

# UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI



## FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES

### CARRERA DE DESARROLLO INTEGRAL AGROPECUARIO

Tema: “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”

Trabajo de titulación previa la obtención del título de ingeniera en Desarrollo Integral Agropecuario

AUTOR: Tania Lorena Yépez Bolaños

TUTOR: Ing. Segundo Ramiro Mora Quilismal M.Sc.

TULCÁN – ECUADOR

2019



## **CERTIFICADO JURADO EXAMINADOR**

Certificamos que la estudiante Tania Lorena Yépez Bolaños con el número de cédula Ext. 1758259319 ha elaborado el trabajo de titulación: “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”

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

.....  
**Ing. Ramiro Mora M.Sc**

.....  
**Ing. David Herrera. M.Sc**

Tulcán, 19 de febrero del 2019

## **AUTORÍA DE TRABAJO**

El presente trabajo de titulación constituye requisito previo para la obtención del título de Ingeniera de la Facultad de Industrias Agropecuarias y Ciencias Ambientales.

Yo, Tania Lorena Yépez Bolaños con cédula de identidad Ext. 1758259319 declaro: que la investigación es absolutamente original, autentica, personal. Los resultados y conclusiones a los que he llegado son de mi absoluta responsabilidad.

.....

**Tania Lorena Yépez Bolaños**

Tulcán, 19 de febrero del 2019

## ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Tania Lorena Yépez Bolaños declaro ser autora de los criterios emitidos en el trabajo de investigación: “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” y eximo expresamente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

.....

**Tania Lorena Yépez Bolaños**

Tulcán, 19 de febrero del 2019

## **AGRADECIMIENTO**

*Agradezco a Dios, por darme la vida y llegar hasta este momento importante de mi formación profesional.*

*A la Universidad Politécnica Estatal Del Carchi, por permitir formarme académicamente y profesionalmente.*

*A mis asesores de tesis Ing. Ramiro Mora y Luis Tipaz, que compartieron conmigo sus conocimientos para convertirme en una profesional, por su tiempo y su pasión por la actividad de docentes.*

*A mis padres, por darme la vida y apoyarme en todo lo que me he propuesto.*

*A Cristian Acero que con su valor y entrega ha sido una persona incondicional en mi vida, un soporte para seguir adelante y no bajar los brazos en los momentos difíciles.*

## **DEDICATORIA**

*Dedico este trabajo a Dios, por permitir llegar hasta este punto y lograr cumplir mis objetivos.*

*A mis padres, pilar fundamental en mi formación profesional y depositar en mí su apoyo y confianza para alcanzar el éxito.*

*A mis hermanos Gabriela y Andrés Yépez por estar presentes acompañándome, para poder realizarme como profesional.*

*A mi sobrina Helen quien es una inspiración y motivación para mi formación académica, para que vea en mí un ejemplo a seguir y a mi familia en general, por brindarme apoyo incondicional y compartir buenos y malos momentos.*

*A cada uno de los maestros, aquellos que marcaron cada etapa de mi camino universitario, y que me ayudaron en asesorías y dudas presentadas en la elaboración de la tesis.*

## ÍNDICE

CERTIFICADO JURADO EXAMINADOR .....	i
AUTORÍA DE TRABAJO .....	ii
ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE TITULACIÓN .....	iii
AGRADECIMIENTO .....	iv
DEDICATORIA .....	v
ÍNDICE .....	vi
ÍNDICE DE TABLAS .....	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
INTRODUCCIÓN .....	xiv
I. PROBLEMA.....	1
2.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	1
2.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	2
2.3 JUSTIFICACIÓN .....	2
2.4 OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN .....	3
1.4.1 Objetivo General .....	3
1.4.2 Objetivos específicos .....	3
1.4.3. Preguntas de Investigación.....	3
II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	4
2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS .....	4
2.2 MARCO TEÓRICO.....	6
2.2.1 Cultivo de papa .....	6
2.2.2 La planta.....	6
2.2.3 Clasificación taxonómica.....	6
2.2.4 Descripción botánica.....	7
2.2.4.1 Raíz .....	7



2.2.4.2 Tallos .....	7
2.2.4.3 Estolones .....	7
2.2.4.4 Brotes .....	7
2.2.4.5 Hojas .....	8
2.2.4.6 Flor .....	8
2.2.4.7 El tubérculo .....	8
2.2.5 Requerimientos edafoclimáticos .....	8
2.2.5.1 Temperatura .....	8
2.2.5.2 Suelo .....	9
2.2.5.3 Altitud .....	9
2.2.5.4 Vientos .....	9
2.2.6 Zona de cultivo en Ecuador .....	9
2.2.7 Principales plagas y enfermedad del cultivo de papa .....	10
2.2.8 Roña ( <i>Spongospora subterranea</i> ) .....	12
2.2.8.1 Agente causal .....	12
2.2.8.2 Sintomatología .....	12
2.2.8.3 Epidemiología y ciclo .....	13
2.2.9 Manejo integrado de plagas .....	14
2.2.9.1 Control químico .....	14
2.2.9.2 Control mecánico .....	15
2.2.9.3 Control del cultivo .....	16
2.2.9.4. Control biológico .....	16
2.2.10 El <i>Trichoderma sp.</i> .....	17
2.2.10.1 Características morfológicas y físico-químicas .....	17
2.2.10.2 Mecanismos de acción de <i>Trichoderma sp.</i> .....	18
2.2.10.3 Inducción de resistencia .....	19
2.2.10.4 Compatibilidad de <i>Trichoderma sp.</i> con productos agroquímicos .....	19
2.2.11 Tricomix .....	19
2.2.11.1 Composición y presentación .....	20
2.2.11.2 Mecanismo de acción .....	20
2.2.11.3 Forma de uso .....	20
2.2.12 Tricho -D .....	20
2.2.12.1 Uso específico .....	21
2.2.12.2 Modo de acción .....	21

2.2.12.3 Beneficios.....	21
III. METODOLOGÍA .....	23
3.1 ENFOQUE METODOLÓGICO .....	23
3.1.1 Enfoque .....	23
3.1.2 Tipo de investigación .....	23
3.2 HIPÓTESIS O IDEA A DEFENDER .....	23
3.3 DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES .....	24
3.4 MÉTODOS UTILIZADOS .....	26
3.4.1 Variables a evaluar .....	27
3.4.1.1 Incidencia (%) .....	27
3.4.1.2 Severidad (%).....	28
3.4.1.3 Rendimiento (Kg/Parcela neta).....	28
3.4.1.5 Altura de planta (cm) .....	28
3.4.1.6 Diámetro de tallos (cm).....	28
3.4.1.7 Número de tallos principales.....	29
3.4.1.8 Costo de producción.....	29
3.4.2 Procedimiento .....	29
3.4.2.1 Análisis de suelo .....	29
3.4.2.2 Preparación de suelo .....	29
3.4.2.3 Instalación del ensayo .....	29
3.4.2.4 Siembra .....	30
3.4.2.5 Fertilización química.....	30
3.4.2.5 Labores Culturales .....	30
3.4.2.6 Cosecha .....	30
3.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO .....	30
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	32
4.1 RESULTADOS.....	32
4.1.1 Altura de planta.....	32
4.1.2 Diámetro de tallo.....	32
4.1.3 Número de tallos .....	34
4.1.4 Incidencia y Severidad - Prueba no paramétrica de Friedman.....	34

4.1.6 Rendimiento.....	36
4.1.7 Calidad del tubérculo.....	37
4.2 DISCUSIÓN .....	39
4.2.1 Altura de planta.....	39
4.2.2 Diámetro de tallo .....	40
4.2.3 Número de tallos.....	41
4.2.4 Incidencia y severidad .....	42
4.2.5 Rendimiento.....	46
4.2.6 Análisis económico.....	47
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	50
5.1 CONCLUSIONES .....	50
5.2 RECOMENDACIONES.....	51
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	I
VII. ANEXOS.....	V

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Taxonomía de la papa .....	6
<b>Tabla 2.</b> Principales plagas y enfermedad del cultivo de papa. ....	10
<b>Tabla 3.</b> Definición y operacionalización de variables. ....	24
<b>Tabla 4.</b> Características del diseño experimental. ....	27
<b>Tabla 5</b> Características de la unidad experimental.....	27
<b>Tabla 6.</b> Diseño de tratamientos del proyecto de investigación.....	30
<b>Tabla 7.</b> Esquema de ADEVA – DBCA .....	31
<b>Tabla 8.</b> ADEVA para la variable altura de planta(cm) en el cultivo de papa a los 30, 45, 67 y 90 dds. ....	32
<b>Tabla 9.</b> ADEVA para la variable diámetro de tallo (cm) en el cultivo de papa a los 30, 45, 67 y 90 dds. ....	33
<b>Tabla 10.</b> ADEVA para la variable número de tallos (N°) en el cultivo de papa a los 30, 45, 67 y 90 dds .....	34
<b>Tabla 11.</b> Prueba de Friedman en incidencia a los 67 dds .....	35
<b>Tabla 12.</b> Prueba de Friedman en incidencia a los 90 dds .....	35
<b>Tabla 13.</b> Prueba de Friedman en severidad a los 67 dds .....	35
<b>Tabla 14.</b> Prueba de Friedman en severidad a los 90 dds .....	36
<b>Tabla 15.</b> ADEVA para la variable rendimiento de parcela neta (Kg/parcela neta) en el cultivo de papa a la cosecha.....	36
<b>Tabla 16</b> Análisis económico de los tratamientos evaluados para el control de la sarna de la papa provocado por el agente causal <i>Spongospora subterranea</i> . ....	48

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Composición química del tubérculo de la papa.....	8
<b>Figura 2.</b> Ciclo de <i>Spongospora subterranea</i> .....	14
<b>Figura 3.</b> <i>Trichoderma harzianum</i> y <i>Trichoderma viride</i> , de Bioseb (2016) Dosificación .	20
<b>Figura 4.</b> Escala de severidad.....	28
<b>Figura 5.</b> Rendimiento por parcela neta (Kg/Parcela neta)), de acuerdo a la categoría del tubérculo a la cosecha. ....	37

<b>Figura 6.</b> Rendimiento por parcela neta en porcentaje (%), de acuerdo a la categoría del tubérculo a la cosecha. ....	38
<b>Figura 7.</b> Resultado de la investigación para la variable altura de planta (cm) a los 30, 45, 67 y 90 días. ....	39
<b>Figura 8.</b> Resultado de la investigación para la variable diámetro de tallo (cm) a los 30, 45, 67 y 90 días. ....	40
<b>Figura 9.</b> Resultado de la investigación para la variable número de tallos a los 30, 45, 67 y 90 días. ....	41
<b>Figura 10.</b> Resultado de la investigación para la variable incidencia (%) a los 67 y 90 días. ....	42
<b>Figura 11.</b> Resultado de la investigación para la variable severidad (%) a los 67 y 90 días. ....	43
<b>Figura 12.</b> Resultados de la investigación para el variable rendimiento de parcela neta (Kg/Parcela neta) a la cosecha. ....	46
<b>Figura 13.</b> Análisis económico en referencia a la rentabilidad de los tratamientos, para el control de la sarna del papa provocado por el agente causal <i>Spongospora subterranea</i> . ....	49

## RESUMEN

En un cultivo papa (*Solanum tuberosum* L. var. Superchola) se evaluó la efectividad de dos especies de *Trichoderma harzianum* (Th) y *Trichoderma viridae* (Tv) en mezcla, una cepa de *Trichoderma sp.* (Cepa OBTh55) para el control de *Spongospora subterranea sp.* (Ss), causante de la enfermedad de la sarna de la papa. Esta investigación se realizó en la localidad de Guama, cantón Tulcán, provincia del Carchi – Ecuador. Se implantó un ensayo experimental bajo un diseño de bloques completos al azar (DBCA) con cuatro repeticiones; se analizaron 6 tratamientos, T1 (testigo), (T2, T3, T4) con (Th y Tv) a las dosis de (0,05; 0,10; 0,15 g l<sup>-1</sup>), T5 (Cepa OBTh55 con nutrientes 1,5 g l<sup>-1</sup>) y T6 (químico 7,25 g l<sup>-1</sup>). En las variables fenométricas a los (30, 45, 67 y 90) días después de la siembra (dds). Se hicieron parcelas de 36 m<sup>2</sup>, con distancia de siembra entre plantas y surcos de (0,40 m x 0,60 m). No se observaron diferencias significativas en altura de planta (cm), diámetro de tallos (cm), número de tallos (N°). al igual que el porcentaje de incidencia a los 67 dds. pero si hay diferencias en el porcentaje de incidencia a los 90 dds ; T1( testigo ) se reduce en un 85% , señalando así que los tratamientos no surtieron control alguno en la incidencia de Ss o que las cepas no fueron efectivas y la dilución en cantidad de inóculo no fue la suficiente para controlar la incidencia del patógeno en esta etapa, en cuanto al porcentaje de severidad a los 67 dds se encontraron diferencias significativas en donde el ( T1 (testigo), ( T2, T3, T4) con (Th y Tv ) tienen menores porcentajes de severidad (4,55) y (5,25; 5,65 y 12.50) %; la baja severidad en el testigo pudo deberse a la genética de resistencia y/o tolerancia de esta variedad, y el (T5 y T6) con (18,60 y 22,65 %;) con los más altos porcentajes de severidad se puede deber a que la cepa no fue efectiva.

En cuanto a la variable rendimiento no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos, pero se resalta el T1 (testigo) que fue estadísticamente igual en rendimiento a los otros tratamientos, donde se puede afirmar que la variedad de papa “Superchola” puede poseer características genéticas de tolerancia al patógeno Ss, ya que produjo a pesar de la presencia del fitopatógeno; en otras palabras el metabolismo de planta dirigido a producir; no se vio afectado y la planta respondió en la producción de tubérculo.

## ABSTRACT

In a potato crop (*Solanum tuberosum* L.) var. Superchola. It was evaluated the effectiveness of two species of *Trichoderma harzianum* (Th) and *Trichoderma viridae* (Tv) in mixture, a strain of *Trichoderma sp.* (Strain OBTh55) for control the *Spongospora subterranea sp.* (Ss), which causes the disease of potato scab. This investigation was carried out in the Guama's locality, canton Tulcan, Carchi's province - Ecuador. An experimental trial was implanted under a randomized complete block design (DBCA) with four repetitions; Six treatments were analyzed, T1 (Control), (T2, T3, T4) with (Th and Tv) doses of (0,05; 0,10; 0,15 g l<sup>-1</sup>), T5 (Strain OBTh55 with nutrients 1,5 g l<sup>-1</sup>) and T6 (chemical 7,25 g l<sup>-1</sup>). Phenometric variables at (30, 45, 67 and 90) days after sowing (dds). Plots of 25 m<sup>2</sup> were made, with planting distance between plants and rows of (0,40 m x 0,60 m). No significant differences were observed in plant height (cm), stem diameter (cm), number of stems (N°). well as the incidence rate at 67 dds. but if there are differences in the percentage of incidence at 90 dds; T1 (control) is reduced by 85%, thus indicating that treatments didn't have any control in the incidence of Ss or that strains weren't effective and the dilution in amount of inoculum wasn't enough to control the incidence of the pathogen in This stage, regarding the percentage of severity at 67 dds, significant differences were found where the (T1 (control), (T2, T3, T4) with (Th and Tv) have lower percentages of severity (4,55) and (5,25; 5,65 and 12,50)%, the low severity in the control could be due to the genetic resistance and / or tolerance of this variety, and the (T5 and T6) with (18,60 and 22,65) %) with the highest percentages of severity may be due the fact that strain wasn't effective.

Regarding the performance variable, no significant differences were found between treatments, but the T1 (control) was highlighted, which was statistically equal in yield to other treatments, where it can be affirmed that potato variety "Superchola" can have genetic characteristics of tolerance to pathogen Ss, since it produced despite the presence of the phytopathogen; in other words the metabolism' plant aimed at producing; It wasn't affected and the plant responded in tuber production.

**Keywords:** *Trichoderma sp.* *Spongospora subterranea*

## INTRODUCCIÓN

La papa (*Solanum tuberosum*, L.) es el cuarto cultivo alimenticio en orden de importancia a nivel mundial, después del trigo, el arroz y el maíz. Se encuentra entre los diez alimentos más importantes producidos en los países en vías de desarrollo. La papa es uno de los principales cultivos tradicionales en Ecuador.

La provincia del Carchi en el año 2016 se ubicó como la zona productora con mayor rendimiento en esa época, superando el promedio nacional en 11,17 toneladas por hectárea. De manera general se reconoce a Carchi como la provincia de mayor productividad por sus características de suelo y manejo agronómico. Este comportamiento se debe a la geografía y condiciones agroecológicas entre ellas está la altura, tipo de suelo, manejo agronómico, temperatura y humedad. (Monteros Guerrero , 2016).

La roña está presente en la sierra del Ecuador y ataca principalmente al cultivo de papa y tomate, es miembro de *Plasmodiophorales* y también se registra en todos los continentes excepto en África y la Antártida, la *S. subterranea* es difícil de controlar debido a su etapa de esporas en reposo. Se ha obtenido una reducción limitada del nivel de infección de *S. subterranea* tratando suelos infestados con pesticidas orgánicos y compuestos de zinc.

Entre los microorganismos benéficos, el hongo del género *Trichoderma*, se encuentra ampliamente estudiado y aplicado al control biológico de cultivos. Algunas cepas del género *Trichoderma sp.* poseen una gran propiedad para colonizar y desarrollar asociaciones con las raíces y promover el crecimiento, desenvolvimiento y aumento de la productividad de las plantas, y así contribuir con el enriquecimiento del suelo. A pesar de las potencialidades de *Trichoderma sp.* como biocontrolador, su adopción en el país para el manejo de enfermedades en papa, ha sido menor, su efectividad es variable en dependencia de la actuación de la cepa y calidad del producto aplicados, por tanto se presenta la siguiente investigación experimental en el manejo de la *S. subterranea*, cuyo objetivo consistió en Evaluar la efectividad del *Trichoderma sp.* en el control de Roña (*Spongospora subterranea*) en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) variedad Superchola.



## I. PROBLEMA

### 2.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La mayoría de áreas productoras de papa en el Ecuador presentan problemas con enfermedades de suelo, causadas por costra negra (*Rhizoctonia solani*), roña (*Spongospora subterranea*), pudrición seca (*Fusarium spp.*), sarna (*Streptomyces scabies*), pie negro (*Pectobacterium*) y el nematodo del quiste (*Globodera pallida*), entre otras. El hongo inferior *Spongospora subterranea* pertenece a la división I Myxomycota, clase 2 plasmodiophoromycetes, orden plasmodiophorales, género *Spongospora*; forma un plasmodio que comprende una masa protoplasmática musilaginosa y desnuda que contiene numerosos núcleos. (Agrios,2002 ;Hooker, 1980).

Estas enfermedades causan pérdidas con ciertos microorganismos, deterioran la calidad del producto y contaminan el suelo del cultivo, debido a la utilización de fungicidas de alta residualidad tradicionalmente, los microorganismos de suelo han sido considerados como un problema secundario; sin embargo, en la actualidad han alcanzado altos índices de diseminación, atribuidos principalmente al aumento de unidades productivas en condición de minifundio, por la siembra de ciclos consecutivos de papa (monocultivo) y por el intercambio indiscriminado de semilla contaminada. (Villareal, 2013).

En las zonas de mayor área de producción se presentan problemas con enfermedades en el suelo principalmente en la sierra, siendo una de ellas la Roña (*Spongospora subterranea*) esta enfermedad es causada por el hongo (*Spongospora subterranea*) la cual causa daños en los tubérculos y raíces de la planta, disminuyendo así el rendimiento, afectado la calidad del tubérculo y contaminando el suelo para próximos cultivos. (Castro & Contreras, 2007).

En relación con otros investigadores manifiestan que la roña es una enfermedad que tiene muy pocos efectos sobre el rendimiento, pero afecta principalmente la calidad comercial de los tubérculos, estos muestran pústulas que son inicialmente lisas, de color blanquecino, luego, continúan desarrollándose y se tornan oscuras. Las variedades más susceptibles pueden afectar hasta un 97,5% de las papas con una severidad de 81 a 95%, lo cual resulta económicamente no rentable y además exige un alto grado de mecanización para el cultivo. (Castro & Contreras, 2007).

## 2.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

La alta incidencia de Roña (*Spongospora subterranea*) afecta la producción y la calidad en papa.

## 2.3 JUSTIFICACIÓN

Debido a los cambios climáticos que se presentan en la provincia del Carchi, las plagas y enfermedades han logrado su desarrollo y multiplicación de manera muy rápida, causando grandes pérdidas en el cultivo de papa, razón por la cual se implementó el uso de *Trichoderma sp.* para el control de roña (*Spongospora subterranea*) de suelo en el cultivo de papa. El uso de *Trichoderma sp.* como control biológico en sobredosificación no atenta contra el suelo, cultivos, ni medio ambiente, logrando a la vez impedir el uso irracional de fungicidas de alta residualidad, para obtener el control y permitiendo así desarrollar un adecuado manejo integrado de fitopatógenos en el suelo.

El manejo de la enfermedad son técnicas que deben conocer los productores y debe estar enmarcado bajo un esquema integrado del cultivo (MIC), en el que se incluyan aspectos como la rotación, el manejo adecuado del riego y drenaje, la sanidad del tubérculo semilla, la utilización de organismos antagonistas (*Trichoderma sp.*), la utilización de cultivos trampa, la desinfección de herramientas de trabajo y finalmente una legislación que restrinja el movimiento de material contaminado y genere procesos de certificación de semilla. (Osorio , Gutiérrez, & Marín, 2012).

Por medio de esta investigación se pretende generar una nueva alternativa para el control de Roña (*Spongospora subterranea*) de suelo, en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) con un producto biológico como *Trichoderma sp.* es un hongo anaerobio facultativo que se encuentra de manera natural, en un número importante de suelos agrícolas, favoreciendo así la descomposición orgánica en los alrededores de la raíz, para que esta aproveche los nutrientes, además su gran tolerancia a condiciones ambientales extremas, donde los hongos son causantes de diversas enfermedades, le permite ser eficiente como agente de control, de igual forma pueden sobrevivir en medios con contenidos de pesticidas y otros químicos.

## **2.4 OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN**

### **1.4.1 Objetivo General**

Evaluar la efectividad de la aplicación de *Trichoderma sp.* en el control de Roña (*Spongospora subterranea*) en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) variedad Superchola.

### **1.4.2 Objetivos específicos**

- Determinar la infestación de Roña (*Spongospora subterranea*) en el cultivo.
- Determinar la severidad e incidencia de Roña (*Spongospora subterranea*) en el cultivo.
- Determinar cuál de los tratamientos en estudio es más efectivo en el control de Roña (*Spongospora subterranea*).
- Realizar el análisis económico para determinar el mejor tratamiento.

### **1.4.3. Preguntas de Investigación**

- ¿Se presenta infestación de roña en el cultivo de papa?
- ¿Qué severidad y que incidencia se presenta en el cultivo?
- ¿Qué tratamiento es efectivo en el control de roña (*Spongospora subterranea*)
- ¿Cuál es el mejor tratamiento y más rentable?

## II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

### 2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Según osorio & marín ( 2012) de la escuela de bioceánicas, facultad de ciencias, de la universidad nacional de Colombia. Medellín. Realizan esta investigación. “Variabilidad genética de (*Spongospora subterranea*) en Colombia”. En esta investigación se evaluaron los niveles de variación de 127 aislamientos de *Sss* obtenidos en los departamentos de Antioquia, Boyacá, Cundinamarca y Nariño, con el fin de apoyar la selección de aislamientos de *Ss* a evaluar en programas de mejoramiento genético de papa y en el diseño de pruebas de detección asintomática del patógeno. Por cada lote se tomaron tejidos de plantas o tubérculos sintomáticos y una muestra de suelo de 500 g.

En la investigación se propuso obtener un mínimo de 30 muestras de *Ss* por departamento. Los quistosoros obtenidos a partir de muestras de suelos fueron inoculados en plantas de *Nicotiana benthamiana* y *S. phureja*, utilizadas como plantas señuelo para incrementar el inóculo, manteniéndose en casa de malla en el Centro Experimental Paysandú corregimiento Santa Elena, municipio de Medellín, Colombia, Obteniendo como resultados partir de análisis de secuencias de las regiones ITS del ADNr, la presencia en Colombia de tres variantes principales de *S.subterranea f.*

Según Gilchrist,Jaramillo & Reynaldi (2009) se realiza la investigación en la Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. “Efecto sobre la sarna polvosa de cuatro aislamientos del hongo *Trichoderma asperellum* en tres tipos de suelo el protozooario *Spongospora subterranea f.*”

En este trabajo se investigó la influencia sobre la sarna polvosa de cuatro aislamientos de *Trichoderma asperellum* en tres tipos de suelo: Andisol, Entisol e Inceptisol. Tubérculos de *Solanum tuberosum* variedad Diacol Capiro fueron plantados en parcelas infectadas con  $1942 \pm 226$  quistosoros por gramo de suelo. No se observaron diferencias entre las plantas tratadas y no tratadas con *T. asperellum*. La superficie de raíz ocupada por agallas fue en promedio 2,2%, sin encontrarse diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) entre los tipos de suelos. La reducción del crecimiento de las plantas fue de 41,32 y 28% en el Andisol, el Entisol y el Inceptisol, respectivamente; La reducción de la producción fue de 40,28 y 0,1 % en el Andisol, el Entisol y el Inceptisol, respectivamente. Un porcentaje similar de superficie de raíz cubierto por agallas resultó en reducciones de la producción tan disímiles como 40% o

0,1%, indicando necesidad de utilizar otros métodos para determinar la severidad de infestación; La reducción del crecimiento y la producción estuvieron inversamente asociadas a la concentración de  $Al^{3+}$  en los suelos, sugiriendo que los efectos de la sarna polvosa están fuertemente relacionados con las condiciones del suelo.

Según Castro, (2011) alumna del programa de maestría en recursos naturales y medio ambiente de la ciudad de Guasave, Sinaloa México realizó la investigación “Producción y evaluación de *Bacillus subtilis* y *Trichoderma harzianum* para el control de la sarna de la papa.”

El presente trabajo tuvo por objetivo La producción de *Bacillus subtilis* y *Trichoderma harzianum*, y la determinación de los factores fisicoquímicos óptimos para su crecimiento en medio líquido y medio sólido, respectivamente. Se evaluó su efecto antagónico contra *Streptomyces spp.* In vitro, así como su efectividad en el control del patógeno a nivel de invernadero. Los resultados obtenidos en las pruebas de antagonismo in vitro de *B. subtilis* contra *Streptomyces spp.*, mostraron un efecto positivo para inhibir el desarrollo del patógeno el bioensayo in vitro de *T. harzianum* contra *Streptomyces spp* demostró que la actividad antagónica de *T. harzianum* fue positiva, inhibiendo de manera alta el desarrollo del patógeno después de las 72 h. A las cepas de *B. subtilis* y *T. harzianum* se les realizó la evaluación de compatibilidad para observar su interacción, se encontró que existe una inhibición de crecimiento entre *B. subtilis* y *T. harzianum*. La producción de *B. subtilis* y *T. harzianum* en el medio mínimo sintético (MM)\* permitió buen crecimiento de los microorganismos, los factores fisicoquímicos clave para la propagación de *B. subtilis* fueron Agitación 200 RPM Temperatura 30 °C y pH 7, donde se obtuvo la mayor producción de biomasa de 14,20 g/l y una concentración de  $2,9 \times 10^8$  UFC/ml. La fermentación líquida de *T. harzianum* se llevó a cabo por un medio mínimo sintético diseñado para el hongo (MM)\* y los factores fisicoquímicos fueron Agitación 150 RPM, Temperatura 280 °C y pH 5.5 obteniendo material biológico (*micelio* y *clamidosporas*) durante la fermentación sólida se obtuvo una cantidad de  $1,3 \times 10^{10}$  esp/ml, con una viabilidad del 98%. En la evaluación de *B. subtilis* y *T. harzianum* no hubo diferencias significativas debido al manejo en la inoculación del patógeno en el suelo utilizado en las macetas, por lo que el método de infección no fue el adecuado.

## 2.2 MARCO TEÓRICO

### 2.2.1 Cultivo de papa

La papa es uno de los principales cultivos del país por su participación en la dieta de los ecuatorianos y por su importancia económica y social en la generación de ingresos para las familias productoras. Ocupa el décimo lugar entre los productos más consumidos por la población y se encuentra entre los ocho cultivos de mayor producción del país, con 397.521 toneladas. (Montenegro, 2016).

### 2.2.2 La planta

La papa es una dicotiledónea herbácea con hábitos de crecimiento rastrero, generalmente de tallos gruesos y leñosos, con entrenudos cortos. Los tallos son huecos, excepto en los nudos que son sólidos, de forma angular y por lo general verdes o rojo púrpura. El follaje normalmente alcanza una altura entre 0,60 a 1,50 m. Las hojas son compuestas y pinnadas. Una planta madura contiene hojas compuestas en par y alternadas. Las hojas se ordenan en forma alterna a lo largo del tallo, dando un aspecto frondoso al follaje, especialmente en las variedades mejoradas. (Andrade, Bastidas, & Sherwood, 2002).

### 2.2.3 Clasificación taxonómica

Tabla 1. Taxonomía de la papa

<b>Reino</b>	<i>Vegetal</i>
<b>División</b>	<i>Fanerógama</i>
<b>Subdivisión</b>	<i>Angiospermas</i>
<b>Clase</b>	<i>Dicotiledóneas</i>
<b>Subclase</b>	<i>Simpétala</i>
<b>Sección</b>	<i>Anisocárpeas</i>
<b>Orden</b>	<i>Tubifloríneas</i>
<b>Familia</b>	<i>Solanaceae</i>
<b>Género</b>	<i>Solanum .L</i>
<b>Sección</b>	<i>Petota Dumortier</i>
<b>Especie</b>	<i>Solanum tuberosum</i>

## **2.2.4 Descripción botánica**

### **2.2.4.1 Raíz**

Las plantas de papa pueden desarrollarse a partir de una semilla o de un tubérculo. Cuando crecen a partir de una semilla, forman una delicada raíz *axonomorfa* con ramificaciones laterales. Cuando crecen de tubérculos, primero forman raíces adventicias en la base de cada brote y luego encima de los nudos en la parte subterránea de cada tallo. En comparación con otros cultivos, la papa tiene un sistema radicular débil, por lo cual necesita un suelo de muy buenas condiciones físicas y químicas para su desarrollo. (Hooker & Icochea, 2009).

### **2.2.4.2 Tallos**

El sistema de tallos de la papa consta de tallos, estolones y tubérculos. Las plantas provenientes de semilla verdadera tienen sólo un tallo, principal mientras que las provenientes de tubérculos-semilla pueden producir varios tallos. Los tallos laterales son ramas de los tallos principales.

El tallo generalmente es de color verde y algunas veces puede ser de color marrón-rojizo o morado. Los tallos pueden ser sólidos o parcialmente tubulares debido a la desintegración de las células de la médula. (Hooker & Icochea, 2009).

### **2.2.4.3 Estolones**

Los estolones de la papa son tallos laterales que crecen horizontalmente por debajo del suelo a partir de yemas de la parte subterránea de los tallos. Los estolones pueden formar tubérculos mediante un agrandamiento de su extremo terminal. Sin embargo, no todos los estolones llegan a formar tubérculos. Un estolón no cubierto con suelo, puede desarrollarse en un tallo vertical con follaje normal.

### **2.2.4.4 Brotes**

Los brotes crecen de las yemas que se encuentran en los ojos del tubérculo y el color es una característica varietal importante. Los brotes pueden ser blancos, parcialmente coloreados en la base o el ápice, o casi totalmente coloreados. Los brotes blancos, cuando se exponen indirectamente a la luz, se tornan verdes.

### 2.2.4.5 Hojas

Las hojas están distribuidas en espiral sobre el tallo. Normalmente, las hojas son compuestas, es decir, tienen un raquis central y varios folíolos.

### 2.2.4.6 Flor

Las flores de la papa son bisexuales (tienen ambos sexos), y poseen las cuatro partes esenciales de una flor: cáliz, corola, estambres y pistilo. (Hooker & Icochea, 2009).

### 2.2.4.7 El tubérculo

Los tubérculos son tallos carnosos que se originan en el extremo del estolón y tienen yemas y ojos. (Andrade, Bastidas, & Sherwood, 2002). Un tubérculo de papa crudo tiene un gran contenido de micronutrientes, las vitaminas y minerales esenciales para la salud. Una papa de tamaño medio contiene una gran cantidad de potasio, y casi la mitad de la vitamina C necesaria a diario para los adultos. También es una fuente importante de vitaminas del complejo B y minerales, como el fósforo y el magnesio. (FAO, 2008).

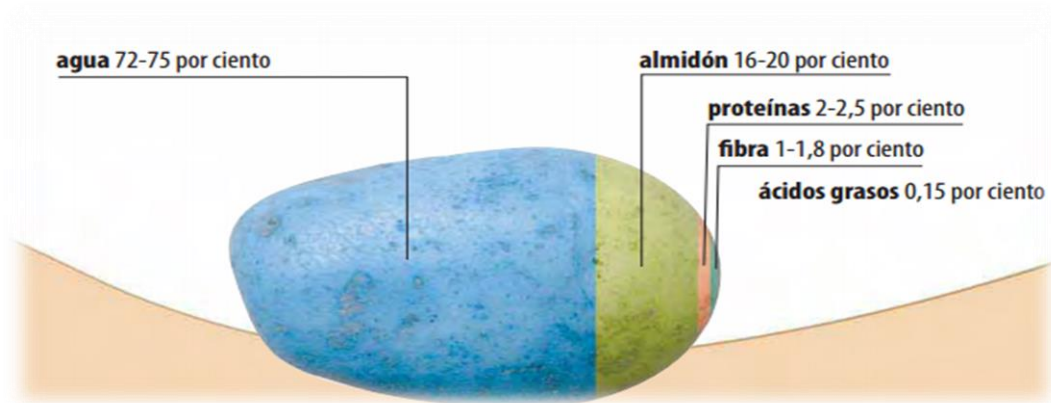


Figura 1. Composición química del tubérculo de la papa.

Nota: Tomado del libro de Guillermo, 2004

## 2.2.5 Requerimientos edafoclimáticos

### 2.2.5.1 Temperatura

Se trata de una planta de clima templado-frío, siendo las temperaturas más favorables para su cultivo las que están en torno a 13 y 18°C.



### **2.2.5.2 Suelo**

Los mejores suelos son los francos, franco arenoso, franco-limosos y franco-arcillosos, de textura liviana, con buen drenaje y con una profundidad efectiva mayor de los 0,50 m, que permitan el libre crecimiento de los estolones y tubérculos y faciliten la cosecha.

### **2.2.5.3 Altitud**

La altitud ideal para el desarrollo y producción del cultivo de la papa para consumo se encuentra entre los 1.500 a 2.500 msnm.

### **2.2.5.4 Vientos**

El viento debe ser moderado, ya que las plantas no resisten vientos con velocidades mayores de 20 km/hora, sin que estos causen daños o influyan en los rendimientos. (Castro & Contreras, 2007)

## **2.2.6 Zona de cultivo en Ecuador**

### **➤ Zona norte: Carchi e Imbabura**

Esta zona tiene la mayor producción de papa, por área al nivel nacional. Su rendimiento es en promedio de 21,7 t/ha. Aunque Carchi solo ocupa el 25% de la superficie nacional dedicada al cultivo de papa (15.000 ha.), la provincia produce el 40% de la cosecha anual del país. Carchi dispone de una diversidad de climas que permite cultivar desde papa en la parte alta, hasta frutales en la parte baja. El área papera de la provincia se distribuye a lo largo de las cordilleras oriental y occidental, entre los 2.800 hasta los 3.200 msnm y con clima frío de alta montaña. ( Andrade, Bastidas, & Sherwood, 2002).

La mayoría de los pequeños productores preparan el suelo con diferentes medios tractor, manual y yunta. La combinación depende de la época de siembra, la topografía del suelo y la disponibilidad de maquinaria. En los sitios de difícil mecanización se practica el *wachu rozado* en la primera siembra. Los agricultores siembran durante todo el año, debido a la homogénea distribución de lluvias ( Andrade, Bastidas, & Sherwood, 2002).

**Tabla 2.** Principales plagas y enfermedad del cultivo de papa.

<b>Nombre Común</b>	<b>Nombre Científico</b>	<b>Descripción</b>	<b>Daño</b>
<b>GUSANO BLANCO</b>	<i>Premnotrypes vorax</i> <i>H</i>	Son de color blanco cremoso, con la cabeza de color café. Miden de 11 a 14 mm de largo. Tienen el cuerpo en forma de letra "C".	El adulto come los fillos de las hojas en forma de media luna y la base del tallo. Los gusanos se alimentan de las papas y hacen huecos o galerías.
<b>POLILLAS DE LA PAPA</b>	<i>Tecia solanivora</i> , <i>Phthorimaea operculella</i> y <i>Symmetrischema sp</i>	Son mariposas de color café. Miden cerca de 10 mm de largo.	1. Los gusanos de <i>Phthorimaea</i> hacen minas en las hojas. 2. Los gusanos de <i>Symmetrischema</i> hacen huecos a los tallos. 3. Los gusanos de las tres polillas hacen huecos en las papas y después estas se pudren
<b>TRIPS</b>	<i>Frankliniella tuberosi</i>	Sus cuerpos son pequeños y alargados (aproximadamente 1,5 mm). Son de color negro.	Adultos y ninfas provocan daño en la epidermis del envés de las hojas inferiores, raspando y chupando el líquido celular provocando manchas de color plateado. Pueden provocar defoliación.
<b>MOSCA MINADORA</b>	<i>Liriomyza huidobrensis</i>	Es una mosca de 3 mm de largo con una coloración amarilla en la mitad de la cabeza y en el tórax.	Las larvas hacen túneles en el interior de la hoja, sin dañar la parte externa de la misma. Generalmente estos túneles se encuentran a lo largo de las nervaduras. Las hojas terminan por secarse lo que puede matar a la planta.
<b>COSTRA NEGRA</b>	<i>Rizhoctonia solani</i>	Este hongo de suelo ocasiona la enfermedad denominada rizoctoniasis en plantas, y costra negra en tubérculos de papa.	En el cuello de la planta aparecen manchas de color negro cubiertas por una pelusilla de color blanco. A esto se le llama media blanca. En los tallos pueden aparecer papas aéreas

<b>TIZÓN TARDÍO O LANCHA</b>	<i>Pseudomonas Solanacearum</i>	Putridión acuosa y mal olor.	Se presenta en las raíces y cuello de la planta destruyendo la conformación del tallo, y produciendo la muerte de la planta.
<b>ROYA</b>	<i>Puccinia pittieriana</i>	Es un hongo de manchas blancas verdosas y forma pústulas que tienen un polvillo de color rojizo que son las esporas y diseminan la enfermedad.	En el envés de las hojas inferiores presentan pústulas (lunares) redondas, ovaladas o alargadas, en menor cantidad en los tallos; al inicio son redondas de color blanco verdoso las que se tornan anaranjadas y terminan de color café oscuro.
<b>ROÑA</b>	<i>Spongospora subterranea.</i>	La sarna polvosa de la papa ( <i>Solanum tuberosum</i> L.), causada por hongo <i>Spongospora subterranea</i> , es una enfermedad limitante en la mayoría de áreas productoras de papa.	En las papas aparecen ampollas (chimbis o mitzas) de color ladrillo.

---

(Montesdeoca , Panchi, & Navarrete, 2013)

### 2.2.8 Roña (*Spongospora subterranea*)

La roña es una enfermedad que afecta la calidad de los tubérculos, pero no los rendimientos. En variedades susceptibles puede afectar hasta un 97,5% de los tubérculos, con una severidad de 81 a 95%. La severidad depende de la susceptibilidad del cultivar, grado de infestación del suelo y condiciones de humedad y temperatura del suelo, favorables para el desarrollo del hongo. La enfermedad es muy importante porque el hongo *Spongospora subterranea* es vector del virus *Mop top* de la papa (PMTV). El hongo está presente en las áreas de cultivo de papa localizadas en las partes frías y húmedas de los hemisferios norte y sur, entre las latitudes 65° Norte y 53° Sur. (Torres, 2002).

#### 2.2.8.1 Agente causal

La enfermedad es causada por el hongo *Spongospora subterranea*. Que se caracteriza por formar soras, las cuales contienen esporangios de descanso. Las soras tienen forma ovoide, irregular o alongada y tienen la apariencia de una cadena por los esporangios de descanso que se encuentran agregados. Los esporangios de descanso son pequeños (3,5 a 4,5 µm de diámetro), de forma poliédrica con paredes lisas, delgadas y de color amarillo-marrón. Las zoosporas tienen dos flagelos de tamaño diferente, con los cuales se movilizan en presencia de una película de agua existente en el suelo hasta alcanzar al hospedante. (Torres, 2002).

#### 2.2.8.2 Sintomatología

La enfermedad afecta raíces, estolones y tubérculos, tallos y hojas.

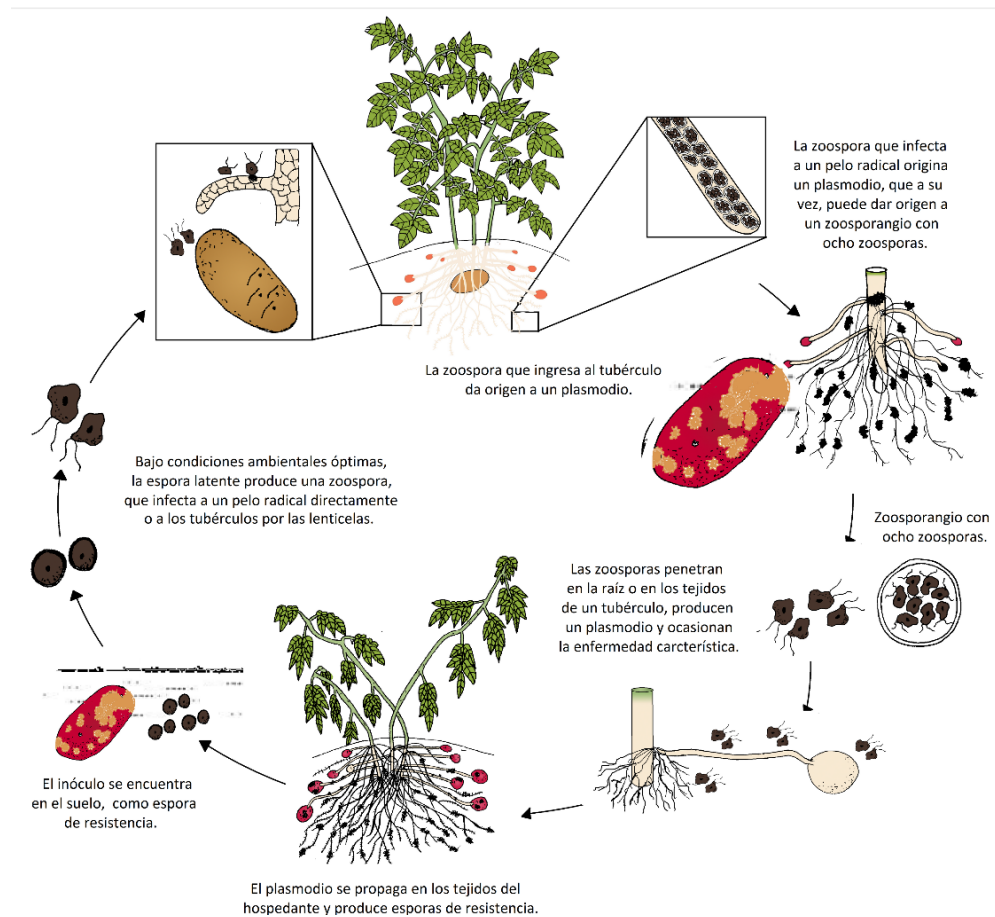
- **Hojas y tallos:** En la parte aérea de la planta, normalmente, no se observan síntomas que se puedan asociar a la enfermedad.
- **En raíces:** Las raíces de las plantas enfermas muestran agallas o tumores lisos, de 0,5 a 1,5 cm de tamaño y de forma anormal; al inicio los tumores son de color blancuzco y cuando alcanzan la madurez fisiológica se vuelven oscuros.
- **En estolones:** La infección de los estolones ocurre paralelamente a la infección de las raíces y los síntomas son similares a los de las raíces, pero las agallas son más pequeñas. (Torres, 2002).

- **En tubérculos:** Pústulas o pequeños granitos, como ampollas, de color castaño claro que se extienden sobre la superficie del tubérculo, formando lesiones con forma de granos. Luego se forma una especie de verrugas de color blanco que empuja y rompe la piel, debido a la división de células del tubérculo. En una etapa avanzada, estos síntomas se convierten en pústulas abiertas y oscuras con un diámetro de 2 a 10 milímetros, o aún más grandes, que contienen una masa polvorienta de esporas de color castaño oscuro (Torres, 2002).

### **2.2.8.3 Epidemiología y ciclo**

Para que la infección se produzca, debe haber humedad necesaria en el suelo, como para formar una película de agua, por donde las zoosporas se puedan transportar y alcanzar los tejidos de la planta. La temperatura debe ser de 16 a 20° C. Con estas condiciones las agallas demorarán alrededor de tres semanas en formarse. En suelos secos, la infección se reduce o no se presenta. Los esporangios pueden permanecer en el suelo por más de 6 años, incluso pueden sobrevivir al tracto intestinal de los animales.

La infección de las plantas de papa se inicia con los esporangios presentes en el suelo y en los tubérculos semillas infectados, los cuales infectan la planta a través de las células epidérmicas de las raíces o pelos radicales. Una vez allí, producen las zoosporas secundarias. Estas zoosporas secundarias, una vez liberadas, pueden volver a infectar el tejido dando origen a una segunda generación, que es la que forma las agallas en las raíces y pústulas en los tubérculos. (Tejeda & Acuña, 2018).



**Figura 2.**Ciclo de *Spongospora subterranea*

## 2.2.9 Manejo integrado de plagas

El manejo integrado de plagas es “Mantener el nivel del daño de enfermedades y plagas por debajo del límite económico aceptable, combinando varias formas de control”. Las formas de control, como se mencionó antes son: Control químico, control mecánico, control biológico, control del cultivo y otras maneras como vacuna o antibiótico. Aparte de estas maneras, el pronóstico es un elemento muy importante para el MIP porque sirve para saber con anterioridad la aparición de enfermedades y plagas, y también se puede optimizar la actividad de los enemigos naturales.

### 2.2.9.1 Control químico

El control químico es una medida de control con uso de productos químicos. Es una de las medidas más efectivas y rápidas. Aunque el MIP tiene como objetivo reducir el uso de productos químicos, el control químico mantiene su posición como la medida de control más

segura e inmediata. Lo importante es usar productos químicos que tengan menos toxicidad y más selectividad. También hay que tener mucho cuidado con el manejo, aplicación y almacenamiento para evitar intoxicación, efecto negativo a los cultivos y accidentes.

- Observar la regulación nacional y provincial y usar los productos registrados.
- Leer bien y seguir las instrucciones.
- Llevar guantes, mascarilla y gafas para la preparación y fumigación.
- Fumigar a favor y no en contra del viento.
- Guardar en un gabinete con llave fuera del alcance de niños.
- Lavarse bien las manos y las partes en contacto, después de la fumigación.
- No tomar bebidas alcohólicas después de la fumigación.
- Acudir al médico inmediatamente cuando tenga intoxicación.

#### **2.2.9.2 Control mecánico**

**Eliminación manual:** La eliminación manual es la más fácil e inmediata medida de control de plagas y enfermedades. Especialmente en la primera etapa de infestación. Por ejemplo, pulgones, oruga del repollo, mancha o marchitamiento lo cual se nota por observación y se elimina fácilmente. Después hay que eliminar, enterrar o quemar los insectos y la parte infestada en un lugar fuera del cultivo.

**Temperatura:** La temperatura tiene varios efectos sobre la vida de los organismos. Los insectos usualmente no se mueven mucho por debajo de 20°C. Al contrario, insectos y nematodos mueren con temperaturas superiores a 60°C. Se pueden matar insectos en una bolsa plástica dejada bajo el sol. Los virus pierden su actividad con temperatura de 40°C. Aprovechando esta característica, se pueden tratar virus de las semillas es difícil controlar la temperatura de los huertos, pero es posible en algunos casos, cambiar la época del cultivo para evitar la temperatura óptima de las enfermedades.

**Agua:** El Agua es un elemento fundamental para los cultivos. Inadecuada cantidad de agua puede resultar en debilidad de los cultivos y aumentar la susceptibilidad a las enfermedades. El exceso de agua puede causar pudrición de la raíz. El ácaro, escama y ceniza suelen aparecer en condiciones secas.

**Barrera:** Se pueden construir barreras con varios materiales o plantas alrededor de los cultivos también pueden ser barrera para las enfermedades y plagas, impidiendo su movimiento.

**Trampa:** Las Trampas se utilizan para monitorear la aparición de los insectos plagas y para hacer pronósticos. Sin embargo, en algunos casos pueden ser medidas de control.

### 2.2.9.3 Control del cultivo

**Rotación de cultivos:** Algunas enfermedades aparecen frecuentemente cuando se repite el cultivo, en el mismo lugar varios años, porque el patógeno se acumula en el suelo bajo esa situación de cultivo.

**Plantas compañeras:** Algunas plantas tienen el efecto de alejar insectos u organismos patógenos. Plantar estos cultivos con cultivos principales es efectivo para reducir el riesgo de enfermedades o plagas. Estas plantas se llaman plantas compañeras.

**Eliminación de malezas:** Varias malezas de gramíneo crecen en los huertos. A estas malezas les gusta los saltos de hojas que llevan y transmiten virus de planta a planta. La eliminación de malezas puede destruir el hábitat de los saltos de hojas y en consecuencia puede reducir la fuente de infección de virosis. La fumigación de herbicidas no es la única manera de eliminar malezas. En el caso de los huertos de pequeño o mediano tamaño, se puede eliminar con la mano. Esta actividad no solamente arregla la situación del cultivo, sino que también es una buena oportunidad de observar bien la situación del cultivo, incluyendo averiguar enfermedades o plagas que se encuentran en el cultivo.

**Pronóstico:** El Pronóstico es un elemento muy importante para el MIP. Pronóstico es saber la situación de las enfermedades y plagas antes de su aparición. Para hacer eso, se requiere información meteorológica, etapa de crecimiento de los cultivos en relación a la estación, monitoreo de la población de enfermedades y plagas y otras informaciones.

### 2.2.9.4. Control biológico

**Predador:** El predador es un animal que se come a otro animal. En los huertos existen varios predadores. Entre ellos están las arañas, avispa, hormiga, chinche predador y mariquita.



**Parasito:** Los Parásitos son organismos que entran al cuerpo (Endoparásito) de otro organismo o habitan en la superficie (Ectoparásito) y comen dentro del hospedero. El parásito más importante para control biológico es un grupo de avispa de la familia *Brachonidae*.

**Entomopatógeno:** Los microbios que causan enfermedad a los insectos se llaman “Entomopatógenos”. Los Entomopatógenos pueden ser hongo, bacteria y virus. Una variedad de hongo del género *Beauveria* es muy conocido como Entomopatógenos y se consigue en Panamá como un producto de control biológico en forma de emulsión de esporas.

**Competidor:** Los Competidores son microbios que compiten con otros microbios e impiden su crecimiento. Una variedad de hongos *Trichoderma* compite con otros hongos en el suelo por ejemplo *Sclerotium* y *Botrytis cinerea* que son causantes de enfermedades de los cultivos.

### **2.2.10 El *Trichoderma* sp.**

El género *Trichoderma* fue descrito por Persoon en 1794. Posteriormente, Rifai hizo el primer agrupamiento en especies agregadas que se utiliza hasta el pre-género se encuentran ampliamente distribuidas por todas las latitudes, y se presentan naturalmente en diferentes ambientes, especialmente en aquellos que contienen materia orgánica o desechos vegetales en descomposición.

La capacidad de producir diversos metabolitos y de adaptación a diversas condiciones ambientales y sustratos, confiere a *Trichoderma* la posibilidad de ser utilizado en la industria biotecnológica. (Castro & Rivillas, 2012).

#### **2.2.10.1 Características morfológicas y físico-químicas**

Macroscópicamente el hongo presenta un micelio blanco algodonoso, que se torna de color verde, debido a la rápida y abundante esporulación. Es un hongo que posee *conidias hialinas*, uniceluladas y ovoides, que tienden a agregarse formando masas; presenta un conidióforo hialino, largo y no verticilado. Tiene la capacidad de producir clamidosporas que son globosas o subglobosas, ubicadas en la parte termina o intermedia de las hifas y miden menos

de 15 µm de diámetro; éstas son estructuras de resistencia, vitales e importantes para la sobrevivencia del hongo bajo condiciones adversas (Castro & Rivillas, 2012).

El rango de temperatura para el crecimiento de *Trichoderma* oscila entre 15 y 30 °C, con un óptimo de 25 °C, temperaturas mayores a 30 °C limitan el crecimiento y desarrollo del hongo, e inicia la formación de clamidosporas. Las condiciones adecuadas de humedad están en el 70%, sin embargo, tiene la capacidad de crecer en un rango entre 20% y 80%. La condición de pH fluctúa entre 5,5 y 7,5, con un óptimo de 6,6. Si se encuentra en medios con pH alcalinos (por encima de 7,0) tiene la capacidad de acidificar el medio mediante la liberación de ácidos orgánicos. (Castro & Rivillas, 2012).

### **2.2.10.2 Mecanismos de acción de *Trichoderma* sp.**

Las diferentes especies de *Trichoderma* ejercen mecanismos de control mediante: competencia directa (por espacio y nutrientes), producción de metabolitos antibióticos, la inactivación de enzimas del agente patógeno, modificación de las condiciones ambientales, producción de sustancias promotoras del crecimiento vegetal y por micoparasitismo. (Castro & Rivillas, 2012).

**Micoparasitismo:** Es considerado el mecanismo de acción más importante, ya que es un proceso complejo donde está involucrada la producción de enzimas líticas, En el micoparasitismo la hifa de *Trichoderma* entra en hongo patógeno e inicia un crecimiento alrededor de la hifa, y por acción enzimática comienza la degradación de la hifa del patógeno; posteriormente, ocurre penetración por parte del hongo antagonista, causando degradación celular, rompimiento hifal y destrucción total de la hifa del patógeno. (Castro & Rivillas, 2012).

**Competencia:** La competencia por espacio o por nutrientes ha sido considerada uno de los mecanismos clásicos de biocontrol de *Trichoderma*. Este hongo tiene una rápida tasa de desarrollo, lo que hace que sea un fuerte competidor por espacio, a la hora de colonizar la rizosfera. Por otra parte, *Trichoderma* tiene una capacidad superior de movilizarse y tomar los nutrientes del suelo, siendo muy versátil para utilizar sustratos como fuente de carbono y nitrógeno, lo que le permite colonizar un medio rápidamente, evitando la proliferación de otros microorganismos en el mismo hábitat. (Castro & Rivillas, 2012).

**Producción de metabolitos (Antibiosis):** El género *Trichoderma* tiene la capacidad de producir compuestos orgánicos volátiles y no volátiles, que desempeñan un papel importante, inhibiendo el crecimiento y desarrollo de microorganismos patógenos. En estas interacciones están involucradas enzimas líticas extracelulares, antibióticos y compuestos de bajo peso molecular. (Mohammed , Pérez , Requena, & Candela, 2004).

### **2.2.10.3 Inducción de resistencia**

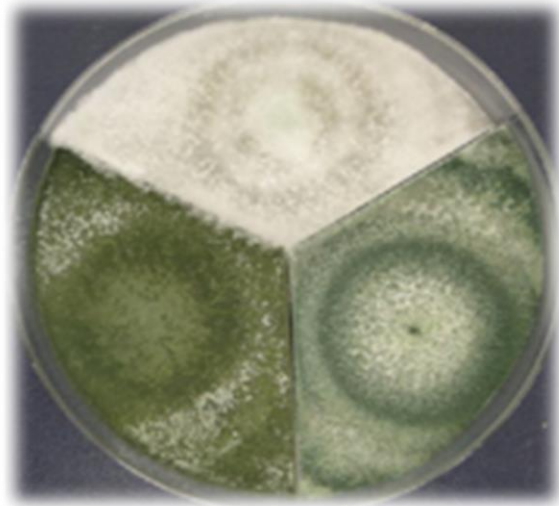
Estudios recientes a niveles celular y molecular explican la diversidad de vías y mecanismos de acción de este hongo. Según este autor, se descubrió, que algunas cepas de *Trichoderma* pueden activar un mecanismo nativo de defensa en las plantas, conocido como Inducción de Resistencia Sistémica (por sus siglas en inglés IRS). Esto supone que puedan controlar a patógenos distantes del lugar donde se encuentra físicamente el antagonista. (Martinez , Infante, & Reyes , 2013).

### **2.2.10.4 Compatibilidad de *Trichoderma sp.* con productos agroquímicos**

Para incorporar productos biológicos en el manejo de un cultivo, es imprescindible conocer la sensibilidad de los agentes biológicos a los agroquímicos que se emplearán en dicho manejo, con el fin de conservar su capacidad controladora y establecer medidas para su uso eficiente. En este aspecto la respuesta de *Trichoderma* varía en dependencia de las combinaciones especie/cepa de microorganismos y productos fitosanitarios evaluados. (Martinez , Infante, & Reyes , 2013)

### **2.2.11 Tricomix**

*Trichoderma hazianum* y *Trichoderma viride* aisladas en suelos ecuatorianos, tiene una concentración mínima de  $1 \times 10^{11}$  esporas (Bioseb, 2016)



**Figura 3.** *Trichoderma harzianum* y *Trichoderma viride*, de Bioseb (2016) Dosificación

### **2.2.11.1 Composición y presentación**

El producto tiene una concentración a  $5 \times 10^{10}$  a  $1 \times 10^{11}$  esporas por envase pertenecientes a *trichoderma viride* y *harzianum*. En una presentación de frascos de 2 y 4 gramos.

### **2.2.11.2 Mecanismo de acción**

Las dos especies de *Trichoderma*, producen ácidos orgánicos debido al metabolismo de polisacáridos, oligosacáridos y monosacáridos presentes en la materia orgánica del suelo. Estos ácidos liberan protones en la solución del suelo, lo que provoca que elementos fijados en coloides y fines sean removidos y solubilizados en un medio acuoso. De esta manera quedan disueltos en el agua y por lo tanto pueden ser absorbidos por las raíces de la planta. (Bioseb, 2016).

### **2.2.11.3 Forma de uso**

Agítese antes de usar la cantidad de agua necesaria para que el producto penetre en el suelo y llegue a la rizosfera superior de las plantas. (BIOSEB, org, 2018).

### **2.2.12 Tricho -D**

Tricho-D WP *Trichoderma harzianum*, cepa OBTh55, es un acondicionador de suelo, bioestimulante y agente biotecnológico que actúa como antagonista de varios problemas en

el suelo que dañan las raíces y la planta, mejora la formación radicular, bloquea la acción de las enfermedades en el suelo y en las raíces del próximo cultivo para un suelo sano y un cultivo sano.

#### **2.2.12.1 Uso específico**

Agente biotecnológico que actúa como antagonista de varios problemas en el suelo que dañan las raíces y la planta, mejora la formación radicular, bloquea la acción de las enfermedades en el suelo y las raíces (ORIOUS BIOTECH, 2018).

#### **2.2.12.2 Modo de acción**

Con cada cosecha, los cultivos dejan en el suelo una gran cantidad de residuos vegetales, que comúnmente están afectados por enfermedades y al incorporarse a los suelos agrícolas, se multiplican las enfermedades en los residuos en proceso de descomposición o fermentación, incrementando el inóculo de las enfermedades de las plantas en el suelo para incrementar el riesgo por enfermedades del próximo cultivo. Es así que las muertes de plantas por enfermedades son mayores con los años de uso agrícola y se desarrollan poblaciones muy altas en los suelos, hasta generar daños económicos muy importantes a los cultivos.

**EL TRICHO-D** actúa en el suelo al germinar, colonizarlo y crecer para bloquear la acción de las enfermedades en el suelo, las raíces y la planta, mejorando el desarrollo radicular y la sanidad. Su acción preventiva mejora la formación radicular de las plantas, es antagonista y disminuye la población de hongos que causan enfermedades en el suelo, a las raíces y a las plantas. Se usa en semilla y en viveros para prevenir el riesgo de la muerte por enfermedades en el suelo o el sustrato y protege la plántula de las acciones patogénicas de los hongos. (ORIOUS BIOTECH, 2018).

#### **2.2.12.3 Beneficios**

- Bloquea la acción de las enfermedades en el suelo y en las raíces.
- Bloquea la acción de las enfermedades en los residuos de la cosecha anterior.
- Actúa como antagonista de varios problemas en el suelo que dañan las raíces y la planta.

- Menos raíces con daño por enfermedades y menos plantas enfermas en el próximo cultivo.
- Menos muerte de semillas causadas por las enfermedades del suelo.
- Mas sanidad y menos aplicaciones de fungicidas para el control de las enfermedades.
- Se puede usar en Agricultura Orgánica o en proyectos de agricultura con Buenas Prácticas Agrícolas – BPA (GAP) (ORIOUS BIOTECH, 2018)

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1 ENFOQUE METODOLÓGICO

##### 3.1.1 Enfoque

El enfoque es cuantitativo razón por la cual se van a utilizar índices de calificación numérica como el porcentaje de severidad e incidencia de Roña (*Spongospora subterranea sp.*) en las diferentes sistemas y el rendimiento, para lo cual se procesará la información con dichos resultados.

##### 3.1.2 Tipo de investigación

La presente investigación es de campo y experimental, donde se desarrolló un experimento con todas las condiciones a nivel de campo, para poner a prueba los diferentes tratamientos aplicados en el control de roña (*Spongospora subterranea*) en el cultivo de papa, mediante la utilización de un diseño de bloques completos al azar (DBCA), en el mismo que se contemplara el análisis de las variables en estudio.

#### 3.2 HIPÓTESIS O IDEA A DEFENDER

**HO:** El uso de *Trichoderma sp.* tiene efectos sobre el control de roña (*Spongospora subterranea*) en el cultivo de papa.

**HA:** El uso de *Trichoderma sp.* No tiene efectos sobre el control de roña (*Spongospora subterranea*) en el cultivo de papa.

### 3.3 DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 3. Definición y operacionalización de variables.

Hipótesis	Variable	Criterio	Descripción	Indicadores	Técnica	Instrumento
El uso del <i>Trichoderma sp.</i> es eficaz o no para el control de roña en el cultivo de papa.	VD.	% incidencia	Daño que ocasiona las enfermedades en la planta.	Porcentaje de plantas infectadas de una muestra aleatoria de 10 plantas a los 67 y 90 dds.	Observación en campo y registro de datos.	Registro con la ayuda de una escala en porcentaje
	Control del patógeno <i>Spongospora Subterranea</i> en el cultivo de papa ( <i>Solanum Tuberosum L.</i> )	% severidad	Daño que ocasiona las enfermedades a nivel de tubérculo y raíz.	Se observó % de raíz infestada a los 67 y 90 dds, se tomó 10 plantas de muestra aleatoria de cada parcela, tomado la raíz y partiendo en 6 partes, a cada parte se le da un porcentaje de infestación de 1 a 10%.		
		Altura de planta	Distancia más corta entre el límite más alto de los tejidos fotosintéticos principales de una planta.	La altura se tomó desde la base del tallo hasta el ápice, de 10 plantas, aquella medición se realizó a los 30, 45, 67 y 90 dds	Medición, observación Toma de datos	Registro Flexómetro
		Número de tallos principales	Promedio en cada tratamiento	Se contabilizo el número de tallos principales en las 10 plantas de muestra por cada repetición y	Conteo de tallos principales y toma de datos	Registro



				tratamientos a los 30, 45, 67 y 90 dds.		
		Diámetro de tallo	Grosor del tallo de las diferentes parcelas con los diferentes tratamientos.	Medición del grosor de tallo en la 10 plantas de muestra , tomado a los 30, 45, 67 y 90 dds	Medición, observación y toma de datos	Registro Pie de rey
		Rendimiento	Determina Tm/ha de papa de cada tratamiento.	La producción se midió Kg/ Por parcela neta y se la evaluó al momento de la cosecha.	Observación y toma de datos.	Registro Balanza romana
		Costo	Utilidad de lo que se obtiene de cada tratamiento	Tratamiento más rentable.	Análisis de los costos de cada tratamiento.	Registro
	<b>VI.</b>	Aplicación de <i>Trichoderma harzianum</i> (Th) y <i>Trichoderma viridae</i> (Tv) en mezcla,	<i>Trichoderma hazaianum</i> y <i>Trichoderma viride</i> aisladas en suelos ecuatorianos, tiene una concentración mínima de $1 \times 10^{11}$ esporas por litro	1. T1 (Testigo) $0 \text{ gl}^{-1}$ 2. T2 (TH) $0,05 \text{ gl}^{-1}$ 3. T3 (TH) $0,10 \text{ gl}^{-1}$ 4. T4 (TH) $0,15 \text{ gl}^{-1}$	Fumigación en cada una de las etapas establecidas a los en la siembra y después de 45, 67 y 90 dds.	Registro Bomba de fumigación
	Controlador Biológico ( <i>Trichoderma</i> )	Aplicación de <i>Trichoderma sp.</i> (Cepa <i>OBTh55</i> ) más nutrientes	Agente biotecnológico que actúa como antagonista de varios problemas en el suelo que dañan las raíces y la planta.	T5: (TH + nutrientes) $1,5 \text{ gl}^{-1}$ T6: Tratamiento químico $7,25 \text{ g l}^{-1}$	Fumigación en cada una de las etapas establecidas siembra, 30, 45, 67 y 90 dds.	Registro Bomba de fumigación

### 3.4 MÉTODOS UTILIZADOS

La presente investigación se realizó en la parroquia de Tulcán sector Guama –alto considerando la localización del experimento, en donde se empleó un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA), para poder medir de esta manera los factores en estudio, efectuar un análisis funcional, analizar las variables a medir, además para la comprobación de las hipótesis se realizó un análisis ADEVA, y se empleó la prueba no paramétrica de Friedman. Se constituyó de 6 tratamientos incluido un testigo absoluto y cada tratamiento obtuvo cuatro repeticiones, generando un total de veinticuatro (24) unidades experimentales.

Se consideró para el análisis la relación de las dosis de los productos utilizados, el rendimiento de parcela neta y los costos de la investigación, se jerarquizó la investigación en tres categorías, de acuerdo a los productos utilizados.

**La categoría 1:** comprende los tratamientos T2, T3 y T4 con las dosis de 0,05, 0,10 y 0,15  $\text{gl}^{-1}$ ; respectivamente, que corresponde al producto, que contiene *Trichoderma harzianum* y *Trichoderma viride*, cuya concentración fue de  $1 \times 10^{11}$  esporas por litro ( $\text{esp l}^{-1}$ ); siendo cepas nativas ecuatorianas, (BIOSEB, org, 2018).

**La categoría 2:** comprende el tratamiento T5 con la dosis de 1,5  $\text{gl}^{-1}$ , que corresponde, al producto que contiene *Trichoderma harzianum* (Cepa OBTh55) cuya concentración es de  $1 \times 10^6$  esporas por gramo ( $\text{esp g}^{-1}$ ) de producto, adicionado con nutrientes, como Nitrógeno (N) 1,1 %, Óxido de calcio (CaO) 1,5 %, Óxido de magnesio (MgO), Óxido de silicio ( $\text{SiO}_2$ ) 39,50 %, (ORIOUS BIOTECH, 2018).

**La categoría 3:** comprende el tratamiento T6 con la dosis de 7,25  $\text{gl}^{-1}$ , que corresponde, a los productos del tratamiento químico (Clorpirifos etil 1,50  $\text{gl}^{-1}$ , Oxidloruro de Cobre 2,50  $\text{gl}^{-1}$ , Carbosulfan 2,50  $\text{ccl}^{-1}$ , Azoxystrobin + Tridemorph 0,75  $\text{ccl}^{-1}$ ) o sistema de control convencional utilizado por los agricultores. Por último el tratamiento T1, que corresponde al testigo, al cual se le dio las condiciones básicas de manejo sin la adición de los productos en estudio.

**Tratamientos:** seis tratamientos, los cuales se describen a continuación:

1. T1: Testigo (Tt) 0 gl<sup>-1</sup>
2. T2: *Trichoderma Sp.* (TH) 0,05 gl<sup>-1</sup>
3. T3: *Trichoderma Sp.* (TH) 0,10 gl<sup>-1</sup>
4. T4: *Trichoderma Sp.* (TH) 0,15 gl<sup>-1</sup>
5. T5: *Trichoderma Sp.* (TH + Nutrientes) 2,5 gl<sup>-1</sup>
6. T6: Tratamiento químico 7,25 gl<sup>-1</sup>

**Tabla 4.** Características del diseño experimental.

Ensayo total		Parcela total		Parcela neta	
Repeticiones	4	Largo	6	Largo	5
Tratamientos	6	Ancho	6	Ancho	5
		Área total	36 m <sup>2</sup>	Área total	10 plantas

**Tabla 5** Características de la unidad experimental

Número de unidades experimentales	24
Área total del ensayo	900 m <sup>2</sup>
Área de la parcela total	36 m <sup>2</sup>
Número total de plantas	2160
Separación entre bloques	1 m
Separación entre parcelas	1 m
Área de parcela neta	4 m <sup>2</sup>
Número de plantas muestreadas	10
Número de plantas por surco:	15
Número de surcos por parcela total	6
Número de surcos por parcela neta	4

### 3.4.1 Variables a evaluar

#### 3.4.1.1 Incidencia (%)

Porcentaje de plantas infectadas de una muestra aleatoria de 10 plantas a los 67 y 90 dds.

### 3.4.1.2 Severidad (%)

Porcentaje de tejido radicular afectado de una muestra aleatoria de 10 plantas a los 67 y 90 dds y se determinó por la observación de agallas o pústulas en la raíz utilizando la siguiente escala.

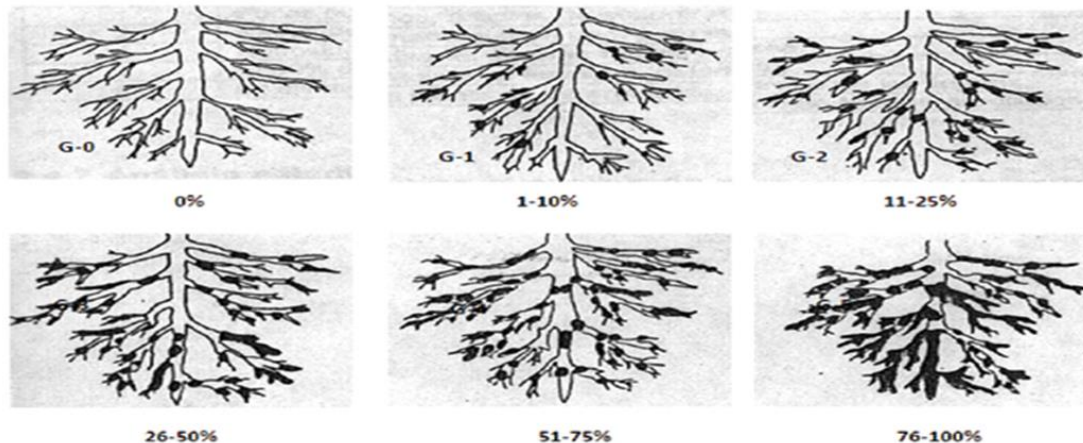


Figura 4. Escala de severidad

### 3.4.1.3 Rendimiento (Kg/Parcela neta)

La producción se midió Kg./Parcela neta y se la evaluó al momento de la cosecha, para lo cual se pesó la producción de cada unidad experimental con la ayuda de una balanza romana, para de esta manera, verificar cual es el tratamiento que da mayores rendimientos.

### 3.4.1.5 Altura de planta (cm)

La altura se tomó desde la base del tallo hasta el ápice, de 10 plantas de la parcela neta, expresando en centímetros los resultados obtenidos, mediante la ayuda de un flexómetro, aquella medición se realizó a los 30, 45, 67 y 90 dds.

### 3.4.1.6 Diámetro de tallos (cm)

El diámetro de tallo se evaluó a nivel de los tallos principales, con la ayuda de un pie de rey, en 10 plantas de la parcela neta tomadas al azar aquella medición se realizó a los 30, 45, 67 y 90 dds.

#### **3.4.1.7 Número de tallos principales**

El número de tallos se determinó a partir del conteo total de tallos principales en la parcela neta aquella medición se realizó a los 30, 45, 67 y 90 dds.

#### **3.4.1.8 Costo de producción**

El costo beneficio se lo realizó al final del ensayo, por medio de cálculos en base aquellos egresos e ingresos durante todo el desarrollo de la investigación, determinando de esta manera cuál de los tratamientos es el más rentable.

### **3.4.2 Procedimiento**

#### **3.4.2.1 Análisis de suelo**

En el sitio donde se desarrolló el ensayo se procedió a tomar una muestra de suelo, constituida de 20 sub-muestras recogidas en forma de zig - zag a 20 cm de profundidad, se mezclaron homogéneamente en un balde para luego separar en una funda plástica, aproximadamente un kilogramo, incluyendo la respectiva etiqueta con todos los datos del lugar, para posteriormente enviar al laboratorio de la estación Santa Catalina INIAP, para su análisis respectivo.

#### **3.4.2.2 Preparación de suelo**

Se realizó una labor mecanizada mediante tractor, el cual realizó una arada, con 30 días de anticipación a la siembra, se rastros dos veces para evitar, el sobre laboreo, compactación, y reducir el uso de herbicidas, posteriormente se realizó el surcado mecanizado.

#### **3.4.2.3 Instalación del ensayo**

Se realizó un trazado, usando piola y cinta métrica para establecer las unidades experimentales, con una distancia de largo y ancho de (6 m x 6m), se delimitaron con estacas de 50 cm de largo, cada parcela fue constituida por 90 plantas, separada entre sí por 1 m de distancia.

#### **3.4.2.4 Siembra**

Para la siembra se colocó dos semillas a una distancia entre planta y surco de (40 x 60) cm, luego se realizó la aplicación de los productos en cada una de sus dosis para cada parcela. Aproximadamente se usó 225 kg de semilla de papa variedad Superchola en el experimento

#### **3.4.2.5 Fertilización química**

Se la realizó en todo el ensayo en base a los resultados del análisis de suelo, la primera aplicación se la efectuó en el retape y la segunda en la deshierba.

#### **3.4.2.5 Labores Culturales**

Las labores culturales que se realizaron fueron, retape, deshierba y el rascadillo con el propósito de que las plantas tengan un buen desarrollo.

#### **3.4.2.6 Cosecha**

La cosecha se la realizó a los 6 meses después de la siembra, de forma manual y separada para cada tratamiento, en base a la observación periódica de la madurez del cultivo tanto a nivel de la planta (cuando los tallos se viran y las hojas se vuelven amarillas).

### **3.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

**Tipo de diseño:** DBCA (Diseño de Bloques Completos al Azar).

La evaluación fue realizada en las siguientes etapas de aplicación: siembra (0 días), retape (30 días), deshierba (45 días), primer aporque (67 días), segundo aporque (90 días).

**Tratamientos:** Al menos un tratamiento difiere de los demás

**Tabla 6.** Diseño de tratamientos del proyecto de investigación

Tratamiento	Descripción
T1	Testigo absoluto
T2	TH – 0,05 g l <sup>-1</sup>
T3	TH – 0,10 g l <sup>-1</sup>
T4	TH – 0,15 g l <sup>-1</sup>
T5	TH + nutrientes – 1,50 g l <sup>-1</sup>
T6	Químico – 7,25 g l <sup>-1</sup>

TH: *Trichoderma sp.*

**Tabla 7.** Esquema de ADEVA – DBCA

F de V	GL
Total (T)	$(r \times tr) - 1 = 23$
Repeticiones (R)	$(r - 1) = 3$
Tratamientos (Tr)	$(tr - 1) = 5$
Error Experimental(EE)	$(r - 1) - (tr - 1) = 15$

F de V: Fuente de variación, GL: Grados de Libertad

**Prueba de Friedman:** Es una prueba no paramétrica de comparación de tres o más muestras relacionadas.

Esta prueba fue empleada para evaluar incidencia y severidad a loa 67 y 90 dds, en el cultivo de papa, en la evaluación de la efectividad del *Trichoderma sp.* en el control de Roña (*Spongospora subterránea*).

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 RESULTADOS

#### 4.1.1 Altura de planta

Con los datos registrados de campo para la variable altura de planta (cm), considerada como variable fenométrica de control en la investigación; se obtuvieron los siguientes resultados:

**Tabla 8.** ADEVA para la variable altura de planta(cm) en el cultivo de papa a los 30, 45, 67 y 90 dds.

Fuente de Variación	30 dds	45 dds	67 dds	90 dds
R	**	**	NS	NS
T	NS	NS	NS	NS
CV %	11,46	11,20	11,36	11,41

T: Tratamientos, R: Repeticiones, CV%: Coeficiente de variación. \*\*: Altamente significativo, NS: No significativo, dds: días después de la siembra.

Para la variable altura de planta (cm), se pudo observar, que los resultados a los 30 y 45 dds para la fuente de variación repeticiones (R), el valor Fisher calculado, resultó altamente significativo a nivel 0,01 de significancia estadística, lo que quiere decir que se rechaza la hipótesis nula (H0) de medias iguales, existen diferencias entre los bloques en el ensayo, que pudo deberse a la variabilidad espacial en las características edáficas del suelo; que en la topografía del sitio experimental están bien marcadas.

Para la variable altura de planta (cm) a los 67 y 90 dds, la fuente de variación repeticiones (R), resultó no significativa al 0,05 de significancia estadística, por tanto, se acepta la hipótesis nula (H0) de medias iguales, no existen diferencias entre los bloques, en este caso la variabilidad espacial del suelo tiende a estabilizarse por los procesos fisiológicos de la fenología normal de la planta y absorción de nutrientes, que inciden, sobre la variabilidad espacial del suelo y la autocorrelación de sus propiedades fisicoquímicas.

Para la variable altura de planta (cm); a los 30, 45, 67 y 90 dds, en la fuente de variación tratamientos (Tr), resultó no significativo (NS) al 0,05 de significancia estadística, por tanto, se acepta la hipótesis nula (H0) de medias iguales, no existen diferencias entre los tratamientos para esta variable, el resultado de la fenología normal de la planta.



#### 4.1.2 Diámetro de tallo

Con los datos registrados de campo para la variable diámetro de tallo (cm), considerada como variable fenométrica de control en la investigación; se obtuvieron los siguientes resultados:

**Tabla 9.** ADEVA para la variable diámetro de tallo (cm) en el cultivo de papa a los 30, 45, 67 y 90 dds.

F de V	30 dds	45 dds	67 dds	90 dds
R	NS	**	**	NS
T	NS	NS	NS	NS
CV %	18,49	18,63	14,33	26,14

F de V: Fuente de variación T: Tratamientos, R: Repeticiones, CV%: Coeficiente de variación. \*\*: Altamente significativo, NS: No significativo, dds: días después de la siembra.

Para la variable diámetro de tallo (cm), se puede observar que los resultados a los 30 dds para las Fuente de variación repeticiones (R) y tratamientos (Tr), el valor Fisher calculado resultó NS a nivel 0,05 de significancia estadística, se acepta la hipótesis nula (H0), no existen diferencias entre los bloques, ni entre tratamientos en el ensayo; que puede corresponder al desarrollo inicial normal del cultivo donde las reservas de carbohidratos, hormonas vegetales del tubérculo – semilla tienen efecto directo sobre la brotación y formación de las primeras raicillas, sin intervenir activamente el suelo.

Para la variable diámetro de tallo (cm), se puede observar que los resultados a los 45 y 67 dds para la Fuente de variación repeticiones (R), el valor Fisher calculado resultó altamente significativo a nivel 0,01 de significancia estadística, se rechaza la hipótesis nula (H0) y existen diferencias entre los bloques del ensayo; que puede ser por efecto de la variabilidad espacial del suelo con efecto similar al observado en la variable altura de planta, sumado a esto, el periodo correspondió a las fases de desarrollo y media del cultivo donde el uso consuntivo de agua y nutrientes es muy activo y la variabilidad espacial del suelo puede incidir mucho.

Para la variable diámetro de tallo (cm), se puede observar que los resultados a los 90 dds para la Fuente de variación repeticiones (R) el valor Fisher calculado resultó no significativo (NS) a nivel 0,05 de significancia estadística, se acepta la hipótesis nula (H0), no existen

diferencias entre los bloques y tratamientos del ensayo, correspondiente a la fenología normal del cultivo, absorción y uso consuntivo de agua.

Para la variable diámetro de tallo (cm), se puede observar que los resultados a los 30, 45, 67 y 90 dds para la Fuente de variación tratamientos (Tr), el valor Fisher calculado resultó no significativo a nivel 0.05 de significancia estadística, se acepta la hipótesis nula (H0), no existen diferencias entre los bloques del ensayo, que corresponde a la fenología normal estable de la planta.

#### 4.1.3 Número de tallos

Con los datos registrados de campo para la variable número de tallos, considerada como variable fenométrica de control en la investigación; se obtuvieron los siguientes resultados:

**Tabla 10.** ADEVA para la variable número de tallos en el cultivo de papa a los 30, 45, 67 y 90 dds

<b>F de V</b>	<b>30 dds</b>	<b>45 dds</b>	<b>67 dds</b>	<b>90 dds</b>
R	NS	**	NS	NS
T	NS	NS	NS	NS
CV %	21,74	11,47	9,91	10,17

F de V: Fuente de variación, T: Tratamientos, R: Repeticiones, CV%: Coeficiente de variación. \*\*: Altamente significativo, NS: No significativo, dds: días después de la siembra.

A los 30, 67 y 90 dds, para la Fuente de variación repeticiones (R) resultaron NS al ,.05 de significancia estadística, por tanto, se acepta la hipótesis nula (H0), pero a los 45 dds, la fuente de variación repeticiones (R) resultó altamente significativo al 0,01 de significancia estadística, por tanto, se rechaza la hipótesis nula (H0), es decir que existen diferencias entre los bloques del ensayo, por tanto, se explica que existen diferencias entre los bloques, están dentro de la fenología normal del cultivo; en número de brotes de tres o más; generalmente y el interés de la investigación se enfoca, la importancia, netamente a los tratamientos.

#### 4.1.4 Incidencia y Severidad - Prueba no paramétrica de Friedman

Con los datos registrados de campo para las variables incidencia (%) y severidad (%), consideradas como variables no paramétricas en la investigación; aplicando la prueba de Friedman se obtuvieron los siguientes resultados:

**Tabla 11.** Prueba de Friedman en incidencia a los 67 dds

<b>Código</b>	<b>Tratamiento</b>	<b>Medias</b>	<b>Rangos</b>
Tr1	( Tt) 0 gl <sup>-1</sup>	90,00	A
Tr6	Tratamiento Químico 7,25 gl <sup>-1</sup>	95,00	A
Tr3	(TH) 0,10 gl <sup>-1</sup>	95,00	A
Tr2	(TH) 0,05 gl <sup>-1</sup>	95,00	A
Tr5	(TH + nutrientes) 1,5 gl <sup>-1</sup>	100,00	A
Tr4	(TH) 0,15 gl <sup>-1</sup>	100,00	A

Tr: Tratamientos Valor P: 0,6454 P.>0,050

Se observa que no existen diferencias entre los tratamientos, por tanto, comparten el mismo rango de significación, así los tratamientos Tr1, Tr6, Tr3, Tr2 con el 95% y los Tr5 y Tr6 obtuvieron el 100 %.

**Tabla 12.** Prueba de Friedman en incidencia a los 90 dds

<b>Código</b>	<b>Tratamiento</b>	<b>Medias</b>	<b>Rangos</b>
Tr1	( Tt) 0 gl <sup>-1</sup>	85,00	A
Tr2	(TH) 0,05 gl <sup>-1</sup>	95,00	B
Tr6	Tratamiento Químico 7,25 gl <sup>-1</sup>	100,00	B
Tr5	(TH + nutrientes) 1,5 gl <sup>-1</sup>	100,00	B
Tr4	(TH) 0,15 gl <sup>-1</sup>	100,00	B
Tr3	(TH) 0,10 gl <sup>-1</sup>	100,00	B

Tr: Tratamientos Valor P: 0,0229 P.>0,050

Se observa que el Tr1 (Testigo) obtuvo la menor incidencia con 85,00%, seguido del Tr2 con 95,00%, Tr6, Tr5, Tr4 y Tr3 con 100,00%; respectivamente; que comparten el mismo rango de significación y con los más altos porcentajes de severidad para esta etapa.

**Tabla 13.** Prueba de Friedman en severidad a los 67 dds

<b>Código</b>	<b>Tratamiento</b>	<b>Medias</b>	<b>Rangos</b>
Tr3	(TH) 0,10 gl <sup>-1</sup>	5,65	A
Tr2	(TH) 0,05 gl <sup>-1</sup>	5,25	A B
Tr1	( Tt) 0 gl <sup>-1</sup>	4,55	A B C
Tr4	(TH) 0,15 gl <sup>-1</sup>	12,50	A B C D
Tr5	(TH + nutrientes) 1.5 gl <sup>-1</sup>	18,60	D
Tr6	Tratamiento Químico 7.25 gl <sup>-1</sup>	22,65	D

Tr: Tratamientos Valor P: 0,0133 P.>0,050

Se observa que el Tr3 obtuvo la menor severidad con 5,65%, seguido del Tr2 con 5,25%, luego el Tr1 (Testigo) y los tratamientos Tr4, Tr5 y Tr6 con 12,50; 18,60; 22,65 %

respectivamente; que comparten el mismo rango de significación y con los más altos porcentajes de severidad para esta etapa.

**Tabla 14.** Prueba de Friedman en severidad a los 90 dds

Código	Tratamiento	Medias	Rangos	
Tr3	(TH) 0,10 gl <sup>-1</sup>	6,60	A	
Tr1	( Tt) 0 gl <sup>-1</sup>	8,60	A	B
Tr2	(TH) 0,05 gl <sup>-1</sup>	9,90	A	B
Tr4	(TH) 0,15 gl <sup>-1</sup>	13,70	A	B
Tr5	(TH + nutrientes) 1,5 gl <sup>-1</sup>	15,35	A	B
Tr6	Tratamiento Químico 7,25 gl <sup>-1</sup>	20,40	B	

Tr: Tratamientos Valor P: 0,3374 P.>0,050

Se observa que el Tr3 obtuvo nuevamente la menor severidad con 6,60%, seguido del Tr1, Tr2, Tr4 Tr5 y Tr6 con 8,60; 9,90; 13,70, 15,35 y 20,40 % respectivamente; que comparten el mismo rango de significación y con los más altos porcentajes de severidad para esta etapa.

#### 4.1.6 Rendimiento

**Tabla 15.** ADEVA para la variable rendimiento de parcela neta (Kg/parcela neta) en el cultivo de papa a la cosecha.

F de V	GL	SC	CM	F calc.	F tab.			
					0.05	0.01	p - Valor	
T	23	81,16	3.53					
R	3	2,56	0.85	0,19	NS	3,29	5,42	0,9040
Tr	5	9,83	1.97	0,43	NS	2,90	4,56	0,8215
EE	15	6,77	4.58					

FC: 2821.84 n: 24.00 x: 10.84 CV%: 19.75

Nota: ADEVA datos transformados ( $\sqrt{x}$ )

F de V: Fuente de Variación, \*: Significativo, \*\*: Altamente significativo, NS: No significativo.

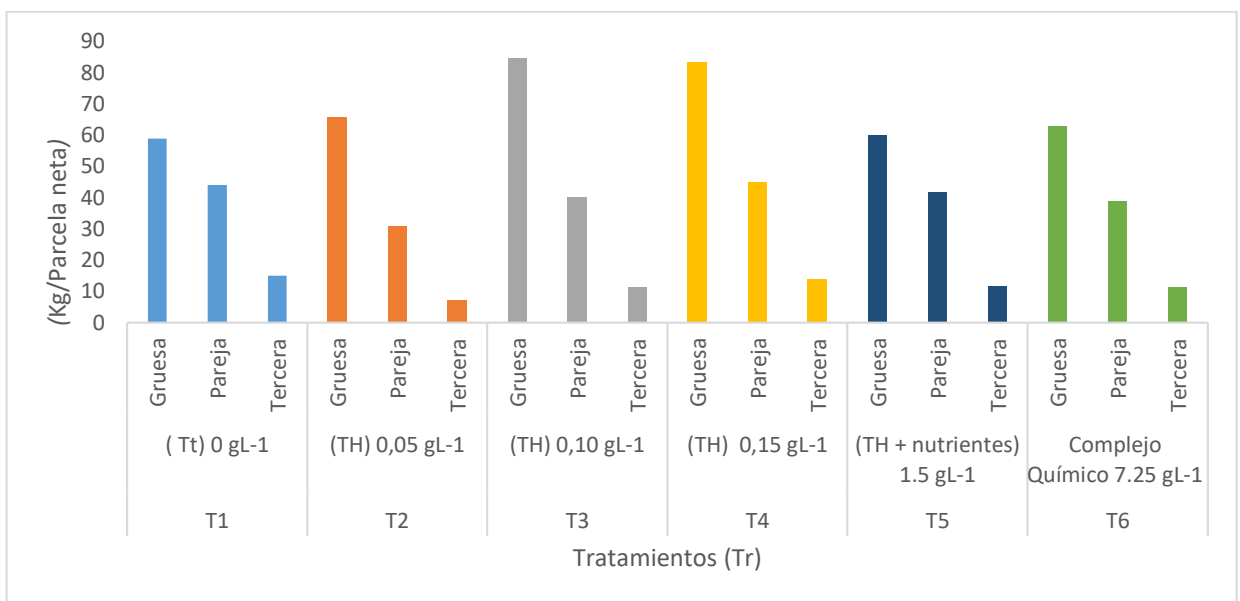
T: Total R: Repetición TR: Tratamiento

Para la variable rendimiento de parcela neta (Kg/Parcela neta) en la investigación de los tratamientos para el control de *Spongospora subterranea* (Ss) con diferentes dosis y característica de inóculo con *Trichoderma harzianum*, a la cosecha alrededor de los 180 dds, las fuentes de variación repeticiones (R) y tratamientos (Tr) resultaron NS al 0,05 de significancia estadística, por tanto, se acepta la hipótesis nula (H0) ,no se encontro diferencias entre bloques o repeticiones ni en tratamientos.

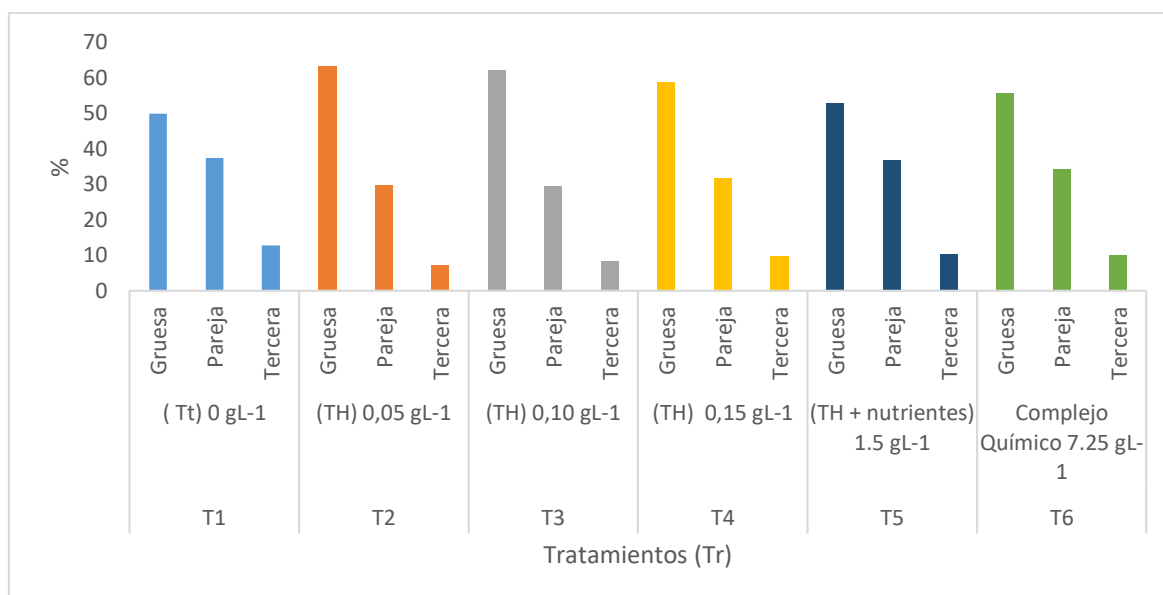
La media general para la variable rendimiento (Kg./parcela neta) a la cosecha fue de 10,84 kg y el coeficiente de variación fue de 19,75 %; que es aceptable para este tipo de investigación.

#### 4.1.7 Calidad del tubérculo

En cuanto a la calidad del tubérculo correspondiente a la categoría (1ra o gruesa: > 60 g, 2da 30 – 60 g y 3ra: < 30 g) en la producción, se puede observar que el tratamiento el T2, con 63,37 %, obtuvo el mayor porcentaje de tubérculo de **1ra** categoría (>60 g), seguido del T3, con 62,25 %, el T4, con 58,63 %, el T6 ,con 55,75 %, el T5 , con 52,86 % y el T1 (Testigo) con 49,89 %.



**Figura 5.** Rendimiento por parcela neta (Kg/Parcela neta)), de acuerdo a la categoría del tubérculo a la cosecha.



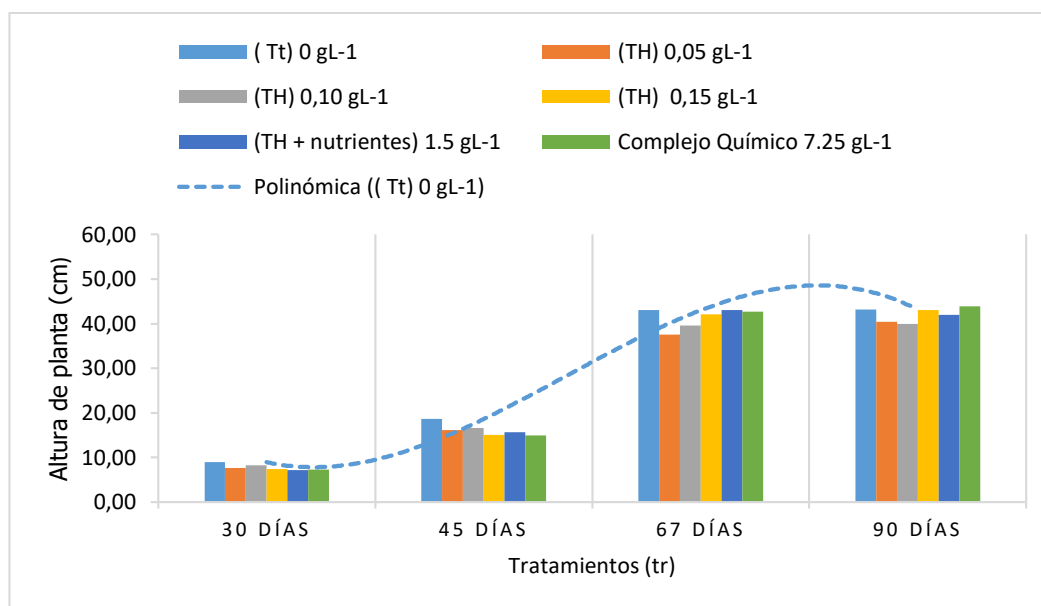
**Figura 6.** Rendimiento por parcela neta en porcentaje (%), de acuerdo a la categoría del tubérculo a la cosecha.

En cuanto a la calidad del tubérculo correspondiente a la **2da** categoría o pareja (30 – 60 g) en la producción, se puede observar que el tratamiento el T1 (Testigo) con 37,37 % obtuvo el mayor porcentaje de tubérculo de 2da, seguido del T5, con 36,78 %, el T6 ,con 34,29 %, el T4 ,con 31,69 %, el T2, con 29,64 %, el T3,con 29,47 %.

En cuanto a la calidad del tubérculo correspondiente a la **3ra** categoría (< 30 g) en la producción, se puede observar que el tratamiento el T1 (Testigo) con 12,74 % obtuvo el mayor porcentaje de tubérculo de 3ra, seguido del T5, con 10,35 %, el T6 , con 9,96 %, el T4, con 9,68 %, el T3 ,con 8,29 % y el T2, con 6,99 %.

## 4.2 DISCUSIÓN

### 4.2.1 Altura de planta



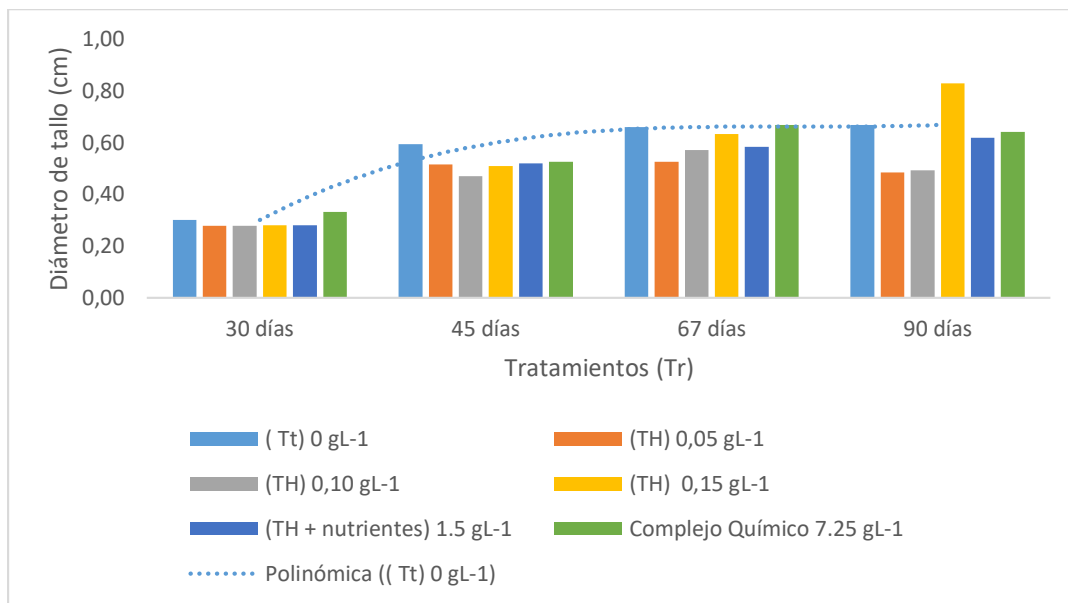
**Figura 7.** Resultado de la investigación para la variable altura de planta (cm) a los 30, 45, 67 y 90 días.

No se observaron diferencias entre los tratamientos y responde al desarrollo normal del cultivo en los procesos fisiológicos de división, multiplicación, elongación y diferenciación celular; representado por la curva de crecimiento, que responde a la curva sigmoidea; en este caso para el cultivo de papa la tuberización; reduciendo la variabilidad espacial entre bloques, por lo expuesto por un estudio de fenología en algunas variedades de papa *Yáñez (1999)*, la actividad fisiológica para la fase de floración en la variedad Superchola alcanza alrededor de los 77 dds y el inicio de la fase de tuberización alrededor de los 81 dds, Así mismo investigaciones similares, reportan alturas de planta en esta variedad mayores a la media máxima de 42,07 cm obtenida; en esta investigación, pero influye mucho la densidad que para la investigación fue de 0,40 x 0,60 cm, es decir a mayor densidad mayor altura de planta y viceversa, por lo expuesto por *Pinango, 2016*, la variedad Superchola a densidades de 0,30<sup>2</sup> cm se obtuvo 0,78 cm en altura de planta y a densidades de 0,40<sup>2</sup> cm se obtuvo 0,67 cm en altura de planta.

Para la variable altura de planta (cm) a los 30, 45, 67 y 90 dds, en los resultados obtenidos, no se observaron efectos secundarios visibles de la enfermedad en la parte aérea, por tanto,

los efectos sintomatológicos se observaron a nivel radicular y en la etapa de tuberización, por lo expuesto por *Osorio, Gutiérrez, & Montoya (2012)*, los síntomas de la enfermedad incluyen la inducción de lesiones pustulosas corchosas y polvosas producido por la agregación de quistosoros a nivel del peridermo del tubérculo que en casos graves puede penetrar aún más deformando los tejidos, así como, deterioro del sistema radicular con la formación de agallas múltiples en forma de cuentas; disminuyendo la superficie de absorción radicular, con marchitez y finalmente la muerte de la planta.

#### 4.2.2 Diámetro de tallo



**Figura 8.** Resultado de la investigación para la variable diámetro de tallo (cm) a los 30, 45, 67 y 90 días.

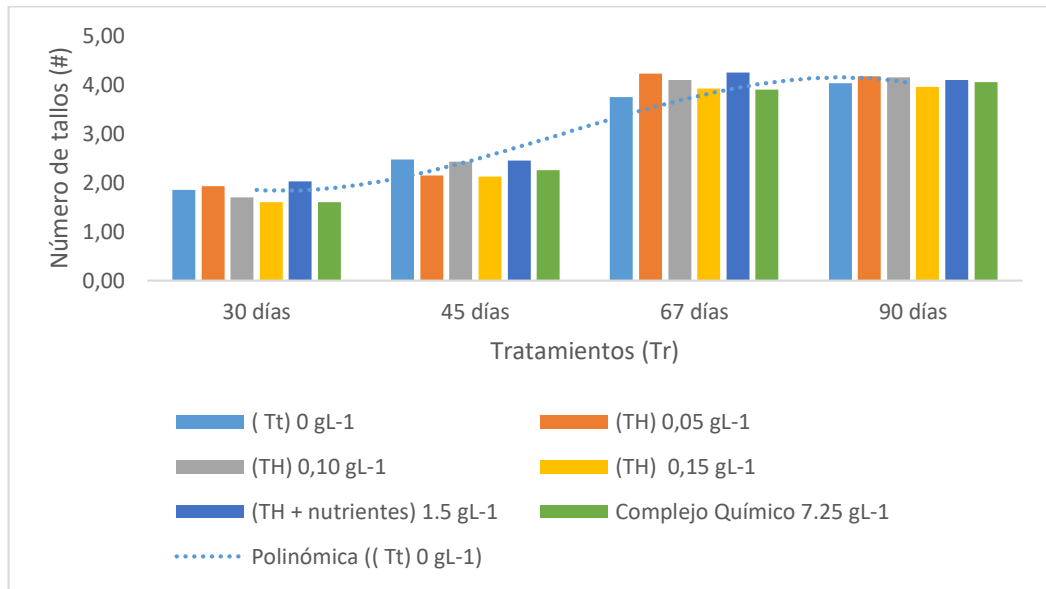
Se puede observar que la etapa inicial a los 30 y posterior 40 dds en cuanto al diámetro de tallo es muy activa, en comparación a los 67 y 90 dds, que es más estable, porque no se observan diferencias marcadas y la curva de crecimiento del diámetro del tallo se estabiliza, por tanto, se corrobora por lo expuesto por *Pumisacho & Sherwood (2002)*, la etapa inicial ( $L_{ini}$ ) el desarrollo de los botes y otros tejidos de crecimiento es muy activo en longitud y diámetro y está directamente relacionado en gran parte por las reservas de carbohidratos y reguladores de crecimiento del tubérculo – semilla. Se sustenta también por lo expuesto por *Yáñez (1999)*, que indica que la actividad fisiológica para la fase de emergencia en la variedad Superchola se encuentra alrededor de los 26 dds.

Para la variable diámetro de tallo (cm) a los 30, 45, 67 y 90 dds, al igual que la variable altura de planta, en los resultados obtenidos, no se observaron efectos secundarios visibles



de la enfermedad para esta variable, por tanto, los efectos sintomatológicos se observaron a nivel radicular y en la etapa de tuberización.

#### 4.2.3 Número de tallos



**Figura 9.** Resultado de la investigación para la variable número de tallos a los 30, 45, 67 y 90 días.

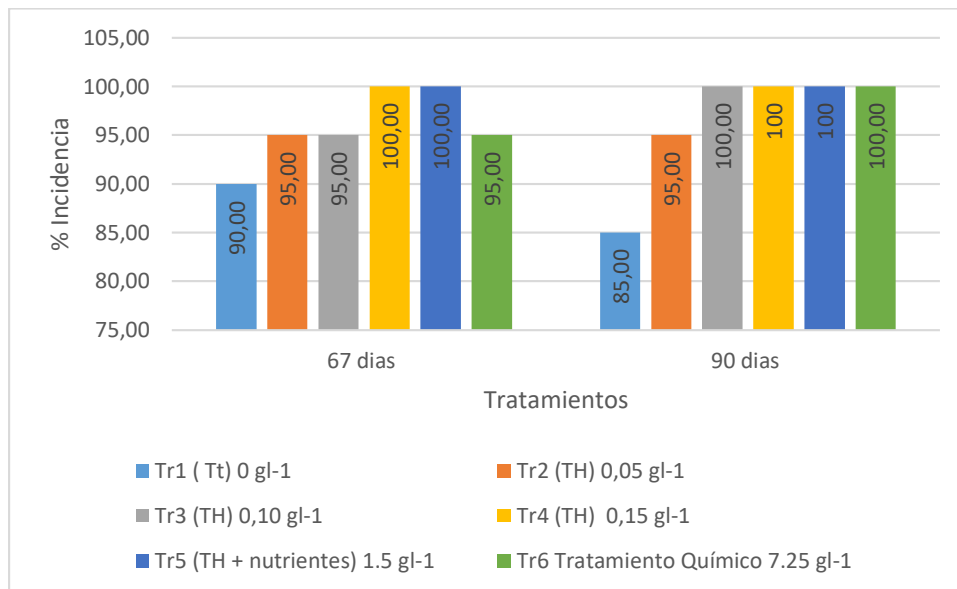
A los 30, 45, 67 y 90 dds, la fuente de variación tratamientos (Tr) no se encontró diferencias estadísticas en las etapas iniciales inicio y desarrollo (30 – 45 dds), por tanto, corresponde a la fenología normal y estable del cultivo dentro de la genética de la variedad, se puede observar la curva característica sigmoidea del número de tallos en las diferentes etapas metodológicas, por lo expuesto por *Cortez & Hurtado (2002)* y *Pumisacho & Sherwood (2002)*, las plantas provenientes de semilla – tubérculo emiten establemente tallos herbáceos, erectos que pueden ramificarse o no y por lo menos 3 brotes cortos y fuertes, alcanzando su máximo crecimiento a los 35 ó 40 días y en la etapa de desarrollo existe crecimiento de tallos, follaje y raíces de forma simultánea, así también, en las etapas media y final (45 – 67 dds), se complementa, porque el gasto energético de la planta está dirigido a la floración, fructificación y tuberización, por tanto, los tejidos de sosten se encuentran estables en altura, grosor y número, por lo expuesto por *Yáñez (1999)*, la fase de floración para la variedad Superchola está entre los 68 a 77 dds cuyo periodo dura alrededor de los 50 días, así mismo, el inicio de la tuberización alcanza alrededor de los 81 dds y el periodo de duración se encuentra alrededor de 67 días, Así mismo, el número de tallos máximo fue de 4,18 en esta investigación que corrobora con investigaciones similares en esta variedad el número de tallos se encuentra dentro del rango 4 – 5 tallos por planta, por lo expuesto por (Pinango,

2016) la variedad Superchola a la densidad de 0,30<sup>2</sup> cm se obtuvo 4,58 tallos por planta y a la densidad de 0,40<sup>2</sup> cm se obtuvo 5,63 tallos por planta.

Para la variable número de tallos (n°) a los 30, 45, 67 y 90 dds, al igual que las variables altura de planta y diámetro de tallo, en los resultados obtenidos, no se observaron efectos secundarios visibles de la enfermedad para esta variable, por tanto, los efectos sintomatológicos se observaron a nivel radicular y en la etapa de tuberización.

#### 4.2.4 Incidencia y severidad

##### 4.2.4.1 Incidencia



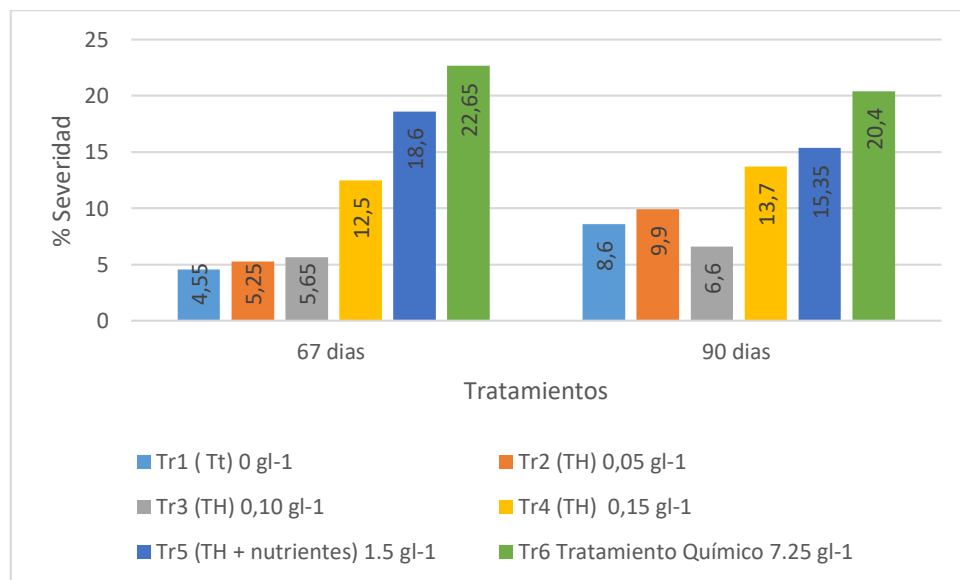
**Figura 10.** Resultado de la investigación para la variable incidencia (%) a los 67 y 90 días.

El porcentaje promedio de incidencia (%) a los 67 fue de 95,83 % , estos resultados pudieron ser en primera instancia a que las cepas no fueron efectivas o la dilución en cantidad de inóculo no fue la suficiente para controlar la incidencia del patógeno en esta etapa, por lo expuesto por *Pandey (2010)* y *Montero & Rivera (2005)*, el poder antagónico de *Trichoderma sp.* para controlar fitopatógenos depende de la cepa, especie, poder de infección y la cantidad de inóculo, también, los tubérculos son susceptibles a la infección durante 2 o 3 semanas después del inicio de la tuberización y la producción de esporas de resistencia en agallas de raíces secundarias, Así mismo, en investigaciones similares se corrobora lo obtenido porque se observó la incidencia de *Ss* en todos los tratamientos con diferentes cepas de *Trichoderma sp.*, por lo expuesto por *Gilchrist, Jaramillo, & Reynaldi, 2009*, en

investigación del efecto de cuatro aislamientos de *Trichoderma asperelum* para el control de *Spongospora subterranea* en un andisol no se observaron diferencias significativas en los tratamientos, todos los tratamientos presentaron algún porcentaje de superficie de tejido cubierto por agallas de *Spongospora subterranea*.

La menor incidencia en el muestreo a los 90 dds, fue el testigo con 85 %, por tanto, se puede decir que los tratamientos no surtieron control alguno en la incidencia de *Ss*, tanto las inoculaciones con *Trichoderma sp.* como el tratamiento químico o convencional, por tanto se reafirma los efectos producidos a los 67 dds, por lo expuesto por *Pandey (2010)*, el poder antagonico de *Trichoderma sp* para controlar fitopatógenos depende de la cepa, capacidad de establecerse en suelo, competir con las especies nativas, poder de infección y la cantidad de inóculo. Así mismo se corrobora por lo expuesto por *Hoyos, Jaramillo, & Orduz, 2008*, en una investigación con diferentes cepas de *Trichoderma asperelum* la incidencia fue similar, el tratamiento químico con thiabendazole, resultó con un mayor porcentaje de incidencia, incluso con más baja efectividad que la de las plantas que no recibieron aplicación de ningún agente de control. Por último podemos observar que en el testigo la incidencia disminuyó entre los 67 y 90 dds en un 5%.

#### 4.2.4.2 Severidad



**Figura 11.** Resultado de la investigación para la variable severidad (%) a los 67 y 90 días.

Se puede decir que T6 (Tratamiento químico  $7,25 \text{ gl}^{-1}$ ) no fue efectivo para contrarrestar el efecto sintomatológico de *Ss* que se corrobora con otras investigaciones donde el testigo

químico fue ineficiente, por lo expuesto por *Hoyos, Jaramillo, & Orduz, 2008*, en una investigación con diferentes cepas de *Trichoderma asperelum* la incidencia fue similar, el tratamiento químico con thiabendazole, resultó con un mayor porcentaje de incidencia, incluso con más baja efectividad que la de las plantas que no recibieron aplicación de ningún agente de control. Por otro lado, analizando los componentes del Tratamiento químico o convencional en esta investigación, por tanto se tiene, que clorpirifos etil 44,55 % y Carbosulfan 480 g l<sup>-1</sup>; son de acción insecticida y no tienen efecto sobre *Ss* que es un hongo inferior plasmodiophoromycete; de fisiología diferente a los insectos y hongos superiores, por lo expuesto por *Agrios (1999)* el hongo inferior *Spongospora subterranea* pertenece a la división I Myxomycota, clase 2 plasmodiophoromycetes, orden plasmodiophorales, género *Spongospora* forma un plasmodio que comprende una masa protoplasmática musilaginosa y desnuda que contiene numerosos núcleos. Los ingredientes activos Azoxystrobin 125 g l<sup>-1</sup>, Tridemorf 215 g l<sup>-1</sup>; han demostrado cierta eficiencia en el control de Ascomycetes *Oidium sp* y el Deuteromycete *Rhizoctonia solani* especialmente por lo expuesto por *FRAC (2018)* e INTEROC (2018), en investigaciones de eficiencia de las moléculas Azoxystrobin y Tridemorph; actúan en la inhibición de la biosíntesis del esterol y forma parte de las membranas de todas las células eucariotas y micoplasmas; eficiencia en el control de Ascomycetes y Deuteromycetes. La molécula Oxicloruro de cobre 588 g kg<sup>-1</sup>; tienen cierta eficiencia contra Oomicetes *Phytophthora infestans*, *Pythium*, *Plasmopara vitícola*, los Deuteromycetes *Alternaria solani*, *Cercospora sp*, *Fusarium sp*, *Colletotrichum gloeosporoides*, el Ascomycete *Botryosphaeria rhodina*, el Basidiomycete *Hemileia vastatrix*, por lo expuesto por *FRAC (2018)* y *ADAMA (2017)*, Las moléculas derivadas a base de Cu tiene efecto multisitio en la fisiología del fitopatógeno, cuyo acción de amplio espectro puede inhibir la transferencia electrónica en la respiración celular, el metabolismo energético en el ciclo de Krebs y la fosforilación oxidativa; eficiente control para Basidiomycetes, Ascomycetes, Deuteromycetes, Oomicetes y potencial control de Mastigomycetes y Zygomycetes.

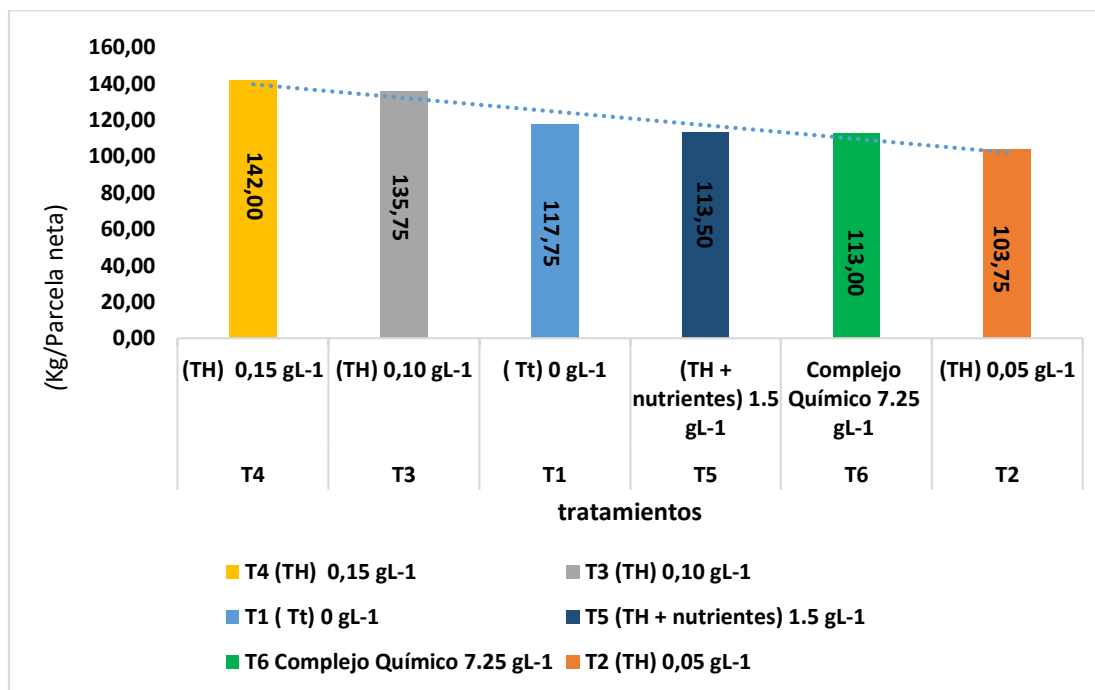
El tratamiento T5, con 18,60 % de severidad, que pudo deberse a que las cepas no fueron efectivas o la dilución en cantidad de inóculo no fue la suficiente para controlar la severidad del patógeno en esta etapa, por lo expuesto por *Pandey (2010)*, el poder antagónico de *Trichoderma sp* para controlar fitopatógenos depende de la cepa, capacidad de establecerse en suelo, competir con las especies nativas, poder de infección y la cantidad de inóculo. Así mismo, en investigaciones similares se determinó la eficiencia de control entre cepas, en

mezcla de cepas, géneros de *Trichoderma*, así como entre especies de biocontroladores, en la severidad de la enfermedad, por lo expuesto por Hoyos, Jaramillo, & Orduz, 2008 y (Restrepo, Jaramillo, & Cortes, 2009), en una evaluación de dos cepas de *Trichoderma asperellum* solas y en mezcla, un testigo químico y un testigo control; en la severidad de Ss, la cepa T84 se observaron 27 nodulos (19,85 %) de Ss, la cepa T109 con 32 nódulos (23,53 %) de Ss, T84/T109 con 71 nódulos (52,20%), control con 85 nódulos (62,50 %) de Ss y el testigo convencional o químico con 136 nódulos (100%) de Ss del total máximo de nodulos en la investigación, así también, en una evaluación de biocontroladores y sustrato la menor severidad de la enfermedad resultó con el sustrato viruta con 0,18 %, una cepa de micorrizas con 0,61 %, *Trichoderma harzianum* 1,94%, pseudomonas 8,82 % y el testigo con 22,38%.

Los tratamientos que siguen T4 ,con 12,50 %, T3 ,con 5,65 %, T2 ,con 5,25 % y T1 (Testigo) con 4,55 %; a pesar que comparten el mismo rango se destaca el T1 (Testigo) con la más baja severidad de Ss, lo que quiere decir, que la cepa no fue efectiva, se descarta la cantidad de inóculo porque se observa que a medida que la cantidad de dosificación del inóculo aumenta el porcentaje de severidad se incrementa gradualmente en este periodo que la baja severidad en el testigo pudo deberse a la genética de resistencia y/o tolerancia de esta variedad, por lo expuesto por investigaciones de Pumisacho & Sherwood (2002) y Mejía & Valverde (2011), la variedad semitardía Superchola posee resistencia genética a ciertos fitopatógenos, por tanto, es medianamente resistente a *Puccinia pittieriana* que produce la enfermedad roya de la papa y es resistente – tolerante al parasitismo del nemátodo del quiste de la papa *Globodera pallida*.

Por último en el balance se observó que entre los 67 – 90 dds para los tratamientos T1, T2, T3, T4, la severidad incrementó en 4,05; 4,65; 0,95 y 1,20 %; respectivamente, pero se consideran bajas por el rango que comparten y los tratamientos T5 y T6 disminuyó en 3,25 y 2,25 %; respectivamente, pero se consideran altas por el rango que comparten.

## 4.2.5 Rendimiento



**Figura 12.** Resultados de la investigación para el variable rendimiento de parcela neta (Kg/Parcela neta) a la cosecha.

Se puede decir que a pesar que los rendimientos por parcela neta de T4 ,con 142, seguido de T3 ,con 135,75 , T1 (Testigo) con 117,75, T5, con 113,50 T6, con 113,00 y T2, con 103,75 Kg./parcela neta, son estadísticamente iguales, por tanto, se resalta el T1 como Testigo; en tercer lugar en rendimiento 8 Kg./Parcela neta), porque no necesitó de algún aditivo o controlador biológico para igualar el rendimiento frente a los otros tratamientos, lo que quiere decir que estos resultados se deben a posibles características de la genética de resistencia y/o tolerancia de la variedad, por lo expuesto por investigaciones de *Pumisacho & Sherwood (2002)* y *Mejía & Valverde (2011)*, la variedad semitardía Superchola posee resistencia genética a ciertos fitopatógenos, por tanto, es medianamente resistente a *Puccinia pittieriana* que produce la enfermedad roya de la papa y es resistente – tolerante al parasitismo del nemátodo del quiste de la papa *Globodera pallida*. En este caso no se puede asegurar de la posible **resistencia** de la variedad Superchola a *Ss*, por los objetivos base de esta investigación y no se contó con datos de la población inicial del patógeno y la población final relacionado con sus estructuras celulares de resistencia (quistosoros) o plasmodios, por tanto, los análisis de resistencia del cultivo a un patógeno están relacionados con la fluctuación de la población inicial y final del patógeno durante el ciclo de cultivo, en el caso de *Ss*; del suelo, por lo expuesto por *Franco (1981)* citado por *Mejía & Valverde (2011)*,

según su grado de resistencia, la planta de papa puede contribuir a la multiplicación o disminución de un patógeno. La resistencia está determinada por la relación entre la densidad de población del patógeno antes de la siembra y su densidad de población al final del ciclo de cultivo. En el caso de la **tolerancia**, esta característica, está relacionado directamente con el rendimiento, por lo expuesto por *Franco (1981)* citado por *Mejía & Valverde (2011)*, la tolerancia es la capacidad de la planta, en este caso de la papa, para producir no obstante encontrarse en un suelo infestado del patógeno, puede ocurrir tanto en variedades resistentes como variedades susceptibles; es pues independiente de la resistencia, por lo tanto, las plantas no tolerantes producen menos y las variedades tolerantes tienen la capacidad genética de recuperarse del daño que causan los patógenos.

En esta investigación el T1 (Testigo) , resultó estadísticamente igual que los otros tratamientos de control biológico como químico , con 117,50 Kg./parcela neta de rendimiento, con una densidad 60 de plantas por parcela neta, de 36,00 m<sup>2</sup> y un rendimiento promedio por planta de 1,13 kg; superando al rendimiento promedio potencial base de 0,72 kg planta<sup>-1</sup> reportado por el Programa Nacional de Raíces y Tubérculos (PNRT) del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), por lo expuesto por *Pumisacho & Sherwood (2002)*, el rendimiento potencial de la variedad Superchola , es de 30 t ha<sup>-1</sup>. Por tanto la variedad Superchola tiene la característica genética de tolerancia a la enfermedad de la sarna de la papa; producida por el plasmodiophoromycete *Spongospora subterranea*.

#### **4.2.6 Análisis económico**

Se separó, examinó y evaluó cuantitativa como cualitativamente, las interrelaciones que resultaron entre los distintos tratamientos en la parte económica y la dinámica de los agentes económicos en los indicadores como la utilidad, tasa beneficio costo (B/C), así como, la rentabilidad; considerando la interacción tanto interna como externa que incidió en la investigación.

**Tabla 16** Análisis económico de los tratamientos evaluados para el control de la sarna de la papa provocado por el agente causal *Spongospora subterranea*.

Tratamientos		Dosis	Rendimiento	Beneficio
Tr	Producto	cc <sup>-1</sup>	Kg	USD/ Parcela
T4	(TH) 0,15 gl <sup>-1</sup>	0,15	142,00	34,08
T3	(TH) 0,10 gl <sup>-1</sup>	0,10	135,75	32,58
T1	( Tt) 0 gl <sup>-1</sup>	0,00	117,75	28,26
T2	(TH) 0,05 gl <sup>-1</sup>	0,05	103,75	24,90
T5	(TH + nutrientes) 1,5 gl <sup>-1</sup>	1,50	113,50	27,24
T6	* <sup>2</sup> Tratamiento Químico 7,25 gl <sup>-1</sup>	7,25	113,00	27,12

Tratamientos	Costo Fijo	Costo variable	Costo total	Utilidad	Tasa	Rentabilidad
Tr	USD	USD	USD	USD	B / C	USD*
T4	14,69	0,84	15,53	18,55	2,20	1,20
T3	14,69	0,56	15,25	17,33	2,14	1,14
T1	14,69	0,00	14,69	13,57	1,92	0,92
T2	14,69	0,28	14,97	9,93	1,66	0,66
T5	14,69	4,32	19,01	8,23	1,43	0,43
T6	14,69	16,20	30,89	-3,77	0,88	-0,12

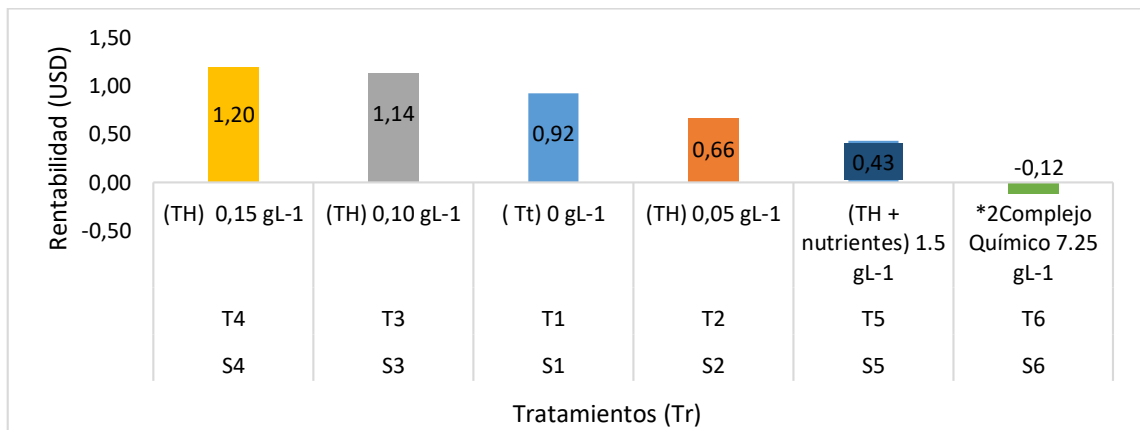
\*Rentabilidad (USD) por cada dolar invertido.

\*<sup>2</sup> Clorpirifos etil 1,50 gl<sup>-1</sup>, Oxicloruro de Cobre 2,50 gl<sup>-1</sup>, Carbosulfan 2,50 ccl<sup>-1</sup>, Azoxystrobin + Tridemorph 0,75 ccl<sup>-1</sup>.

El tratamiento con la más alta rentabilidad (ganancia en USD por cada dólar invertido), en relación al rendimiento de parcela neta (Kg/Parcela neta), fue el T4 con 1,20 USD, seguido del T3 con 1,14 USD, correspondiente a la categoría 1, luego el T1 correspondiente al testigo con 0,92 USD, seguido del T2 con 0,66 USD; de la categoría 1, el T5 con 0,43 USD; de la categoría 2, por último el T6 correspondiente al Tratamiento químico o tratamiento convencional utilizado por los agricultores con -0,12 USD (rentabilidad negativa); correspondiente a la categoría 3. Entonces se puede decir que a pesar que el rendimiento de los tratamientos son iguales estadísticamente, se puede apreciar el efecto de los tratamientos en las diferentes categorías sobre el rendimiento (Kg/parcela neta) del cultivo, en términos de rentabilidad es viable; económicamente, por tanto las cepas *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma viride* nativas ecuatorianas (categoría 1 de los tratamientos) tienen efecto sobre el rendimiento del cultivo en sus diferentes dosis, con lo cual, se puede optimizar el producto a dosis bajas; de las recomendadas, para realizar más aplicaciones periódicas durante el ciclo de cultivo; con ahorro de recursos y beneficios de manejo, además se puede aprovechar las



características genéticas de tolerancia ya discutidas en la investigación, de la variedad Superchola ya que el Testigo (Tt), posee también rentabilidad; con ahorro de recursos. En cuanto al tratamiento T5 (categoría 2 de los tratamientos), correspondiente a *Trichoderma harzianum* (Cepa OBTh55), a pesar, que tiene rentabilidad y efectos en el rendimiento del cultivo; se preferiría mejor las cepas nativas que son más eficientes. Por último se descarta el T6 o tratamiento convencional de los agricultores, por ser inviable económicamente (rentabilidad negativa; por tanto, no se puede recuperar la inversión de ser aplicado este tratamiento; además no tuvo nada o casi nada de efecto en el cont <rol de *Spongospora subterranea* sp. y se le consideraría un gasto innecesario o estaría destinado al control de otras plagas o patógenos; en el cultivo.



**Figura 13.** Análisis económico en referencia a la rentabilidad de los tratamientos, para el control de la sarna del papa provocado por el agente causal *Spongospora subterranea*.

## V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1 CONCLUSIONES

- Se determinó la presencia de *Spongospora subterranea* (Ss), en el suelo del ensayo mediante muestras recolectadas en campo, las muestras fueron analizadas mediante corte transversal de la agalla o nódulos y purificación de esporas por el método físico de centrifugación y observación microscópica.
- La incidencia de Roña (*Spongospora subterranea*) a los 67 dds no mostró diferencias estadísticas entre los tratamientos, obteniendo 95,83 % de promedio. A los 90 dds la incidencia, mostró diferencias estadísticas entre los tratamientos, T1 (Testigo); con menor porcentaje de incidencia 85,00 %, que se presume por características genéticas de resistencia y/o tolerancia de la variedad Superchola.  
La severidad de Ss a los 67 y 90 dds, mostró diferencias entre los tratamientos, siendo el de menor porcentaje de severidad el T3 (*Trichoderma* Sp, 0,10 gl<sup>-1</sup>) 5,65 %.
- Los tratamientos analizados, no mostraron eficiencia, para el control Ss, pero al analizar el rendimiento en T1 Testigo, se observó, que la variedad Súper chola fue igual estadísticamente en rendimiento de parcela neta a los otros tratamientos, con los cual, se confirma que esta variedad puede tener características genéticas de tolerancia contra Ss, porque no necesitó de ningún aditivo ni sistema de control del patógeno; para producir, en forma similar a los otros tratamientos de control biológico y al tratamiento de control químico.
- No se observó ningún tratamiento biológico que controle efectivamente a Ss, considerando que en menor grado a los 67 dds la variable severidad en la inoculación de *Trichoderma harzianum* fue algo eficiente en T4, T3 y T2; compartiendo el rango con T1 (Testigo), pero a los 90 dds la severidad fue igual estadísticamente en todos los tratamientos; se destaca en la prueba no paramétrica al testigo con la menor incidencia a los 90 días; que da importancia a la genética de la variedad frente a Ss.
- El tratamiento más rentable fue el T4 correspondiente a las cepas nativas de *Trichoderma harzianum* y *Trichoderma viride*, en la dosis de 0,15 gl<sup>-1</sup>, por tener el

efecto mayor sobre el rendimiento de parcela neta (Kg/Parcela neta) y beneficios económicos con 1,20 USD por cada dólar invertido; en la investigación.

## 5.2 RECOMENDACIONES

- Utilizar metodologías de sondeo eficientes para Ss; en futuras investigaciones, como la determinación de la fluctuación poblacional del patógeno al inicio y al final del ciclo de cultivo, para poder realizar estudios más profundos de su epidemiología en el suelo y la determinación de las características agronómicas deseables en cuanto a la resistencia y/o tolerancia de variedades de papa; de interés comercial.
- Realizar estudios de las formas especiales (fs.) de *Spongospora subterranea* (Ss), que puedan estar afectando a los cultivos de papa, a nivel regional productor, para tener la identificación de estas variantes de fitopatógenos y crear metodologías integrales de control más eficientes y amigables con la naturaleza.
- Utilizar como medida de control de las enfermedades de suelo; semilla certificada (tubérculos sanos de óptima calidad), libres de esclerocios.



## VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andrade, H., Bastidas, O., & Sherwood, S. (2002). *EL CULTIVO DE LA PAPA EN EL ECUADOR INIAP*. QUITO: Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias.
- ADAMA. (2017). *Agricultural Solution - Copper oxychloride*. Washington - usa. 1p.: ADAMA Agricultural solution.
- Agrios, G. (2008). *Fitopatología*. Mexico D.F: Limusa, S.A.
- Agrios, G. N. (1999). *Fitopatología*. Massachusetts - USA. 840p.: Departamento de Fitopatología de la Universidad de Massachusetts - UTEHA.
- Agrios, H. (2002). *Fitopatología* (Segunda ed.). (G. Noriega, Ed.) Mexico, Mexico D.F : Lumisa.
- Bioseb. (2016). ORGANICS CIA.LTDA. *tricomix* . IBARRA, ECUADOR: BIOPRODUCTOS.
- BIOSEB, org. (2018). *Tricomix*. Ibarra - Ecuador: BIOSEB organics CIA. LTDA.
- Castro, A., & Rivillas, C. (2012). *Trichoderma spp, Modos de acción , Eficacia y usos en el cultivo de café*. Caldas - Colombia: Cenicafé .
- Castro, I., & Contreras, A. (2007). *MANEJO DE PLAGAS Y ENFERMEDADES EN EL CULTIVO DE LA PAPA*. Chile: Andrescontreras.
- Castro, O. (2011). *Producción y evaluación de Bacillus subtilis y Trichoderma harzianum para el control de la sarna de la papa "Streptomyces spp. mexico*.
- Cortez, M. R., & Hurtado, G. (2002). *Guía Técnica - Cultivo de la papa*. Arce - El Salvador. 34p.: Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal.
- EL AGRO. (2017). Productividad de la papa. *EL AGRO*, 5.
- FAO. (2008). *Solanum tuberosum*, el «tubérculo humilde» que se propagó desde su cuna andina a través de seis continentes, y conjuró el hambre, alimentó el desarrollo

económico y modificó el curso de la historia mundial. *Nueva luz sobre un tesoro enterrado*. QUITO.

FRAC. (2018). *Fungicide Resistance Action Commitee (FRAC) - Mode of Action of Fungicides*. Washington DC - USA: Crop Life International.

Franco, J. (1981). *Nematodos del quiste de la papa*. Lima - Perú. 24p.: Centro Internacional de la Papa - CIP.

Gilchrist, Elizabeth; Jaramillo Villegas, Sonia; Reynaldi, Sebastián. (2 de abril de 2009). EFECTO SOBRE LA SARNA POLVOSA DE CUATRO AISLAMIENTOS DEL HONGO *Trichoderma asperellum* EN TRES TIPOS DE SUELO. *SciELO*, 62.

Guillermo, T. (2004). *Desarrollo de marcadores SCAR y CAPS en un QTL con efecto importante sobre la resistencia al tizón tardío de la papa*. Lima- Peru: universidad nacional mayor de san marcos.

Hooker , w., & Icochea, T. (2009). *Compendio de enfermedades de la papa*. Peru: Centro Internacional de la Papa.

Hooker, W. (1980). *Compendio de enfermedades de la papa*. Lima, Peru: Centro Internacional de la papa.

INTEROC. (2018). *DIVISIÓN AGRÍCOLA - TOPGUN*. PARIS - FRANCIA. 1P.: INTEROC & CUSTER.

Martinez , B., Infante, D., & Reyes , Y. (2013). *Trichoderma spp. y su función en el control de plagas en los cultivos* (Vol. XVIII). Cuba.

Mejía, M., & Valverde, W. (2011). *Comportamiento de 24 accesiones de papa (nativas, comerciales y clones promisorios) al parasitismo del nemátodo del quiste de la papa (Globodera pallida) en invernadero*. Cutuglagua - Pichincha. 149p.: Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias - INIAP.

Mohammed , E., Pérez , C., Requena, M., & Candela, E. (2004). *Trichoderma harzianum como biofungicida para el biocontrol de Phytophthora capsici en plantas de pimiento (Capsicum annuum L.)*. España: Anales de Biología .

- Montero, M., & Rivera, C. (2005). Biología e importancia económica de *Spongospora subterranea* f.sp. subterranea, agente causal de la sarna polvorienta o roña de la papa. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología* N° 74, 77 - 84.
- Monteros Guerrero , A. (2016). *RENDIMIENTOS DE PAPA EN EL ECUADOR PRIMER CICLO 2016*. Ecuador.
- Montesdeoca , F., Panchi, N., & Navarrete, I. (2013). PRINCIPALES PLAGAS DEL CULTIVO DE PAPA EN EL ECUADOR. *MISCELÁNEA INIAP N° 408*.
- ORIOUS BIOTECH. (2018). *TRICHO D WP*. Bogotá - Colombia: ORIOUS BIOTECH CIA. LTDA.
- Osorio , I., Gutiérrez, P., & Marín, M. (2012). *Spongospora subterranea* f.sp. subterranea y su Virus Asociado Potato mop-top virus (PMTV), Dos Patógenos Reemergentes en los Cultivos de Papa de Colombia.
- Osorio, I., & Marín, M. (2012). *Spongospora subterranea* f.sp.subterranea y su Virus Asociado Potato mop-top virus (PMTV), Dos Patógenos Reemergentes en los Cultivos de Papa de Colombia. *Facultad Nacional de Agronomía*, 10.
- Oyos, M., Jaramillo, s., & Orduz, S. (10 de septiembre de 2008). EVALUACIÓN DE *Trichoderma asperellum* COMO BIORREGULADOR DE *Spongospora subterranea* f. sp. subterranea. *SciELO*, vol.61.
- Pandey, A. (2010). Antagonism of Two *Trichoderma* Species against *Alternaria alternata* on *Capsicum frutescens*. *Journal of Experimental Sciences*, 18-19.
- Pinango, L. (2016). Efecto de diferentes densidades de siembra y orígenes de semilla de papa (*Solanum tuberosum* L.) en la tasa de extracción de tubérculo-semilla. Quito , Ecuador: Universidad Central del Ecuador.
- Pumisacho, M., & Sherwood, S. (2002). *El Cultivo de la papa en Ecuador*. Quito - Ecuador. 230p.: Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias - INIAP.
- Restrepo, F., Jaramillo, S., & Cortes, J. (2009). EFECTO DE DOS MICROORGANISMOS Y UN CONSORCIO DE MICORRIZAS EN COMBINACIÓN CON VIRUTA DE

PINO SOBRE EL CONTROL DE SARNA POLVOSA (*Spongospora* subterránea)  
EN PAPA. Medellín, Colombia: Facultad Nacional de Agronomía Medellín.

Tejeda, P., & Acuña, I. (2018). Enfermedades Causadas por Hongos. *Manual interactivo INIA*.

Torres, H. (2002). Manual de las enfermedades más importantes de la papa en el Perú. Lima.

Villareal, X. (2013). “*Evaluación de fungicidas alternativos (Fludioxonil y Azoxystrobin), para el control de costra negra (Rhizoctonia solani Kuhn) y roña (Spongospora subterránea) de suelo en el cultivo de papa (Solanum tuberosum L.), Carchi - Ecuador.*”. Ecuador: UPEC. Recuperado el Junio de 2018, de <http://repositorio.upec.edu.ec/bitstream/123456789/36/1/172%20EVALUACI%C3%93N%20DE%20FUNGICIDAS%20ALTERNATIVOS%20%28FLUDIOXONIL%20Y%20AZOXYSTROBIN%29%2C%20PARA%20EL%20CONTROL%20DE%20COSTRA%20NEGRA%20%28RHIZOCTONIA%20SOLANI%20KUHN%29%20Y%20RO%C3%91A%20-%20>

Yáñez, Z. E. (1999). *Estudio de la fenología de cinco variedades de papa (Solanum tuberosum L.) en dos épocas de siembra*. Riobamba - Ecuador. 13p.: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo - ESPOCH.



## VII. ANEXOS

### ANEXO 1. Toma de muestra de suelo



Fuente: Investigación realizada.

### ANEXO 2. Implementación del ensayo



Fuente: Investigación realizada.

ANEXO 3. Peso de *Trichoderma sp.* para cada uno de los tratamientos



Fuente: Investigación realizada.

ANEXO 4. . Peso del producto químico



Fuente: Investigación realizada.



## ANEXO 5. Aplicación en la siembra de productos a evaluar



Fuente: Investigación realizada.

## ANEXO 6. Señalización de plantas a muestrear



Fuente: Investigación realizada.



ANEXO 7. Toma de datos, altura de planta, diámetro de tallo, número de tallos principales.



Fuente: Investigación realizada.

ANEXO 8. Toma de muestra Roña (*Spongospora Subterranea*), para análisis de conformación.



Fuente: Investigación realizada.

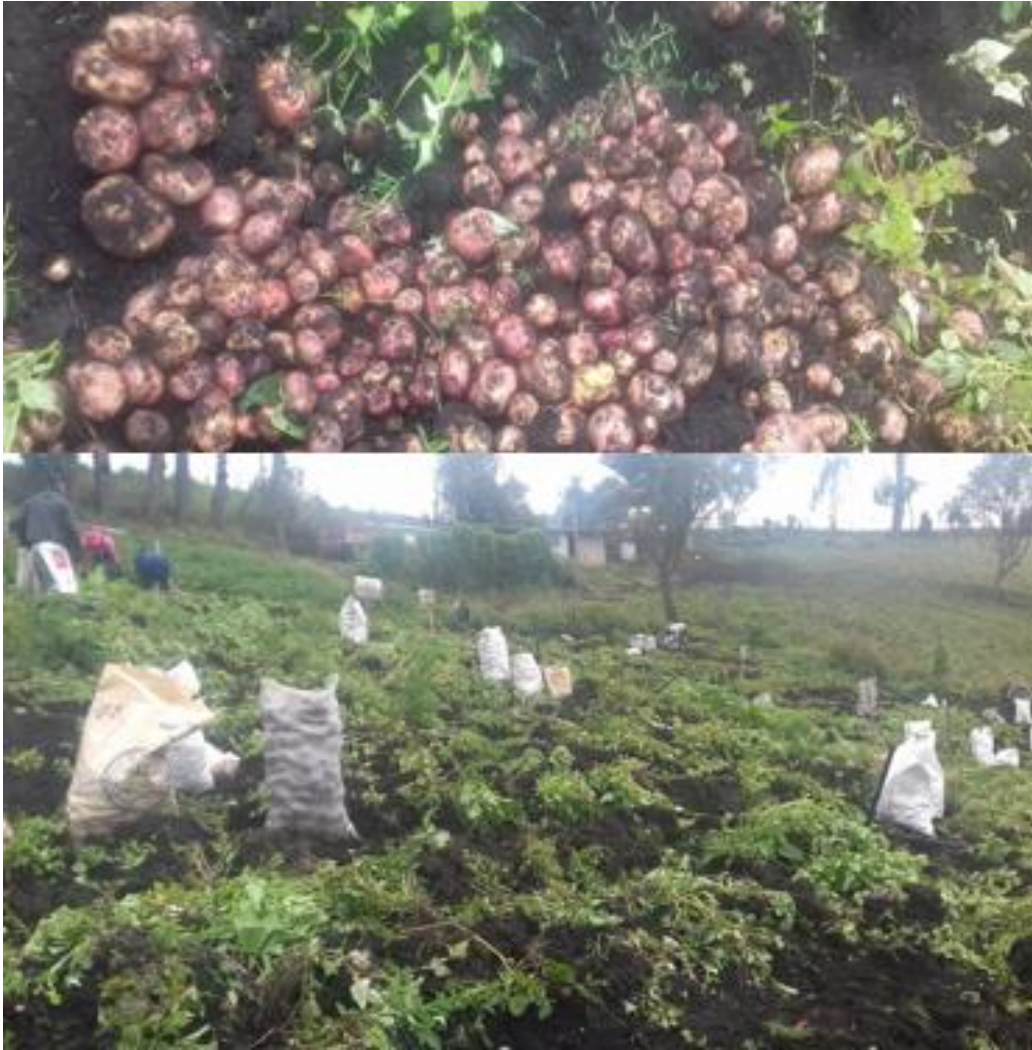
ANEXO 9. Toma de datos de incidencia y severidad de Roña (*Spongospora Subterranea*), utilizando tabla de porcentaje de severidad e incidencia



Fuente: Investigación realizada.



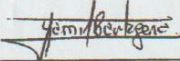



ANEXO 10. Cosecha por pacerla



Fuente: Investigación realizada.

ANEXO 11. Resultado de análisis de suelo

 <p><b>INIAP</b> INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS</p>	<p><b>ESTACION EXPERIMENTAL "SANTA CATALINA"</b>  <b>LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS</b>                  Km. 14 1/2 Panamericana Sur, Apdo. 17-01-340                  Quito- Ecuador Telf.: 690-691/92/93 Fax: 690-693</p>																																																																																																						
<b>REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS</b>																																																																																																							
<p style="text-align: center;"><b>DATOS DEL PROPIETARIO</b></p> Nombre : Andres Enra Dirección : Carchi Ciudad : Teléfono : Fax :	<p style="text-align: center;"><b>DATOS DE LA PROPIEDAD</b></p> Nombre : Guama Alto Provincia : Carchi Cantón : Tulcán Parroquia : Tulcán Ubicación :																																																																																																						
<p style="text-align: center;"><b>DATOS DEL LOTE</b></p> Cultivo Actual : Papa Cultivo Anterior : Papa Fertilización Ant. : Superficie : Identificación : Andres Enra	<p style="text-align: center;"><b>PARA USO DEL LABORATORIO</b></p> N° Reporte : 43.654 N° Muestra Lab. : 107298 Fecha de Muestreo : 18/05/2017 Fecha de Ingreso : 22/05/2017 Fecha de Salida : 06/06/2017																																																																																																						
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Nutriente</th> <th>Valor</th> <th>Unidad</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>N</td><td>172.00</td><td>ppm</td></tr> <tr><td>P</td><td>99.00</td><td>ppm</td></tr> <tr><td>S</td><td>7.00</td><td>ppm</td></tr> <tr><td>K</td><td>0.43</td><td>meq/100 ml</td></tr> <tr><td>Ca</td><td>4.80</td><td>meq/100 ml</td></tr> <tr><td>Mg</td><td>0.61</td><td>meq/100 ml</td></tr> <tr><td>Zn</td><td>3.90</td><td>ppm</td></tr> <tr><td>Cu</td><td>6.30</td><td>ppm</td></tr> <tr><td>Fe</td><td>672.00</td><td>ppm</td></tr> <tr><td>Mn</td><td>4.60</td><td>ppm</td></tr> <tr><td>B</td><td>0.10</td><td>ppm</td></tr> </tbody> </table>	Nutriente	Valor	Unidad	N	172.00	ppm	P	99.00	ppm	S	7.00	ppm	K	0.43	meq/100 ml	Ca	4.80	meq/100 ml	Mg	0.61	meq/100 ml	Zn	3.90	ppm	Cu	6.30	ppm	Fe	672.00	ppm	Mn	4.60	ppm	B	0.10	ppm	<p style="text-align: center;"><b>INTERPRETACION</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;"></td> <td style="width: 33%;"></td> <td style="width: 33%;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">BAJO</td> <td style="text-align: center;">MEDIO</td> <td style="text-align: center;">ALTO</td> </tr> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;"></td> <td style="width: 33%;"></td> <td style="width: 33%;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">BAJO</td> <td style="text-align: center;">MEDIO</td> <td style="text-align: center;">ALTO</td> </tr> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%;"></td> <td style="width: 25%;"></td> <td style="width: 25%;"></td> <td style="width: 25%;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">BAJO</td> <td style="text-align: center;">MEDIO</td> <td style="text-align: center;">ALTO</td> <td style="text-align: center;">TOXICO</td> </tr> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">Requiere Cal</td> <td style="text-align: center;">5.5</td> <td style="text-align: center;">6.5</td> <td style="text-align: center;">7.0</td> <td style="text-align: center;">7.5</td> <td style="text-align: center;">8.0</td> </tr> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20%;"></td> <td style="width: 20%;"></td> <td style="width: 20%;"></td> <td style="width: 20%;"></td> <td style="width: 20%;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Acido</td> <td style="text-align: center;">Lig. Ac.</td> <td style="text-align: center;">Práctic. Neutro</td> <td style="text-align: center;">Lig. Alc.</td> <td style="text-align: center;">Alcalino</td> </tr> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%;"></td> <td style="width: 25%;"></td> <td style="width: 25%;"></td> <td style="width: 25%;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">ADECUADO</td> <td style="text-align: center;">LIGERAMENTE TOXICO</td> <td style="text-align: center;">TOXICO</td> <td style="text-align: center;">TOXICO</td> </tr> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%;"></td> <td style="width: 25%;"></td> <td style="width: 25%;"></td> <td style="width: 25%;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">No Salino</td> <td style="text-align: center;">Lig. Salino</td> <td style="text-align: center;">Salino</td> <td style="text-align: center;">Muy Salino</td> </tr> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;"></td> <td style="width: 33%;"></td> <td style="width: 33%;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">BAJO</td> <td style="text-align: center;">MEDIO</td> <td style="text-align: center;">ALTO</td> </tr> </table>				BAJO	MEDIO	ALTO				BAJO	MEDIO	ALTO					BAJO	MEDIO	ALTO	TOXICO								0	Requiere Cal	5.5	6.5	7.0	7.5	8.0						Acido	Lig. Ac.	Práctic. Neutro	Lig. Alc.	Alcalino					ADECUADO	LIGERAMENTE TOXICO	TOXICO	TOXICO					No Salino	Lig. Salino	Salino	Muy Salino				BAJO	MEDIO	ALTO
Nutriente	Valor	Unidad																																																																																																					
N	172.00	ppm																																																																																																					
P	99.00	ppm																																																																																																					
S	7.00	ppm																																																																																																					
K	0.43	meq/100 ml																																																																																																					
Ca	4.80	meq/100 ml																																																																																																					
Mg	0.61	meq/100 ml																																																																																																					
Zn	3.90	ppm																																																																																																					
Cu	6.30	ppm																																																																																																					
Fe	672.00	ppm																																																																																																					
Mn	4.60	ppm																																																																																																					
B	0.10	ppm																																																																																																					
BAJO	MEDIO	ALTO																																																																																																					
BAJO	MEDIO	ALTO																																																																																																					
BAJO	MEDIO	ALTO	TOXICO																																																																																																				
0	Requiere Cal	5.5	6.5	7.0	7.5	8.0																																																																																																	
Acido	Lig. Ac.	Práctic. Neutro	Lig. Alc.	Alcalino																																																																																																			
ADECUADO	LIGERAMENTE TOXICO	TOXICO	TOXICO																																																																																																				
No Salino	Lig. Salino	Salino	Muy Salino																																																																																																				
BAJO	MEDIO	ALTO																																																																																																					
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Ca</td> <td style="text-align: center;">Mg</td> <td style="text-align: center;">Ca+Mg</td> <td style="text-align: center;">(meq/100ml)</td> <td style="text-align: center;">ppm</td> <td style="text-align: center;">ppm</td> <td colspan="4" style="text-align: center;">(%)</td> <td style="text-align: center;">Clase Textural</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Mg</td> <td style="text-align: center;">K</td> <td style="text-align: center;">K</td> <td style="text-align: center;">Σ Bases</td> <td style="text-align: center;">PH20</td> <td style="text-align: center;">Cl</td> <td style="text-align: center;">Arena</td> <td style="text-align: center;">Limo</td> <td style="text-align: center;">Arcilla</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">7,9</td> <td style="text-align: center;">1,4</td> <td style="text-align: center;">12,6</td> <td style="text-align: center;">5,8</td> <td style="text-align: center;">9,80</td> <td style="text-align: center;"></td> <td style="text-align: center;"></td> <td style="text-align: center;"></td> <td style="text-align: center;"></td> <td colspan="2"></td> </tr> </table>											Ca	Mg	Ca+Mg	(meq/100ml)	ppm	ppm	(%)				Clase Textural	Mg	K	K	Σ Bases	PH20	Cl	Arena	Limo	Arcilla			7,9	1,4	12,6	5,8	9,80																																																																		
Ca	Mg	Ca+Mg	(meq/100ml)	ppm	ppm	(%)				Clase Textural																																																																																													
Mg	K	K	Σ Bases	PH20	Cl	Arena	Limo	Arcilla																																																																																															
7,9	1,4	12,6	5,8	9,80																																																																																																			
 RESPONSABLE LABORATORIO	 LABORATORISTA																																																																																																						



ANEXO 12. Resultado de análisis de Roña (*Spongospora subterránea*)

 <b>AGROCALIDAD</b> AGENCIA ECUATORIANA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRO	<b>LABORATORIO DE FITOPATOLOGÍA</b> Vía Interoceánica Km. 14½, y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 02-2372-842/2372-844/2372-846	PGT/FP/09-FO01  Rev. 3
	<b>INFORME DE ANÁLISIS</b>	Hoja 1 de 1

Informe N°: LN-FP-117-1787  
 Fecha emisión Informe: 01/11/2017

**DATOS DEL CLIENTE**

Persona o Empresa solicitante: COORDINACIÓN CARCHI  
 Dirección: Olmedo y Chimborazo  
 Teléfono: (06) 2983-987  
 Correo electrónico: coordinacion.carchi@agrocalidad.gob.  
 Provincia: Carchi Cantón: Tulcán  
 N° Orden de Trabajo: 04-2017-50  
 N° Factura / Documento: 1440-M

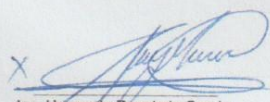
**DATOS DE LA MUESTRA:**

Tipo de muestra:	Raíz	Conservación de la muestra:	Natural Envase Aprobado Etiquetado	
Cultivo:	Papa	Variedad:	Súper chola	
Descripción de síntomas/ daños:	Agallas adheridas en la raíz.			
País:	Ecuador			
Provincia:	Carchi	Coordenadas:	X:	190233
Cantón:	Tulcán		Y:	10083262
Parroquia:	Tulcán		Altitud:	3356
Responsable de toma de muestra:	Srta. Tania Yépez			
Fecha de toma de muestra:	18/10/2017	Fecha de inicio de diagnóstico:	23/10/2017	
Fecha de recepción de la muestra:	23/10/2017	Fecha de finalización de diagnóstico:	01/11/2017	

**RESULTADOS DEL ANÁLISIS**

IDENTIFICACIÓN MICOLÓGICA				
CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA	PARTE AISLADA	MÉTODO	RESULTADO
FP-17-1710	04m181017ctc15-10	Raíz	PEE/FP/07	<i>Spongospora sp.</i>

Analizado por: Ing. Alexander Toaza.  
 Observaciones: Muestra analizada mediante corte transversal de agalla o nódulos, purificación de esporas por centrifugación y observación microscópica.  
 Anexo Gráficos o Anexo Documentos: Ninguno.

X   
 Ing. Hernando Regalado Garcia  
 Responsable Técnico  
 Laboratorio Fitopatología



Nota: El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha. Está prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin autorización del Laboratorio.



ANEXO 13. Costo de producción de la investigación.

DETALLE	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO U	COSTO T.
Arriendo de terreno	Metros	900	60	60
<b>ANÁLISIS</b>				
Análisis de suelo	Muestra	1	35	35
Análisis de Spongospora	Muestra	1	70	70
<b>SUBTOTAL 1</b>				<b>165</b>
<b>PREPARACIÓN DE TERRENO</b>				
Arada	Horas	1	20	20
Rastra			20	20
Surcada			20	20
<b>SUBTOTAL 2</b>				<b>60</b>
<b>INSTALACIÓN DEL ENSAYO</b>				
Estacas	Unidad	100	0,45	45
Letreros	Unidad	28	0,9	25,2
Varas	Unidad	28	0,35	9,8
Flexómetro	Unidad	1	5	5
Spray negro	Unidad	2	4,5	9
clavos	Libras	1	1,5	1,5
Mano de obra	Jornal	2	15	30
<b>SUBTOTAL 3</b>				<b>125,5</b>
<b>SIEMBRA</b>				
Semilla	qq	7	10	70
Siembra	Jornal	4	15	60
Tanque de 200 ml	Unidad	1	25	25
Balde 6 L	Unidad	1	6	6
Bomba de fumigar	Unidad	1	80	80
<b>PRODUCTOS APLICADOS –SIEMBRA</b>				
Lorsban	g	120	3,2	3,2
Eltra	cc	200	8	8
Topgun	cc	60	5,2	5,2
Oxicloruro	g	200	1,8	1,8
Tricomix	g	3	8,2	8,2
Trichoderma	g	60	3,72	3,72
Mano de obra	Jornal	1	15	15
<b>SUBTOTAL 4</b>				<b>286,12</b>
<b>LABORES CULTURALES</b>				
<b>Retape- fertilización</b>				
18-46-0	qq	2	32	64
papa siembra (10-30-10)	qq	2	30	60
Nitro fosca azul	kg	25	12,5	12,5
Mano de obra	Jornal	1	15	15
<b>Aporque / Deshierba</b>				

8-20-20 mejorado	qq	2	38	76
Nitro fosca azul	kg	25	12,5	12,5
Mano de obra	Jornal	1	15	15
<b>Fungicidas /Insecticidas</b>				
Nomolt	cc	250	0,044	11
Acephato	g	100	0,04	4
fitostar	g	2000	0,01	20
Novak	cc	250	0,052	13
Indicate	cc	150	0,023	3,5
Mertec	cc	150	0,046	7
Mano de obra	Jornal	5	12	60
<b>Fertilizantes</b>				
Fertisol engrose	kg	2	5	10
Wuxal Ca	cc	200	0,015	3
Super producción	g	500	0,01	5
Boro	cc	150	0,04	6
Sulfato de magnesio	kg	4	2,5	10
Merit rojo	cc	500	0,036	18
<b>Cosecha</b>				
Costales	Unidad	110	0,3	33
Piola	Metros	110	2	2
Balanza romana	Unidad	1	10	10
Mano de obra	Jornal	4	15	60
<b>SUBTOTAL 5</b>				<b>530,5</b>
<b>MATERIALES Y EQUIPOS</b>				
Guantes	Par	10	0,25	2,5
Mascarilla	Unidad	2	0,5	1
Pie de rey	Unidad	1	12	12
Regla	Unidad	1	0,5	0,5
Cuaderno	Unidad	1	1,5	1,5
Esferos	Unidad	2	1	2
Marcador	Unidad	2	1,25	2,5
<b>SUBTOTAL 6</b>				<b>22</b>
<b>VISITA Y TOMA DE DATOS</b>				
Movilización	Pasajes	12	15	180
<b>SUBTOTAL 7</b>				<b>180</b>
<b>SUB- TOTAL</b>				<b>1369,12</b>
<b>IMPREVISTOS 5%</b>				<b>68,456</b>
<b>COSTO TOTAL</b>				<b>1437,576</b>