

# UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI



## FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES

### CARRERA DE AGROPECUARIA

**Tema: “Evaluación de biocontroladores para el manejo de Spongospora subterránea en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) variedad super chola en el cantón Tulcán, provincia del Carchi”**

Trabajo de Integración Curricular previo a la obtención del  
título de Ingeniero en Agropecuaria

AUTOR: Pergueza Morales Maycol Esteban

TUTOR: MSc. Mora Quilismal Segundo Ramiro PhD.

Tulcán, 2024.

## CERTIFICADO DEL TUTOR

Certifico que el estudiante Pergueza Morales Maycol Esteban con el número de cédula 0401818547 respectivamente ha desarrollado el Trabajo de Integración Curricular: "Evaluación de biocontroladores para el manejo de *Spongospora* subterránea en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) variedad super chola en el cantón Tulcán, provincia del Carchi"

Este trabajo se sujeta a las normas y metodología dispuesta en el Reglamento de la Unidad de Integración Curricular, Titulación e Incorporación de la UPEC, por lo tanto, autorizo la presentación de la sustentación para la calificación respectiva



---

MSc. Mora Quilismal Segundo Ramiro PhD.

**TUTOR**

Tulcán, noviembre de 2024

## AUTORÍA DE TRABAJO

El presente Trabajo de Integración Curricular constituye un requisito previo para la obtención del título de Ingeniero en la Carrera de agropecuaria de la Facultad de Industrias Agropecuarias y Ciencias Ambientales

Yo, Pergueza Morales Maycol Esteban con cédula de identidad número 0401818547 respectivamente declaro que la investigación es absolutamente original, auténtica, personal y los resultados y conclusiones a los que he llegado son de mi absoluta responsabilidad.



---

Pergueza Morales Maycol Esteban

**AUTOR(A)**

Tulcán, noviembre de 2024

## ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Yo Pergueza Morales Maycol Esteban declaro ser autor de los criterios emitidos en el Trabajo de Integración Curricular: "Evaluación de biocontroladores para el manejo de *Spongospora* subterránea en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) variedad super chola en el cantón Tulcán, provincia del Carchi" y eximo expresamente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a sus representantes de posibles reclamos o acciones legales.



---

Pergueza Morales Maycol Esteban

**AUTOR(A)**

Tulcán, noviembre de 2024

## **AGRADECIMIENTO**

Expreso mi más sincero agradecimiento, en primer lugar, a Dios, por otorgarme salud, sabiduría y perseverancia a lo largo de mi trayectoria universitaria, lo que me ha permitido culminar mi carrera de manera satisfactoria.

A mi madre y padre, quienes han sido el motor de apoyo, amor y ejemplo constante durante toda mi formación profesional, de debo una gratitud infinita. A mis hermanas, por su inquebrantable motivación, cuidado y el amor desbordante que me ha brindado en mis momentos más desesperanzadores.

Agradezco a la Universidad Politécnica del Carchi, por brindarme la oportunidad de formarme en una institución de tan alto prestigio. Mi reconocimiento se extiende a los docentes de la carrera de Ingeniería Agropecuaria, quienes generosamente compartieron sus conocimientos tanto teóricos como prácticos. En especial, quiero expresar mi gratitud al PHD. Ramiro Mora, tutor de mi proyecto de investigación, cuya guía y sabiduría han sido fundamentales para que pudiera culminar con éxito esta etapa de mi formación académica.

Maycol Esteban Pergueza Morales

## DEDICATORIA

La presente investigación dedico a:

Dios por ser la luz y el apoyo en mi vida

Mis padres Pablo Pergueza y Victoria Morales, quienes han sido mi mayor fuente de inspiración y apoyo incondicional, su amor, sacrificio y enseñanzas me han guiado en cada paso de mi vida y me han motivado a perseguir mis sueños.

Hermana Tania Pergueza, por estar siempre presente acompañándome en todo momento

Mi sobrino Mathias, quien es una motivación para seguir alcanzando todos mis objetivos, y que vea en mi un ejemplo a seguir

Mi familia en general por el apoyo y sus palabras de aliento y por acompañarme en este proceso que es importante para mi

Maycol Esteban Pergueza Morales

## ÍNDICE

<b>RESUMEN</b> .....	11
<b>ABSTRACT</b> .....	12
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	13
<b>I. EL PROBLEMA</b> .....	14
<b>1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	14
<b>1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA</b> .....	15
<b>1.3. JUSTIFICACIÓN</b> .....	15
<b>1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN</b> .....	16
1.4.1. Objetivo General.....	16
1.4.2. Objetivos Específicos.....	16
1.4.3. Preguntas de Investigación .....	16
<b>II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA</b> .....	17
<b>2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN</b> .....	17
<b>2.2. MARCO TEÓRICO</b> .....	18
2.2.1. Cultivo de papa ( <i>Solanum tuberosum</i> ).....	18
2.2.2. Clasificación taxonómica.....	19
2.2.3. Morfología de la planta de papa.....	19
2.2.4. Requerimientos edafoclimáticos. ....	20
2.2.5. Principales plagas y enfermedades del cultivo de papa en Ecuador. ....	21
2.2.6. <i>Spongospora</i> subterránea.....	22
2.2.7. Agente causal. ....	22
2.2.8. Sintomatología.....	23
2.2.9. Epidemiología y Ciclo. ....	24
2.2.10. Manejo integrado de plagas. ....	24
2.2.11. Control químico. ....	25
2.2.12. Control mecánico. ....	25
2.2.13. Control del cultivo. ....	26
2.2.14. Control biológico.....	27

2.2.15. Trichoderma spp.....	27
2.2.16. Características morfológicas y físico-químicas .....	27
2.2.17. Mecanismos de acción de Trichoderma spp. ....	28
2.2.18. Inducción de resistencia.....	29
2.2.19. La compatibilidad de Trichoderma spp. Sobre los productos agroquímicos. .....	29
2.2.20. Bacillus subtilis.....	30
2.2.21. El género Bacillus como Agente de Control Biológico .....	31
<b>III. METODOLOGÍA .....</b>	<b>33</b>
<b>3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO.....</b>	<b>33</b>
3.1.1. Cuantitativo .....	33
3.1.2. Tipo de Investigación .....	33
<b>3.2. IDEA A DEFENDER .....</b>	<b>33</b>
<b>3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES .....</b>	<b>34</b>
3.3.1. Variables de estudio .....	37
<b>3.4. MÉTODOS UTILIZADOS .....</b>	<b>39</b>
3.4.1. Ubicación del ensayo.....	39
3.4.2. Características del ensayo .....	39
3.4.3. Población y muestra .....	39
3.4.5. Tratamientos .....	40
3.4.6. Procedimiento .....	41
<b>3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....</b>	<b>42</b>
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>43</b>
<b>4.1. RESULTADOS .....</b>	<b>43</b>
4.1.1. Variable altura de planta .....	43
4.1.2. Variable número de tallos .....	45
4.1.3. Diámetro de tallo .....	45
4.1.4. Severidad .....	47
4.1.5. Incidencia .....	48
4.1.6. Severidad de tubérculos .....	50
4.1.7. Rendimiento de cosecha por categorías.....	52
4.1.8. Rendimiento de cosecha en $\text{Tha}^{-1}$ .....	53

4.1.9. Relación Costo - Beneficio .....	54
<b>V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>55</b>
<b>5.1. CONCLUSIONES .....</b>	<b>55</b>
<b>5.2. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>55</b>
<b>VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>57</b>
<b>VII. ANEXOS .....</b>	<b>60</b>

### ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación taxonómica de la papa.....	19
Tabla 2. Composición de TRICHO – PLANT.....	30
Tabla 3. Composición de BACTER – Plus.....	31
Tabla 4. Operacionalización de Variables.....	34
Tabla 5. Características del ensayo experimental.....	39
Tabla 6. Tratamientos de la investigación.....	40
Tabla 7. Presentación de ANOVA.....	42
Tabla 8. ANOVA para la altura de planta (cm) desde los 45 hasta los 105 dds. ....	43
Tabla 9. Prueba de Tukey al 5 % para la altura de planta (cm) a los 45 y 75 dds.....	44
Tabla 10. ANOVA para el número de tallos (u) desde los 45 hasta 105 dds.....	45
Tabla 11. ANOVA para el diámetro de tallo (mm) desde 45 hasta 105 dds. ....	46
Tabla 12. Prueba de Tukey al 5 % para el diámetro de tallo (mm) a los 75 dds.....	46
Tabla 13. ANOVA para la severidad desde los 82 y 97 dds. ....	47
Tabla 14. Prueba de Tukey al 5 % para la severidad a los 82 y 97 dds.....	48
Tabla 15. ANOVA para la incidencia a los 82 y 97 dds.....	49
Tabla 16. Prueba de Tukey al 5 % para la incidencia a los 82 y 97 dds.....	50
Tabla 17. ANOVA para la severidad de tubérculos a los 180 dds. ....	50
Tabla 18. Prueba de Tukey al 5 % para la severidad en tubérculos a los 180 dds. ....	51
Tabla 19. ANOVA para el rendimiento de cosecha por categorías en $\text{Tha}^{-1}$ .....	52
Tabla 20. Prueba de Tukey al 5 % para el rendimiento de cosecha por categorías en $\text{Tha}^{-1}$ . ....	53
Tabla 21. Relación costo beneficio. ....	54

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Morfología de la planta de papa. ....	19
Figura 2. Ciclo biológico de Spongospora subterránea.....	24
Figura 3. Ciclo de reproducción del género Bacillus.....	30
Figura 4. Mecanismos de control biológico del género Bacillus.....	32
Figura 5. Escala de severidad en el cultivo de papa. ....	37
Figura 6. Formula de % incidencia.....	38
Figura 7. Escala de severidad en tubérculos. ....	38
Figura 8. Población del ensayo experimental. ....	40
Figura 9. Muestra del ensayo experimental. ....	40
Figura 10. Delimitación del terreno.....	65
Figura 11. Siembra (dos semillas).....	65
Figura 12. Desinfección de la semilla.....	65
Figura 13. Aplicación de biocontroladores.....	65
Figura 14. Labores culturales.....	65
Figura 15. Altura de la planta.....	66
Figura 16. Diámetro del tallo.....	66
Figura 17. Toma de dato de incidencia.....	66
Figura 18. Toma de datos de severidad.....	66
Figura 19. Cosecha por parcela.....	66
Figura 20. Cosecha del ensayo.....	66

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Acta de la sustentación de Predefensa del TIC.....	60
Anexo 2. Certificado del abstract por parte de idiomas.....	61
Anexo 3. Análisis microbiológico del suelo. ....	63
Anexo 4. Costo de producción.....	64
Anexo 5. Evidencia de recolección de información. ....	65

## RESUMEN

La investigación se realizó en el sector de Tetes ubicado en el cantón Tulcán, con el objetivo de evaluar biocontroladores para control de *Spongospora* subterránea sobre el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) variedad super chola. El ensayo fue un diseño experimental de bloques al azar, conformado por nueve tratamientos y cuatro repeticiones. Los tratamientos aplicados fueron T1 (*Trichoderma* spp 1.5 g/l), T2 (*Trichoderma* spp 3 g/l), T3 (*Bacillus subtilis* 3 ml/l), T4 (*Bacillus subtilis* 6ml/l), T5 (*Trichoderma* spp 1.5 g/l + *Bacillus subtilis* 3 ml/l), T6 (*Trichoderma* spp 1.5 g/l + *Bacillus subtilis* 6ml/l), T7 (*Trichoderma* spp 3 g/l + *Bacillus subtilis* 6 ml/l), T8 (*Trichoderma* spp 3 g/l + *Bacillus subtilis* 3ml/l), T9 (Químico). Las variables evaluadas fueron altura de planta (cm), número de tallos (u), diámetro del tallo (mm), severidad (escala de 5 grados), incidencia (%), severidad en tubérculos (escala de 3 grados), rendimiento por categorías ( $\text{Tha}^{-1}$ ) y análisis económico (USD). En el análisis estadístico se manejó el software Infostat, aplicando la prueba de Tukey al 5%. Los resultados mostraron que el tratamiento T7 (*Trichoderma* spp 3 g/l + *Bacillus subtilis* 6 ml/l) fue el mejor en cuanto a la altura de la planta, diámetro de tallo, severidad, incidencia, severidad en tubérculos. En cuanto al rendimiento del cultivo, el tratamiento T7 (*Trichoderma* spp 3 g/l + *Bacillus subtilis* 6 ml/l) obtuvo los resultados más altos con  $55.39 \text{ Tha}^{-1}$ , así como el mejor costo beneficio, este último genero una utilidad de \$0.40 ctvs por cada dólar invertido.

**Palabras Claves:** *Trichoderma* spp, *Bacillus subtilis*, severidad e incidencia, *Spongospora* subterránea.

## ABSTRACT

The research was carried out in the sector of Tetes located in the canton of Tulcán, with the objective of evaluating biocontrollers for the control of subterranean Spongospora on potato (*Solanum tuberosum*) super chola variety. The trial was a randomized block experimental design, conformed by nine treatments and four repetitions. The treatments applied were T1 (Trichoderma spp 1.5 g/l), T2 (Trichoderma spp 3 g/l), T3 (Bacillus subtilis 3 ml/l), T4 (Bacillus subtilis 6ml/l), T5 (Trichoderma spp 1.5 g/l + Bacillus subtilis 3 ml/l), T6 (Trichoderma spp 1.5 g/l + Bacillus subtilis 6ml/l), T7 (Trichoderma spp 3 g/l + Bacillus subtilis 6 ml/l), T8 (Trichoderma spp 3 g/l + Bacillus subtilis 3ml/l), T9 (Chemical). The variables evaluated were plant height (cm), number of stems (u), stem diameter (mm), severity (5-grade scale), incidence (%), tuber severity (3-grade scale), yield per category (Tha<sup>-1</sup>) and economic analysis (USD). In the statistical analysis the Infostat software was used, applying the Tukey test at 5%. The results showed that treatment T7 (Trichoderma spp 3 g/l + Bacillus subtilis 6 ml/l) was the best in terms of plant height, stem diameter, severity, incidence, tuber severity. Regarding crop yield, treatment T7 (Trichoderma spp 3 g/l + Bacillus subtilis 6 ml/l) obtained the highest results with 55.39 Tha<sup>-1</sup>, as well as the best cost benefit, the latter generating a profit of \$0.40 cents per dollar invested.

**Key words:** Trichoderma spp, Bacillus subtilis, severity, incidence, subterranean Spongospora.

## INTRODUCCIÓN

A nivel global, la producción de papa ha sido un alimento clave para la humanidad desde la época prehispánica. En el año 2016, la producción de dicho tubérculo alcanzó su máximo rendimiento más alto con 422 millones de toneladas, producidas por los principales países, destacándose entre los países como China, Rusia, Ucrania, Estado Unidos y Alemania.

En el Ecuador, el cultivo de papa es una de las actividades más relevantes dentro del sector agrícola, ya que está vinculado a aspectos económicos, sociales y productivos. Este cultivo satisface aproximadamente el 60% de la demanda alimentaria del país. Es notable que, a lo largo del tiempo, la gestión del cultivo de papa en el Ecuador ha mejorado significativamente. Lo que ha llevado a un aumento considerable en los rendimientos por hectárea (Palazzini, 2021).

En el 2020, Carchi se destacó como una de las principales provincias productoras de papa en el Ecuador, ya que su producción representó el 46% del total nacional. Sin embargo, los suelos de esta provincia son de origen volcánico, desde la década de los setenta han sido señalados por tener presencia de patógenos, siendo un límite en más del 30% de todos los suelos cultivados y desencadenado una problemática productiva para el agricultor (Bastidas, 2021).

En la actualidad, para mejorar el manejo de enfermedades y el uso excesivo de productos químicos, la agricultura se ha orientado hacia un manejo más sostenible. Esto incluye aprovechar los recursos que proporcionan la naturaleza como los biocontroladores, los cuales están compuestos por microorganismos beneficiosos dedicados a mantener un equilibrio biológico y físico-químico en el suelo, reducen los daños causados por patógenos y favorecen el crecimiento saludable de los cultivos (Barrera, 2023).

## I. EL PROBLEMA

### 1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Actualmente el cultivo de papa en nuestro país, se presenta múltiples desafíos, esto por la presencia de enfermedades que se encuentran en los suelos; principalmente de *Spongospora* subterránea, surge de la familia Myxomycota; se ha caracterizado por la formación de un plasmodio y mantener una masa protoplasmática que encuentra constituida por múltiples núcleos.

En consecuencia, se ha identificado que en muchas ocasiones esta enfermedad afecta significativamente la calidad comercial de la papa, esto debido a que presenta pústulas que inicialmente son lisas y de color blanquecino, pero a medida que la enfermedad progresa, se oscurecen, deteriorando la apariencia de los tubérculos. Las variedades más vulnerables pueden sufrir un 98% de afectación, con una severidad que oscila entre los 80 y 95% de afectación. (Cobos Mora, 2022).

Esta enfermedad ha llevado al uso excesivo de fungicidas con alta residualidad, lo que genera problemas para la salud del suelo y la sostenibilidad agrícola, aunque estos químicos pueden ofrecer un control temporal, su aplicación indiscriminada deteriora la calidad del suelo y favorece la resistencia del patógeno. Actualmente se ha identificado un índice elevado de diseminación, atribuidos sobre el incremento de las unidades productivas, lo que se ha visto agravado por el intercambio indiscriminado de semillas contaminadas (Alvarado Gastesi, 2024).

En relación con otros investigadores manifiestan que la *Spongospora* subterránea es un problema crítico para el cultivo de papa, ya que no solo disminuye rendimiento de la producción, sino que también afecta gravemente la economía de los agricultores. Esta situación no solo resulta económicamente desventajosa, sino que también requiere un manejo mecanizado para el cultivo (García, 2022).

## **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

Suelos contaminados por *Spongospora* subterránea y uso excesivo de fungicidas por el desconocimiento de los biocontroladores sobre la producción en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) en la provincia del Carchi.

## **1.3. JUSTIFICACIÓN**

La provincia del Carchi se destaca por su actividad agrícola, especialmente en el cultivo de papa, que enfrenta desafíos debido a enfermedades como *Spongospora* subterránea. Por tal motivo, se han implementado el uso de biocontroladores, como alternativa sostenible en el manejo del cultivo. Estos microorganismos ayudan a mejorar la estructura y la biodiversidad del suelo, lo que aumenta la salud del cultivo y su resistencia a enfermedades (Palazzini, 2021).

El manejo de la enfermedad implica la adopción de nuevas alternativas, como el uso de biocontroladores, *Trichoderma* spp y *Bacillus subtilis* en el cultivo de papa con el objetivo de mejorar la calidad de los tubérculos y aumentar la sostenibilidad agrícola. Estos microorganismos actúan de una manera antagonista sobre otros hongos en las plantas, lo que obtendrá tubérculos de mejor calidad. Al integrar esta estrategia, se busca no solo combatir enfermedades, sino que también mejorar la producción y contribuir a prácticas más sostenibles.

Al disminuir el uso de productos químicos mediante la implementación de biocontroladores, *Trichoderma* spp y *Bacillus subtilis*, se logra no solo mejorar la salud del suelo, sino también reducir significativamente los costos de producción. Esta reducción en el gasto de insumos químicos permite a los agricultores optimizar sus recursos, favoreciendo un ciclo productivo más equilibrado y rentable (Bastidas, 2021).

En este contexto, la importancia de esta investigación pretende evaluar el uso de biocontroladores para el control de *Spongospora* subterránea, con el fin de aumentar la producción y disminuir los gastos asociados al uso de productos químicos, se fortalece la economía de los productores, brindándoles una mayor capacidad para competir en el mercado y asegurar su sustento (Barrera, 2023).

## **1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN**

### 1.4.1. Objetivo General

Evaluar biocontroladores para el manejo de *Spongospora* subterránea en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) variedad super chola en el cantón Tulcán, provincia del Carchi.

### 1.4.2. Objetivos Específicos

1. Evaluar el efecto de los biocontroladores (*Trichoderma* spp y *Bacillus subtilis*) en el manejo de *Spongospora* subterránea.
2. Identificar el tratamiento que muestre mayor rendimiento sobre el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*).
3. Valorar económicamente los tratamientos estudiados hacia el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*).

### 1.4.3. Preguntas de Investigación

1. ¿Cuál de estos biocontroladores (*Trichoderma* spp y *Bacillus subtilis*), controlan *Spongospora* subterránea?
2. ¿Cuál tratamiento mostró mayor rendimiento del cultivo de papa (*Solanum tuberosum*)?
3. ¿Cuál de los tratamientos es más rentable según la valoración económico

## II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

### 2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Ortiz & Rodríguez, (2021), en el artículo científico en la Universidad Distrital Francisco José de Caldas titulado: "Eficiencia de dos consorcios bacterianos para el control de *Spongospora* subterránea en cultivos de papa"; para ello, se centró en evaluar dos consorcios bacterianos, en donde el primer consorcio fue con dos cepas de *Trichoderma* spp y el otro que estuvo conformado por tres cepas sobre *Bacillus* spp; para ello, el modelo fue Completamente Aleatorizado, de hecho, se utilizaron 3 tratamientos y un testigo mediante 4 repeticiones, en donde los resultados muestran que el consorcio 1 presento una acción superior antagónica, en donde se observó un 5% de aparición sobre las pústulas en la piel de la papa; mientras que el tratamiento testigo obtuvo un 24%; de hecho, este tratamiento tuvo estadísticas significativas en comparación a los demás tratamientos.

La investigación de Cortés (2024), de la Revista Colombiana de Biotecnología denominada la aplicación de *Trichoderma* spp como una alternativa sobre el cultivo de papa y una agricultura sostenible; por lo tanto, esta investigación tuvo como propósito evaluar el efecto de *Trichoderma* spp en los cultivos de papa; para ello, cabe resaltar que esta investigación tuvo una metodología de carácter cuantitativa, en este sentido, los principales hallazgos de este estudio se pudo identificar que mediante el surgimiento de hongos la afectación de los cultivos supera el 24%, esto ha disminuido la calidad de los tubérculos, siendo afectados en un 46%; con respecto a la severidad fue del 57%; de hecho, se identificó que este tratamiento tiene una efectividad del 64% en los cultivos, obteniendo como conclusión que la aplicación de *Trichoderma*, esto puede disminuir todos los efectos que han sido ocasionado por los fertilizantes químicos.

Jaramillo (2019), En su estudio de la Universidad Nacional de Colombia, su investigación fue "Analizar la eficiencia de dos cepas de *Trichoderma* (T-84 y T-109) en el control, de *Spongospora* subterránea en condiciones controladas", con el objetivo de estudio; en evaluar *Trichoderma* (T-84 y T-109) sobre *Spongospora*

subterránea bajo condiciones de invernadero probando, en plantas hasta la novena y doceava semana variables en peso, nódulos producidos por el patógeno; en donde los resultados muestran que la plantas tratados con Trichoderma, mostraron un aumento notable en su peso; así como una disminución en la cantidad de nódulos provocados por el patógenos. Los tratamientos aplicados individualmente resultaron ser más eficientes que en las combinaciones de ambos.

Por su parte, la investigación de Meneses, (2018), en su estudio de la Universidad Técnica de Babahoyo titulada: "Reconocimiento de *Spongospora* subterránea f sp, hacia el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) en las zonas elevadas del cantón Espejo; siendo el propósito de este estudio reconocer la incidencia de la sarna polvosa en los cultivos de papa; para ello, la metodología empleada en esta investigación fue tanto, cuantitativo como cualitativo, abarcando enfoques descriptivos, experimentales y de campo. Para la obtención de resultados se utilizó la técnica del monitoreo y revisión sobre las raíces infectadas que limiten su desarrollo, en donde los resultados muestran que a mayor altitud de los cultivos de papa la incidencia de la sarna polvosa se incrementa; en donde se puede establecer que existe una relación entre las semillas contaminadas y el surgimiento de la enfermedad, de hecho, esta afectación se presenta cuando los cultivos son a mayor altitud.

## **2.2. MARCO TEÓRICO**

### 2.2.1. Cultivo de papa (*Solanum tuberosum*).

Origen del cultivo.

Actualmente el cultivo de papa se originó en los Andes de América del sur, donde ha sido cultivado desde tiempos prehispánicos. Se han encontrado vestigios de papa que datan que hace más de 8.000 años en excavaciones cerca del pueblo de chilca, en el sur de Perú. Desde ese momento el desarrollo de variedades adaptadas de papa ha cobrado relevancia a nivel mundial (Cobos Mora, 2022).

La planta.

Cabe considerar la papa ha sido considerada como una dicotiledónea herbácea que mantiene diferentes hábitos sobre su crecimiento rastrero, por lo tanto, la planta de este tubérculo se ha caracterizado por ser leñosos y gruesos que mantiene entrenudos cortos; cabe considerar que los tallos se han constituid como huecos a

diferencia de los nudos que son sólidos y adquiere una forma angular, su color es verdoso e incluso en muchas ocasiones ha sido de color púrpura. Con respecto al forjare por lo general mantienen una altura que oscila entre los 0,60 a los 1,50 metros; por su parte, las hojas se caracterizan por ser pinnadas y compuestas (Barona, 2021)

### 2.2.2. Clasificación taxonómica.

En la tabla 1 se muestra la clasificación taxonómica del cultivo.

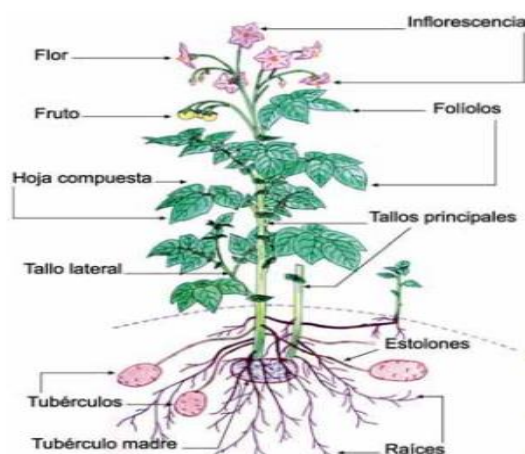
**Tabla 1.** Clasificación taxonómica de la papa.

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Angiospermae
Subclase:	Dicotiledónea
Orden:	Tubiflorales
Familia:	Solanaceae
Subfamilia:	Solanoideae
Tribu:	Solaneae
Género:	Solanum
Sección:	Petota
Especie:	Solanum tuberosum L.

**Fuente:** Alcon et al., (2019).

### 2.2.3. Morfología de la planta de papa.

La papa es una planta herbácea que consta de varias partes figura 1.



**Figura 1.** Morfología de la planta de papa.

**Fuente:** (Inostroza et al. 2019).

- **Raíz:** Desarrolla raíces adventicias al germinar a partir de tubérculos, inicialmente, estas raíces surgen en la base de cada brote y posteriormente se forman sobre los nudos en la parte subterránea de cada tallo.

- **Tallos:** Los tallos de la planta tienen una forma circular en el corte transversal, son de color verde, con tonos rojizos o morados. Cuando la planta crece a partir de un tubérculo o semilla, desarrolla varios tallos principales y laterales.
- **Estolones:** Son tallos laterales que mantienen su crecimiento de forma horizontal, esto suele ser por debajo de los suelos, es decir, mediante las yemas sobre la parte inferior de los tallos; por tal motivo "los estolones pueden establecer mediante los tubérculos esto representa un agrandamiento sobre la parte extrema terminal".
- **Tubérculos:** Se trata de tallo modificados que tiene dos extremos, uno en la base, que conecta el estolón y otro en la parte superior que es el extremo visible. Este órgano presenta nudos u ojos dispuestos en espiral, y cada ojo alberga varias yemas de las cuales pueden surgir nuevos tallos principales.
- **Brotos:** Los brotes crecen a partir de las yemas situadas en los ojos del tubérculo, se caracteriza por tener un color blanquecino. Además, cuando los brotes blancos están expuestos a luz tienden a adquirir un tono verde.
- **Hojas:** Por su parte, "las hojas se encuentran distribuida sobre el espiral del tallo que normalmente se han establecido como hojas compuestas,
- **Flores:** "Las flores presentan una inflorescencia cimosa, es decir el péndulo está dividido en dos ramas, se han considerado de tipo bisexual, puesto que mantienen ambos sexos, de hecho, mantienen varias partes esenciales de la corola, cáliz, pistilo y flor, su color suele variado en función de su variedad".
- **Fruto:** El fruto de la papa, llamado baya, se desarrolla después de que la planta florece, son de color verde y contiene entre 200 y 400 semillas dependiendo de la variedad (López, 2022).

#### 2.2.4. Requerimientos edafoclimáticos.

- **Temperatura:** En relación a la temperatura de la planta, especialmente aquellas de un clima frío y templado, "son consideradas las temperaturas con mayor fortalecimiento sobre los cultivos de papa, en este contexto, la temperatura apta oscila entre los 13 a 18°C".
- **Suelo:** En el cultivo de papa los suelos "suelen ser francos, es decir, de tipo arenoso y arcilloso, además debe contener una textura liviana que mantenga un adecuado drenaje, además debe conllevar una profundidad efectiva,

esta debe ser mayor de los 0,50m". Permitiendo de esta manera un crecimiento libre de los tubérculos y los estolones que faciliten su cosecha.

- **Altitud:** Con respecto a "la altitud adecuada sobre la producción y desarrollo en los cultivos de papa para un adecuado consumo debe oscilar entre los 1500 a 2500 m.s.n.m".
- **Vientos:** Conforme a los vientos "deben ser moderados, puesto que las plantas no suelen resistir a los vientos con grandes velocidades que sobrepasan los 20 kilómetros por hora, sin causar daños o influyan directamente sobre el rendimiento" (Zuñiga Chila, 2021).

#### 2.2.5. Principales plagas y enfermedades del cultivo de papa en Ecuador.

Las principales plagas que afectan al cultivo de papa son:

- Gusano blanco (*Premnotrypes vorax*): El gusano blanco es considerada una plaga más común en los cultivos de papa en el Ecuador y tiene un impacto significativo, no solo por el daño físico que provoca, sino también por los altos costos que genera. Esta plaga afecta principalmente en la producción ocasionando perdidas del 20% y 50%, según el instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP).
- Polilla de la papa (*Tecia solanivora*, *Pthorimaea aperculella* y *Symmetrischema*): la polilla es un lepidóptero que aparece cuando comienza la etapa de tuberización. Durante este periodo, se ocultan entre las malezas o en la base de las plantas de papa para alimentarse de los tubérculos. Su presencia puede afectar la salud de los cultivos ya que se nutre de las partes más valiosas de la planta, comprometiendo así la producción.

El mismo autor indica que, las principales enfermedades que amenazan al cultivo de papa son:

- Lancha Tardía o Tizon Tardío (*Phytophthora infestans*): Esta enfermedad se manifiesta a través de lesiones de color verde oscuro en las hojas de la planta de papa, con el tiempo y en condiciones favorables, estas lesiones pueden expandirse rápidamente, cambiando a tonos marrones o negros. Este deterioro puede llevar al marchitamiento de las hojas e incluso ala muerte de la planta.

- Lancha temprana (*Alternaria solani*): esta enfermedad se presenta durante la etapa de floración y progresa medida que la planta madura. Sus principales características incluyen la aparición de manchas necróticas en las hojas y tallos, un amarillamiento generalizado de la planta, la caída de hojas así como la muerte prematura y pudrición del tubérculo (Rivas Moran, 2022).

#### 2.2.6. Spongospora subterránea.

Esta enfermedad ha sido la causante de grandes pérdidas en los cultivos de papa, puesto que afecta directamente en la calidad de los tubérculos, pero no directamente sobre el rendimiento, por lo tanto, sobre las variedades de papa que son susceptibles puede afectar incluso hasta los 98% en los tubérculos; además esta enfermedad mantiene una severidad que oscila entre los 81 hasta el 95%. En este contexto, la severidad mantiene gran dependencia sobre la susceptibilidad en los cultivos con un nivel de infestación sobre los suelos. Además de ciertas condiciones sobre la temperatura y humedad en los suelos; esto ha favorecido en el desarrollo de los hongos.

En este contexto, esta enfermedad es de suma importancia puesto que este hongo se ha considerado un vector del virus Mop top de la papa; por tal motivo, este hongo se encuentra presente en las actividades del cultivo de la papa que han sido establecidas sobre las partes húmedas y frías con una altitud de 65° Norte y 53° Sur (Puentes Díaz, 2023).

#### 2.2.7. Agente causal.

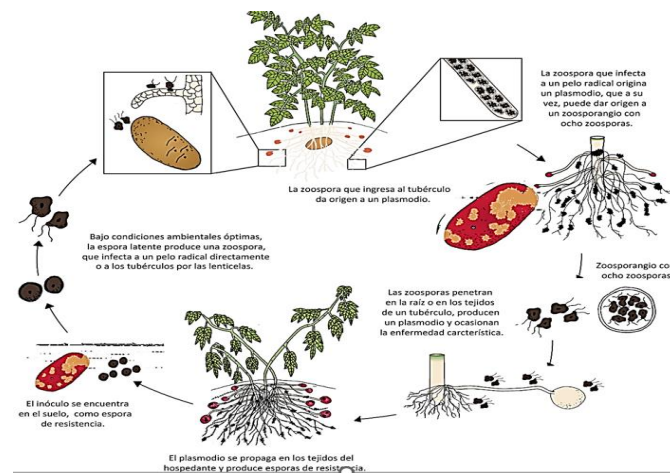
Cabe destacar según Porras, (2019). Afirma que "esta enfermedad es originada por el hongo *Spongospora subterránea* (Wall.) Lagerh, por tal motivo, mantiene sus características sobre su forma Sora, debido que mantienen esporangios de descanso, en este contexto, las soras suelen mantener una forma de ovoide, alargada" (p. 36). De hecho, mantienen una apariencia sobre una serie de esporangios de descanso. Ahora bien, Porras, (2019) menciona que con respecto a los esporangios de descanso se han establecido y caracterizado por ser pequeños que oscilan sobre los 3 a 4,5µm de diámetro; esto mediante una forma poliédrica y mantiene paredes delgadas y lisas, su color suele ser marrón y amarillo, con respecto a las zoosporas mantienen dos flagelos que mantienen un diferente tamaño, siendo su mecanismo de movimiento sobre la presencia de una película de agua que existe en los suelos.

### 2.2.8. Sintomatología.

Cabe destacar que la enfermedad afecta directamente en los estolones, raíces, hojas, tubérculos y tallos.

- **Hojas y tallos:** “Con respecto a los tallos y hojas en la parte aérea de las plantas no se han identificado síntomas que tengan vinculación en la enfermedad”.
- **Raíces:** “Cuando la planta está enferma se caracteriza por la presencia de tumores o agallas que mantienen un tamaño de 0,5 a 1,5cm que mantiene una forma anormal, especialmente al inicio de los tumores”.
- **Estolones:** “Es importante considerar que la infección en los estolones suele ser oscuro de forma paralela en la infección de varias raíces, sin embargo, las agallas suelen ser mayormente pequeñas” (Ortiz, 2019, p. 38).
- **Tubérculos:** Con respecto a los tubérculos se han establecido como granos pequeños o también considerados como pústulas, considerándose como ampollas que mantienen un color castaño que se extienden sobre las superficies en los tubérculos; esto ha permitido la formación de varias lesiones que mantienen una forma de granos, posteriormente suele constituirse una forma sobre las especies de verrugas que se han caracterizado por representar un color blanquecino; cabe mencionar que en un proceso avanzado los síntomas suelen convertirse en varias pústulas abiertas que se han establecido por ser oscuras y abiertas, esto mediante un diámetro que oscila entre los 2 a 10 milímetros, e incluso pueden presentar un tamaño superior; conteniendo una masa polvorienta sobre las esporas que se han establecido sobre un color castaño (Basantés, 2020, p. 103).

## 2.2.9. Epidemiología y Ciclo.



**Figura 2.** Ciclo biológico de *Spongospora subterránea*.  
**Fuente:** INIA Remehue (2021).

Por su parte, es importante destacar que para el crecimiento de la enfermedad debe presentarse una humedad necesaria en los suelos, especialmente como una película de agua, e donde las zoosporas se suelen transportar hasta llegar al tejido; para ello, la temperatura favorable suele estar comprendida en los 16 a 20°C; por lo tanto, bajo estos parámetros las condiciones de las agallas tardan entre tres semanas para su formación. Ahora bien, con respecto a los suelos secos la infección suele disminuir e incluso no se identifica su presencia; en este sentido, los esporangios comúnmente su permanencia en los diferentes suelos puede sobrepasar los 6 años (Yépez, 2019). De hecho, su sobrevivencia puede ingresar en los intestinos de los animales.

Desde esta perspectiva, la infección en los cultivos se suele iniciar sobre los esporangios; estos encuentran presente sobre los suelos, de hecho, se los puede encontrar en los tubérculos que han sido infectados, su forma de infección es mediante las células epidérmicas en los pelos radiculares; por tal motivo, una vez que son producidas las zoosporas de carácter secundario; puesto que son liberadas que pueden infectar los tejidos, esto se ha establecido en una posterior generación, considerándose aquella forma en las agallas de las raíces (Yépez, 2019).

## 2.2.10. Manejo integrado de plagas.

En relación al manejo integrado por plagas es importante adoptar un nivel de daño sobre las plagas y enfermedades que se encuentren por debajo de los límites económicos; en este contexto, el sistema de control se han establecido de diferentes

parámetros como el control mecánicos, químico, control de cultivo incluso por antibióticos o vacunas, en este sentido, el pronóstico se ha establecido como un factor de suma importancia, puesto que permite identificar con anterioridad el surgimiento de plagas y enfermedades (Alvarado Gastesi, 2024). De hecho, por la optimización de las actividades sobre la presencia de enemigos de carácter natural.

#### 2.2.11. Control químico.

Con respecto al control químico se ha considerado como una medida de control sobre la utilización de productos, considerada también como una medida eficiente; en este sentido el MIP mantiene el propósito de disminuir el uso de los productos químicos; en este contexto, la importancia de la utilización de estos químicos es su contenido mediante una menor toxicidad y sean mayormente efectivos sobre su aplicación; de hecho, es importante tener cuidado sobre su manejo, almacenaje y aplicación para evitar posibles intoxicaciones como efecto negativo (Alvarado Gastesi, 2024).

#### 2.2.12. Control mecánico.

Ahora bien, con respecto al control mecánico se presentan los siguientes procedimientos:

**Eliminación manual:** este tipo de eliminación es sumamente inmediata y fácil sobre el control de las enfermedades y plagas, siendo de gran ayuda sobre la etapa inicial de la infestación, permitiendo combatir a los pulgones, marchitamiento, orugas, siendo afecciones que se detectan a simple vista; posterior a su extracción hay que quemar y la parte que se encuentra afectada debe quedar fuera de los cultivos.

**Temperatura:** En relación a la temperatura mantiene diferentes efectos conforme al desarrollo de los organismos, puesto que los insectos no mantienen un nivel superior por debajo de los 20°C; por esta razón, se ha identificado que los nematodos y los insectos no soportan las temperaturas que supera los 60°C, en este sentido se puede matar a estos insectos con la utilización de un plástico bajo el sol; esto porque este virus cuando llega a una temperatura de 40°C muere.

**Agua:** Este líquido se ha establecido como un elemento puntual sobre los cultivos, esto debido que al existir una inadecuada cantidad de líquido puede ocasionar que los cultivos tengan una debilidad e incrementar su susceptibilidad en varias afecciones que afectan a los cultivos; de hecho, se ha identificado que la raíz por la

abundante agua puede causar pudrición, también la ceniza y el acaro generalmente surgen cuando se encuentran condiciones secas.

**Barrera:** Es necesario el establecimiento de barreras en los cultivos, para ello, suele utilizarse plantas que rodeen a los cultivos, considerándose una barrera para las plagas y enfermedades que limiten su movimiento.

**Trampa:** Finalmente, las trampas son utilizadas sobre el monitorio del surgimiento de varias plagas que permiten establecer varios pronósticos, no obstante, en muchas situaciones se han establecido como una medida de control (Alvarado Gastesi, 2024).

### 2.2.13. Control del cultivo.

**Rotación de los cultivos:** Cabe destacar que "varias plagas o enfermedades surgen cuando se repiten los cultivos, especialmente cuando se lo realiza en varios años, puesto que los patógenos suelen acumularse sobre los suelos bajos".

**Plantas compañeras:** "Varias plantas llevan a cabo un efecto de no permitir que los organismos patógenos se acerquen, la plantación de estos cultivos ha ocasionado un efecto sobre la reducción de los riesgos según el tipo de plaga o enfermedad" (Vinchira & Moreno, 2019, p. 59).

**Eliminación de malezas:** Es importante señalar que existen múltiples malezas de gramíneo que suele crecer sobre los huertos, puesto que estas malezas les agradan los salta hojas que pueden transmitir virus de las plantas a otras especies; en este sentido, la eliminación de las malezas puede mitigar los llamados salta hojas; y en muchas ocasiones se ha identificado que disminuye la fuente de infección sobre la virosis. Por tal motivo, mediante los tratamientos con fumigación gracias a la utilización de herbicidas no ha sido la única manera que poder combatirlas, puesto que en los pequeños huertos o incluso en los medianos se los puede destacar con la mano.

**Pronóstico:** Ahora bien, el pronóstico se ha establecido como un factor de suma importancia, puesto que permite enfrentar y seleccionar estrategias para poder enfrentarlos previo a la presencia de enfermedades; para ello, es necesario establecer sobre el crecimiento de los cultivos, conforme a su estación, de hecho, se requiere de un monitorio (Guzmán, 2022).

#### 2.2.14. Control biológico.

**Predador:** El predador se ha establecido como un animal que se alimenta de otro, por lo tanto, en los huertos suelen existir varios predadores, entre los que se destacan las avispas, arañas, hormigas y otros animales que se encuentran presentes en estos cultivos.

**Parásitos:** Estos patógenos se han establecido como organismos que pueden entrar en el cuerpo, además suele hospedarse sobre la superficie, también denominados como el Ectoparásito, su alimentación la realizan dentro de los hospederos, de hecho, para el control biológico el parasito con mayor importancia está constituido sobre un grupo de avispas que pertenecen a la familia Brachonidae.

**Entomopatígeno:** En este contexto, los microbios que son los causantes de la enfermedad en los insectos pueden ser virus, hongos o bacterias, de hecho, por una variedad del género llamado Beauveria, siendo conocido como Entomopatígeno.

**Competidor:** Estos se han considerado como aquellos microbios que mantiene una competencia con otras especies que limitan su crecimiento (Zelaya et al, 2022)

#### 2.2.15. Trichoderma spp.

Se ha definido como un hongo anaeróbico que se encuentra en los suelos del cultivo, siendo caracterizado por su comportamiento como parasito, por tal motivo, con respecto a las diferentes especies se encuentran T. viride, T. hamatum, T. harzianum, en este sentido, el éxito de sus cepas radican como agentes de control biológico, esto gracias a su capacidad de reproducción; también presenta habilidades para poder sobrevivir sobre condiciones ambientes adversas, de hecho, por la eficiencia en la utilización de varios nutrientes; esto debido que mantiene una alta agresividad contra los hongos, además de la eficiencia en la promoción sobre el crecimiento de las plantas (Hernández et al, 2019).

En este sentido, existen diferentes especies que se caracterizar por mantener un crecimiento micelial, también por una abundante productividad de las esporas que contribuye sobre la colonización en los diferentes sustratos.

#### 2.2.16. Características morfológicas y físico-químicas

Este hongo ha presentado un micelio blanco que mantiene un aspecto algodonoso, tomando un color verdoso, esto a la abundante y eficiente esporulación, por tal motivo, se ha considerado un hongo que mantiene conidias hialinas estas son ovoides

y uní celulas mediante la formación de varias masas; también mantiene la capacidad de la producción de clamidosporas que se han establecido como globosas, y son ubicadas en la parte termina. Ahora bien, con respecto a los rangos de temperatura sobre su crecimiento comúnmente suele establecerse entre los 15 a 30°C, mediante bajo un promedio óptimo de 25°C, por lo tanto, cuando se presentan temperaturas superiores a los 30°C su crecimiento puede verse comprometido por el surgimiento de hongos (Cortés et al, 2024).

En este sentido, con respecto a las condiciones de la humedad "se encuentra entre los 70%, no obstante, mantienen la capacidad de mantener su crecimiento sobre un rango que varía entre el 20% al 80%, por su parte, la condición de pH se establece sobre los 5.6 a los 7.6" (Hernández et al, 2019, p. 35). Además, mantiene la capacidad de la acidificación sobre el medio y libera todos los ácidos orgánicos.

2.2.17. Mecanismos de acción de *Trichoderma* spp.

**Mico parásito:** Se ha establecido como una herramienta de acción de suma importancia, esto debido a su constitución como un proceso de carácter complejo en donde se integran la evolución de las enzimas líficas; cabe destacar que la hifa de la *Trichoderma* suele ingresar a los hongos patógenos que mantiene la evolución del crecimiento a los constados de la hifa; de hecho, se ha identificado que por acción enzimática surge una degradación sobre la hifa sobre el patógeno.

Además, posterior a ello, se establece la penetración, esto mediante la presencia del hongo antagonista que ha ocasionado eventos adversos como la ruptura hifal, degradación celular, desnutrición, entre otros.

**Competencia:** Con respecto a la competencia sobre los nutrientes y espacio ha sido establecida como un mecanismo clásico sobre el biocontrol de la *Trichoderma*; puesto que este hongo se ha caracterizado por un efectivo nivel de desarrollo, convirtiéndose en un competidor fuerte sobre el espacio; además se ha identificado que *Trichoderma* mantiene una alta capacidad sobre su movilización, además de adquirir varios nutrientes provenientes de los suelos; esto se ha caracterizado por ser versátil en función de la utilización de los sustratos que son considerado un proveedor de nitrógeno y carbono, evitando de esta manera el desarrollo de diferentes microorganismos (Larios et al, 2019).

**Producción de metabolitos:** Cabe mencionar que el género *Trichoderma* adquiere una gran capacidad sobre la producción de compuestos orgánicos, siendo de carácter volátil y no volátil; estos han realizado funciones de suma importancia, puesto que permite la inhibición sobre el desarrollo de los patógenos o microorganismos; por tal motivo, dichas interacciones se encuentran inmersas sobre las enzimas líficas de carácter extracelular (Larios et al, 2019).

#### 2.2.18. Inducción de resistencia.

En este contexto, sobre la inducción de la resistencia estudios han demostrado que a nivel molecular y celular existen múltiples mecanismos de acción sobre este hongo; por lo tanto, se ha establecido que existen diferentes cepas de la *Trichoderma*; de esta manera se puede activar un mecanismo nativo que actúa como defensa en los cultivos que se ha denominado como la inducción de la resistencia sistemática; suponiendo de esta manera tener el control de los patógenos que se encuentran distantes sobre el establecimiento (Cortés et al, 2024).

#### 2.2.19. La compatibilidad de *Trichoderma* spp, sobre los productos agroquímicos.

Es necesario mencionar que para la vinculación de los productos biológicos sobre el manejo de los cultivos es importante identificar la sensibilidad sobre los agentes biológicos sobre los agroquímicos que son empleados en estos manejos; esto con el propósito de conservar la capacidad controlado, permitiendo de esta manera proponer mecanismo o alternativas sobre el eficiente uso; desde esta perspectiva, la respuesta de la *Trichoderma* mantiene una variación sobre la dependencia con respecto a las combinaciones y cepas de varios microorganismos (Larios et al, 2019).

#### TRICHO – PLANT (*Trichoderma* spp.).

Es un inoculante biológico que nos ayuda a activar la producción de fitohormonas de crecimiento vegetal como el ácido indol acético (AIA) y el ácido gibbérelico por lo que influye sobre el crecimiento y desarrollo de las plantas, promueve la elongación de yemas axiales, hojas, raíces genera mayor producción de biomasa radicular, desarrollo de pelos absorbentes y aumenta la absorción de nutrientes. Además, mejora la defensa contra el estrés biótico y abiótico; produciendo compuestos capaces de inducir una respuesta local o sistémica de defensa ante el ataque de hongos, bacterias, insectos, nematodos; siendo la planta poco atractiva para el ataque de microorganismo fitopatógenos."

**Tabla 2.** Composición de TRICHO – PLANT.

Componente	Porcentaje
Trichoderma spp.	10 x 10 <sup>10</sup> esporas/g
Pureza y Viabilidad	100%

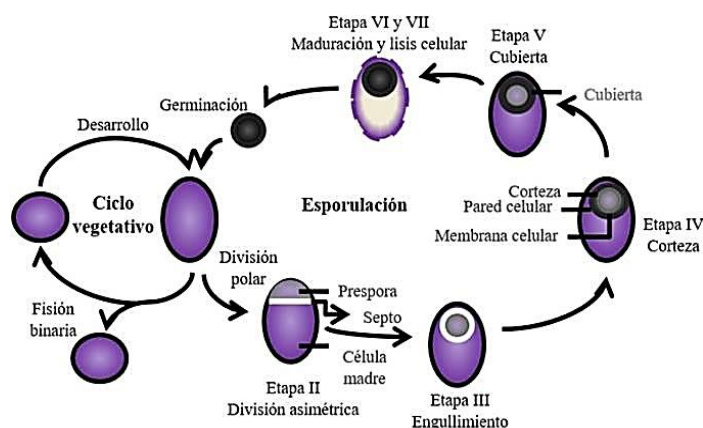
**Fuente:** (ABIS R&E).

### 2.2.20. Bacillus subtilis.

Con respecto al género Bacillus suelen estar presentes en los agro sistemas, siendo su principal función “el control de las enfermedades en los cultivos agrícolas, por tal motivo, esta especie suele estar distribuidas a nivel mundial, manteniendo habilidades que permite formar endosporas, adoptando una serie de potencia y resistencia sobre el aislamiento” (Villarreal et al, 2019). Es decir, se encuentra presente en ecosistemas terrestres y acuáticos, de hecho, pueden permanecer sobre condiciones extremas.

Características principales.

Por su parte, sobre las principales características sobre este género según Villarreal et al, (2019), menciona que radica sobre su crecimiento aerobio, incluso en ocasiones pueden ser anaerobio facultativo, Gram positivo, morfología bacilar, movilidad flagelar, y tamaño variable (0.5 a 10 µm). En este contexto, resulta importante destacar que su crecimiento se suscita sobre el pH neutro, presentando un amplio intervalo de temperaturas de crecimiento, aunque la mayoría de las especies son mesófilas (temperatura entre 30 y 45 °C), su diversidad metabólica asociada a la promoción del crecimiento vegetal y control de patógenos.



**Figura 3.** Ciclo de reproducción del género Bacillus.

**Fuente:** Villarreal (2018).

### 2.2.21. El género Bacillus como Agente de Control Biológico

Con respecto a su control biológico Maya et al, (2022), menciona que es importante destacar que este género ha demostrado mantener actividades antagónicas contra diversos microorganismos fitopatógenos, especialmente en los cultivos agrícolas. En la actualidad diversas especies del género Bacillus (B. subtilis, B. pumilus, B. amyloliquefaciens y B. licheniformis) son ampliamente estudiadas para mitigar la incidencia de enfermedades de importancia agrícola" Villarreal Delgado,( 2019). Por esta razón, sobre las principales vías de evitación sobre el desarrollo y establecimiento sobre todos los organismos fitopatógenos sobre diferente mecanismo en donde incluyen toxinas y la inducción sobre la resistencia sistemática de las plantas.

#### BACTER – Plus (*Bacillus subtilis*)

##### Descripción.

Contiene cepas nativas de *Bacillus subtilis*, microorganismo biocontrolador de amplio espectro de enfermedades bacterianas y fúngicas como: Amillaria spp, Botrytis cinérea, Fusarium, Rhizoctonia solanii, Phytophthora infestans.

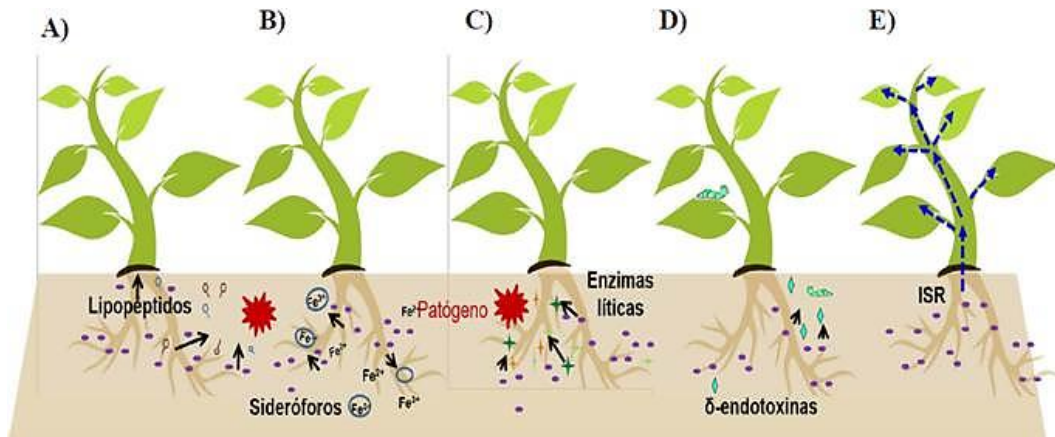
##### Mecanismo de Acción.

Forma una endospora resistente y protectora, posee una gran capacidad de secretar enzimas y de producir antibióticos de amplio espectro; productoras de fengicinas (lipopeptido bioactivo) que tienen actividad fúngica, pueden actuar en conjunto con las células de las plantas para la activación de una respuesta inmunitaria, lo que hace resistente ante un ingreso de microorganismo fitopatógenos, inhiben la formación de esporas.

**Tabla 3.** Composición de BACTER – Plus.

Componente	Porcentaje
Bacillus subtilis, Bacillus licheniformis, Bacillus amyloliquefaciens	10 x 10 <sup>12</sup> UFC/ml
Pureza – Bacillus	100%
Viabilidad	98%

**Fuente:** (ABIS R&E)



**Figura 4.** Mecanismos de control biológico del género *Bacillus*.  
**Fuente:** Villarreal (2018).

Nota. Producción de A) lipopéptidos, B) sideróforos, C) enzimas líticas, D) δ-endotoxinas, E) inducción a la respuesta sistémico

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO

##### 3.1.1. Cuantitativo

Se realizó una recopilación de datos basados en mediciones numéricas incluyendo variables (porcentaje, altura, diámetro y peso). Posteriormente se aplicó un análisis estadístico con el fin de procesar y extraer los resultados del ensayo.

##### 3.1.2. Tipo de Investigación

###### **Campo**

El ensayo se estableció en campo abierto en el sector, ubicado en el cantón Tulcán, provincia del Carchi.

###### **Experimental**

En el presente estudio, se llevó a cabo un experimento utilizando un diseño de bloques completos al azar (DBCA), que incluyó nueve tratamientos con cuatro repeticiones.

###### **Bibliografía.**

Para la investigación se ha tomado de referencia a diferentes documentos como: artículos científicos, páginas web, revistas, etc., para reforzar el conocimiento de las variables planteadas.

#### 3.2. IDEA A DEFENDER

**H0:** El uso de *Trichoderma* sp y *Bacillus Subtilis*, *tiene* efectos sobre el control de *Spongospora* subterránea en el cultivo de papa.

**HA:** El uso de *Trichoderma* sp y *Bacillus Subtilis*, *No tiene* efectos sobre el control de *Spongospora* subterránea hacia el cultivo de papa.

### 3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

**Tabla 4.** Operacionalización de Variables.

Variable	Dimensión	Indicadores	Técnica	Instrumento
<b>Dependiente</b>				
Cultivo de papa ( <i>Solanum tuberosum</i> )	Altura	A los 45, 60, 75, 90 y 105 dds se midió la altura de la planta con un flexómetro en centímetros, desde la base del tallo señalado con una piola roja, hasta la yema terminal.	Observación, Medición manual y registro	Flexómetro y cuaderno de apuntes
	Numero de tallos	A los 45, 60, 75, 90 y 105 dds se realizó el conteo de cada uno de los tallos de las plantas que conformaban la parcela neta.	Observación, conteo manual	Cuaderno de apuntes
	Diámetro de tallo	A los 45, 60, 75, 90 y 105 dds se realizó la medición del diámetro del tallo señalado con una piola roja con un calibrador en milímetros	Observación y registro	Calibrador pie de rey, cuaderno de apuntes
	Incidencia de Spongospora subterránea	A los 82 y 97 dds mediante la observación plantas afectadas por la enfermedad, mediante la utilización de una fórmula. La cual nos da el porcentaje de plantas afectadas por la enfermedad.  Incidencia (%) = plantas afectadas/ plantas evaluadas, x 100.	Observación y registro	Cuaderno de apuntes
	Severidad de Spongospora subterránea	A los 82 y 97 dds mediante la utilización de una escala de 6 grados nos ayuda a constatar el daño causado por esta enfermedad.  0. plantas sanas.  1. 1-10% de afectación.  2. 11-25% de afectación en las plantas.  3. 26-50% afectación de las plantas.  4. 51-75 % de afectación de las plantas.  5. 76-100 % afectación de las plantas	Observación y registro	Cuaderno de apuntes

---

Severidad en Tubérculos	<p>A los 180 dds mediante la utilización de una escala de 4 grados nos ayuda a verificar el daño causado por esta enfermedad.</p> <p>0. Cuando el tubérculo tenga &lt;10% de lesiones.  1. Cuando el tubérculo tenga de 10-24% de lesiones.  2. Cuando el tubérculo tenga el daño de 25- 50%.  3. Cuando el tubérculo tengo un &gt; 50% de lesiones.</p>	Observación y registro	Cuaderno de apuntes
Rendimiento	Después de la cosecha se pesó los tubérculos con la balanza digital en kilogramos, los tubérculos que conformaban la parcela neta.	Observación, pesaje y registro	Balanza digital y cuaderno de apuntes
Costo - Beneficio	Después de la cosecha ya comercializar se realizó un análisis conto - beneficio	Formula de índice C/B	$\frac{\text{Valor de la utilidad neta}}{\text{Costo de produccion total}}$

### Independientes

Biocontroladores (Trichoderma spp. y Bacillus Subtilis)	Trichoderma	Se aplico 1,5 g/l en época de siembra, retape, deshierba y aporque	Aplicación en Drench	Balanza digital, Bomba de fumigación
	Trichoderma	Se aplico 3 g/l, en época de siembra, retape, deshierba y aporque	Aplicación en Drench	Balanza digital, Bomba de fumigación
	Bacillus Subtilis	Se aplico 3 ml/l, en época de siembra, retape, deshierba y aporque	Aplicación en Drench	Bomba de fumigación
	Bacillus Subtilis	Se aplico 6 ml/l, en época de siembra, retape, deshierba y aporque	Aplicación en Drench	Bomba de fumigación
	Trichoderma + Bacillus subtilis	Se aplico 1,5 g/l +3 ml/l, en época de siembra, retape, deshierba y aporque	Aplicación en Drench	Balanza digital, Bomba de fumigación

---

	Trichoderma + Bacillus subtilis	Se aplico 1,5 g/l + 6 ml/l, en época de siembra, retape, deshierba y aporque	Aplicación en Drench	Balanza digital, Bomba de fumigación
	Trichoderma + Bacillus subtilis	Se aplico 3 g/l + 6 ml/l, en época de siembra, retape, deshierba y aporque	Aplicación en Drench	Balanza digital, Bomba de fumigación
	Trichoderma + Bacillus subtilis	Se aplico 3 g/l + 3 ml/l, en época de siembra, retape, deshierba y aporque	Aplicación en Drench	Balanza digital, Bomba de fumigación
Químico	Azoxystrobin	Se aplico 0,5 g/l en época de siembra, retape, deshierba y aporque	Aplicación en Drench	Balanza digital, Bomba de fumigación

### 3.3.1. Variables de estudio

#### **Altura de planta.**

En primer lugar, se marcó con una cabuya de color rojo el tallo que presentaba el mejor crecimiento de cada de las seis plantas de la parcela neta para su identificación. Luego, a los 45, 60, 75, 90 y 105 dds se realizó la medición con un flexómetro en (cm), desde la base del tallo hasta la yema terminal de la planta y finalmente se registraron los datos obtenidos.

#### **Numero de tallos.**

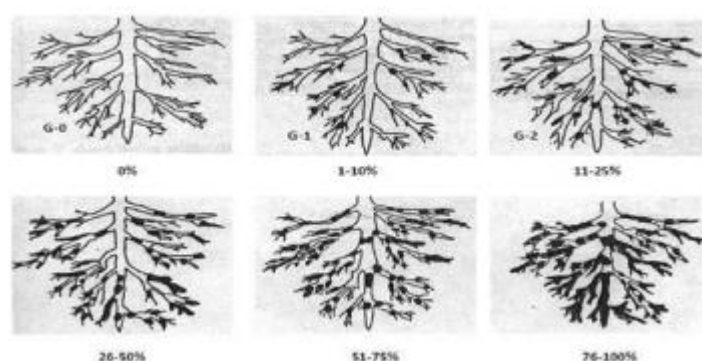
A los 45, 60, 75, 90 y 105 dds, se realizó un conteo manual de los tallos que pertenecen a cada una de las plantas que se encuentran en la parcela neta, y seguido se registró los datos en un cuaderno de apuntes.

#### **Diámetro de tallo.**

Se marcó con una cabuya de color rojo el tallo que presentaba el mejor crecimiento de cada de las seis plantas de la parcela neta para su identificación. Luego a los 45, 60, 75, 90 y 105 dds se midió el diámetro del tallo con la ayuda de un calibrador en (mm), ubicando a 2 cm del suelo y se registró los datos obtenidos.

#### **Severidad de la enfermedad.**

A los 82 y 97 dds se determinó la afectación de las plantas a partir de la observación de los daños causados por la enfermedad. Para ello se utilizó una escala de evaluación, y se registraron los datos obtenidos.



**Figura 5.** Escala de severidad en el cultivo de papa.  
**Fuente:** (López, 2017).

### **Incidencia de la enfermedad.**

A los 82 y 97 dds se identificaron los síntomas causados por la presencia de la enfermedad, en las plantas afectadas mediante la observación. Los resultados se presentaron en forma de porcentaje, utilizando la formula correspondiente

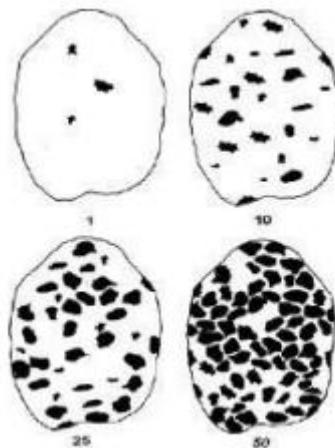
$$\% \text{ incidencia} = \frac{\text{Número de plantas afectadas}}{\text{Número total de plantas evaluadas}} \times 100$$

**Figura 6.** Formula de % incidencia.

**Fuente:** (López, 2017).

### **Severidad en tubérculos.**

A los 180 dds se determinó mediante la observación los daños causados en los tubérculos por la enfermedad, mediante una escala de evaluación, se procedió a registrar los datos obtenidos.



**Figura 7.** Escala de severidad en tubérculos.

**Fuente:** (López, 2017).

### **Rendimiento.**

A los 180 dds, se llevó a cabo la cosecha del cultivo, lo que incluye el pesaje total de los tubérculos de cada planta de las parcelas netas de cada tratamiento. Los tubérculos se colocaron en una bolsa y luego se procedió a pesar en una balanza digital en Kilogramos (kg).

### **Análisis económico.**

Una vez finalizada la cosecha, se llevó a cabo un análisis económico de cada tratamiento. Esto incluye calcular el costo de producción por hectárea, la cantidad de producción en  $\text{Tha}^{-1}$ , precio venta, utilidad neta y costo-beneficio. La cual se usó la fórmula, índice C/B. que consiste en dividir la utilidad neta entre el costo de producción.

### 3.4. MÉTODOS UTILIZADOS

#### 3.4.1. Ubicación del ensayo.

El ensayo experimental se desarrolló en el cantón Tulcán, parroquia Tulcán sector de Tetes. Se encuentra en una altitud 2950 msnm, presenta una temperatura promedio de 12°C.

#### 3.4.2. Características del ensayo

La implementación del ensayo se utilizó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA).

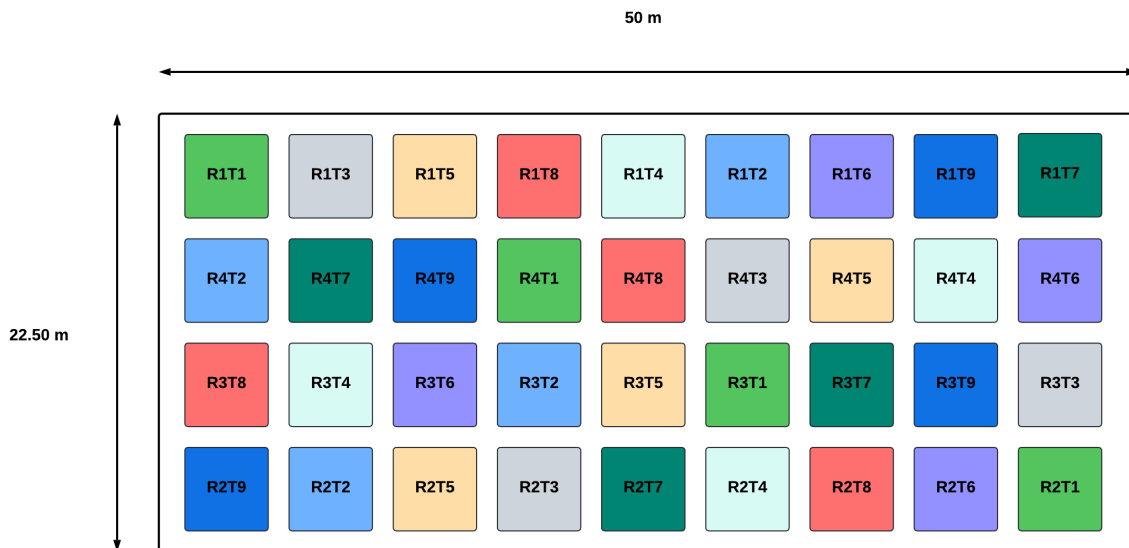
**Tabla 5.** Características del ensayo experimental.

<b>Datos del experimento</b>	<b>Dimensiones</b>
Tratamientos	9
Repeticiones	4
Número de unidades experimentales	36
Área total del ensayo	1125 m <sup>2</sup>
Área de la parcela total	25m <sup>2</sup>
Número total de plantas	1800
Separación entre bloques	0,50 cm
Separación entre parcelas	0,50 cm
Área de la parcela neta	3 m <sup>2</sup>
Numero de plantas muestreadas	6
Numero de plantas por surco	10
Numero de surcos por parcela total	5
Numero de surcos por parcela neta	3

#### 3.4.3. Población y muestra

##### **Población**

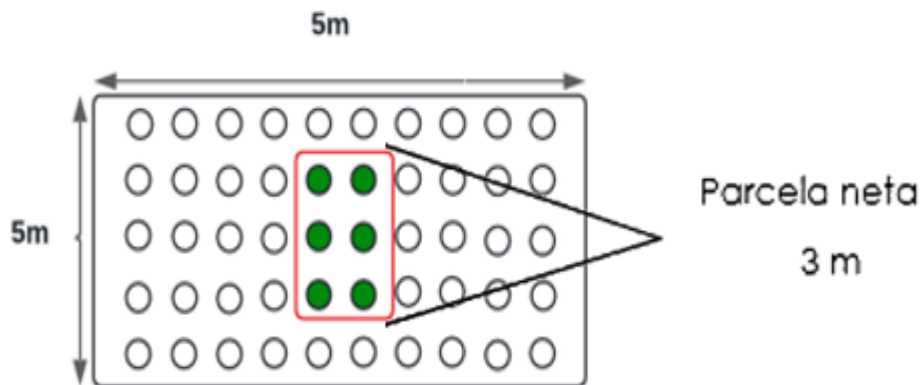
La población del ensayo experimental estuvo compuesta por 1800 plantas divididas en 36 unidades en un área de 1125 m<sup>2</sup>.



**Figura 8.** Población del ensayo experimental.

### Muestra

La muestra estuvo representada por 216 plantas divididas en 36 parcelas netas de 3 m<sup>2</sup> cada una en un área total 108 m<sup>2</sup>



**Figura 9.** Muestra del ensayo experimental.

### 3.4.5. Tratamientos

En la presente investigación se evaluaron nueve tratamientos de control en el cultivo de papa.

**Tabla 6.** Tratamientos de la investigación.

Tratamiento	Composición	Descripción
T1	Trichoderma spp	1.5g/l
T2	Trichoderma spp	3g/l
T3	Bacillus subtilis	3ml/l
T4	Bacillus subtilis	6ml/l

T5	Trichoderma spp+ Bacillus subtilis	(TH1) 1.5 g/l +(BA1) 3ml/l
T6	Trichoderma spp+ Bacillus subtilis	(TH1) 1.5g/l +(BA2) 6ml/l
T7	Trichoderma spp+ Bacillus subtilis	(TH2) 3 g/l +(BA1) 6ml/l
T8	Trichoderma spp+ Bacillus subtilis	(TH2) 3 g/l +(BA2) 3ml/l
T9	Testigo químico	0.5 g/l Azoxytrobín

### 3.4.6. Procedimiento

#### Análisis de suelo Microbiológico

En el lugar donde se llevó a cabo el ensayo, se procedió a obtener una muestra de suelo que consistía en 10 submuestras recopiladas en un patrón en zigzag a una profundidad de 20 cm. Estas submuestras fueron mezcladas de manera homogénea en un balde y luego separadas en una bolsa plástica, con un peso aproximado de un kilogramo. Se adjuntó una etiqueta con todos los datos del lugar correspondientes. Posteriormente, esta muestra fue enviada al laboratorio ABISRE (Agro Bio Soluciones).

#### Preparación del terreno

Se llevó a cabo una tarea mecanizada utilizando un tractor, el cual realizó una labor de arado 15 días antes de la siembra. Se procedió a rastrillar dos veces con el objetivo de prevenir el sobre laboreo, compactación del suelo, y reducir la necesidad de herbicidas. Luego, se efectuó el surcado.

#### Instalación del ensayo

En el ensayo se estableció a campo abierto ocupando una superficie de 1125 m<sup>2</sup> y estuvo dividido por 36 unidades experimentales, las cuales fueron delimitadas mediante el uso de piolas y estacas, creando así parcelas individuales de 25 m<sup>2</sup> cada una.

#### Siembra

Para la siembra se inició con la creación de surcos a una distancia de un 1 m, mediante el uso de azadones. La semilla de papa variedad super chola fueron desinfectadas con insecticidas y fueron colocadas respetando una distancia de 0.50 m entre ellas. En cada unidad experimental se sembraron 100 semillas, lo que resultó en un total de 3600 semillas distribuidas en todo el ensayo.

#### Fertilización Química

- Retape: El proceso consistió en cubrir con tierra los primeros brotes del tubérculo transcurridos a los 21 días después de la siembra. En esta etapa se

emplearon fertilizantes químicos. Posteriormente, se procedió a la cobertura de los brotes con la ayuda de un azadón.

- Deshierbe: Esta labor consistió en erradicar las plantas arvenses que interfieren en el crecimiento de la planta. Tras la eliminación de las plantas indeseadas se procedió a una fertilización química aportando nutrientes para su óptimo desarrollo. Posteriormente a los 50 días después de la siembra se llevó a cabo un laboreo manual utilizando palas o azadones.
- Aporque: Transcurridos los 90 días después de la siembra, se procedió a elevar la tierra alrededor de los tallos de las plantas con el propósito de mantenerla firme y proteger los estolones. Esta labor se realizó con la asistencia de una pala o azadón.

### Cosecha

La cosecha se realizó a los 180 días después de siembra, completando el estado fisiológico del cultivo. Con ayuda de un azadón se extrajeron los tubérculos de las seis plantas de papa que integraban las parcelas netas de cada tratamiento y posteriormente se tomaron los datos correspondientes para la realización del análisis respectivo.

### 3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para el análisis estadístico de las variables que se utilizó en el ensayo, se usó el software Infostat.

**Tabla 7.** Presentación de ANOVA.

<b>F. V</b>	<b>Fórmula</b>	<b>GL</b>
Trat	T-1	8
Rep	r-1	3
EE	(T-1) (r-1)	24
Total	Tr-1	35

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. RESULTADOS

#### 4.1.1. Variable altura de planta

En la tabla 8 se observa el análisis de varianza (ANOVA), aplicado en la altura de planta, muestra a los 45 y 75 dds presentan diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre tratamientos. Posteriormente, a los 60, 90 y 105 dds no se observaron significancias ( $p > 0.05$ ) entre los tratamientos evaluados. Además, se presentaron coeficientes de variación de 17.22%, 17.72%, 14.53%, 11.70% y 8.23% respectivamente lo que indica que la investigación es aceptable.

**Tabla 8.** ANOVA para la altura de planta (cm) desde los 45 hasta los 105 dds.

F.V.	gl	45 dds	60 dds	75 dds	90 dds	105 dds
		p-valor				
Rep/Bloq	3	<0.01**	<0.01**	<0.01**	<0.01**	<0.01**
Trat	8	0.05*	0.13ns	0.05*	0.22ns	0.20ns
Error	24					
Total	35					
Media (cm)		4.46	14.93	28.67	51.39	70.34
C.V. (%)		17.22	17.72	14.53	11.70	8.23

**Leyenda.** Fv: fuente de variación; gl: grados de libertad; P valor: grado significativo; \*: significativo; ns: no significativo; dds: días después de siembra; CV: coeficiente de variación.

En la tabla 9 de acuerdo con la prueba de Tukey al 5% para la altura, muestra a los 45 dds los tratamientos T7 (Trichoderma spp 3 g/l + Bacillus subtilis 6 ml/l), T9 (Químico), T3 (Bacillus subtilis 3 ml/l), T6 (Trichoderma spp 1.5 g/l + Bacillus subtilis 6ml/l), T1 (Trichoderma spp 1.5 g/l), T8 (Trichoderma spp 3 g/l + Bacillus subtilis 3ml/l) y T4 (Bacillus subtilis 6ml/l) no presentan diferencias significativas, como también los tratamientos T9 (Químico), T3 (Bacillus subtilis 3 ml/l), T6 (Trichoderma spp 1.5 g/l + Bacillus subtilis 6ml/l), T1 (Trichoderma spp 1.5 g/l), T8 (Trichoderma spp 3 g/l + Bacillus subtilis 3ml/l), T4 (Bacillus subtilis 6ml/l) y T5 (Trichoderma spp 1.5 g/l + Bacillus subtilis 3 ml/l) al igual que los tratamientos T6 (Trichoderma spp 1.5 g/l + Bacillus subtilis 6ml/l), T1 (Trichoderma spp 1.5 g/l), T8 (Trichoderma spp 3 g/l + Bacillus subtilis 3ml/l), T4 (Bacillus subtilis 6ml/l), T5 (Trichoderma spp 1.5 g/l + Bacillus subtilis 3 ml/l) y T2 (Trichoderma spp 3 g/l)

tampoco presentaron diferencias significativas. Sin embargo, el tratamiento T7 (Trichoderma spp 3 g/l + Bacillus subtilis 6 ml/l) sí difiere del tratamiento T2 (Trichoderma spp 3 g/l), presentando el mejor tratamiento el T7 (Trichoderma spp 3 g/l + Bacillus subtilis 6 ml/l) con una media de 5.21 cm. A los 75 dds los tratamientos T7 (Trichoderma spp 3 g/l + Bacillus subtilis 6 ml/l), T9 (Químico), T3 (Bacillus subtilis 3 ml/l), T8 (Trichoderma spp 3 g/l + Bacillus subtilis 3ml/l), T1 (Trichoderma spp 1.5 g/l), T6 (Trichoderma spp 1.5 g/l + Bacillus subtilis 6ml/l) no presentan diferencias significativas, como también los tratamientos T9 (Químico), T3 (Bacillus subtilis 3 ml/l), T8 (Trichoderma spp 3 g/l + Bacillus subtilis 3ml/l), T1 (Trichoderma spp 1.5 g/l), T6 (Trichoderma spp 1.5 g/l + Bacillus subtilis 6ml/l) y T2 (Trichoderma spp 3 g/l) al igual que los tratamientos T3 (Bacillus subtilis 3 ml/l), T8 (Trichoderma spp 3 g/l + Bacillus subtilis 3ml/l), T1 (Trichoderma spp 1.5 g/l), T6 (Trichoderma spp 1.5 g/l + Bacillus subtilis 6ml/l), T2 (Trichoderma spp 3 g/l), T4 (Bacillus subtilis 6ml/l) y T5 (Trichoderma spp 1.5 g/l + Bacillus subtilis 3 ml/l) tampoco presentan diferencias significativas, pero el tratamiento T7 (Trichoderma spp 3 g/l + Bacillus subtilis 6 ml/l) sí difiere del tratamiento T4 (Bacillus subtilis 6ml/l) y T5 (Trichoderma spp 1.5 g/l + Bacillus subtilis 3 ml/l), presentando el mejor tratamiento el T7 ( Trichoderma spp 3 g/l + Bacillus subtilis 6 ml/l ) con una media de 33.63 cm respectivamente.

El tratamiento T7 (Trichoderma spp 3 g/l + Bacillus subtilis 6 ml/l) demostró ser el más efectivo en cuanto a la altura de planta con un promedio de 33.63 centímetros, Estos resultados concuerdan con (Hoyos Carvajal et al., 2021), quien determina que el tratamiento T5 (Trichoderma spp + Bacillus), ha inducido a una mayor altura de planta con un promedio de 42.07 cm y el aumento de biomasa foliar en el cultivo de papa. Este efecto se atribuye a la acción de los microorganismos del género Bacillus y Trichoderma que actúan como promotores del crecimiento favoreciendo al desarrollo de raíces y pelos absorbentes.

**Tabla 9.** Prueba de Tukey al 5 % para la altura de planta (cm) a los 45 y 75 dds.

Tratamiento	45 dds		Tratamiento	75 dds	
	Media	Rango		Media	Rango
T7	5.21	A	T7	33.63	A
T9	5.06	AB	T9	31.97	AB
T3	4.94	AB	T3	30.91	ABC
T6	4.75	ABC	T8	29.96	ABC
T1	4.50	ABC	T1	28.91	ABC
T8	4.38	ABC	T6	17.19	ABC
T4	4.02	ABC	T2	26.17	BC
T5	3.79	BC	T4	24.74	C
T2	3.52	C	T5	24.51	C

**Leyenda.** T1 (Trichoderma spp 1.5 g/l); T2 (Trichoderma spp 3 g/l); T3 (Bacillus subtilis 3 ml/l); T4 (Bacillus subtilis 6ml/l); T5 (Trichoderma spp 1.5 g/l + Bacillus subtilis 3 ml/l); T6 (Trichoderma spp 1.5 g/l + Bacillus subtilis 6ml/l); T7 (Trichoderma spp 3 g/l + Bacillus subtilis 6 ml/l); T8 (Trichoderma spp 3 g/l + Bacillus subtilis 3ml/l); T9 (Químico).

#### 4.1.2. Variable número de tallos

En la tabla 10 se observa el análisis de la varianza (ANOVA), para el número de tallos correspondiente, muestra a los 45 hasta los 105 dds no se presentan diferencias significativas ( $p>0,05$ ) entre los tratamientos. Así mismo presentaron coeficientes de variación de 17.52%, 14.26%, 19.58%, 15.52% y 12.75% respectivamente lo que indica que la investigación es aceptable.

**Tabla 10.** ANOVA para el número de tallos (u) desde los 45 hasta 105 dds.

F.V.	gl	45 dds	60 dds	75 dds	90 dds	105 dds
		p-valor				
Rep/Bloq	3	0.02*	0.10ns	0.37ns	0.28ns	0.36ns
Trat	8	0.14ns	0.36ns	0.63ns	0.97ns	0.94ns
Error	24					
Total	35					
Media		4.93	5.74	6.04	6.83	7.92
C.V. (%)		17.52	14.26	19.58	15.52	12.75

**Leyenda.** Fv: fuente de variación; gl: grados de libertad; P valor: grado significativo; ns: no significativo; dds: días después de siembra; CV: coeficiente de variación.

Tras la investigación a los, 105 dds de papa se determinó que para la variable número de tallos, no existió diferencia, dando a entender que los tratamientos utilizados por cada tratamiento no tuvieron mayor influencia, concordando con (Pandey et al., 2022), indica que en las etapas iniciales, el desarrollo de las plantas de papa corresponden a la fenología normal y estable del cultivo. Las plantas que provienen de semilla - tubérculos emiten de manera constante entre 4 y 6 brotes cortos y fuertes alcanza su crecimiento entre los 45 y 67 dds.

#### 4.1.3. Diámetro de tallo

En la tabla 11 se observa el análisis de varianza (ANOVA), para el diámetro del tallo, muestra a los 45, 60, 90 y 105 dds no presentan significancias ( $p>0.05$ ) entre los tratamientos. Sin embargo, a los 75 dds se presenta una diferencia estadística altamente significativa ( $p<0.01$ ) en los tratamientos. Además, se obtuvieron coeficientes de variación de 44.82%, 40.81%, 20.4%, 15.36%, y 14.24% respectivamente lo que indica que la investigación es aceptable.

**Tabla 11.** ANOVA para el diámetro de tallo (mm) desde 45 hasta 105 dds.

F.V.	gl	45 dds	60 dds	75 dds	90 dds	105 dds
		p-valor				
Rep/Bloq	3	0.09ns	<0.01**	0.25ns	0.05*	0.05*
Trat	8	0.41ns	0.08ns	<0.01**	0.18ns	0.09ns
Error	24					
Total	35					
Media (mm)		0.78	3.59	7.99	10.65	10.93
C.V. (%)		44.82	40.81	20.4	15.36	14.24

**Leyenda.** Fv: fuente de variación; gl: grados de libertad; P valor: grado significativo; \*\*: altamente significativo; ns: no significativo; dds: días después de siembra; CV: coeficiente de variación.

En la tabla 12 de acuerdo con la prueba de Tukey al 5% para el diámetro del tallo, muestra a los 75 dds los tratamientos T7 (Trichoderma spp 3 g/l + Bacillus subtilis 6 ml/l), T9 (Químico), T2 (Trichoderma spp 3 g/l), T8 (Trichoderma spp 3 g/l + Bacillus subtilis 3ml/l), T1 (Trichoderma spp 1.5 g/l), y T3 (Bacillus subtilis 3 ml/l) no mostraron diferencias significativas, como también los tratamientos T2 (Trichoderma spp 3 g/l), T8 (Trichoderma spp 3 g/l + Bacillus subtilis 3ml/l), T1 (Trichoderma spp 1.5 g/l), T3 (Bacillus subtilis 3 ml/l), T4 (Bacillus subtilis 6ml/l) y T6 (Trichoderma spp 1.5 g/l + Bacillus subtilis 6ml/l) de la misma manera los tratamientos T4 (Bacillus subtilis 6ml/l), T6 (Trichoderma spp 1.5 g/l + Bacillus subtilis 6ml/l) y T5 (Trichoderma spp 1.5 g/l + Bacillus subtilis 3 ml/l) tampoco presentaron diferencias significativas. Sin embargo, los tratamientos T7 (Trichoderma spp 3 g/l + Bacillus subtilis 6 ml/l) y T9 (Químico) si difieren del tratamiento T5 (Trichoderma spp 1.5 g/l + Bacillus subtilis 3 ml/l), presentando el mejor tratamiento el T7 (Trichoderma spp 3 g/l + Bacillus subtilis 6 ml/l) y T9 (Químico) con una media de 10.45 y 9.89 mm respectivamente.

El tratamiento T7 (Trichoderma spp 3 g/l + Bacillus subtilis 6 ml/l) demostró ser el más efectivo en cuanto al diámetro del tallo con un promedio de 10.45 milímetros. Estos resultados coinciden con (Obando Reina, 2022), indica que en la etapa inicial el desarrollo de los brotes son muy activos lo que mejora el diámetro con una medida de 11.08 mm. Este crecimiento está relacionado en gran parte por la reserva de carbohidratos y reguladores del crecimiento presentes en los tubérculos – semilla.

**Tabla 12.** Prueba de Tukey al 5 % para el diámetro de tallo (mm) a los 75 dds.

Tratamiento	75 dds	
	Media	Rango
T7	10.45	A
T9	9.89	A
T2	8.78	AB
T8	8.77	AB
T1	8.40	AB

T3	8.35	AB
T4	6.60	BC
T6	6.29	BC
T5	4.35	C

**Leyenda.** T1 (Trichoderma spp 1.5 g/l); T2 (Trichoderma spp 3 g/l); T3 (Bacillus subtilis 3 ml/l); T4 (Bacillus subtilis 6ml/l); T5 (Trichoderma spp 1.5 g/l + Bacillus subtilis 3 ml/l); T6 (Trichoderma spp 1.5 g/l + Bacillus subtilis 6ml/l); T7 (Trichoderma spp 3 g/l + Bacillus subtilis 6 ml/l); T8 (Trichoderma spp 3 g/l + Bacillus subtilis 3ml/l); T9 (Químico).

#### 4.1.4. Severidad

En la tabla 13 se observa el análisis de varianza (ANOVA) para la severidad, muestra a los 82 y 97 dds, se presenta una diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) entre los tratamientos. Así mismo, obteniendo coeficientes de variación de 18.60% y 12.74% respectivamente lo que indica que la investigación es aceptable.

**Tabla 13.** ANOVA para la severidad desde los 82 y 97 dds.

F.V.	gl	82 dds	97 dds
		p-valor	
Rep/Bloq	3	0.25ns	0.05*
Trat	8	0.05*	0.05*
Error	24		
Total	35		
Media (%)		2.09	4.08
C.V. (%)		18.60	12.74

**Leyenda.** Fv: fuente de variación; gl: grados de libertad; P valor: grado significativo; \*: significativo; dds: días después de siembra; CV: coeficiente de variación.

En la tabla 14 de acuerdo con la prueba Tukey para la variable severidad de la planta, muestra a los 82 dds los tratamientos T7 (Trichoderma spp 3 g/l + Bacillus subtilis 6 ml/l), T8 (Trichoderma spp 3 g/l + Bacillus subtilis 3ml/l), T5 (Trichoderma spp 1.5 g/l + Bacillus subtilis 3 ml/l) y T3 (Bacillus subtilis 3 ml/l) no presentan diferencias significativas, como también los tratamientos T5 (Trichoderma spp 1.5 g/l + Bacillus subtilis 3 ml/l), T3 (Bacillus subtilis 3 ml/l), T2 (Trichoderma spp 3 g/l), T9 (Químico), T4 (Bacillus subtilis 6ml/l), T6 (Trichoderma spp 1.5 g/l + Bacillus subtilis 6ml/l) y T1 (Trichoderma spp 1.5 g/l) tampoco presentan diferencias significativas, sin embargo, los tratamientos T7 (Trichoderma spp 3 g/l + Bacillus subtilis 6 ml/l) y T8 (Trichoderma spp 3 g/l + Bacillus subtilis 3ml/l) sí difieren de los tratamientos T2 (Trichoderma spp 3 g/l), T9 (Químico), T4 (Bacillus subtilis 6ml/l), T6 (Trichoderma spp 1.5 g/l + Bacillus subtilis 6ml/l) y T1 (Trichoderma spp 1.5 g/l) presentando los mejores tratamientos T7 (Trichoderma spp 3 g/l + Bacillus subtilis 6 ml/l) y T8 (Trichoderma spp 3 g/l + Bacillus subtilis 3ml/l) con medias de 3.25 y 3.28 %. A los 97dds los tratamientos T7 (Trichoderma spp 3 g/l + Bacillus subtilis 6 ml/l), T8 (Trichoderma spp 3 g/l + Bacillus subtilis 3ml/l), T4 (Bacillus

subtilis 6ml/l), T1 (Trichoderma spp 1.5 g/l), T6 (Trichoderma spp 1.5 g/l + Bacillus subtilis 6ml/l), T2 (Trichoderma spp 3 g/l), T9 (Químico) y T5 (Trichoderma spp 1.5 g/l + Bacillus subtilis 3 ml/l) no muestran diferencias significativas, como también los tratamientos T8 (Trichoderma spp 3 g/l + Bacillus subtilis 3ml/l), T4 (Bacillus subtilis 6ml/l), T1 (Trichoderma spp 1.5 g/l), T6 (Trichoderma spp 1.5 g/l + Bacillus subtilis 6ml/l), T2 (Trichoderma spp 3 g/l), T9 (Químico), T5 (Trichoderma spp 1.5 g/l + Bacillus subtilis 3 ml/l) y T3 (Bacillus subtilis 3 ml/l) tampoco presentan diferencias significativas, no obstante, el tratamiento T7 (Trichoderma spp 3 g/l + Bacillus subtilis 6 ml/l) sí difiere del tratamiento T3 (Bacillus subtilis 3 ml/l) presentando el mejor tratamiento T7 (Trichoderma spp 3 g/l + Bacillus subtilis 6 ml/l) con una media de 3.25% respectivamente.

El tratamiento T7 (Trichoderma spp 3 g/l + Bacillus subtilis 6 ml/l) demostró ser el más efectivo en cuanto a la severidad con un promedio de 3.25%, que coincide con (Mesa Quijano et al., 2020) indica que los nódulos de Spongospora subterránea en raíces de papa (severidad) disminuyo y obtuvo una medida de 2.25%, por las aplicaciones de Trichoderma spp y Bacillus Subtilis. Estos microorganismos poseen capacidades que favorecen al desarrollo y apoyo en el manejo de fitopatógenos.

**Tabla 14.** Prueba de Tukey al 5 % para la severidad a los 82 y 97 dds.

Trat	82 dds		Trat	97 dds	
	Media	Rango		Media	Rango
T7	1.25	A	T7	3.25	A
T8	1.25	A	T8	3.38	AB
T5	2.00	AB	T4	4.13	AB
T3	2.13	AB	T1	4.18	AB
T2	2.25	B	T6	4.25	AB
T9	2.38	B	T2	4.25	AB
T4	2.38	B	T9	4.38	AB
T6	2.50	B	T5	4.38	AB
T1	2.75	B	T3	4.50	B

**Leyenda.** T1 (Trichoderma spp 1.5 g/l); T2 (Trichoderma spp 3 g/l); T3 (Bacillus subtilis 3 ml/l); T4 (Bacillus subtilis 6ml/l); T5 (Trichoderma spp 1.5 g/l + Bacillus subtilis 3 ml/l); T6 (Trichoderma spp 1.5 g/l + Bacillus subtilis 6ml/l); T7 (Trichoderma spp 3 g/l + Bacillus subtilis 6 ml/l); T8 (Trichoderma spp 3 g/l + Bacillus subtilis 3ml/l); T9 (Químico).

#### 4.1.5. Incidencia

En la tabla 15 se observa el análisis de varianza (ANOVA) para la incidencia, muestra a los 82 dds presenta una diferencia altamente significativa ( $p < 0.01$ ) en los tratamientos. Además, a los 97 dds se evidencio una diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) entre los tratamientos. De igual manera, se registraron coeficientes de variación de 19.56% y 12.49% respectivamente lo que indica que la investigación es aceptable.

**Tabla 15.** ANOVA para la incidencia a los 82 y 97 dds.

F.V.	gl	82 dds	97 dds
		p-valor	
Rep/Bloq	3	0.49ns	0.90ns
Trat	8	<0.01**	0.05*
Error	24		
Total	35		
Media (%)		57.41	85.65
C.V. (%)		19.56	12.49

**Leyenda.** Fv: fuente de variación; gl: grados de libertad; P valor: grado significativo; \*\*: altamente significativo; \*: significativo; dds: días después de siembra; CV: coeficiente de variación.

En la tabla 16 de acuerdo con la prueba de Tukey al 5% para la incidencia del cultivo, muestra a los 82 dds los tratamientos T7 (Trichoderma spp 3 g/l + Bacillus subtilis 6 ml/l), T8 (Trichoderma spp 3 g/l + Bacillus subtilis 3ml/l), T9 (Químico), T5 (Trichoderma spp 1.5 g/l + Bacillus subtilis 3 ml/l), T4 (Bacillus subtilis 6ml/l) y T2 (Trichoderma spp 3 g/l) no presentan diferencias significativas, como también los tratamientos T5 (Trichoderma spp 1.5 g/l + Bacillus subtilis 3 ml/l), T4 (Bacillus subtilis 6ml/l), T2 (Trichoderma spp 3 g/l), T6 (Trichoderma spp 1.5 g/l + Bacillus subtilis 6ml/l), T1 (Trichoderma spp 1.5 g/l) y T3 (Bacillus subtilis 3 ml/l) tampoco presenta diferencias significativas. No obstante, los tratamientos T7 (Trichoderma spp 3 g/l + Bacillus subtilis 6 ml/l), T8 (Trichoderma spp 3 g/l + Bacillus subtilis 3ml/l) y T9 (Químico) si difieren de los tratamientos T6, T1 y T3 presentando medias de 45.83%. A los 97 dds los tratamientos T7 (Trichoderma spp 3 g/l + Bacillus subtilis 6 ml/l), T8 (Trichoderma spp 3 g/l + Bacillus subtilis 3ml/l), T6 (Trichoderma spp 1.5 g/l + Bacillus subtilis 6ml/l), T5 (Trichoderma spp 1.5 g/l + Bacillus subtilis 3 ml/l), T4 (Bacillus subtilis 6ml/l), T9 (Químico), T3 (Bacillus subtilis 3 ml/l) y T1 (Trichoderma spp 1.5 g/l) no presentan diferencias significativas, como también los tratamientos T6 (Trichoderma spp 1.5 g/l + Bacillus subtilis 6ml/l), T5 (Trichoderma spp 1.5 g/l + Bacillus subtilis 3 ml/l), T4 (Bacillus subtilis 6ml/l), T9 (Químico), T3 (Bacillus subtilis 3 ml/l), T1 (Trichoderma spp 1.5 g/l) y T2 (Trichoderma spp 3 g/l) tampoco presentan diferencias significativas. Sin embargo, los tratamientos T7 (Trichoderma spp 3 g/l + Bacillus subtilis 6 ml/l) y T8 (Trichoderma spp 3 g/l + Bacillus subtilis 3ml/l) sí difieren del tratamiento T2 (Trichoderma spp 3 g/l) presentando el mejor tratamiento T7 (Trichoderma spp 3 g/l + Bacillus subtilis 6 ml/l) y T8 (Trichoderma spp 3 g/l + Bacillus subtilis 3ml/l) con una media de 70.84% y 75.00% respectivamente.

El tratamiento T7 (Trichoderma spp 3 g/l + Bacillus subtilis 6 ml/l) demostró ser el más efectivo en cuanto a la incidencia con un promedio de 70.84%, lo que concuerda con (Puentes, 2023), realizo un estudio para evaluar el efecto combinado de

Trichoderma spp y Bacillus spp para el manejo de Spongospora subterránea hacia el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*). Los resultados indicaron que la aplicación de estos microorganismos fue efectiva obteniendo un promedio de 65.1 %, en el manejo de Spongospora subterránea evidenciando una reducción de la incidencia en la enfermedad.

**Tabla 16.** Prueba de Tukey al 5 % para la incidencia a los 82 y 97 dds.

Trat	82 dds		Trat	97 dds	
	Media	Rango		Media	Rango
T7	45.83	A	T7	70.84	A
T8	45.83	A	T8	75.00	A
T9	45.83	A	T6	83.33	AB
T5	54.17	AB	T5	83.33	AB
T4	54.17	AB	T4	87.50	AB
T2	62.50	AB	T9	87.50	AB
T6	66.67	B	T3	91.67	AB
T1	70.84	B	T1	95.83	AB
T3	70.84	B	T2	95.83	B

**Leyenda.** T1 (Trichoderma spp 1.5 g/l); T2 (Trichoderma spp 3 g/l); T3 (Bacillus subtilis 3 ml/l); T4 (Bacillus subtilis 6ml/l); T5 (Trichoderma spp 1.5 g/l + Bacillus subtilis 3 ml/l); T6 (Trichoderma spp 1.5 g/l + Bacillus subtilis 6ml/l); T7 (Trichoderma spp 3 g/l + Bacillus subtilis 6 ml/l); T8 (Trichoderma spp 3 g/l + Bacillus subtilis 3ml/l); T9 (Químico).

#### 4.1.6. Severidad de tubérculos

En la tabla 17 se presenta el análisis de varianza (ANOVA) para la severidad en tubérculos cosechados, se observa a los 180 dds, se manifiesta una diferencia altamente significativa ( $p < 0.01$ ) en los tratamientos aplicados. Así mismo, el estudio exhibe un coeficiente de variación de 19.50%, lo cual sugiere que los resultados obtenidos, son de un aceptable y confiabilidad en el contexto de la investigación.

**Tabla 17.** ANOVA para la severidad de tubérculos a los 180 dds.

F.V.	gl	180 dds
		p-valor
Rep/Bloq	3	0.87ns
Trat	8	<0.01**
Error	24	
Total	35	
Media		1.28
C.V. (%)		19.50

**Leyenda.** Fv: fuente de variación; gl: grados de libertad; P valor: grado significativo; \*\*: altamente significativo; dds: días después de siembra; CV: coeficiente de variación.

En la tabla 18 de acuerdo con la prueba de Tukey al 5% para la severidad en tubérculos, muestra los 180 dds los tratamientos T7 (Trichoderma spp 3 g/l + Bacillus subtilis 6 ml/l), T8 (Trichoderma spp 3 g/l + Bacillus subtilis 3ml/l), T9 (Químico), T5

(Trichoderma spp 1.5 g/l + Bacillus subtilis 3 ml/l), T1 (Trichoderma spp 1.5 g/l) y T6 (Trichoderma spp 1.5 g/l + Bacillus subtilis 6ml/l) no revelan diferencias significativas, como también los tratamientos T5 (Trichoderma spp 1.5 g/l + Bacillus subtilis 3 ml/l), T1 (Trichoderma spp 1.5 g/l), T6 (Trichoderma spp 1.5 g/l + Bacillus subtilis 6ml/l) y T3 (Bacillus subtilis 3 ml/l) al igual que los tratamientos T3 (Bacillus subtilis 3 ml/l), T4 (Bacillus subtilis 6ml/l), T2 (Trichoderma spp 3 g/l) tampoco presentaron diferencias significativas. No obstante, es importante señalar que los tratamientos T7 (Trichoderma spp 3 g/l + Bacillus subtilis 6 ml/l), T8 (Trichoderma spp 3 g/l + Bacillus subtilis 3ml/l), T9 (Químico) si difiere de los tratamientos T4(Bacillus subtilis 6ml/l) y T2 (Trichoderma spp 3 g/l) resultando los mejores tratamientos T7 (Trichoderma spp 3 g/l + Bacillus subtilis 6 ml/l), T8 (Trichoderma spp 3 g/l + Bacillus subtilis 3ml/l), T9 (Químico) con una media de 0.88%, 0.88% y 1.01% respectivamente.

El tratamiento T7 (Trichoderma spp 3 g/l + Bacillus subtilis 6 ml/l) demostró ser el más efectivo en cuanto a la severidad de tubérculos con un promedio de 0.88 %,lo que coincide con (Castro Rodriguez, 2020), indica que en la investigación realizada, se observaron diferencias en los tratamientos T1 (Trichoderma harzianum + Bacillus) y T5 (testigo sin control). En el tratamiento T1 ((Trichoderma harzianum + Bacillus), no se registraron daños en los tejidos internos de los tubérculos registrando un promedio de 0.65%. Esto sugiere que los microorganismos podrían haber protegido completamente los tubérculos o haber ejercido un efecto competitivo frente al patógeno, lo que impidió el desarrollo de la enfermedad.

**Tabla 18.** Prueba de Tukey al 5 % para la severidad en tubérculos a los 180 dds.

180 dds		
Tratamiento	Media	Rango
T7	0.88	A
T8	0.88	A
T9	1.01	A
T5	1.37	AB
T1	1.40	AB
T6	1.42	AB
T3	1.45	BC
T4	1.49	C
T2	1.59	C

**Leyenda.** T1 (Trichoderma spp 1.5 g/l); T2 (Trichoderma spp 3 g/l); T3 (Bacillus subtilis 3 ml/l); T4 (Bacillus subtilis 6ml/l); T5 (Trichoderma spp 1.5 g/l + Bacillus subtilis 3 ml/l); T6 (Trichoderma spp 1.5 g/l + Bacillus subtilis 6ml/l); T7 (Trichoderma spp 3 g/l + Bacillus subtilis 6 ml/l); T8 (Trichoderma spp 3 g/l + Bacillus subtilis 3ml/l); T9 (Químico).

#### 4.1.7. Rendimiento de cosecha por categorías

En la tabla 19 se muestra el análisis de varianza (ANOVA) para la variable rendimiento de cosecha por categorías en  $\text{Tha}^{-1}$ , muestra, 1° y 2° categoría no presentan diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) entre los tratamientos. Sin embargo, a la 3° categoría se presenta diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) entre tratamiento. Además, obteniendo coeficientes de variación de 9.85%, 13.38% y 15.24% respectivamente lo que indica que la investigación es aceptable.

**Tabla 19.** ANOVA para el rendimiento de cosecha por categorías en  $\text{Tha}^{-1}$ .

F.V.	gl	1° categoría	2° categoría	3° categoría
		p-valor		
Rep/Bloq	3	0.59ns	0.33ns	0.74ns
Trat	8	0.11ns	0.08ns	0.03*
Error	24			
Total	35			
Media (Tn/ha)		38.25	19.50	5.56
C.V. (%)		9.85	13.38	15.24

**Leyenda.** Fv: fuente de variación; gl: grados de libertad; P valor: grado significativo; \*: significativo; ns: no significativo; dds: días después de siembra; CV: coeficiente de variación.

En la tabla 20 se presenta la prueba de Tukey al 5% en el rendimiento de cosecha por categorías en  $\text{Tha}^{-1}$ , muestra a la 1° y 2° categoría no se observan diferencias significativas entre los tratamientos, los cuales se agrupan en un solo rango (A). En comparación a la 3° categoría los tratamientos T7 (Trichoderma spp 3 g/l + Bacillus subtilis 6 ml/l), T9 (Químico), T6 (Trichoderma spp 1.5 g/l + Bacillus subtilis 6ml/l), T4 (Bacillus subtilis 6ml/l), T8 (Trichoderma spp 3 g/l + Bacillus subtilis 3ml/l), T5 (Trichoderma spp 1.5 g/l + Bacillus subtilis 3 ml/l), T3 (Bacillus subtilis 3 ml/l) y T2 (Trichoderma spp 3 g/l) no presentan diferencias significativas entre los tratamientos, como también los tratamientos T9 (Químico), T6 (Trichoderma spp 1.5 g/l + Bacillus subtilis 6ml/l), T4 (Bacillus subtilis 6ml/l), T8 (Trichoderma spp 3 g/l + Bacillus subtilis 3ml/l), T5 (Trichoderma spp 1.5 g/l + Bacillus subtilis 3 ml/l), T3 (Bacillus subtilis 3 ml/l), T2 (Trichoderma spp 3 g/l) y T1 (Trichoderma spp 1.5 g/l) tampoco presentan diferencias significativas. Sin embargo, el tratamiento T7 (Trichoderma spp 3 g/l + Bacillus subtilis 6 ml/l) sí difiere del tratamiento T1 (Trichoderma spp 1.5 g/l) presentando el mejor tratamiento T7 (Trichoderma spp 3 g/l + Bacillus subtilis 6 ml/l) con un mayor promedio de  $6.67 \text{Tha}^{-1}$  respectivamente.

El tratamiento T7 (Trichoderma spp 3 g/l + Bacillus subtilis 6 ml/l) demostró ser el más efectivo en cuanto al rendimiento de la cosecha en  $\text{Tha}^{-1}$  con un promedio de 6.67

Tha<sup>-1</sup> lo que concuerda con (Soler Arango, 2021), indica que los de tubérculos obtenidos en la cosecha, en el tratamiento T5 (Trichoderma + Bacillus) mostraron un incremento positivo obteniendo 7.1 Tha<sup>-1</sup> en comparación con el tratamiento T1 (testigo). Este efecto favorable, se atribuye a la acción de los microorganismos, que producen hormonas que estimulan el crecimiento y mejora el proceso de tuberización.

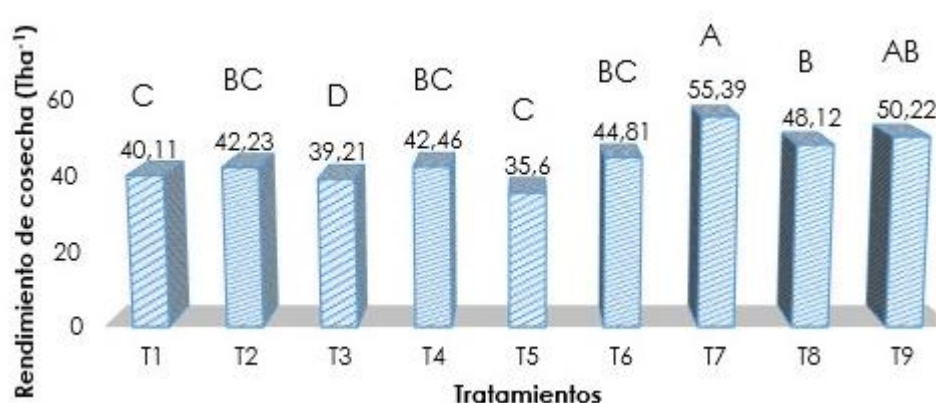
**Tabla 20.** Prueba de Tukey al 5 % para el rendimiento de cosecha por categorías en Tha<sup>-1</sup>.

3° categoría		
Trat	Media	Rango
T7	6.67	A
T9	6.09	AB
T6	5.92	AB
T4	5.92	AB
T8	5.83	AB
T5	5.08	AB
T3	5	AB
T2	4.92	AB
T1	4.58	B

**Leyenda.** T1 (Trichoderma spp 1.5 g/l); T2 (Trichoderma spp 3 g/l); T3 (Bacillus subtilis 3 ml/l); T4 (Bacillus subtilis 6ml/l); T5 (Trichoderma spp 1.5 g/l + Bacillus subtilis 3 ml/l); T6 (Trichoderma spp 1.5 g/l + Bacillus subtilis 6ml/l); T7 (Trichoderma spp 3 g/l + Bacillus subtilis 6 ml/l); T8 (Trichoderma spp 3 g/l + Bacillus subtilis 3ml/l); T9 (Químico).

#### 4.1.8. Rendimiento de cosecha en Tha<sup>-1</sup>

En la figura 6 se muestra el rendimiento de la cosecha en Tha<sup>-1</sup> de los tratamientos.



**Figura 6.** Rendimiento de cosecha en Tha<sup>-1</sup>

**Leyenda.** T1 (Trichoderma spp 1.5 g/l); T2 (Trichoderma spp 3 g/l); T3 (Bacillus subtilis 3 ml/l); T4 (Bacillus subtilis 6ml/l); T5 (Trichoderma spp 1.5 g/l + Bacillus subtilis 3 ml/l); T6 (Trichoderma spp 1.5 g/l + Bacillus subtilis 6ml/l); T7 (Trichoderma spp 3 g/l + Bacillus subtilis 6 ml/l); T8 (Trichoderma spp 3 g/l + Bacillus subtilis 3ml/l); T9 (Químico).

#### 4.1.9. Relación Costo - Beneficio

A continuación, se muestra el análisis económico correspondiente a los nueve tratamientos evaluados, detallando costos de producción por hectárea, producción en quintales por hectárea, precio unitario de venta, ingreso bruto total, utilidad neta y costo – beneficio. El precio unitario de venta es de 11.38 dólares es el promedio de los precios correspondientes a las tres categorías al cual se vendió la producción en el sector de tetes en el mes de marzo del presente año.

Los resultados obtenidos muestran que existe una ganancia en todos los tratamientos. Sin embargo, el tratamiento T7 (Trichoderma spp 3 g/l + Bacillus subtilis 6 ml/l) presenta una ganancia de \$0.40ctvs por cada dólar invertido.

**Tabla 21.** Relación costo beneficio.

TRATAMIENTO	Costo de producción	Tm/ha	Venta	Utilidad neta	Costo Beneficio directo
T1	5052,84	40,11	9129,036	4076,196	0,81
T2	5140,21	42,23	9611,548	4471,338	0,87
T3	4967,27	39,21	8924,196	3956,926	0,80
T4	4986,39	42,46	9663,896	4677,506	0,94
T5	5050,52	35,6	8102,56	3052,04	0,60
T6	4993,27	44,81	10198,756	5205,486	1,04
T7	5259,92	55,39	12606,764	7346,844	1,40
T8	5242,82	48,12	10952,112	5709,292	1,09
T9	5016,8	50,22	11430,072	6413,272	1,28

**Leyenda.** T1 (Trichoderma spp 1.5 g/l); T2 (Trichoderma spp 3 g/l); T3 (Bacillus subtilis 3 ml/l); T4 (Bacillus subtilis 6ml/l); T5 (Trichoderma spp 1.5 g/l + Bacillus subtilis 3 ml/l); T6 (Trichoderma spp 1.5 g/l + Bacillus subtilis 6ml/l); T7 (Trichoderma spp 3 g/l + Bacillus subtilis 6 ml/l); T8 (Trichoderma spp 3 g/l + Bacillus subtilis 3ml/l); T9 (Químico).

En la tabla 21 luego de los resultados obtenidos muestran que el tratamiento T7 (Trichoderma spp 3 g/l + Bacillus subtilis 6 ml/l) presenta el mejor costo-beneficio. este tratamiento no solo incrementa los rendimientos en términos de altura y diámetro de tallo, sino que también disminuye la incidencia y severidad de la enfermedad causado por Spongospora subterránea, lo cual se ha observado una ganancia de \$0.40 ctvs. por cada dólar invertido, lo que coincide con (Cuesta, 2021), realizo una investigación que identifico que el tratamiento T2 ( Trichoderma + Bacillus), generando un beneficio de \$0.30 ctvs. por cada dólar invertido y alcanzando una rentabilidad del 51.21%.

## V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1. CONCLUSIONES

- El empleo de biocontroladores dentro del cultivo de la papa variedad super chola tienen un efecto importante en el control de *Spongospora subterranea*, sin embargo, el tratamiento T7 (*Trichoderma* spp 3 g/l + *Bacillus subtilis* 6 ml/l), alcanzo los mejores resultados en cuanto a la altura con un promedio 33.65 (cm), diámetro de tallo 10.45 (mm), severidad 3.25% e incidencia 70.84% del cultivo. Además, influyen positivamente en el desarrollo y manejo del cultivo de papa.
- El tratamiento T7 (*Trichoderma* spp 3 g/l + *Bacillus subtilis* 6 ml/l), alcanzo un mejor resultado en cuanto al rendimiento con un promedio 55.39  $\text{Tha}^{-1}$  en el cultivo de papa variedad Super chola.
- En lo que respecta, al análisis económico, todos los tratamientos mostraron beneficios económicos. No obstante, el tratamiento T7 (*Trichoderma* spp 3 g/l + *Bacillus subtilis* 6 ml/l) presento el mayor costo-beneficio con \$0.40 centavos por cada dólar invertido.

### 5.2. RECOMENDACIONES

- Dar a conocer a los productores agrícolas la importancia del empleo de biocontroladores para el manejo de *Spongospora subterranea* con respecto al cultivo de papa, para mitigar la dependencia excesiva de productos químicos y producir alimentos sanos para los consumidores.
- Llevar a cabo investigaciones acerca de la aplicación de biocontroladores en el cultivo de papa en distintas dosis y frecuencias para el control de *Spongospora subterranea*.
- Realizar investigaciones orientadas a la combinación de biocontroladores que puedan potencializar sus efectos sobre control de *Spongospora subterranea*, y en el rendimiento del cultivo de papa.

- Continuar con investigaciones sobre el uso de biocontroladores enfocados a mejorar la nutrición y sanidad del cultivo que al mismo tiempo cumplan con contribuir al mejoramiento y conservación de los recursos naturales.

## VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alcon Callejas, D., Bonifacio Flores, A., & Taboada Belmonte, C. (2019). Caracterización morfológica de tubérculos de la papa amarga según el diálogo de saberes. *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*, 6(2), 7-20. [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2409-16182019000200003&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2409-16182019000200003&lng=es&tlng=es).
- Alvarado Gastesi, J., Cobos Mora, F., Gómez Villalva, J., & Medina Litardo, R. (2024). Manejo integrado de cultivos y desarrollo sostenible. *Magazine De Las Ciencias: Revista De Investigación E Innovación*, 9(1), 22–35. <https://doi.org/10.33262/rmc.v9i1.3049>
- Barona, D. Rodríguez, J. Montesdeoca, F. (2021). *La planta de papa: ecofisiología y nutrición mineral*. Agrosavia. [https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/1378/Ver\\_documento\\_1378.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/1378/Ver_documento_1378.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Basantes, F., Aragón Suárez, J. P., Albuja Illescas, L. M., & Vásquez Hernández, L. del R. (2020). Diagnóstico de la situación actual de la producción y comercialización de la papa (*Solanum tuberosum* L.) en la Zona 1 del Ecuador. *E-Agronegocios*, 6(2), 103–120. <https://doi.org/10.18845/ea.v6i2.5103>
- Cabrera Arrobo, M. J., Arguello Cedeño, J., & Orellana Rodriguez, K. (2023). Alternativas agroindustriales de los tubérculos de la parroquia Rosa Zárate. *Ciencia Y Tecnología*, 16(1), 67–76. <https://doi.org/10.18779/cyt.v16i1.620>
- Cobos Mora, F., Hasang Moran, E., Medina Litardo, R., & Orellana Hidalgo, E. (2022). El cultivo de papa, recursos genéticos y retos para el futuro. *Journal of Science and Research*, 7(2), 212–229. <https://revistas.utb.edu.ec/index.php/sr/article/view/2748>
- Cortés Hernández, F. C., Alvarado Castillo, G. R. & Sánchez Viveros, G. E. (2023). *Trichoderma* spp., una alternativa para la agricultura sostenible: una revisión. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 25 (2), 73-87. <https://doi.org/10.15446/rev.colomb.biote.v25n2.111384>
- Cortés Hernández, F. C., Alvarado Castillo, G. y Sanchez Viveros, G. (2024). *Trichoderma* spp., una alternativa para la agricultura sostenible: una revisión. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 25(2), 62–76. <https://doi.org/10.15446/rev.colomb.biote.v25n2.111384>

- García Crespo, R. G. Arcia Montesuma, M. A., Pérez Tortolero, M. R., & Riera Tona, R. F. (2018). Efecto de *Trichoderma* sobre el desarrollo de papa y el biocontrol de *Rhizoctonia* bajo tres tiempos de inicio de aplicación. *Agronomía Tropical*, 62 (4) 77-96. [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0002-192X2012000100007&lng=es&tlng=es](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0002-192X2012000100007&lng=es&tlng=es).
- García, G. (2022). *Evaluación de la influencia de Trichoderma spp. en el control de Phytophthora infestans*. [Tesis de pregrado, Universidad Técnica del Norte], Ibarra-Ecuador. <https://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/12593/2/03%20BIO%20039%20TRABAJO%20GRADO.pdf>
- Guzmán, M., & Martínez, M. (2019). Las malezas, plantas incomprendidas. *Ciencia, Tecnología Y Salud*, 6(1), 68–76. <https://doi.org/10.36829/63CTS.v6i1.485>
- Hernández Melchor, D. J., Ferrera Cerrato, R. & Alarcón, A. (2019). *Trichoderma*: Importancia agrícola, biotecnológica y sistemas de fermentación para producir biomasa y enzimas de interés industrial. *Revista chilena de ciencias agrícolas y animales*, 35 (1), 98-112. <https://dx.doi.org/10.4067/S0719-38902019005000205>
- Larios Larios, E. J., Valdovinos Nava, W. C. Cupul, F. A. García López, G. M. & Buenrostro Nava B.T. (2019). Biocontrol De Damping off Y promoción Del Crecimiento Vegetativo En Plantas De Capsicum Chinense (Jacq) Con *Trichoderma Spp*. *Revista Mexicana De Ciencias Agrícolas* 10 (3), 471-83. <https://doi.org/10.29312/remexca.v10i3.332>.
- López, Y. & Salomón, J. (2022). La reproducción de tubérculos de papa (*Solanum tuberosum* L.), a partir de su semilla sexual. *Revista de Ciencias Agrícolas*. 43(1), 45-67. ISSN 1819-4087
- Moreno, J. (2020). *Caracterización morfológica y molecular del agente causal de la roña común de la papa Solanum tuberosum L. y su biocontrol con el hongo Trichoderma harzianum in vitro*. [Tesis de pregrado, Universidad Autónoma del Occidente], Sinaloa-México. <https://uadeo.mx/wp-content/uploads/2021/06/TESIS-ALVARO-MORENO.pdf>
- Ortiz, E. (2019). Sustrato de Crecimiento y genotipo en la incidencia de sarna polvorienta (*Spongospora subterránea*) en el tubérculo de papa. [Tesis de postgrado, Colegio de Postgrados]. [http://colposdigital.colpos.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/10521/4108/Ortiz\\_Garcia\\_E\\_MC\\_Produccion\\_Semillas\\_2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://colposdigital.colpos.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/10521/4108/Ortiz_Garcia_E_MC_Produccion_Semillas_2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Porras, C. Brenes, A. (2019). Calidad de los tubérculos y componentes de rendimiento de híbridos de papa (*Solanum tuberosum*). *Revista Scielo*. 39(3): 37-46. <https://www.scielo.sa.cr/pdf/ac/v39s1/0377-9424-ac-39-s1-00037.pdf>
- Puentes-Díaz, C. L., & Romero Moya, L. D. (2023). Análisis histológico de *Spongospora subterránea* f. sp *subterránea* a partir de raíces infectadas de papa (*Solanum*

tuberosum L.). *Avances En investigación Agropecuaria*, 27(1), 15–24.  
<https://doi.org/10.53897/RevAIA.23.27.02>

Uyaguari, N. (2022). *Evaluación sobre la capacidad antagónica un vivo de Trichoderma Harzianum sobre el cultivo de papa variedad chaucha mediante bioaplicaciones periódicas*. [Tesis de pregrado, Universidad Politécnica Salesiana], Cuenca-Ecuador.  
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/23766/4/UPS-CT010186.pdf>

Vinchira Villarraga, D. M. & Moreno Sarmiento, N. (2019). Control biológico: Camino a la agricultura moderna. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 21 (1), 2-5. <https://doi.org/10.15446/rev.colomb.biote.v21n1.80860>

Yépez, T. (2019). *Evaluación de la efectividad del Trichoderma sp. en el control de Roña (Spongospora subterranea) en el cultivo de papa (Solanum tuberosum L.) variedad Superchola parroquia Tulcán - sector Guama*. [Tesis de pregrado, Universidad Politécnica Estatal del Carchi]. Tulcán-Ecuador.

Zelaya Molina, L. X., Chávez Díaz, I. F., Santos Villalobos, S. Cruz Cárdenas, C. I. Ruíz Ramírez, S. & Rojas Anaya, E. (2022). Control biológico de plagas en la agricultura mexicana. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 13 (7), 69-79. <https://doi.org/10.29312/remexca.v13i27.3251>

Zuñiga Chila, S., Morales Espinoza, C., & Estrada Martínez, M. (2017). Cultivo de la papa y sus condiciones climáticas. *Gestión Ingenio Y Sociedad*, 2(2), 140-152. <http://gis.unicafam.edu.co/index.php/gis/article/view/60>

## VII. ANEXOS

### Anexo 1. Acta de la sustentación de Predefensa del TIC

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI**

**FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES**

**CARRERA DE AGROPECUARIA**

**ACTA**

**DE LA SUSTENTACIÓN ORAL DE LA PREDEFENSA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

ESTUDIANTE:	Fetgueza Morales Maycol Esteban	CÉDULA DE IDENTIDAD:	0401818547
PERIODO ACADÉMICO:	2024B		
PRESIDENTE TRIBUNAL:	MSC. PAUL SANTIAGO ORTIZ TIRADO	DOCENTE TUTOR:	PhD. SEGUNDO RAMIRO MORA QUILISMAL
DOCENTE:	MSC. GUILLERMO ALEXANDER JACOME SARCHI		
TEMA DEL TIC:	"Evaluación de biocontroladores para el manejo de Spongospora subterránea en el cultivo de papa (Solanum tuberosum) variedad superchola en el cantón Tulcán, provincia del Carchi"		

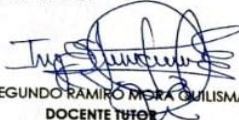
No.	CATEGORÍA	Evaluación cuantitativa	OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES
1	PROBLEMA - OBJETIVOS	7.00	Objetivo específico mejorar la redacción
2	FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	7.00	Detallar en el marco teórico la concentración de los tratamientos utilizados
3	METODOLOGÍA	7.00	
4	RESULTADOS	7.00	Interpretar correctamente las tablas de los resultados
5	DISCUSIÓN	7.00	
6	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	7.00	Revisar la conclusión de las dosis aplicadas
7	DEFENSA, ARGUMENTACIÓN Y VOCABULARIO PROFESIONAL	7.00	
8	FORMATO, ORGANIZACIÓN Y CALIDAD DE LA INFORMACIÓN	7.00	Revisar formato, normas de redacción y faltas de ortografía

Obteniendo una nota de: **7.00** Por lo tanto, **APRUEBA** ; debiendo el o los investigadores acatar el siguiente artículo:

Art. 36.- De los estudiantes que aprueban el Informe final del TIC con observaciones.- Los estudiantes tendrán el plazo de 10 días para proceder a corregir su informe final del TIC de conformidad a las observaciones y recomendaciones realizadas por los miembros del Tribunal de sustentación de la pre-defensa.

Para constancia del presente, firman en la ciudad de Tulcán el **viernes, 8 de noviembre de 2024**

  
MSC. PAUL SANTIAGO ORTIZ TIRADO  
PRESIDENTE TRIBUNAL

  
PhD. SEGUNDO RAMIRO MORA QUILISMAL  
DOCENTE TUTOR

  
MSC. GUILLERMO ALEXANDER JACOME SARCHI  
DOCENTE

**Anexo 2.** Certificado del abstract por parte de idiomas



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI FOREIGN AND  
NATIVE LANGUAGE CENTER

ABSTRACT- EVALUATION SHEET				
<b>NAME:</b> Maycol Esteban Pergüeza Morales				
<b>DATE:</b> 26 de noviembre de 2024				
<b>Topic:</b> "Evaluación de biocontroladores para el manejo de Spongospora subterránea en el cultivo de papa ( <i>Solanum tuberosum</i> ) variedad super chola en el cantón Tulcán, provincia del Carchi"				
<b>MARKS AWARDED</b>		<b>QUANTITATIVE AND QUALITATIVE</b>		
<b>VOCABULARY AND WORD USE</b>	Use new learnt vocabulary and precise words related to the topic	Use a little new vocabulary and some appropriate words related to the topic	Use basic vocabulary and simplistic words related to the topic	Limited vocabulary and inadequate words related to the topic
	EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
<b>WRITING COHESION</b>	Clear and logical progression of ideas and supporting paragraphs.	Adequate progression of ideas and supporting paragraphs.	Some progression of ideas and supporting paragraphs.	Inadequate ideas and supporting paragraphs.
	EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
<b>ARGUMENT</b>	The message has been communicated very well and identify the type of text	The message has been communicated appropriately and identify the type of text	Some of the message has been communicated and the type of text is little confusing	The message hasn't been communicated and the type of text is inadequate
	EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
<b>CREATIVITY</b>	Outstanding flow of ideas and events	Good flow of ideas and events	Average flow of ideas and events	Poor flow of ideas and events
	EXCELLENT: 2 <input type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input checked="" type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
<b>SCIENTIFIC SUSTAINABILITY</b>	Reasonable, specific and supportable opinion or thesis statement	Minor errors when supporting the thesis statement	Some errors when supporting the thesis statement	Lots of errors when supporting the thesis statement
	EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
<b>TOTAL/AVERAGE</b>	9 - 10: EXCELLENT 7 - 8,9: GOOD 5 - 6,9: AVERAGE 0 - 4,9: LIMITED	<b>TOTAL 9,5</b>		



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL  
CARCHI FOREIGN AND NATIVE LANGUAGE  
CENTER**

Informe sobre el Abstract de Artículo Científico o  
Investigación.

**Autor:** Maycol Esteban Pergüeza Morales

**Fecha de recepción del abstract:** 25 de noviembre de 2024

**Fecha de entrega del informe:** 26 de noviembre de 2024

El presente informe validará la traducción del idioma español al inglés si alcanza un porcentaje de: 9 – 10 Excelente.

Si la traducción no está dentro de los parámetros de 9 – 10, el autor deberá realizar las observaciones presentadas en el ABSTRACT, para su posterior presentación y aprobación.

**Observaciones:**

Después de realizar la revisión del presente abstract, éste presenta una apropiada traducción sobre el tema planteado en el idioma Inglés. Según la rúbrica de evaluación de la traducción en Inglés, ésta alcanza un valor de 9,5; por lo cual se valida dicho trabajo.

Atentamente



MA. Martha Viveros

Docente responsable del  
CIDEN

### Anexo 3. Análisis microbiológico del suelo.



**ABIS** R&E  
Agro Blo Soluciones

*Somos forjadores de una agricultura saludable y eficiente*

mail: [abisre.cor@gmail.com](mailto:abisre.cor@gmail.com); Telf.: (02) 2476 0171 – 0980513181-098574333

**Cliente:** Maycol Pergueza

**Dirección:** Tulcán

**Teléfono:** 0960945644

**Cultivo:** muestra suelo

**Examen solicitado:** Microbiológico de suelo identificación de hongo *Spongospora subterránea*.

**Fecha de ingreso:** 20/10/2023

**Entrega de resultados:** 05/11/2023

#### Solicitud de Análisis N° 132

N°	Muestra	Análisis	observaciones
1	Muestra Suelo1	Microbiológico <ul style="list-style-type: none"><li>Análisis de muestra</li><li>Recuento de mesófilos aerobios</li><li>Ausen/prese. bacterias patógenas</li><li>Ausen/prese. de hongos patógenas</li><li>Ausen/prese. de hongos saprófitos</li><li>Ausen/prese. de hongos benéficos</li></ul>	Muestreo en finca
<b>Técnico responsable:</b>  McrBlg. Edwin Escudero Telf.: 0960810775 Email: <a href="mailto:edwindavidescudero@gmail.com">edwindavidescudero@gmail.com</a>			

#### Reporte de Laboratorio

#### RESULTADOS

Muestra N°1: muestra 1

MUESTRA	PRUEBA	RESULTADO
M1S	Recuento de mesófilos aerobios	<i>Bacillus sp.</i> : 1.3x10 <sup>5</sup> UFC/ml
	Ausen/prese. Bacterias patógenas	Ausencia
	Ausen/prese. Hongos patógenos	<i>Spongospora sp.</i> : >1.39 PFC/ml
	Ausen/prese. Hongos saprófitos	Penicillum sp: 7x10 <sup>3</sup> PFC/ml Aspergillus sp: 2x10 <sup>3</sup> PFC/ml
	Ausen/prese. Hongos Benéficos	Ausencia
<b>DEFINICION:</b> g: gramos de suelo UFC: unidad formadora de colonia. PFC: Propágulos formadores de colonia.		
<b>Observaciones:</b> La muestra suelo fue tomada en finca.		

PD: El resultado de los análisis de laboratorio solo aplica para la muestra procesada

Dirección: Cristóbal Gangotena E7-198 y Charles Darwin, sector la Armenia, Parroquia Conocoto, Quito-Ecuador

## Anexo 4. Costo de producción.

COSTOS DE PRODUCCIÓN POR HECTÁREA				
CULTIVO: PAPA VAR. SUPERCHOLA			SISTEMA: SEMITECNIFICADO	
PROVINCIA: CARCHI			CANTÓN: TULCÁN	
RESPONSABLE: MAYCOL PERGUEZA			FECHA: 18 / 03 / 2024	
CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	PRECIO UNITARIO	TOTAL
<b>1.- COSTOS DIRECTOS</b>				
<b>Mano de Obra</b>				
Surcado	10	Jornal	12	120,00
Siembra/fertilización	10	Jornal	12	120,00
Deshierbas/aporque	20	Jornal	12	240,00
Fumigación	15	Jornal	15	225,00
Cosecha/acarreo	30	Jornal	12	360,00
				<b>1065,00</b>
<b>SEMILLA</b>				
Variedad Superchola	40	qq	35	<b>1400,00</b>
<b>FERTILIZANTES</b>				
DAP (18-46-0)	644,44	kg	1,13	728,22
Produccion engrose (8-12-22)	988,89	kg	0,7	692,22
10-30-10	988,89	kg	0,71	702,11
				<b>2122,55</b>
<b>CONTROL DE ENFERMEDADES</b>				
<b>ORGANICO</b>				
TRICHO- PLANT ( <i>Trichoderma spp</i> )	450	g	0,18	81,00
BACTER- Plus ( <i>Bacillus Subtilis</i> )	4,5	L	18	81,00
				<b>162,00</b>
<b>INSECTICIDAS</b>				
Invicto	1000	g	0,064	64,00
pirestar	1	L	27	27,00
engeo	500	cc	0,076	38,00
tieso	400	g	0,035	14,00
				<b>143,00</b>
<b>FUNGICIDAS</b>				
Antracol	1000	g	0,018	18,00
Diacono	500	cc	0,043	21,50
Promes	800	cc	0,0283	22,64
difecor	500	cc	0,034	17,00
Curalancho	1000	g	0,015	15,00
				<b>94,14</b>
<b>MAQUINARIA/EQUIPOS/MATERIALES</b>				
Análisis suelo	1	análisis	40	40,00
Arada/rastra/surcado	6	hora	25	150,00
<b>POSCOSECHA</b>				
Cabaya	1	Rollo	5	5,00
Empaques	1381,37	qq	0,2	276,27
Transporte	1381,37	qq	0,6	828,82
				<b>1300,10</b>
I.- SUBTOTAL COSTOS DIRECTOS				<b>6286,79</b>
II.- SUBTOTAL COSTOS INDIRECTOS				
<b>TOTAL, COSTOS DE PRODUCCION (\$/Ha.)</b>				<b>6286,79</b>

**Anexo 5.** Evidencia de recolección de información.



**Figura 10.** Delimitación del terreno



**Figura 11.** Siembra (dos semillas)



**Figura 13.** Desinfección de la semilla



**Figura 12.** Aplicación de biocontroladores



**Figura 14.** Labores culturales



**Figura 15.** Altura de la planta



**Figura 18.** Diámetro del tallo



**Figura 16.** Toma de dato de incidencia



**Figura 19.** Toma de datos de severidad



**Figura 17.** Cosecha por parcela



**Figura 20.** Cosecha del ensayo