Perú*. S.l.: s.n. ISBN 9290602120.
71. **TORRES, L., MONTESDEOCA, F. y ANDRADE, J.**, 2020. Manejo del tubérculo-semilla – Inventario de Tecnologías e Información para el Cultivo de Papa en Ecuador. *CIP, INIAP* [en línea]. [consulta: 2 marzo 2024]. Disponible en: <https://cipotato.org/papaenecuador/manejo-del-tuberculo-semilla/>.

72. **VELANDIA MONSALVE, C., ROSERO, V., EDGAR, S., CÁRDENAS, R., JANETH, N., DUARTE, T. y OCTAVIO, F.**, 2012. Efectos del Fosfito de Potasio en Combinación con el Fungicida Metalaxyl + Mancozeb en el Control de Mildeo Velloso (*Peronospora destructor* Berk) en Cebolla de Bulbo (*Allium cepa* L.). *Revista Facultad Nacional de Agronomía-Medellín* [en línea], vol. 65, no. 1, ISSN 0304-2847. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=179924340003>.
73. **VILLAREAL, M.F., RODRÍGUEZ, E.D., CHÁVEZ, L.A., ALVARADO, M., COTA, F. y VILLALOBOS, S.**, 2018. El género *Bacillus* como agente de control biológico y sus implicaciones en la bioseguridad agrícola. *Revista Mexicana de Fitopatología, Mexican Journal of Phytopathology*, vol. 36, no. 1, DOI 10.18781/R.MEX.FIT.1706-5.
74. **VILLARREAL, M.F., VILLA, E.D., CIRA, L.A., ESTRADA, M.I., PARRA, F.I.**, 2018. El género *Bacillus* como agente de control biológico y sus implicaciones en la bioseguridad agrícola. *Revista mexicana de fitopatología* [en línea], vol. 36, no. 1, [consulta: 22 noviembre 2023]. ISSN 0185-3309. DOI 10.18781/R.MEX.FIT.1706-5. Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0185-33092018000100095&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-33092018000100095&lng=es&nrm=iso&tlng=es).
75. **WALY, M.A., BADER-ELDIEN, E.T., ABOU DOBARAH, M.E. y ABOUMOSALAM, E.S.T.**, 2013. Synthesis and fungicidal evaluation of some new anilinopyrimidine derivatives. *Medicinal Chemistry Research*, vol. 22, no. 11, ISSN 10542523. DOI 10.1007/s00044-013-0535-2.
76. **WIESEL, L., NEWTON, A.C., ELLIOTT, I., BOOTY, D., GILROY, E.M., BIRCH, P.R.J., HEIN, I., BART, R., DANFORTH PLANT, D. y FERRARI, S.**, 2014. Molecular effects of resistance elicitors from biological origin and their potential for crop protection THE ROLE OF DEFENSE ELICITORS IN PLANT IMMUNITY. *PLANT SCIENCE* [en línea], [consulta: 7 enero 2024]. DOI 10.3389/fpls.2014.00655. Disponible en: [www.frontiersin.org](http://www.frontiersin.org).
77. **YÁÑEZ, M.G., LÓPEZ, C.A., AYALA, F., PARTIDA, L., VELÁZQUEZ, T. de J., MEDINA, R., YÁÑEZ, M.G., LÓPEZ, C.A., AYALA, F., PARTIDA, L., VELÁZQUEZ, T. de J. y MEDINA-LÓPEZ, R.**, 2018. Los fosfitos como alternativa para el manejo de problemas fitopatológicos. *Revista mexicana de fitopatología* [en línea], vol. 36, no. 1, [consulta: 10 enero 2024]. ISSN 0185-3309. DOI 10.18781/R.MEX.FIT.1710-7.

## ANEXOS

### ANEXO A: INCIDENCIA DE *P. infestans* EN APLICACIONES DE ELICITORES Y BIOPRODUCTOS



a) Foliolos en cultivo de papa variedad Superchola con manchas necróticas e inicio de incidencia de *P. infestans*. b) tallos con síntomas de necrosis en sus primeros estadios. c) avance del patógeno necrosando toda la hoja (Anculle et al., 1999, págs. 9 – 10).

### ANEXO B: SEVERIDAD DE *P. infestans* EN APLICACIONES DE ELICITORES Y BIOPRODUCTOS.





**a)** Escala 3 del grado de severidad de Cuesta, Rivadeneira y Monteros, (2015., pág. 48.) **b)** escala 5 del grado de severidad donde Casi cada foliolo infectado en cultivo de papa variedad Superchola. **c)** Escala 6 del grado de severidad donde cada foliolo ya está infectado. **d)** pérdida de tallos necrosados por el avance de la enfermedad.



**e)** Pérdida de tallos infectados en cultivo de papa variedad Superchola en tratamientos con fosfitos en escala de severidad 4. **f)** Pérdida de tallos infectados en tratamientos con Bioproductos en escala de severidad 5. **g)** Pérdida de tallos infectados en tratamientos con Ácido salicílico en escala de severidad 4. **h)** Pérdida de plantas tratadas con Ácido salicílico en escala de severidad 9.

**ANEXO C: VIGOROSIDAD EN LA APLICACIÓN DE ELICITORES Y BIOPRODUTOS EN EL EFECTO DE *P. INFESTANS* EN CULTIVO DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.) VARIEDAD SUPERCHOLA.**



**a)** Diferencia de la variable vigorosidad en cultivo de papa variedad Superchola entre los tratamientos elicitors y bioproductos T1, T2, T3, T4 y T5, a comparación con el tratamiento T6 (Agricultor). **b)** diferencias entre tratamiento T2(Fosfito de potasio) y T6(Agricultor). **c)** Se evidencia que los tratamientos trabajados con fosfitos y Mancoceb y Dimetomorph.

**ANEXO D: TOMA DE LA VARIABLE NÚMERO DE TALLOS EN LA APLICACIÓN DE ELICITORES Y BIOPRODUCTOS EN CULTIVO DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.) VARIEDAD SUPERCHOLA.**



**a)** Tallos en cultivo de papa variedad Superchola donde se aplicó el tratamiento T1(Ácido salicílico), tallos severamente afectados por *P. infestans*, se evidenció pérdida de tallos por la alta severidad del patógeno. **b)** Tallos en la aplicación de tratamiento T2(Fosfito de potasio), tallos levemente afectados por *P. infestans*. **c)** Tallos donde se aplicó el tratamiento T6 (Agriculto), los tallos están perfectamente saludables.



**ANEXO E: VARIABLE ALTURA EN CULTIVO DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.)  
VARIEDAD SUPERCHOLA, EN LA APLICACIÓN DE ELICITORES Y BIOPRODUCTOS.**



**a)** Toma de la variable altura en las aplicaciones Elicitores y Bioproductos en cultivo de papa variedad Superchola. **b)** Altura máxima alcanzada (0,98 m) en la aplicación de Elicitores y Bioproductos en cultivo de papa variedad Superchola.

**ANEXO F: EVALUACIÓN DE LA VARIABLE RENDIMIENTO A LOS 114 DÍAS DESPUÉS  
DE LA SIEMBRA EN LA APLICACIÓN DE ELICITORES Y BIOPRODUCTOS.**



**a)** Características de tubérculos resultantes con T1(Ácido salicílico). **b)** Características de tubérculos resultantes con T2(Fosfito de potasio). **c)** Características de tubérculos resultantes con T3(Fosfito de calcio).



**d)** Características de tubérculos resultantes con T4(*Trichoderma* + *Bacillus* sp.). **e)** Características de tubérculos resultantes con T5(*Bacillus* sp.) **f)** Características de tubérculos resultantes con T6(Agricultor).



**g)** Características de tubérculos resultantes con T7(Testigo absoluto).



**ANEXO G: PREPARACIÓN DE LA PARCELA DEL ENSAYO.**



**a)** Arado del terreno para aplicación de Elicitores y Bioproductos en el cultivo de papa variedad Superchola **b)**

**ANEXO H: SIEMBRA DE LA PAPA (*Solanum tuberosum* L.) VARIEDAD SUPERCHOLA PARA LA EVALUACIÓN DEL EFECTO DE ELICITORES Y BIOPRODUCTOS.**



**a)** Surcado, división y siembra de semilla de papa variedad Superchola marcando el inicio del ensayo. **b)** Curado de semilla con el producto comercial a base de Lambda cihalotrina 106 g/L + Tiametoxam 141 g/L (ENGEO 100cc). **c)** Tapado de semilla fertilizada con DAP (18-46-0).

**ANEXO I: SELECCIÓN DE PLANTAS Y UBICACIÓN DE TRATAMIENTOS Y BLOQUES PARA EVALUACIÓN DEL EFECTO DE ELICITORES Y BIOPRODUCTOS.**



**a)** Ubicación de bloques y tratamientos. **b)** Ubicación de plantas para la evaluación de elicitores y bioproductos.

**ANEXO J: APLICACIÓN DE ELICITORES Y BIOPRODUCTOS EN PAPA (*Solanum tuberosum* L.) VARIEDAD SUPERCHOLA.**



**a)** Aplicación de elicitores y bioproductos. **b)** Evaluación de elicitores y bioproductos.



**ANEXO K: FERTILIZADO Y DESYERBA DE LA PAPA (*Solanum tuberosum* L.) VARIEDAD SUPERCHOLA PARA LA EVALUACIÓN DEL EFECTO DE ELICITORES Y BIOPRODUCTOS.**



**a)** Desyerbado de papa para el mejor crecimiento y desarrollo de la papa. **b)** fertilizado de la papa con fertilizante químico (15-15-15).

**ANEXO L: APORQUE DE LA PAPA (*Solanum tuberosum* L.) VARIEDAD SUPERCHOLA PARA LA EVALUACIÓN DEL EFECTO DE ELICITORES Y BIOPRODUCTOS.**





**ANEXO M: COSECHA DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.) VARIEDAD SUPERCHOLA PARA LA EVALUACIÓN DEL EFECTO DE ELICITORES Y BIOPRODUCTOS.**



**a) Cosecha de papa por tratamiento. b) Categorizado de papa en gruesa, pareja y delgada.**

**ANEXO N: PESADO DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.) VARIEDAD SUPERCHOLA PARA LA EVALUACIÓN DEL EFECTO DE ELICITORES Y BIOPRODUCTOS.**



**a) Pesado de papas con balanza romana según la categoría y registrado según el peso.**

**ANEXO O: TRASPONTE DE PAPA COSECHADA HACIA EL MERCADO MAYORISTA DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA.**



**ANEXO P: EFECTO DE ELICITORES Y BIOPRODUCTOS SOBRE LA INCIDENCIA DEL TIZÓN TARDÍO (*Phytophthora infestans* de Bary) EN PAPA (*Solanum tuberosum* L.) VARIEDAD SUPERCHOLA.**

dds	Ácido salicílico	Fosfito de potasio	Fosfito de calcio	<i>Trichoderma</i> + <i>Bacillus</i> sp.	<i>Bacillus</i> sp.	Agricultor	Testigo absoluto
53	10	5	8,75	23,75	6,25	10	11,25
61	27,5	13,75	8,75	22,5	22,5	8,75	26,25
69	81,25	40	53,5	88,75	80	23,75	73,75
77	97,5	61,25	80	100	93,75	22,5	88,75
85	97,5	58,75	72,5	100	82,5	1,25	100
93	100	63,75	85	100	97,5	2,5	100
101	100	52,5	77,5	100	98,75	1,25	100
109	100	95	100	100	100	2,5	100
117	100	92,5	100	100	100	11,25	100
125	100	100	100	100	100	7,5	100
133	100	91,25	100	100	100	8,75	100
141	100	91,25	100	100	100	8,75	100

**ANEXO Q: EFECTO DE ELICITORES Y BIOPRODUCTOS SOBRE LA INCIDENCIA DEL TIZÓN TARDÍO (*Phytophthora infestans* de Bary) EN PAPA (*Solanum tuberosum* L.) VARIEDAD SUPERCHOLA. PRUEBAS DE SEPARACIÓN DE MEDIAS, TUKEY (5%).**

Tratamiento	% de Incidencia (toma 1)	Grupos
Trichoderma + Bacillus sp.	23,75	a
Testigo absoluto	11,25	ab
Ácido salicílico	10	ab
Agricultor	10	ab
Fosfito de calcio	8,75	ab
Bacillus sp.	6,25	b
Fosfito de potasio	5	b

Tratamiento	% de Incidencia (toma 2)	Grupos
Ácido salicílico	27,5	a
Testigo absoluto	26,25	a
Trichoderma + Bacillus sp.	22,5	a
Bacillus sp.	22,5	a
Fosfito de potasio	13,75	a
Fosfito de calcio	8,75	a
Agricultor	8,75	a

Tratamiento	% de Incidencia (toma 3)	Grupos
Trichoderma + Bacillus sp.	88,75	a
Ácido salicílico	81,25	ab
Bacillus sp.	80	ab
Testigo absoluto	73,75	ab
Fosfito de calcio	53,5	abc
Fosfito de potasio	40	bc
Agricultor	23,75	c

Tratamiento	% de Incidencia (toma 4)	Grupos
Trichoderma + Bacillus sp.	100	a
Ácido salicílico	97,5	a
Bacillus sp.	93,75	ab
Testigo absoluto	88,75	ab
Fosfito de calcio	80	ab
Fosfito de potasio	61,25	bc
Agricultor	22,5	c

Tratamiento	% de Incidencia (toma 5)	Grupos
-------------	--------------------------	--------

Tratamiento	% de Incidencia (toma 6)	Grupos
-------------	--------------------------	--------

Trichoderma + Bacillus sp.	100	a
Testigo absoluto	100	a
Ácido salicílico	97,5	ab
Bacillus sp.	82,5	bc
Fosfito de calcio	72,5	cd
Fosfito de potasio	58,75	d
Agricultor	5	e

Ácido salicílico	100	a
Trichoderma + Bacillus sp.	100	a
Testigo absoluto	100	a
Bacillus sp.	97,5	a
Fosfito de calcio	85	a
Fosfito de potasio	63,75	b
Agricultor	2,5	c

Tratamiento	% de Incidencia (toma 7)	Grupos
Ácido salicílico	100	a
Trichoderma + Bacillus sp.	100	a
Testigo absoluto	100	a
Bacillus sp.	98,75	a
Fosfito de calcio	77,5	b
Fosfito de potasio	52,5	c
Agricultor	1,25	d

Tratamiento	% de Incidencia (toma 8)	Grupos
Ácido salicílico	100	a
Fosfito de calcio	100	a
Trichoderma + Bacillus sp.	100	a
Bacillus sp.	100	a
Testigo absoluto	100	a
Fosfito de potasio	95	b
Agricultor	2,5	c

Tratamiento	% de Incidencia (toma 9)	Grupos
Ácido salicílico	100	a
Fosfito de calcio	100	a
Trichoderma + Bacillus sp.	100	a
Bacillus sp.	100	a
Testigo absoluto	100	a
Fosfito de potasio	92,5	a

Tratamiento	% de Incidencia (toma 10)	Grupos
Ácido salicílico	100	a
Trichoderma + Bacillus sp.	100	a
Testigo absoluto	100	a
Bacillus sp.	100	a
Fosfito de calcio	100	a
Fosfito de potasio	100	a

Agricultor	11,25	
------------	-------	--

Agricultor	7,5	b
------------	-----	---

Tratamiento	% de Incidencia (toma 11)	Grupos
Ácido salicílico	100	a
Trichoderma + Bacillus sp.	100	a
Testigo absoluto	100	a
Bacillus sp.	100	a
Fosfito de calcio	100	a
Fosfito de potasio	91,25	b
Agricultor	8,75	c

Tratamiento	% de Incidencia (toma 12)	Grupos
Ácido salicílico	100	a
Trichoderma + Bacillus sp.	100	a
Testigo absoluto	100	a
Bacillus sp.	100	a
Fosfito de calcio	100	a
Fosfito de potasio	91,25	b
Agricultor	8,75	c

**ANEXO R: EFECTO DE ELICITORES Y BIOPRODUCTOS SOBRE LA SEVERIDAD DEL TIZÓN TARDÍO (*Phytophthora infestans* de Bary) EN PAPA (*Solanum tuberosum* L.) VARIEDAD SUPERCHOLA.**

dds	Ácido salicílico	Fosfito de potasio	Fosfito de calcio	<i>Trichoderma</i> + <i>Bacillus</i> sp.	<i>Bacillus</i> sp.	Agricultor	Testigo absoluto
53	2,22	1,11	1,94	5,27	1,38	2,22	2,5
61	5,13	1,94	3,33	7,36	1,94	6,11	6,38
69	19,58	8,75	11,66	21,67	19,87	5,56	18,61
77	28,75	14,02	19,72	21,81	27,08	3,88	25,27
85	25,41	13,19	17,36	33,47	21,11	1,11	27,5
93	30,83	14,16	20,13	39,3	25,97	0,56	33,61
101	37,08	12,22	21,11	47,22	30,23	0,27	37,63
109	45,55	25	34,3	52,08	37,78	0,55	52,08
117	55,41	25,42	38,33	66,81	43,88	2,22	53,75
125	55,41	27,08	33,75	59,31	44,72	1,77	50,55
133	59,3	23,33	36,38	64,86	46,38	1,94	55,13
141	57,22	26,81	37,78	64,86	46,67	3,88	57,22

**ANEXO S: EFECTO DE ELICITORES Y BIOPRODUCTOS SOBRE LA SEVERIDAD DEL TIZÓN TARDÍO (*Phytophthora infestans* de Bary) EN PAPA (*Solanum tuberosum* L.) VARIEDAD SUPERCHOLA. PRUEBAS DE SEPARACIÓN DE MEDIAS, TUKEY (5%).**

Tratamiento	% de severidad (toma 1)	Grupos
Trichoderma + Bacillus sp.	5,3	a
Testigo absoluto	2,5	ab
Agricultor	2,2	ab
Ácido salicílico	2,2	ab
Fosfito de calcio	1,9	ab
Bacillus sp.	1,4	b
Fosfito de potasio	1,1	b

Tratamiento	% de severidad (toma 2)	Grupos
Trichoderma + Bacillus sp.	7,36	a
Testigo absoluto	6,38	a
Agricultor	6,11	a
Ácido salicílico	5,13	a
Fosfito de calcio	3,33	a
Bacillus sp.	1,94	a
Fosfito de potasio	1,94	a

Tratamiento	% de severidad (toma 3)	Grupos
Trichoderma + Bacillus sp.	22	a
Bacillus sp.	20	a
Ácido salicílico	20	ab
Testigo absoluto	19	ab
Fosfito de calcio	12	abc
Fosfito de potasio	8,8	bc
Agricultor	5,6	c

Tratamiento	% de severidad (toma 4)	Grupos
Trichoderma + Bacillus sp.	21,8	a
Ácido salicílico	28,8	a
Bacillus sp.	27,1	ab
Testigo absoluto	25,3	ab
Fosfito de calcio	19,7	bc
Fosfito de potasio	14	c
Agricultor	3,88	d

Tratamiento	% de severidad (toma 5)	Grupos
-------------	-------------------------	--------

Tratamiento	% de severidad (toma 6)	Grupos
-------------	-------------------------	--------

Trichoderma + Bacillus sp.	33	a
Testigo absoluto	28	ab
Ácido salicílico	25	b
Bacillus sp.	21	bc
Fosfito de calcio	17	cd
Fosfito de potasio	13	d
Agricultor	1,1	e

Trichoderma + Bacillus sp.	39,3	a
Testigo absoluto	33,6	ab
Ácido salicílico	30,8	ab
Bacillus sp.	26	bc
Fosfito de calcio	20,1	cd
Fosfito de potasio	14,2	d
Agricultor	0,56	e

Tratamiento	% de severidad (toma 7)	Grupos
Trichoderma + Bacillus sp.	47	a
Testigo absoluto	38	ab
Ácido salicílico	37	b
Bacillus sp.	30	bc
Fosfito de calcio	21	cd
Fosfito de potasio	12	d
Agricultor	0,3	e

Tratamiento	% de severidad (toma 8)	Grupos
Testigo absoluto	52,1	a
Trichoderma + Bacillus sp.	51,4	a
Ácido salicílico	45,6	ab
Bacillus sp.	37,8	bc
Fosfito de calcio	34,3	cd
Fosfito de potasio	25	d
Agricultor	0,55	e

Tratamiento	% de severidad (toma 9)	Grupos
Trichoderma + Bacillus sp.	67	a
Ácido salicílico	55	b
Testigo absoluto	54	b
Bacillus sp.	44	c
Fosfito de calcio	38	c
Fosfito de potasio	25	d
Agricultor	2,2	e

Tratamiento	% de severidad (toma 10)	Grupos
Trichoderma + Bacillus sp.	59,3	a
Testigo absoluto	50,6	ab
Ácido salicílico	46,5	b
Bacillus sp.	44,7	b
Fosfito de calcio	33,8	c
Fosfito de potasio	27,1	c
Agricultor	1,77	d

Tratamiento	% de severidad (toma 11)	Grupos
Trichoderma + Bacillus sp.	65	a
Ácido salicílico	59	a
Testigo absoluto	55	ab
Bacillus sp.	46	bc
Fosfito de calcio	36	c
Fosfito de potasio	23	d
Agricultor	1,9	e

Tratamiento	% de severidad (toma 12)	Grupos
Trichoderma + Bacillus sp.	64,9	a
Ácido salicílico	57,2	ab
Testigo absoluto	57,2	ab
Bacillus sp.	46,7	bc
Fosfito de calcio	37,8	cd
Fosfito de potasio	26,8	d
Agricultor	3,88	e

**ANEXO T:** EFECTO DE ELICITORES Y BIOPRODUCTOS SOBRE EL VIGOROSIDAD EN PAPA (*Solanum tuberosum* L.) VARIEDAD SUPERCHOLA SOBRE LA INCIDENCIA Y SEVERIDAD DEL DEL TIZÓN TARDÍO (*Phytophthora infestans* de Bary).

dds	Ácido salicílico	Fosfito de potasio	Fosfito de calcio	<i>Trichoderma + Bacillus sp.</i>	<i>Bacillus sp.</i>	Agricultor	Testigo absoluto
53	9	9	9	9	9	9	9
68	7,7	7,7	7,45	7,55	7,15	8,25	7,45
83	6,85	7,6	6,55	5,4	5,85	9	5,9
98	6,2	7,4	6,85	5,35	6,1	9	6,55
113	5,02	7,1	6,85	4,2	6,1	8,85	4,65
128	5,17	7,2	6,85	4,65	5,85	8,6	4,75

**ANEXO U:** EFECTO DE ELICITORES Y BIOPRODUCTOS SOBRE EL VIGOROSIDAD EN PAPA (*Solanum tuberosum* L.) VARIEDAD SUPERCHOLA SOBRE LA INCIDENCIA Y SEVERIDAD DEL DEL TIZÓN TARDÍO (*Phytophthora infestans* de Bary). PRUEBAS DE SEPARACIÓN DE MEDIAS, TUKEY (5%).

Tratamiento	% de vigor (toma 1)	Grupos
-------------	---------------------	--------

Tratamiento	% de vigor (toma 2)	Grupos
-------------	---------------------	--------



Bacillus sp.	9	a
Trichoderma +		
Bacillus sp.	9	a
Fosfito de calcio	9	a
Agricultor	9	a
Testigo absoluto	9	a
Ácido salicílico	9	a
Fosfito de potasio	9	a

Agricultor	8,1	a
Ácido salicílico	7,7	a
Fosfito de potasio	7,7	a
Trichoderma +		
Bacillus sp.	7,55	a
Fosfito de calcio	7,45	a
Testigo absoluto	7,45	a
Bacillus sp.	7,15	a

Tratamiento	% de vigor (toma 3)	Grupos
Agricultor	8,25	a
Fosfito de potasio	7,6	ab
Ácido salicílico	6,85	abc
Fosfito de calcio	6,55	bc
Testigo absoluto	5,9	c
Bacillus sp.	5,85	c
Trichoderma +		
Bacillus sp.	5,4	c

Tratamiento	% de vigor (toma 4)	Grupos
Agricultor	9	a
Fosfito de potasio	7,4	b
Fosfito de calcio	6,85	bc
Testigo absoluto	6,55	bc
Ácido salicílico	6,2	cd
Bacillus sp.	6,1	cd
Trichoderma +		
Bacillus sp.	5,35	d

Tratamiento	% de vigor (toma 5)	Grupos
Agricultor	8,85	a
Fosfito de potasio	7,1	b
Fosfito de calcio	5,85	c
Bacillus sp.	5,35	cd
Ácido salicílico	5,02	cde
Testigo absoluto	4,65	de
Trichoderma +		
Bacillus sp.	4,2	e

Tratamiento	% de vigor (toma 6)	Grupos
Agricultor	8,6	a
Fosfito de potasio	7,2	b
Fosfito de calcio	5,9	c
Bacillus sp.	5,85	c
Ácido salicílico	5,17	cd
Testigo absoluto	4,75	d
Trichoderma +		
Bacillus sp.	4,65	d

**ANEXO V: EFECTO DE ELICITORES Y BIOPRODUCTOS SOBRE LA ALTURA EN PAPA (*Solanum tuberosum* L.) VARIEDAD SUPERCHOLA SOBRE LA INCIDENCIA Y SEVERIDAD DEL DEL TIZÓN TARDÍO (*Phytophthora infestans* de Bary).**

dds	Ácido salicílico	Fosfito de potasio	Fosfito de calcio	<i>Trichoderma</i> + <i>Bacillus</i> sp.	<i>Bacillus</i> sp.	Agricultor	Testigo absoluto
53	17,39	15,1	17,05	17,46	15,72	15,05	16,11
68	30,52	29,58	31,09	30,4	30,22	30,57	30,07
83	46	47,87	46,63	40,47	42,87	55,65	45,46
98	54,75	61,2	58,43	49,38	52,18	77,3	56,85
113	55,97	61,62	59,1	49,82	53	77,95	56,05

**ANEXO W: EFECTO DE ELICITORES Y BIOPRODUCTOS SOBRE LA ALTURA EN PAPA (*Solanum tuberosum* L.) VARIEDAD SUPERCHOLA SOBRE LA INCIDENCIA Y SEVERIDAD DEL DEL TIZÓN TARDÍO (*Phytophthora infestans* de Bary). PRUEBAS DE SEPARACIÓN DE TUKEY (5%).**

Tratamiento	Altura (toma 1)	Grupos
Trichoderma + Bacillus sp.	17,46	a
Ácido salicílico	17,39	a
Fosfito de calcio	17,05	a
Testigo absoluto	16,11	a
Bacillus sp.	15,72	a
Fosfito de potasio	15,1	a
Agricultor	15,05	a

Tratamiento	Altura (toma 2)	Grupos
Fosfito de calcio	31,09	a
Agricultor	30,57	a
Ácido salicílico	30,52	a
Trichoderma + Bacillus sp.	30,4	a
Bacillus sp.	30,22	a
Testigo absoluto	30,07	a
Fosfito de potasio	29,58	a

Tratamiento	Altura (toma 3)	Grupos
Agricultor	55,65	a
Fosfito de potasio	47,87	ab

Tratamiento	Altura (toma 4)	Grupos
Agricultor	77,3	a
Fosfito de potasio	61,2	b

Fosfito de calcio	46,63	ab
Ácido salicílico	46	b
Testigo absoluto	45,46	b
Bacillus sp.	42,87	b
Trichoderma + Bacillus sp.	40,47	b

Fosfito de calcio	58,43	bc
Testigo absoluto	56,85	bc
Ácido salicílico	54,75	bc
Bacillus sp.	52,18	bc
Trichoderma + Bacillus sp.	49,38	c

Tratamiento	Altura (toma 5)	Grupos
Agricultor	77,95	a
Fosfito de potasio	61,62	b
Fosfito de calcio	59,1	bc
Testigo absoluto	56,05	bc
Ácido salicílico	55,97	bc
Bacillus sp.	53	bc
Trichoderma + Bacillus sp.	49,82	c

**ANEXO X: EFECTO DE ELICITORES Y BIOPRODUCTOS SOBRE EL NÚMERO DE TALLOS EN PAPA (*Solanum tuberosum* L.) VARIEDAD SUPERCHOLA SOBRE LA INCIDENCIA Y SEVERIDAD DEL DEL TIZÓN TARDÍO (*Phytophthora infestans* de Bary).**

dds	Ácido salicílico	Fosfito de potasio	Fosfito de calcio	<i>Trichoderma</i> + <i>Bacillus</i> sp.	<i>Bacillus</i> sp.	Agricultor	Testigo absoluto
53	3,1	3,02	3,35	3,6	3,75	3,32	3,3
68	4,17	4,15	3,57	3,85	3,35	3,65	3,62
83	3,65	3,65	3,32	2,87	3,02	4,98	3,12
98	3,45	3,77	2,82	2,65	3,22	5,27	3,3
113	3,37	3,77	3,17	2,55	2,8	5,32	3,17

**ANEXO Y: EFECTO DE ELICITORES Y BIOPRODUCTOS SOBRE EL NÚMERO DE TALLOS EN PAPA (*Solanum tuberosum* L.) VARIEDAD SUPERCHOLA SOBRE LA**

INCIDENCIA Y SEVERIDAD DEL DEL TIZÓN TARDÍO (*Phytophthora infestans* de Bary).  
SEPARACIÓN DE MEDIAS TUKEY (5%).

Tratamiento	# tallos/planta (toma 1)	Grupos
Bacillus sp.	3,75	a
Trichoderma + Bacillus sp.	3,6	a
Fosfito de calcio	3,35	a
Agricultor	3,32	a
Testigo absoluto	3,3	a
Ácido salicílico	3,1	a
Fosfito de potasio	3,02	a

Tratamiento	# tallos/planta (toma 2)	Grupos
Ácido salicílico	4,17	a
Fosfito de potasio	4,15	a
Trichoderma + Bacillus sp.	3,85	a
Agricultor	3,65	a
Testigo absoluto	3,62	a
Fosfito de calcio	3,57	a
Bacillus sp.	3,35	a

Tratamiento	# tallos/planta (toma 3)	Grupos
Agricultor	4,98	a
Ácido salicílico	3,65	b
Fosfito de potasio	3,65	b
Fosfito de calcio	3,32	b
Testigo absoluto	3,12	b
Bacillus sp.	3,02	b
Trichoderma + Bacillus sp.	2,87	b

Tratamiento	# tallos/planta (toma 4)	Grupos
Agricultor	5,27	a
Fosfito de potasio	3,77	b
Ácido salicílico	3,45	bc
Testigo absoluto	3,3	bc
Bacillus sp.	3,22	bc
Fosfito de calcio	2,82	bc
Trichoderma + Bacillus sp.	2,65	c

Tratamiento	# tallos/planta (toma 5)	Grupos
Agricultor	5,32	a
Fosfito de potasio	3,77	b
Ácido salicílico	3,37	bc
Fosfito de calcio	3,17	bc
Testigo absoluto	3,17	bc

Bacillus sp.	2,8	bc
Trichoderma + Bacillus sp.	2,55	c

**ANEXO Z:** EFECTO DE ELICITORES Y BIOPRODUCTOS SOBRE Y EL RENDIMIENTO TOTAL DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.) VARIEDAD SUPERCHOLA.

Tratamientos	Gruesa (ton/ha)	Pareja (ton/ha)	Delgada (ton/ha)	Total (ton/ha)
Ácido salicílico	8,18	4,55	1,99	14,72
Fosfito de potasio	17,90	5,61	2,06	25,57
Fosfito de calcio	16,74	4,61	2,05	23,40
<i>Trichoderma</i> + <i>Bacillus</i> sp.	8,61	4,19	1,87	14,67
<i>Bacillus</i> sp.	10,81	5,13	1,97	17,90
Agricultor	26,44	8,51	2,74	37,69
Testigo absoluto	13,64	4,19	2,20	20,03

**ANEXO AA:** EFECTO DE ELICITORES Y BIOPRODUCTOS SOBRE Y EL RENDIMIENTO DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.) VARIEDAD SUPERCHOLA. PRUEBAS DE SEPARACIÓN DE MEDIAS POR CATEGORÍAS.

Tratamientos	Gruesa (ton/ha)	Grupos
Agricultor	26,44	a
Fosfito de potasio	17,90	b
Fosfito de calcio	16,74	bc
Testigo absoluto	13,64	bcd
<i>Bacillus</i> sp.	10,81	cd
<i>Trichoderma</i> + <i>Bacillus</i> sp.	8,61	d
Ácido salicílico	8,18	d

Tratamientos	Pareja (ton/ha)	Grupo
Agricultor	8,51	a
Fosfito de potasio	5,61	b

<i>Bacillus sp.</i>	5,13	b
Fosfito de calcio	4,61	b
Ácido salicílico	4,55	b
<i>Trichoderma + Bacillus sp.</i>	4,19	b
Testigo absoluto	4,19	b

Tratamientos	Delgada (ton/ha)	Grupos
Agricultor	2,74	a
Testigo absoluto	2,20	a
Fosfito de potasio	2,06	a
Fosfito de calcio	2,05	a
Ácido salicílico	1,99	a
<i>Bacillus sp.</i>	1,97	a
<i>Trichoderma + Bacillus sp.</i>	1,87	a

## ANEXO BB: COSTOS DE PRODUCCIÓN.

CONCEPTO	MANO DE OBRA			MATERIALES USADOS				EQUIPOS HERRAMIENTAS Y MATERIALES				COSTO TOTAL		
	Nº DE JORNALES	COSTO UNITARIO	SUBTOTAL	NOMBRE	UNIDAD MEDIDA	COSTO UNITARIO	SUBTOTAL	NOMBRE	UNIDAD DE MEDIDA	COSTO UNITARIO	SUBTOTAL			
<b>A. COSTOS DIRECTOS</b>													721,73	40096,1111
<b>1. PREPARACION DEL TERRENO</b>														
FUMIGACION MATA MALEZA	1	10	10	Glfosato 1Lt (Guadaña)	1	6,5	6,5	Bomba Mataby (20 Lt)	1	0	0	16,5		
ARADO								Fanque (100 Lt)	1	0	0	0		
ROTAVATOR								Tractor/arado	1 h	20	20	20		
ALINEADO DEL TERRENO	1	12	12	ESTACAS	1	10	10	Tractor/rotavator	1h	20	20	20		
				PIOLA (300 m)	1	2,5	2,5					2,5		
				ETIQUETAS	28	1,4	20					20		
				MARTILLO	1	0	0					0		
SURCADO/SIEMBRA	3	12	36					AZADONES	3	0	0	36		
COMPRA DE INSUMOS DE SIEMBRA				SEMILLA	4	8	32					32		
				ABONO DAP	1	46	46					46		
				ENGEO	2	10	20					20		
LABORES CULTURALES												0		
DESYERVE MANUAL	2	12	24	MEZCLA (10-30-10)	0,5	30,98	15,49	AZADONES	2	0	0	39,49		
CONTROLES FITOSANITARIOS (10 APLICACIONES)	10	12	120	BIOSTIM (250 mL)	2	6,8	13,6	Bomba Mataby (2	1	0	0	133,6		
				AGRIFOS 400 (250mL)	2	5	10					10		
				CALFITE (250 mL)	2	5,55	11,1					11,1		
				BioHealth TH BS WSG (500 gr)	1	11,85	11,85					11,85		
				ARMORY	1	28,34	28,34					28,34		
				ACROBAT (750gr)	2	17,5	35					35		
				BREAK THRU	2	4,5	9					9		
APORQUE	3	12	36	FINALIZADOR (13-3-50)	0,5	36,5	18,25	AZADONES	3	0	0	54,25		
				PAPA ENGROSE	1	4,5	4,5					4,5		
				KAFOL	1	11,5	11,5					11,5		
COSECHA	6	12	72	SACOS (100 LB)	60	0,3	18	CAMION	1	40	20	110		
				BALANZA ROMANA	2	5,8	11,6	ALQUILA				11,6		
MATERIALES DE OFICINA				HOJAS	1	RESMA	5,5					5,5		
				LAPIZ	3	0,5	1,5					1,5		
				TINTA	1	9,5	9,5					9,5		

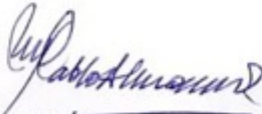
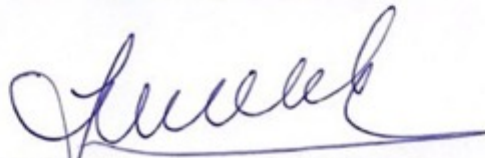
Tratamiento	Costo de producción (ha <sup>-1</sup> )
<b>T7: Absoluto</b>	<b>5736,83</b>

<b>T2:</b> Fosfito_potasio	6792,38
<b>T3:</b> Fosfito_calcio	6853,49
<b>T4:</b> <i>Trichoderma_Bacillus</i>	6895,16
<b>T1:</b> Ac_salicilico	6992,38
<b>T6:</b> Productor	7209,05
<b>T5:</b> <i>Bacillus sp</i>	7811,27



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

**Fecha de entrega:** 29 / 05 / 2024

<b>INFORMACIÓN DEL AUTOR</b>
<b>Nombres – Apellidos:</b> Wiliam René Minahua Guamán
<b>INFORMACIÓN INSTITUCIONAL</b>
<b>Facultad:</b> Recursos Naturales
<b>Carrera:</b> Agronomía
<b>Título a optar:</b> Ingeniero Agrónomo
 Ing. Pablo Álvarez Romero PhD. <b>Director del Trabajo de Titulación</b>
 Ing. Norma Erazo Sandoval PhD. <b>Asesor del Trabajo de Titulación</b>