

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI



FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA DE AGROPECUARIA

Tema: “Evaluación de la efectividad de diversas estrategias a base de: Azoxystrobin, Fluazinam, *Trichoderma* sp. y enraizante para el manejo de *Spongospora subterraena* f.sp en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) variedad súper chola en el cantón Tulcán, provincia del Carchi.”

Trabajo de titulación previa la obtención del
título de Ingeniero en Agropecuaria

AUTOR: Chávez Montenegro Ricardo David

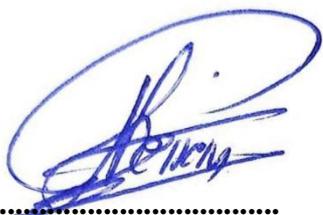
TUTOR: Msc. Herrera Ramírez Carlos David

Tulcán, 2022

CERTIFICADO JURADO EXAMINADOR

Certificamos que el estudiante Chávez Montenegro Ricardo David con el número de cédula 040180889-4 ha elaborado el trabajo de titulación: “Evaluación de la efectividad de diversas estrategias a base de: Azoxystrobin, Fluazinam, *Trichoderma* sp. y enraizante para el manejo de *Spongospora subterraena* f.sp en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) variedad súper chola en el cantón Tulcán, provincia del Carchi.”

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.



f.....

Herrera Ramírez Carlos David, MSc.

TUTOR

Tulcán, agosto de 2022

AUTORÍA DE TRABAJO

El presente trabajo de titulación constituye requisito previo para la obtención del título de **Ingeniero** en la Carrera de agropecuaria de la Facultad de Industrias Agropecuarias y Ciencias Ambientales

Yo, Chávez Montenegro Ricardo David con cédula de identidad número 040180889-4 declaro: que la investigación es absolutamente original, auténtica, personal y los resultados y conclusiones a los que he llegado son de mi absoluta responsabilidad.

f..........
Chávez Montenegro Ricardo David
AUTOR

Tulcán, agosto de 2022

ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Chávez Montenegro Ricardo David declaro ser autor de los criterios emitidos en el trabajo de investigación: “Evaluación de la efectividad de diversas estrategias a base de: Azoxystrobin, Fluzinam, *Trichoderma* sp. y enraizante para el manejo de *Spongospora subterraena* f.sp en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) variedad súper chola en el cantón Tulcán, provincia del Carchi.” y eximo expresamente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

f. 

Chávez Montenegro Ricardo David

AUTOR

Tulcán, agosto de 2022

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por siempre guiarme en mi camino, darme la fortaleza que necesito para seguir cumpliendo mis sueños y por regalarme una familia que es mi principal motivación.

A mis padres por su confianza y apoyo incondicional en mi vida, ser ejemplo de sacrificio, dedicación y perseverancia.

A la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y de manera especial a la escuela de Ingeniería Agropecuaria a quien le debo mi formación profesional.

A los docentes que hicieron parte de mi formación académica y de manera especial a mi tutor MSc. Carlos David Herrera Ramírez por compartir sus experiencias y conocimientos durante este trayecto, por la paciencia y comprensión brindada.

A mis compañeros: Diego, Melany y Sofía por formar parte de un buen equipo de trabajo.

Ricardo David Chávez Montenegro.

DEDICATORIA

A Dios por ser la guía y fortaleza de mi vida.

A mis padres Carlos Ricardo Chávez Zambrano y María Alexandra Montenegro Revelo por su trabajo, sacrificio y apoyo constante. Por enseñarme que no hay logros sin sacrificios. Por inculcarme valores y siempre ser los cómplices de todos mis sueños.

A mis abuelitos Gonzalo Eduardo Montenegro Rodríguez y Carmen Amelia Revelo Revelo por siempre estar al pendiente de mi formación profesional y personal.

A mis hermanos Paúl y Micaela por ser una constante motivación y poderles enseñar a nunca rendirse y luchar por sus metas.

A mis tíos y primos por el apoyo, sus palabras de aliento y por acompañarme en el transcurso de este proceso muy importante para mí.

Por y para ustedes.

Ricardo David Chávez Montenegro.

ÍNDICE

RESUMEN	12
ABSTRACT	13
INTRODUCCIÓN	14
I. PROBLEMA	15
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	15
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	15
1.3. JUSTIFICACIÓN	15
1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	17
1.4.1. Objetivo General	17
1.4.2. Objetivos Específicos	17
1.4.3. Preguntas de Investigación.....	17
II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	18
2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS	18
2.2. MARCO TEÓRICO	20
2.2.1 Cultivo de Papa (<i>Solanum Tuberosum</i>)	20
2.2.2 <i>Spongospora subterránea</i>	27
2.2.3 <i>Trichoderma sp</i>	29
2.2.4 Enraizante	31
2.2.5 Azoxytrobin	33
2.2.6 Fluazinam.....	34
III. METODOLOGÍA	35
3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO.....	35
3.1.1. Enfoque.....	35
3.1.2. Tipo de Investigación	35
3.2. HIPÓTESIS	35

3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	35
3.3.1 Variable dependiente	35
3.3.2 Variable independiente	35
3.4. MÉTODOS UTILIZADOS	39
3.4.1 Análisis Estadístico.....	39
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	47
4.1. RESULTADOS	47
4.1.2 Emergencia de planta en el cultivo de papa (<i>Solanum Tuberosum</i>).....	47
4.1.3 Altura de planta en el cultivo de papa (<i>Solanum Tuberosum</i>)	47
4.1.4 Tallos principales en el cultivo de papa (<i>Solanum Tuberosum</i>)	50
4.1.5 Incidencia en raíz, en el cultivo de papa (<i>Solanum Tuberosum</i>).....	53
4.1.6 Incidencia en tubérculos, en el cultivo de papa (<i>Solanum Tuberosum</i>)	53
4.1.7 Severidad en la raíz, en el cultivo de papa (<i>Solanum Tuberosum</i>).....	54
4.1.8 Severidad en Tubérculos (epidermis), en el cultivo de papa (<i>Solanum Tuberosum</i>)	56
4.1.9 Rendimiento Total en el cultivo de papa (<i>Solanum Tuberosum</i>)	58
4.3. DISCUSIÓN.....	61
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	63
5.1. CONCLUSIONES	63
5.2. RECOMENDACIONES	64
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	67
VII. ANEXOS	70

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Partes de la papa.....	21
Figura 2 Partes de la flor de papa.....	22
Figura 3 Partes del fruto de papa.	22
Figura 4 Partes del tubérculo de papa.	23
Figura 5 Características del ensayo.....	41
Figura 6 Diseño de la unidad experimental en el campo.....	42
Figura 7 Raíz afectado por Spongospora sp.....	43
Figura 8 Tubérculo afectado por Spongospora sp.	44
Figura 9 Escala de severidad en raíz en el cultivo de papa.	45
Figura 10 . Porcentaje de severidad en tubérculos.....	45

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Taxonomía de la papa.....	20
Tabla 2 Temperatura de las ciudades principales de la Sierra.....	24
Tabla 3 Enfermedades de la papa	25
Tabla 4 Característica raizal	32
Tabla 5 Operacionalización de variables para los experimentos Azoxystrobin, Fluazinam, Trichoderma sp. y enraizante para el manejo de Spongospora subterránea en el cultivo de papa.	36
Tabla 6 Esquema del análisis de varianza.....	39
Tabla 7 Esquema del análisis de varianza de diseño factorial para la variable severidad en raíz.	39
Tabla 8 Esquema del análisis de varianza de diseño factorial para la variable severidad en tubérculos.	40
Tabla 9 Tratamientos y tiempos de aplicaciones en el cultivo de papa (Solanum Tuberosum)	40
Tabla 10 Características de las unidades experimentales.....	41
Tabla 11 Distribución de las parcelas para los experimentos.....	42
Tabla 12 Análisis de Varianza para la variable emergencia de planta (%), en el cultivo de papa.	47
Tabla 13 Análisis de Varianza para la variable altura de planta en el cultivo de papa (Solanum Tuberosum).....	48
Tabla 14 Prueba de Tukey para la variable altura de planta en el cultivo de papa (Solanum Tuberosum).....	49
Figura 15 Altura de planta en el cultivo de papa (Solanum Tuberosum).....	50
Tabla 16 Análisis de Varianza para la variable tallos principales en el cultivo de papa (Solanum Tuberosum).....	51
Tabla 17 Tallos principales en el cultivo de papa (Solanum Tuberosum)	52
Figura 18 N ⁰ de tallos principales en el cultivo de papa (Solanum Tuberosum).....	53
Tabla 19 Análisis de Varianza Factorial para la variable severidad en raíz, en el cultivo de papa (Solanum Tuberosum).....	54
Figura 20 Severidad en raíz, en el cultivo de papa (Solanum Tuberosum).....	55
Tabla 21 Análisis de Varianza Factorial para la variable severidad en tubérculos, en el cultivo de papa (Solanum Tuberosum).....	56
Figura 22 Severidad en Tubérculos, en el cultivo de papa (Solanum Tuberosum)	57

Tabla 23 Análisis de Varianza para la variable rendimiento total en el cultivo de papa (<i>Solanum Tuberosum</i>).....	58
Tabla 24 Prueba de Tukey para la variable rendimiento total en el cultivo de papa (<i>Solanum Tuberosum</i>).....	59
Figura 25 Rendimiento total en Kg/Ha, en el cultivo de papa (<i>Solanum Tuberosum</i>).....	60

ÍNDICE DE ANEXOS

7.1 Anexo 1: Certificado o Acta del Perfil de Investigación.....	70
7.2 Anexo 2: Certificado del abstract por parte de idiomas	71
7.3 Anexo 3: Costos de producción para el cultivo de papa (<i>Solanum Tuberosum</i>)	72
7.4 Anexo 4: Terreno de la investigación.....	74
7.5 Anexo 5: Siembra.....	74
7.6 Anexo 6: Crecimiento del cultivo	75
7.7 Anexo 7: Aplicación de tratamientos	75
7.8 Anexo 8: Enfermedad <i>Spongospora Subterranea</i> en raíz y tubérculos en cosecha.	75

RESUMEN

La presente investigación se desarrolló en la provincia del Carchi en el cantón Tulcán en la parroquia Santa Marta de Cuba en la comunidad denominada Chumban Alto, la cual buscó evaluar la efectividad de diversas estrategias a base de: Azoxystrobin, Fluazinam, *Trichoderma* sp. y enraizante para el manejo de *Spongospora subterraena* f.sp en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) variedad súper chola, se aplicó un diseño experimental de bloques completamente al azar con cuatro repeticiones, en el cual se evaluó dos factores, 1= productos químicos (Azoxystrobin, Fluazinam), productos biológicos (*Trichoderma* sp.) y enraizante, con dosis recomendadas por el fabricante, como factor 2= periodos de aplicación, se aplicó en etapas claves del cultivo los cuales son: siembra, retape y deshierba, dando una combinación total de ocho tratamientos, y cuatro repeticiones para cada uno de los tratamientos. Las variables consideradas para esta investigación fueron: Emergencia de planta a los 20 días, Altura de planta (cm) a los 30,45,67 y 90 días, Número de tallos a los 30,45,67 y 90 días, Incidencia en raíz y tubérculos en la cosecha, Severidad en raíz y tubérculos en la cosecha, rendimiento (kg/ha), análisis costo-beneficio (\$). El programa estadístico utilizado para esta investigación fue Statistix versión 8 e Infostat versión 2021, se realizó un análisis de varianza (ANAVAR) y para la comparación de medias se utilizó una prueba de Tukey al 5%, también se realizó el análisis de varianza de diseño factorial con la interacción de severidad por tratamiento para la variable de severidad en raíz y tubérculos. Después de realizar el análisis se encontró diferencias estadísticas significativas, donde el tratamiento T2 (Fluazinam) tiene el mayor resultado en producción el cual demostró una producción de 6094.00 Kg/ha, para el análisis de costo-beneficio se tomó como precio referencial de venta de 23 dólares por quintal de papa de primera categoría, 16 dólares por quintal de papa de segunda categoría y 4 dólares por quintal de papa de tercera categoría, dando como mejor tratamiento a T2 (Fluazinam), teniendo como utilidad por ha. 746.7 dólares, seguido de T6 con una utilidad de 451 dólares por ha.

Palabras claves. *Spongospora subterraena* f.sp, *Solanum tuberosum*, categoría, utilidad.

ABSTRACT

This research was carried out in the province of Carchi, Tulcán canton, Santa Marta de Cuba parish in the community called Chumban Alto; it sought to evaluate the effectiveness of various strategies based on: Azoxystrobin, Fluazinam, Trichoderma sp., and Rooting for the management of *Spongospora subterraena* f.sp in potato cultivation (*Solanum tuberosum* L.) súper Chola variety, a completely randomized block experimental design with four repetitions was carried out, in which two factors were evaluated: 1= chemical products (Azoxystrobin, Fluazinam); biological products (Trichoderma sp.) and rooting, with doses recommended by the manufacturer; as factor 2= application periods, the products were applied in important stages of the harvest which are: sowing, hilling up and weeding, giving a total combination of eight treatments, and four repetitions for each of the treatments. The variables selected for this investigation were: Plant emergence at 20 days, Plant height (cm) at 30,45,67 and 90 days, Number of stems at 30,45,67 and 90 days, Root incidence and tubers at harvest, severity in roots and tubers at harvest, yield (kg/ha), cost-benefit analysis (\$). The statistical software used for this research were Statistix version 8 and Infostat version 2021. An analysis of variance (ANAVAR) was performed, and a Tukey test at 5% was utilized for average comparison; the factorial design analysis of variance was also performed with the interaction of severity by treatment for the variable of severity in roots and tubers. After carrying out the analysis, significant statistical differences were found, where the T2 treatment (Fluazinam) has the highest result in production, which showed 6094.00 Kg/ha; for the cost-benefit analysis. It was taken as a reference the selling price for 23 dollars per quintal of first category potatoes, 16 dollars per quintal of second category potatoes and 4 dollars per quintal of third category potatoes, giving T2 (Fluazinam) as the best treatment, having utility per ha. 746.7 dollars, followed by T6 with a utility of 451 dollars per hectare.

Keywords. *Spongospora subterraena* f.sp, *Solanum tuberosum*, category, utility.

INTRODUCCIÓN

En Ecuador, principalmente en la provincia del Carchi es una de las provincias con mayor producción de papa en el país, siendo uno de los diez alimentos más importantes producidos y se considera uno de los principales cultivos tradicionales.

En nuestra provincia hace algunos años se producía 11.17 toneladas por hectárea superando el promedio nacional. Dándose a conocer como una de las provincias más productivas ya que tiene muchos factores como son las características del suelo y labores culturales. Esto se debe a las condiciones agroecológicas como son: el tipo de suelo, humedad, labores culturales, temperatura y altura. (Pumisacho M. , 2002).

Spongospora subterranea f. sp. subterranea o comúnmente llamada sarna polvosa en la papa, presenta problemas a lo largo de la sierra ecuatoriana en los cultivos de algunas solanáceas, es una enfermedad limitante de difícil control debido a su etapa de esporas en reposo que afecta directamente la zona radicular deteriorando la producción de tubérculos, también afecta la apariencia del tubérculo y disminuye su valor comercial (Restrepo A. , VIII Congreso Ecuatoriano de la papa, 2009). En la provincia del Carchi esta enfermedad se detectó en el año 2015, principalmente en la variedad Superchola (Agrocalidad, 2009). En conversaciones con productores que conocen la enfermedad *Spongospora subterranea* manifestaron que la estrangulación de las raíces por formación de nodulaciones, compensan con aplicaciones de fungicidas y enraizadores desde la siembra hasta 4 o 5 meses de desarrollo vegetativo de la planta de papa (Suquillo J. P., 2009). Entre los fungicidas, biocontrolador y enraizador se encuentran: Azoxystrobin y Fluazinam los cuales son fungicidas sistémicos ampliamente estudiados y aplicados al control de varios tipos de hongos patógenos en cultivos, también se encuentra como biocontrolador *Trichoderma* donde de igual manera fue ampliamente estudiado y aplicado al control biológico de cultivos y finalmente se encuentra el enraizador el cual compensará la pérdida de raíces por el patógeno.

No obstante, la efectividad comprobada de estos productos como controladores de distintos patógenos, podría ser viable como diversas estrategias de manejo para esta enfermedad, por consiguiente, se presenta la siguiente investigación experimental para el manejo de *Spongospora subterraena* f.sp propósito por el cual es evaluar la efectividad de diversas estrategias a base de: Azoxystrobin, Fluazinam, *Trichoderma* sp. y enraizante en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) variedad súper chola.

I. PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Mayormente en las unidades de producción agrícola (upa) del cultivo de la papa, en la provincia del Carchi se ven afectadas por enfermedades en el suelo, una de ellas causadas por este patógeno *spongospora subterránea f.sp subterránea*, “que afecta directamente su sistema radicular generando reducciones de producción de tubérculos, además de dañar su apariencia y disminuir su valor económico”. (Restrepo V. C., 2019)

Este patógeno persiste en el suelo por décadas, deteriorando la calidad y valor comercial del tubérculo, por lo tanto, su manejo resulta muy difícil.

En la actualidad, la sarna polvosa es una enfermedad cuya incidencia está en aumento debido a la persistencia de *Spongospora, subterránea* por varios años en forma de estructuras de resistencia (quistosoros) en el suelo, a la carencia de variedades de papa resistentes, a su fácil dispersión y poca susceptibilidad a tratamientos químicos entre otros factores. (Harrison, 1997)

Frente a esta problemática muchos productores han optado por finalizar la producción de este tubérculo para dedicarse a otras actividades.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

La elevada incidencia y severidad del patógeno *Spongospora subterránea sp.* en el cultivo de papa, afecta la producción y la calidad del tubérculo.

1.3. JUSTIFICACIÓN

La enfermedad *Spongospora subterránea* no ha sido atendida técnicamente en su mayoría, debido a la carencia de la información de campo sobre la verdadera problemática por la que atraviesan los cultivadores de papa, sino, hasta cuando la Unidad Técnica con el apoyo de Agrocalidad Carchi en el año 2018 decidieron inspeccionar varios lotes de papa, encontrando que la enfermedad ataca mayormente a la variedad de papa Superchola. Durante el inicio del estado de floración en esa variedad de papa se observaron sistemas radiculares con sinnúmero de nodulaciones que al enviar al laboratorio de Agrocalidad se confirmó que se trata del patógeno *Spongospora subterránea* (Suquillo, Sevillano, & Reina, 2018)

Referencias bibliográficas del mundo en relación a esta enfermedad señalan que la persistencia de la enfermedad en el suelo es por décadas y que su control resulta difícil. Esta situación se confirmó en los monitoreos realizados por el INIAP y Agrocalidad en lotes que hace 3 años se detectó la presencia de *Spongospora* y en el 2018 en los mismos lotes se volvió a presentarse dicha enfermedad.

Otro aspecto preocupante del patógeno es que su presencia en la planta a nivel foliar no causa síntomas visibles, por el contrario: las plantas se muestran vigorosas y con tallos gruesos que presumiría una adecuada producción; sin embargo, al momento de la cosecha, la producción es baja o nula.

Frente a esa problemática los productores, en su desesperación técnica, recurren al uso de enraizadores para compensar la pérdida de la funcionalidad del sistema radicular a causa de las nodulaciones y al uso de agroquímicos posiblemente no específicos para esta enfermedad y que en su mayoría son recomendadas por las casas comerciales.

A pesar de haber transcurrido más de 150 años desde su primer registro, la enfermedad sólo ha cobrado importancia en las últimas décadas como resultado de la siembra generalizada de materiales altamente susceptibles al patógeno, la utilización de sistemas de riego en los cultivos, los cambios de épocas de siembra hacia período húmedos, las deficiencias en los sistemas de rotación de cultivos, la falta de programas cuarentenarios y los altos estándares exigidos por el mercado en la calidad cosmética de los tubérculos (Harrison, Searle, & Williams, 1997).

En base a conocimiento y resultados de investigación desarrollados en otras latitudes del mundo y en especial del país de Colombia, en esta investigación a nivel de territorio se evalúa la efectividad de fungicidas, biocontrolador y enraizador en el manejo de *Spongospora* subterránea en la provincia del Carchi, parroquia Santa Marta de Cuba.

1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

1.4.1. Objetivo General

Evaluar la efectividad de fungicidas (Azoxystrobin, Fluazinam), biocontrolador (*Trichoderma* sp.) y enraizantes en el manejo de *Spongospora* subterránea f.sp. en el cultivo de papa variedad súper chola, en el cantón Tulcán, provincia del Carchi.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Determinar la severidad e incidencia de *Spongospora* subterránea f.sp, en el cultivo de papa
- Identificar la estrategia que alcance el mejor rendimiento entre los tratamientos investigados.
- Determinar los costos del manejo de *Spongospora* subterránea f.sp, en el cultivo de papa.

1.4.3. Preguntas de Investigación

- ¿Existe infestación por el patógeno *spongospora* subterránea f.sp, en el cultivo de papa?
- ¿Cuál es el tratamiento más efectivo en el manejo del patógeno *spongospora* subterránea f.sp, en el cultivo de papa?
- ¿Cuál es la severidad e incidencia del patógeno *spongospora* subterránea f.sp, en el cultivo de papa?
- ¿Cuál es el tratamiento más beneficioso para la economía del agricultor?

II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Spongospora subterraena f.sp.*subterranea* es el agente causal de la sarna polvosa de la papa. El primer reporte de la enfermedad data de 1841 en Alemania y a partir de esa fecha, su registro incluye todos los continentes (Harrison, Searle, & Williams, 1997) (Merz y Fallon, 2009) citados por (Osorio, Gutierrez, & Marín, 2012). En la misma revisión de literatura, según Lyman y Rogers (1915) el patógeno es originario de los Andes suramericanos, desde donde se dispersó gracias al mercado mundial de tubérculos de papa.

Se trata de una enfermedad limitante en la mayoría de áreas productoras de papa alrededor del mundo, debido a que afecta directamente su sistema radicular generando reducciones en la producción de tubérculos, además de dañar su apariencia y disminuir su valor económico (Restrepo, Jaramillo, & Costes, Efecto de dos microorganismos y un consorcio de micorrizas en combinación con viruta de pino sobre el control de sarna polvosa (*Spongospora subterranea*) en papa., 2009). Los mismos autores indican que en Colombia, se ha observado un aumento en la distribución geográfica, sobre todo en aquellos departamentos de mayor producción papera como el altiplano Cundiboyacence, Nariño y Antioquia.

En la provincia del Carchi esta enfermedad se detectó en el año 2015 afectando al cultivo de papa de la variedad Superchola (Agrocalidad, 2015).

En el año 2017, en muestras de raíces de la variedad Superchola se confirmó la presencia de *Spongospora* sp. (Insuasti, 2017). Bajo este conocimiento, la Asociación Los Sanjuanés comercializó como papa comercial y no como semilla, lo cual afectó sus ingresos económicos.

En el año 2018, en un estudio de diagnóstico de distribución y persistencia de la enfermedad se determinó que el patógeno afecta mayormente a la variedad Superchola y que la enfermedad se localiza generalmente en las partes altas, húmedas y frías de los cantones paperos de la provincia del Carchi; además se determinó que luego de 3 años aún se evidencia la presencia de *Spongospora* sp en terrenos barbechos y cultivados (Suquillo, Sevillano, & Reina, 2018).

Los resultados anteriores concuerdan con lo que menciona (Boer, 2000) que el patógeno dispone de esporas de resistencia que son una fuente de inóculo importante ya que son muy

persistentes y pueden sobrevivir en el suelo por décadas, haciendo de esta enfermedad de difícil control; por lo cual se requiere un control integral.

Varios autores (Harrison, Searle, & Williams, 1997) (Merz U, 2000a) (Wale S, 2002) señalan que el control de *Spongospora* sp. resulta difícil dado a sus mecanismos de persistencia en el campo; sin embargo se han desarrollado estudios como la evaluación de varias cepas de *Spongospora* Subterránea en dos variedades de papa. Entre los resultados se determinó que la variedad ICA Puracé presentó mayor resistencia a la sarna polvosa que la variedad Diacol Capiro.

En Colombia la variedad Diacol Capiro es considerada como susceptible (Restrepo, Jaramillo, & Costes, Efecto de dos microorganismos y un consorcio de micorrizas en combinación con viruta de pino sobre el control de sarna povosa (*Spongospora* subterránea) en papa., 2009) *Spongospora* en tanto en la zona papera del Carchi-Ecuador es considerado por los agricultores como “resistentes”.

En un ensayo con biocontroladores (*Trichodermas*, *Pseudomonas*, *Bacillus* y tres cepas de *Streptomyces*) y aditivos orgánicos (biocarbón, quitosán y quitina) se encontró que los microorganismos que disminuyeron en mayor proporción, aunque no significativamente *Spongospora* (Camanduleo) fueron *Streptomyces misionensis* Ac006 y *P. fluorescens* Ps006 con un 51,41 y 31,35% de eficacia, respectivamente. Sin embargo, se encontró mayor efecto de control con el uso de aditivos orgánicos, presentándose así, una reducción significativa de agallas 62,58% cuando los tubérculos semilla se trataron con quitosán 0,5% (Mesa, García, & Cotes, 2017).

Se evaluaron cinco fungicidas (mancozeb, azoxystrobin, propamocarb, difenoconazol y PCNB) y dos especies vegetales (*Lippia organoides* Kunth y *Calotropis procera* (Ait.) Ait. f.) en dos formas, extractos etanólicos y polvos. Se logró la reducción de la severidad de la enfermedad ($P= 0,0365$) en tubérculos clase B. Los tratamientos mancozeb, extracto etanólico de *L. organoides*, azoxystrobin y polvo de *C. procera* atenuaron la enfermedad en 2,47; 3,20; 3,82 y 4,08%, respectivamente (Bittara, Rodríguez, Sanabria, Monroy, & Rodríguez, s/f).

La temperatura, la humedad y el genotipo son factores determinantes en el desarrollo de la enfermedad (Harrison, Searle, & Williams, 1997), como ocurre en los suelos mal drenados e inundados. Señala Karling (1942) citado por (Mesa, García, & Cotes, 2017) que cuando los suelos tenían entre el 60 y 90% de humedad y pH de 4,7 a 5,9, los tubérculos presentaban más sarna polvosa, que cuando la humedad era del 40% y altos valores de pH, pues las condiciones climáticas desfavorables al patógeno, permitían el desarrollo de cultivos sanos.

2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1 Cultivo de Papa (*Solanum Tuberosum*)

Dentro del territorio nacional; aproximadamente 42.000 familias se dedican a la producción de papa, pero es en la zona norte de este quien genera la mayor producción de papa. Su rendimiento es en promedio de 21.7 t/ha. La provincia del Carchi ocupa el 25% de la superficie nacional dedicada al cultivo de papa (15.000 ha.), no obstante, es esta provincia la que genera el 40% de la cosecha anual del país. (Manuel Pumisacho S. S., 2002)

La planta

La papa pertenece a las siguientes categorías taxonómicas:

Tabla 1 Taxonomía de la papa

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

Nota: Bolaños (2019)

La papa es una dicotiledónea herbácea con hábitos de crecimiento rastrero o erecto, generalmente de tallos gruesos y leñosos, con entrenudos cortos. Los tallos son huecos o medulosos, 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. Las hojas primarias de plántulas pueden ser simples, pero 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.

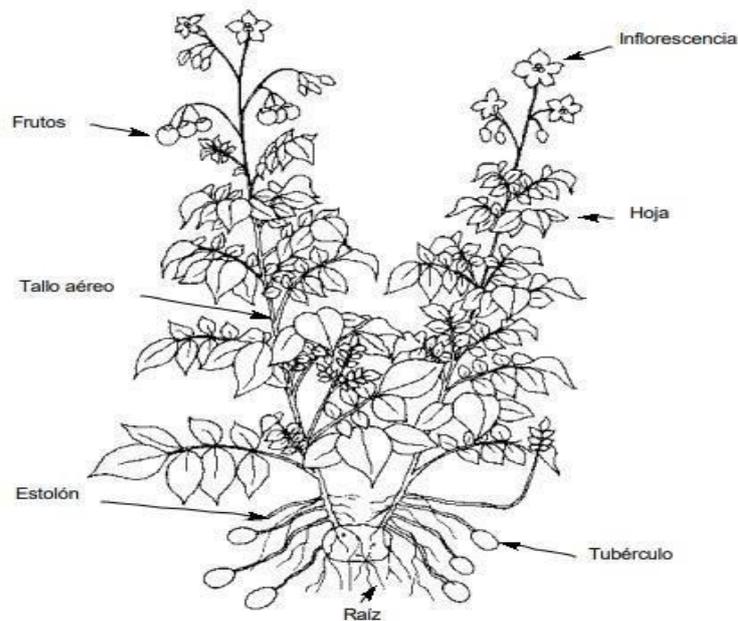


Figura 1 Partes de la papa.

Fuente: Pumisacho (2002)

Las papas silvestres se mantienen por largos periodos debido al continuo rebrote de los tubérculos. En contraste, las variedades cultivadas viven de cuatro a siete meses. Las plantas provenientes de semilla sexual poseen un sistema radicular muy fibroso, con raíz primaria, hipocotilo, cotiledones y epicotilo, a partir de los cuales se desarrolla el tallo y el follaje. En cambio, las plantas de cultivo comercial se originan de un tallo lateral que emerge de un brote proveniente de tubérculos usados como “semilla”. (Pumisacho, 2002, p.34)

La flor

Diversos factores climáticos, especialmente el fotoperiodo y la temperatura, estimulan la floración. Las flores nacen en racimos y por lo regular son terminales. Cada flor contiene órganos masculinos (androcéo) y femenino (ginecéo).

Son pentámeras (poseen cinco pétalos) y sépalos que pueden ser de variados colores, pero comunmente blanco, amarillo, rojo y púrpura. Muchas variedades dejan caer las flores después de la fecundación. La autopolinización se realiza en forma natural. En los tetraploides la polinización cruzada es relativamente rara. (Sherwood, 2002)

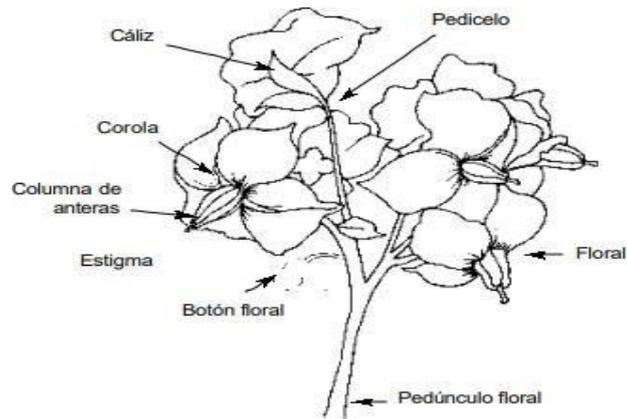


Figura 2 Partes de la flor de papa.

Fuente: Pumisacho (2002)

El fruto

El fruto de la papa es una baya pequeña y carnosa que contiene las semillas sexuales. La baya es de forma redonda u ovalada, de color verde amarillento o castaño rojizo. Posee dos lóculos con un promedio de 200 a 300 semillas. Cultivos comerciales de papa pueden ser obtenidos a partir de híbridos provenientes de semilla sexual, pero la semilla sexual se usa generalmente con propósitos de mejoramiento. En la actualidad, los mejoradores esperan uniformizar la progenie con el fin de obtener una papa con características determinadas.

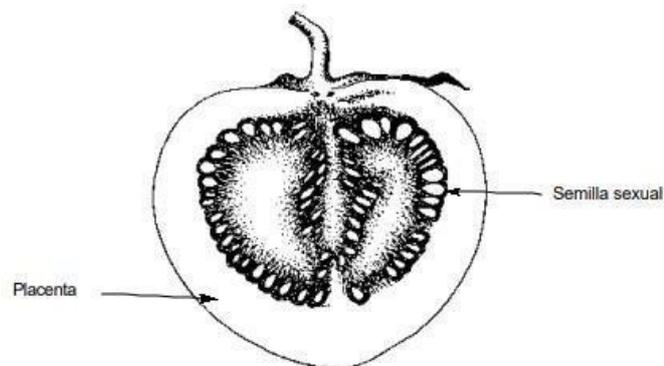


Figura 3 Partes del fruto de papa.

Fuente: Pumisacho (2002)

La papa posee una serie de ploidias (múltiples pares de cromosomas, con especies cultivadas desde el nivel diploide ($2n=24$ cromosomas), triploide ($2n=36$), tetraploide ($2n=48$), pentaploide ($2n=60$) y hasta hexaploide ($2n=72$) en las especies silvestres. Según Pumisacho (20020): “Comúnmente las variedades nativas del Ecuador (ej. *Solanum phureja* o Chaucha)

son diploides, mientras que las variedades cada vez más dominantes en el mercado son las tetraploides, genéticamente mejoradas, (ej. *Solanum tuberosum* como Superchola)” (p.36).

Los tubérculos

Los tubérculos son tallos carnosos que se originan en el extremo del estolón y tienen yemas y ojos. La formación de tubérculos es consecuencia de la proliferación del tejido de reserva que estimula el aumento de células hasta un factor de 64 veces. El tejido vascular de los tallos, estolones y tubérculos toma inicialmente la forma de haces bicolaterales, con grupos de células floemáticas de pared delgada en la parte externa del xilema (floema externo) y hacia el centro en la parte interna del xilema (floema interno). A medida que el estolón se alarga, el parénquima se desarrolla, separando los haces vasculares de tal forma que el anillo vascular se extiende.

Mientras el tubérculo está en crecimiento, nuevos grupos de floema, incluyendo tubos cribosos, células acompañantes y elementos del parénquima conductor, se forman. Hidratos de carbono se almacenan dentro de las células del parénquima de reserva, de la medula y la corteza en forma de gránulos de almidón con detalles característicos. (Pumisacho S. , 2002)

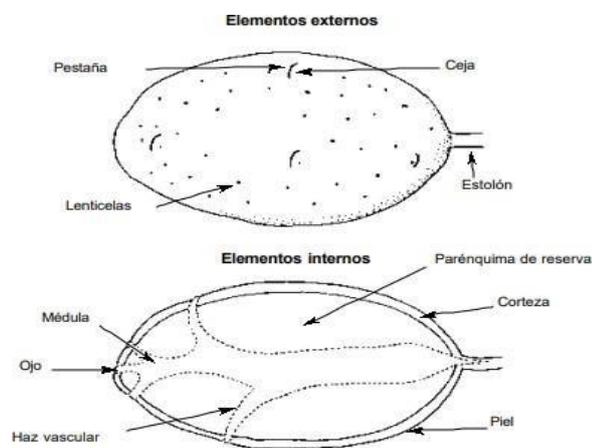


Figura 4 Partes del tubérculo de papa.

Fuente: Pumisacho (2002)

Aspectos agroecológicos y climáticos

Existen tres pisos ecológicos principales en el país: andino (más de 3.600 m.s.n.m.), subandino (3.200-3.600 m.s.n.m.) e interandino (2.800-3.200 m.s.n.m.). En el piso andino, las especies mejor adaptadas y más difundidas son las raíces y tubérculos andinos, entre ellos la papa y, siguiendo en importancia, los cultivos de haba y cebada. En este piso frecuentemente ocurren

heladas, sobre todo en las hondonadas y planicies. Ocasionalmente, también ocurren granizadas, fuertes vientos y aguaceros. El uso de abonos químicos ha permitido que la tierra de los páramos sea cultivada por cuatro a cinco años. En los últimos años, el periodo de descanso en barbecho se ha reducido de cinco a tres años. El piso subandino se caracteriza por la mayor presencia de granos, como el trigo y la lenteja. Es una zona con menor riesgo de pérdidas por problemas climáticos. Típicamente la tierra se cultiva por cinco a seis años y luego descansa por un año.

Debido a la latitud del país y los efectos de altitud, las variaciones diarias de temperatura son mucho más importantes que las estacionales. Las diferencias diarias pueden alcanzar hasta 30°C. La altura máxima del cultivo está determinada por las temperaturas nocturnas mínimas y la frecuencia de heladas. La siembra en laderas, donde no se asientan masas de aire frío, disminuye el riesgo de heladas.

La frecuencia de noches con temperaturas bajo cero aumenta rápidamente sobre los 3.300 m.s.n.m., coincidiendo con el límite inferior del piso subandino. Existe un descenso de aproximadamente 0.6°C por aumento de 100 m en la altura, y por este incremento, el cultivo de papa requiere unos 15 días adicionales para alcanzar su madurez comercial. (Pumisacho S. , 2002)

Tabla 2 Temperatura de las ciudades principales de la Sierra

Ciudad	Temperatura °C			Altitud m.s.n.m.
	Media	Min.	Max.	
San Gabriel	12,10	6,52	17,68	2850
Otavalo	14,4	-0,5	28,2	2600
Quito	13,4	0,2	29,9	2800
Cotopaxi	8,1	-1,5	18,7	3560
Ambato	12,8	-0,6	25,6	2540
Riobamba	13,5	-3,6	28,3	2796
Cuenca	14,8	-0,2	28,0	2750
Loja	15,5	7,2	24,5	2160

Nota: Pumisacho (2002)

Principales plagas y enfermedad del cultivo de papa

Tabla 3 Enfermedades de la papa

Nombre Común	Nombre Científico	Descripción	Daño
GUSANO BLANCO	<i>Premnotrypes vorax</i> H	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.
POLILLAS DE LA PAPA	<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.	<ol style="list-style-type: none"> 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.
TRIPS	<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.
MOSCA MINADORA	<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

COSTRA NEGRA	<i>Rizhoctonia solani</i>	Este hongo de suelo ocasiona la enfermedad denominada rizoctoniasis en plantas, y costra negra en tubérculos de papa.	hojas terminan por secarse lo que puede matar a la planta. 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
TIZÓN TARDÍO	<i>Pseudomonas Solanacearum</i>	Pudrición 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.
ROYA	<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 toman anaranjadas y terminan de color café oscuro.
ROÑA	<i>Spongospora subterráneo</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.

Nota: Montesdeoca (2013)

2.2.2 *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 (porcentaje de la superficie del tubérculo cubierta con pústulas) de 81 a 95% (Torres *et al.*, 1995). La severidad depende de la susceptibilidad del cultivar (Eraslan and Turian, 1989), grado de infestación del suelo y condiciones de humedad y temperatura del suelo, favorables para el desarrollo del hongo (Adams *et al.*, 1987; Hughes *et al.*, 1980; Lawrence and Mckenzie, 1981). Además, la enfermedad es muy importante porque el hongo *Spongospora subterranea* es vector del virus mop top de la papa (PMTV) (Jones and Harrison, 1969). 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 (Hims and Preece, 1975; Lawrence and Mckenzie, 1981). También existe en las partes altas de la zona tropical, en los países de la región andina en América del Sur y Costa Rica en América Central. En el Perú, la enfermedad fue reportada por Abbott (1928); está localizada sólo en la sierra y los daños con mayor incidencia se presentan en los cultivos de papa ubicados entre 3200 y 3800 m de altitud. (Torres, 2002).

Agente causal

La enfermedad es causada por el hongo *Spongospora subterranea* (Wall.) Lagerh. que se caracteriza porque forma soras, las cuales contienen esporangios de descanso. Las soras tienen forma ovoide, irregular o elongada 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 (Figura 6). 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).

Síntomas

La enfermedad afecta raíces, estolones y tubérculos (Hims and Preece, 1975; Lawrence and Mckenzie, 1981), pero no afecta al follaje.

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 más o menos irregular; al inicio los tumores son de color blanquecino y cuando alcanzan la madurez fisiológica se vuelven oscuros, debido al color marrón de las paredes de los esporangios de descanso.

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.

En tubérculos.

Los tubérculos enfermos muestran pústulas que son inicialmente lisas, de color blanquecino y de 2 a 3 mm de diámetro.

Las pústulas continúan desarrollándose hasta alcanzar aproximadamente 1 cm de diámetro y cuando esto ocurre se vuelven oscuras.

Las pústulas pueden unirse y formar áreas de infección más grandes hasta abarcar una buena parte de la superficie del tubérculo. Cuando las pústulas alcanzan la madurez, el peridermo que encierra a las soras, se rompe a la presión y libera a los esporangios de descanso. Como resultado, las pústulas se muestran en la superficie de los tubérculos como lesiones necróticas cicatrizadas, que permiten la entrada de otros patógenos como *Fusarium*.

Finalmente, cuando la infección se presenta en las yemas de los tubérculos en formación, se produce un desarrollo secundario en la superficie del tubérculo afectado. (Torres, 2002)

Epidemiología

La infección de las plantas de papa se realiza por medio de los esporangios de descanso que se encuentran en el suelo y en los tubérculos infectados utilizados como semilla. Suficiente humedad en el suelo y una temperatura entre 16 a 20°C son condiciones necesarias para que se produzca infección. En esas condiciones, las agallas (desde el momento de la infección), se forman en menos de 3 semanas. Una película de agua en el suelo (sobre todo en el primer estado de desarrollo de las plantas), es importante para que las zoosporas se movilicen y puedan alcanzar los tejidos de la planta. Cuando el suelo está seco, se reduce o no hay infección (Manzer *et al.*, 1964). Esto explica por qué en suelos infestados, la enfermedad no se presenta en años secos como ocurre en la sierra del Perú.

Para Torres (2002): “los esporangios de descanso persisten en el suelo por más de 6 años y también sobreviven el pasaje a través del tracto intestinal de los animales alimentados con tubérculos infectados”.

Ciclo de la Enfermedad

El hongo sobrevive en el suelo por medio de las soras que contienen los esporangios de descanso. El ciclo de vida está dividido en dos fases:

- a) En presencia de raíces de plantas susceptibles, el esporangio de descanso germina y da lugar a las zoosporas primarias, las cuales ingresan a la planta por las células epidérmicas de raíces y estolones o por los pelos radiculares. En estos puntos de infección se forma un plasmodio primario uninucleado, el que a su vez da lugar a un plasmodio sporangial, a partir del cual se forma el zoosporangio que produce las zoosporas secundarias. Cuando las zoosporas secundarias son liberadas del esporangio, infectan raíces y tubérculos, a través de las células corticales, donde pueden producir una segunda generación de zoosporas secundarias.
- b) La zoospora secundaria origina un plasmodio secundario uninucleado, luego hay una fusión de plasmodios secundarios jóvenes, se forma un plasmodio cigogónico; posteriormente estos plasmodios se concentran y dan lugar a los esporangios de descanso, los cuales pueden ser observados en las agallas y en las pústulas (Hims and Preece, 1975).

Control

2.2.16.1 Prácticas culturales. - Se recomienda realizar las siguientes prácticas:

- Utilizar como semilla tubérculos sanos.
- Realizar rotaciones de cultivo por más de 6 años.
- No incorporar a los campos de papa estiércol de animales que hayan consumido tubérculos infectados.
- Sembrar pastos y otras gramíneas además de otras plantas que no sean hospedantes de *S. subterranea*. (Torres, 2002)

2.2.3 *Trichoderma sp*

Características

Hongo benéfico que inhibe el crecimiento de hongos patógenos tanto en el suelo como en la parte aérea. Tiene efectos sobre la solubilización del Fósforo y la descomposición de la materia orgánica.

Descripción

Trichoderma sp. Es un hongo saprofito, antagonista de patógenos vegetales que se encuentra presente en la mayoría de los suelos. Activa el crecimiento radicular de las plantas, es capaz de colonizar y crecer en las raíces a medida que éstas se desarrollan y aumenta la resistencia del cultivo frente al ataque de posibles patógenos. El uso de la *Trichoderma* sp., es fácil, pues puede añadirse directamente a las semillas o al suelo, semilleros, trasplantes, bandejas y plantas, empleando cualquier método convencional. El producto tiene excelentes propiedades para el control biológico, siendo especialmente efectivo contra *Rhizoctonia* spp, *Fusarium* spp, *Pythium* spp, *Botrytis* spp, *Alternaria* spp, *Phytophthora* spp, *Rosellinia* spp, *Armillaria* spp y *Sclerotium* spp. entre otras.

Ventajas de aplicar *Trichoderma* sp.

- Protege las raíces de enfermedades causadas por hongos patógenos, permitiendo que el sistema radicular sea más fuerte y sano.
- Aumenta la capacidad de capturar nutrientes y de retener humedad, haciendo a las plantas más fuerte a condiciones de estrés hídrico.
- No requiere equipamiento especial para su aplicación.
- Compatible con inoculantes de leguminosas y existe la posibilidad de aplicar a semillas que han sufrido un tratamiento fungicida químico.
- Disminuyen y en algunos casos eliminan la necesidad de tratar con fungicidas químicos, reduciendo los costos y disminuyendo el uso de fertilizantes.

Características

El uso del hongo *Trichoderma* sp. Ha demostrado ser excelente para el control biológico de algunas enfermedades fúngicas y para la estimulación natural del crecimiento de plantas jóvenes. Posee además excelentes características medioambientales, pues tiene toxicidad nula para animales superiores, es inocuo para insectos benéficos y no contamina el agua. Actúa como agente de control biológico, disminuyendo o eliminando el uso de sustancias químicas, mediante dos mecanismos:

- Antibiosis (por secreción de sustancias que actúan contra los hongos patógenos)
- Micoparasitismo (por alimentarse de hongos patógenos)

Actúa como antagonista ecológico, pues posee una habilidad especial para colonizar las raíces de las plantas, no dejando nicho ecológico a otros hongos patógenos que intenten infectar la raíz. Actúa como bioestimulante del crecimiento radicular, Puede ser empleado en rotación con insecticidas, compuestos enraizantes, fertilizantes y la mayoría de fungicidas, con ningún efecto inhibidor o contraproducente.

Mecanismo de acción

Las plantas disponen de varias vías y mecanismos para resistir el ataque de diversos patógenos. Aunque algunas veces el patógeno supera la propia defensa vegetal, produciendo una infección muy difícil de combatir, es posible aumentar las defensas de la planta frente a dichos agentes patógenos. El uso de *Trichoderma sp* como agente de biocontrol es preventivo, ya que si aun no ha habido ataque, la planta está preparada y protegida para impedir la infección fúngica, y si ésta se ha producido ya, la acción del hongo *Trichoderma sp* proporciona a la planta una ayuda fundamental para superar dicha infección. Los mecanismos de biocontrol que utiliza el hongo, fruto de numerosas investigaciones llevadas a cabo con cepas de este género, son las siguientes: El micoparasitismo se considera como un atributo de todas las especies de *Trichoderma sp*, y el mejor mecanismo de control biológico de distintas enfermedades fúngicas. En el proceso de destrucción de los patógenos por el hongo, intervienen una gran cantidad de enzimas que son capaces de segregar sustancias antibióticas. El mecanismo de “competencia” que posee *Trichoderma sp* se considera esencial para la prevención de enfermedades, pues la zona colonizada no podrá ser ocupada por ningún patógeno. (Campoquímica S.A.S.)

2.2.4 Enraizante

Es una fórmula sólida, altamente soluble para aplicación foliar, al suelo en forma de drench o por fertirriego, desarrollada primordialmente para proveer de nutrientes y estimular el crecimiento de raíces ya sea en cultivos de trasplante o de siembra directa. La acción conjunta de su balance N-P-K-Mg-S y su complejo hormonal (auxinas) constituyen un suplemento adecuado a los principales requerimientos nutricionales de plantas jóvenes, lográndose un mejor brote de raíces y un crecimiento más rápido y vigoroso

Tabla 4 Característica raizal

Elemento	%
Nitrógeno Total (N)	9.00
Nitrógeno Amoniacal (N)	7.00
Nitrógeno Nítrico (N)	2.00
Fosforo Soluble en Agua (P ₂ O ₅)	45.00
Potacio Soluble en Agua (K ₂ O)	11.00
Magnesio Soluble en Agua (MgO)	1.00
Azufre soluble en agua (S)	0.80

Características

Tipo de producto	Fertilizante para aplicación foliar
pH en solución al 10%	4.78
Solubilidad a 20 C	400g/100ml
Apariencia	polvo soluble
Presentaciones	1K 10K

Nota: Tomado de ficha técnica raizal 400.

Beneficios

La aplicación de RAIZAL 400 estimula un rápido crecimiento de raíces provenientes de trasplantes o de siembra directa, logrando una mejor emisión de raíces y un crecimiento de la planta más rápido y vigoroso.

2.2.16.8 Recomendaciones de uso

Papa.

1,0 – 2,0 Kilos/ha

Aplicar en mezcla preferiblemente con K-Tionic al momento de la germinación del cultivo y repetir la aplicación 10 a 12 días después.

Compatibilidad y fitotoxicidad

RAIZAL 400 es compatible con la mayoría de los productos agroquímicos de uso común, sin embargo, es conveniente realizar una prueba rápida de compatibilidad antes de mezclar. Este producto no es fitotóxico cuando es aplicado de acuerdo a las instrucciones de uso. (Arysta LifeScience, 2014)

2.2.5 Azoxystrobin

Características

es un fungicida sistémico, cuyo ingrediente activo es el azoxystrobin perteneciente al grupo químico de las Estrobilurinas. Es un fungicida con propiedades preventivas y curativas, para el control de hongos patógenos que atacan a los cultivos enlistados en esta etiqueta.

Ingrediente Activo

Fungicida sistémico con actividad traslaminar, efecto preventivo y curativo y traslocación acrópeta lenta pero con distribución uniforme por toda la hoja. Tiene una buena actividad fungicida contra ascomicetos, basidiomicetos, deuteromicetos y oomicetos. Es un fuerte inhibidor de la germinación de esporas y, además, impide el crecimiento micelial y muestra una notable actividad antiesporulante. Los derivados del ácido β -metoxiacrílico, como las estrobilurinas A y B, oudemansina A y mixotiazol, impiden la respiración mitocondrial. Actúa sobre la cadena de transferencia de electrones entre los citocromos *b_c* 1 bloqueando y frenando la síntesis de ATP. Diversos estudios han demostrado que estos productos se enlazan en un determinado punto en los citocromos *b*. Ningún fungicida de uso corriente posee esta propiedad que elimina resistencias cruzadas entre los β -metoxiacrilatos y otras clases de fungicidas. Controla cepas de hongos patógenos resistentes a los inhibidores de la 14-desmetilasa como bencimidazoles, dicarboximidias y fenilamidias.

La estrobilurina ICIA 5504 sintetizada y seleccionada por ICI Agrochemicals en 1992, no es fitotóxica excepto una dosis alta para unos pocos cultivos de manzano Cox, Gala y McIntosh ni presenta ninguna incidencia sobre las características de los vinos y aguardientes.

En el agua, en oscuridad, es estable, pero se fotodegrada con la luz con una vida media de 11-17 días. Se degrada rápidamente por los microorganismos en el suelo con una vida media de 3 a 39 días y se fotodegrada, también en el suelo, con una vida media de 11 días. Los metabolitos resultantes sufren una degradación rápida y se transforman en CO₂. Su potencial de lixiviación es de medio a bajo. No es volátil. Es moderadamente persistente en el suelo, vida media 72-164 días. (Portal Tecnoagropecuaria, s.f.)

2.2.6 Fluazinam

Inhibe la respiración y la producción de energía dentro del hongo reduciendo la germinación de las esporas. Además, inhibe los procesos infecciosos tales como: Germinación de esporas, formación de apresorios, penetración y crecimiento de hifas.

posee un mecanismo de acción único (Desacoplador Fosforilación Oxidativa) que lo hace un fungicida ideal para el control de Botrytis y una herramienta útil en los manejos de resistencia.

Nombre Químico: (IUPAC)* 3-chloro-N-(3-chloro-5-trifluoromethyl-2-pyridyl)- α,α,α -trifluoro-2,6- dinitro-p-toluidine.

Es un fungicida de acción multisitio y de amplio espectro, formulado para el control de las enfermedades más importantes en varios cultivos. Inhibe procesos infecciosos tales como; germinación de esporas, formación de apresorios, penetración y crecimiento de hifas y esporulación de los hongos. (Syngenta, 2019)

III. METODOLOGÍA

3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO

3.1.1. Enfoque

La presente investigación es de carácter cuantitativo ya que los datos tomados fueron de medición numérica lo cual permitió realizar el análisis estadístico para aprobar o rechazar la hipótesis propuesta.

3.1.2. Tipo de Investigación

3.1.2.1 Experimental:

La investigación se implantó en la parroquia Santa Marta de Cuba, en la comunidad Chumban Alto, ubicada aproximadamente a 7 kilómetros de la parroquia Santa Marta de Cuba, la cual está ubicada en el cantón Tulcán, provincia del Carchi. La altitud es de: 3200 msnm y las coordenadas UTM son: 0°39'46.5"N 77°45'20.0"W. La temperatura promedio es de 9.8°C, la humedad relativa es de 88%, la precipitación anual es de 980 a 1400 mm aproximadamente. Los suelos generalmente son Franco arcillosos, con una fertilidad muy alta, con una capa arable profunda y con partes de pendiente (GAD Parroquial Sta. Marta Cuba, 2015).

3.2. HIPÓTESIS

Ho: El uso de alternativas químicas y/o biológicas no controla el ataque de *Spongospora subterraena f.sp. subterranea* en cultivo de papa de la provincia del Carchi, parroquia Santa Marta de Cuba.

H1: El uso de alternativas químicas y/o biológicas si controla el ataque de *Spongospora subterraena f.sp. subterranea* en cultivo de papa de la provincia del Carchi, parroquia Santa Marta de Cuba.

3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

3.3.1 Variable dependiente

Spongospora subterranea sp. suterranea en el cultivo de papa (*Solanum Tuberosum*)

3.3.2 Variable independiente

Aplicación de Azoxystrobin, Fluazinam, *Trichoderma* sp. y enraizante.

Tabla 5 Operacionalización de variables para los experimentos Azoxystrobin, Fluazinam, Trichoderma sp. y enraizante para el manejo de Spongospora subterránea en el cultivo de papa.

VARIABLES	DIMENSIÓN	INDICADORES	TÉCNICAS	INSTRUMENTOS
Variable Independiente Aplicación de Azoxystrobin, Fluazinam, Trichoderma sp. y enraizante.	El efecto de estos tratamientos: Azoxystrobin, Fluazinam, Trichoderma sp. y enraizante para el manejo de Spongospora sp en el cultivo de papa. Factor 2: Cuatro estrategias de manejo para esta enfermedad, cada una con diferente modo de acción para disminuir severidad e incidencia en el cultivo de papa: Azoxystrobin, Fluazinam, Trichoderma sp. y enraizante.	Se aplicó Azoxystrobin, Fluazinam, Trichoderma sp. y enraizante en dosis recomendadas por la casa comercial. Azoxystrobin se aplicó 5cc por tratamiento. Fluazinam se aplicó 5cc por tratamiento. Trichoderma sp. se aplicó 15g. por tratamiento. Enraizante se aplicó 25.6g por tratamiento. Los agroquímicos se aplicaron en tres etapas del cultivo: en la siembra, deshierba y aporque.	Aplicación utilizando una bomba de mochila, en la siembra, retape y deshierba respectivamente, con un total de tres aplicaciones durante el ciclo de cultivo. La aplicación de los tratamientos se realizó de acuerdo a investigaciones pasadas del Iniap, realizando trabajo conjunto con casas comerciales y productores.	Dosificador de plástico, bomba de mochila. Dosificador plástico, bomba de mochila, investigación INIAP.
Variable Dependiente Manejo de tratamientos y rendimiento en el cultivo de papa.	Emergencia de plantas. Altura de planta.	Conteo de plántulas emergidas. Altura de planta en centímetros.	A los 20 días después de la siembra se contarán el número de plantas emergidas en relación al número de plantas sembradas, se expresará el valor en porcentaje. Se midió a partir de los 30 días después de la siembra, mediante el uso de un flexómetro. La medición se realizó a partir de la base del tallo hasta el ápice de la planta. Los datos se obtuvieron a	Libreta de campo, esfero. Observación, análisis investigativo. Flexómetro, libreta de campo y lápiz.

				los 30, 45, 67, y 90 días después de la siembra.	Observación y análisis investigativo.
Número de tallos		Conteo de tallos.		Se contabilizo el número de tallos principales en las plantas de cada unidad experimental a los 30, 45, 67 y 90 dds. Y se realizó un promedio.	Conteo de tallos principales, toma de datos, libreta de campo y lápiz.
Incidencia en raíz y tubérculos.		Daño que ocasiona la enfermedad en raíz y tubérculos.		En raíz: Al momento de la cosecha se descalzarán todas las plantas de la parcela neta, se registrará presencia o no de nodulaciones en las raíces y la incidencia se determinará mediante la fórmula. En tubérculos: Se determinará la incidencia con la aplicación de la formula.	Libreta de campo, lápiz, azadón. Observación y análisis investigativo, formula.
Severidad en raíz y tubérculos.		Daño que ocasiona la enfermedad en raíz y tubérculos.		En raíz: Al momento de la cosecha se descalzarán todas las plantas de la parcela neta, se registrará presencia o no de agallas en las raíces y la severidad se determinará mediante la escala. En tubérculos: Se determinará la severidad por presencia o ausencia de lesiones la severidad se determinará mediante la <u>escala.</u>	Libreta de campo y lápiz, azadón. Observación y análisis investigativo, escala.

Rendimiento total.	Determina kg/ha	El rendimiento se categorizara por los tratamientos del mayor al menor, se realizara un análisis de varianza y prueba de tukey al 5%.	Libreta de campo, lápiz y herramienta informática (Microsoft Excel, statistix), herramientas de campo. Análisis investigativo.
Análisis económico de los tratamientos.	Relación costo/beneficio.	Se realizará de acuerdo al presupuesto parcial (CIMMYT, 1988), para lo cual se registrará costo de Azoxytrobin, Fluazinam, <i>Trichoderma</i> sp y Enraizador.	Herramienta informática (Microsoft Excel).

3.4. MÉTODOS UTILIZADOS

3.4.1 Análisis Estadístico

Se implementó un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones, con el correspondiente análisis de varianza (ANOVA), y la prueba de comparación de medias de Tukey al 5% para determinar diferencias entre tratamientos, además se aplicó el análisis de varianza de diseño factorial para establecer diferencias entre la interacción de severidad por tratamiento en el cultivo de papa (*Solanum Tuberosum*).

Tabla 6 Esquema del análisis de varianza

Fuente de Variación.	Grados de Libertad.
Total	31
Tratamiento	7
Bloques	3
Error	21
Media	
C.V. (%)	

Tabla 7 Esquema del análisis de varianza de diseño factorial para la variable severidad en raíz.

Fuente de Variación.	Grados de Libertad.
Total	127
Tratamiento	7
Severidad	3
Sev*Trat	21
Error	96
C.V. (%)	

Tabla 8 Esquema del análisis de varianza de diseño factorial para la variable severidad en tubérculos.

Fuente de Variación.	Grados de Libertad.
Total	95
Tratamiento	7
Severidad	2
Sev*Trat	14
Error	72
C.V. (%)	

3.4.1.1 Tratamientos

Tabla 9 Tratamientos y tiempos de aplicaciones en el cultivo de papa (*Solanum Tuberosum*)

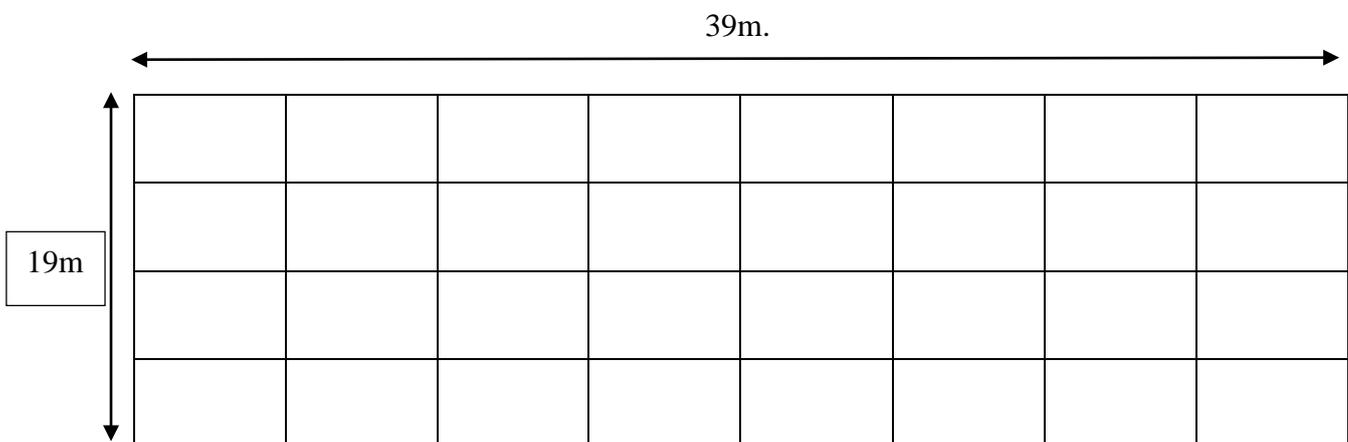
Tratamientos	Descripción
T1	Azoxytrobin (siembra). Azoxytrobin (retape-follaje). Azoxytrobin (deshierba-follaje)
T2	Fluazinam (siembra). Fluazinam (retape- follaje). Fluazinam (deshierba- follaje)
T3	<i>Trichoderma sp</i> (siembra). <i>Trichoderma sp</i> (retape-suelo). <i>Trichoderma sp.</i> (deshierba-suelo)
T4	Enraizador (siembra). Enraizador (retape- pie de planta- follaje). Enraizador (deshierba -pie de planta- follaje).
T5	Azoxytrobin+ Enraizador (siembra). Azoxytrobin+ Enraizador (retape- pie de planta- follaje). Azoxytrobin+ Enraizador (deshierba-pie de planta -follaje).
T6	Fluazinam+ Enraizador (siembra). Fluazinam+ Enraizador (retape- pie de planta- follaje). Fluazinam+Enraizador (deshierba- pie de planta- follaje)
T7	<i>Trichoderma sp+</i> Enraizador (siembra). <i>Trichoderma sp+</i> Enraizador (retape-pie de planta-follaje). <i>Trichoderma sp.+</i> Enraizante (deshierba-pie de planta- follaje)
T8	Testigo absoluto- control de insectos.

Características del experimento

Tabla 10 Características de las unidades experimentales

Diseño en parcelas divididas	Dimensión
Área total del experimento	741 m ²
Área neta del experimento (sin caminos)	512 m ²
Número de unidades experimentales	32
Unidad experimental	16 m ²
Parcela neta	16 m ²
Distancia entre unidades experimentales	1 m
Distancia entre surcos	0.80 m
Distancia entre plantas	0.40 m
Sitios de siembra por área total del experimento	1600
Sitios de siembra por unidad experimental	50

Figura 5 Características del ensayo



3.4.1.3 Distribución de las unidades experimentales

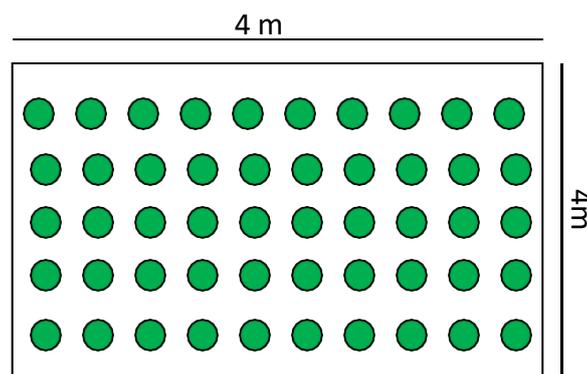
Tabla 11 Distribución de las parcelas para los experimentos.

T6R1	T7R1	T1R1	T4R1	T5R1	T2R1	T8R1	T3R1
T2R2	T8R2	T4R2	T6R2	T3R2	T7R2	T1R2	T5R2
T7R3	T5R3	T3R3	T1R3	T8R3	T4R3	T2R3	T6R3
T8R4	T3R4	T6R4	T4R4	T2R4	T5R4	T1R4	T7R4

3.4.1.4 Población y Muestra.

La población total de esta investigación estuvo representada por 1600 sitios de siembra, cada unidad experimental tenía un área de 16 m^2 , donde se tomó las muestras para el experimento de toda la unidad experimental, como se observa en la figura 3.

Figura 6 Diseño de la unidad experimental en el campo.



3.4.1.5 Variables de respuesta

Emergencia. - A los 20 días después de la siembra se contarán el número de plantas emergidas en relación al número de plantas sembradas, se realizara el análisis de varianza y el valor se expresará en porcentaje (Cuesta, 2008).

Altura de planta. - A los 30,45,67 y 90 días después de la siembra se tomará las medidas en centímetros de las plantas de cada parcela sacando un promedio por unidad experimental. Se realizará el análisis de varianza y la prueba de tukey al 5 %.

Numero de tallos. - A los 30,45,67 y 90 días después de la siembra se contará los tallos principales de las plantas de cada parcela sacando un promedio por cada unidad experimental. Se realizará el análisis de varianza y la prueba de tukey al 5 %.

Incidencia en raíz. - Al momento de la cosecha se descalzarán todas las plantas de la parcela neta, se registrará presencia o no de nodulaciones en las raíces (Foto 1) y la incidencia se determinará mediante la siguiente fórmula (Restrepo, Jaramillo, & Costes, Efecto de dos microorganismos y un consorcio de micorrizas en combinación con viruta de pino sobre el control de sarna povosa (*Spongospora subterranea*) en papa., 2009):

$$\text{Incidencia en raíces} = \frac{\text{Número de plantas por parcela que presentan síntomas (nódulos) en raíz}}{\text{Número total de plantas por parcela neta}}$$



Figura 7 Raíz afectado por *Spongospora sp*

Incidencia en tubérculos. - En los tubérculos de las plantas que presentaron síntomas en raíces se determinará la incidencia por la siguiente fórmula (Restrepo, Jaramillo, & Costes, Efecto de

dos microorganismos y un consorcio de micorrizas en combinación con viruta de pino sobre el control de sarna povosa (*Spongospora subterranea*) en papa., 2009):

Incidencia en tubérculos = $\frac{\text{Número de tubérculos por planta que presentaron síntomas}}{\text{Número total de tubérculos por planta}}$

En cada tubérculo visualmente se determinará presencia o ausencia de *Spongospora subterraneum*; para lo cual se considerará ataque de *Spongospora subterraneum* los tubérculos que presenten lesiones o pústulas como se presentan en la fotografía 2:

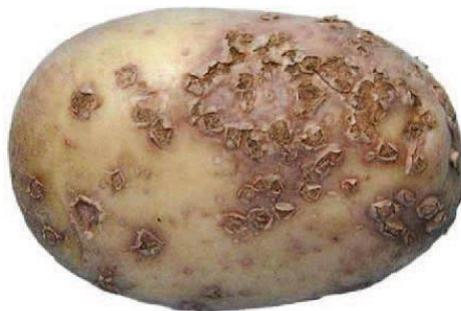


Figura 8 Tubérculo afectado por *Spongospora sp.*

Severidad en la raíz: Al momento de la cosecha se descalzarán todas las plantas de la parcela, se registrará presencia o no de agallas en las raíces (Foto 3) y la severidad se determinará mediante la siguiente escala (Restrepo, Jaramillo, & Costes, Efecto de dos microorganismos y un consorcio de micorrizas en combinación con viruta de pino sobre el control de sarna povosa (*Spongospora subterranea*) en papa., 2009). Se realizará el análisis de varianza de diseño factorial con la interacción de severidad por tratamiento.

La escala a utilizar se categorizará como 0 cuando la planta está totalmente sana; 1 cuando la planta tenga un porcentaje de daño de 1- 10%; 2 cuando tenga un porcentaje de daño 11-25%; 3 cuando tenga un porcentaje de daño de 26-50%; 4 cuando tenga un porcentaje de daño de 51-75%; y finalmente se asignará el valor de 5 cuando haya más del 75% de la raíz dañada.

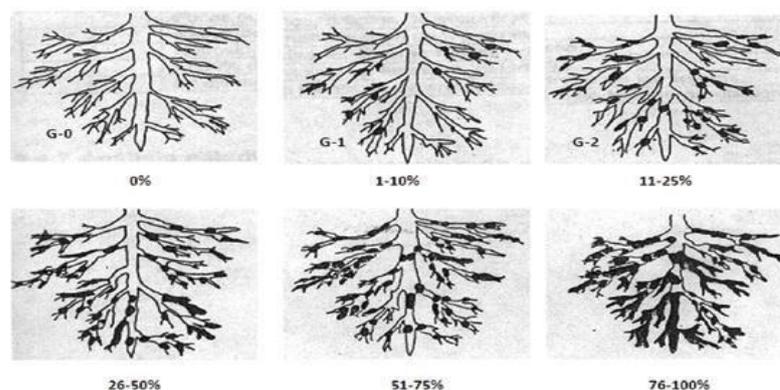


Figura 9 Escala de severidad en raíz en el cultivo de papa.

Severidad en tubérculos:

Se determinará la severidad por el peso de los tubérculos de cada unidad experimental organizándolos en cada una de las escalas de severidad correspondientes a la afectación del mismo. (Restrepo, Jaramillo, & Costes, Efecto de dos microorganismos y un consorcio de micorrizas en combinación con viruta de pino sobre el control de sarna povosa (*Spongospora subterranea*) en papa., 2009). y la severidad se determinará mediante la siguiente escala. Se realizará el análisis de varianza de diseño factorial con la interacción de severidad por tratamiento.

La escala a utilizar se categorizará como 0 cuando el tubérculo tenga < 10% de lesiones; 1 cuando el tubérculo tenga un porcentaje de lesiones de 10- 24 %; 2 cuando tenga un porcentaje de daño 25-50%; y finalmente se asignará el valor de 3 cuando tenga un porcentaje de daño > 50.

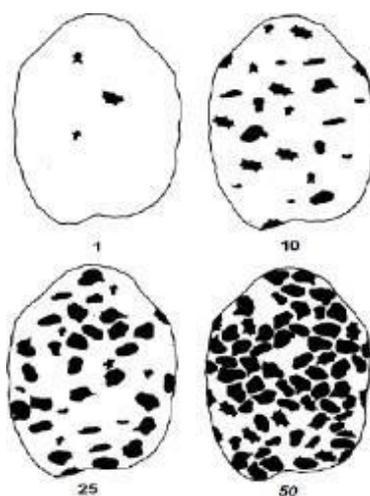


Figura 10. Porcentaje de severidad en tubérculos

En cada tubérculo, visualmente se determinará presencia o ausencia de *Spongospora subterraneum*; para lo cual se considerará ataque de *Spongospora subterraneum* los tubérculos que presenten lesiones o pústulas como se presentan en la figura 8.

Rendimiento total. -Se realizará la cosecha de cada tratamiento. Se efectuará el análisis de varianza con la prueba de Tukey al 5%, dándonos una categorización de los tratamientos del mayor al menor. El resultado se expresará en t/ha (Cuesta, 2008).

Análisis Económico.- Se realizará de acuerdo al presupuesto parcial (CIMMYT, 1988), para lo cual se registrará costo de Azoxystrobin, Fluazinam, *Trichoderma* sp y Enraizador.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS

4.1.2 Emergencia de planta en el cultivo de papa (*Solanum Tuberosum*)

La tabla ANOVA indica que para la variable emergencia de planta a los 20 días después de la siembra no existieron diferencias estadísticas significativas. El coeficiente de variación se muestra aceptable con un valor de 9.48%. Según la media aritmética el porcentaje de emergencia de plantas fue de 84.313 %.

Tabla 12 Análisis de Varianza para la variable emergencia de planta (%), en el cultivo de papa.

20dds		
F.V.	G.L.	p-valor
Total	31	
Tratamiento	7	0.5282ns
Bloques	3	0.0521ns
Error	21	
Media		84.313
(Porcentaje)		
C.V. (%)		9.48

Nota: FV: Fuente de Variación; GL: Grados de libertad; p-valor: Grado de significancia; *Significativo; ns: no significativo; C.V: Coeficiente de Variación; dds: días después de la siembra.

4.1.3 Altura de planta en el cultivo de papa (*Solanum Tuberosum*)

La tabla ANOVA para la variable altura de planta en el cultivo de papa, demuestra que no hay diferencias estadísticas significativas entre tratamientos en las diferentes evaluaciones, excepto a los 45 días después de la siembra que se observa diferencias estadísticas significativas entre tratamientos a un nivel del 1%. El valor máximo del coeficiente de variación registrado en el experimento se da a los 67 días después de la siembra con un valor de 17.55%. Según la media aritmética del experimento es evidenciable que en el día 30 se registró una altura de 3.5578 cm mientras que en el día 90dds tiene una altura de 31.688cm, dando como resultado un crecimiento progresivo de la planta, conforme se desarrolla el cultivo.

Tabla 13 Análisis de Varianza para la variable altura de planta en el cultivo de papa (*Solanum Tuberosum*)

		30dds	45dds	67dds	90dds
F.V.	G.L.	p-valor	p-valor	p-valor	p-valor
Total	31				
Tratamiento	7	0.2843ns	0.0001**	0.1609ns	0.1511ns
Bloques	3	0.5753	0.0749	0.3633	0.2415
Error	21				
Media (cm)		3.5578	13.396	25.872	31.688
C.V. (%)		10.26	4.30	17.55	15.49

Nota: FV: Fuente de Variación; GL: Grados de libertad; p-valor: Grado de significancia; *Significativo; ns: no significativo; C.V: Coeficiente de Variación; dds: días después de la siembra.

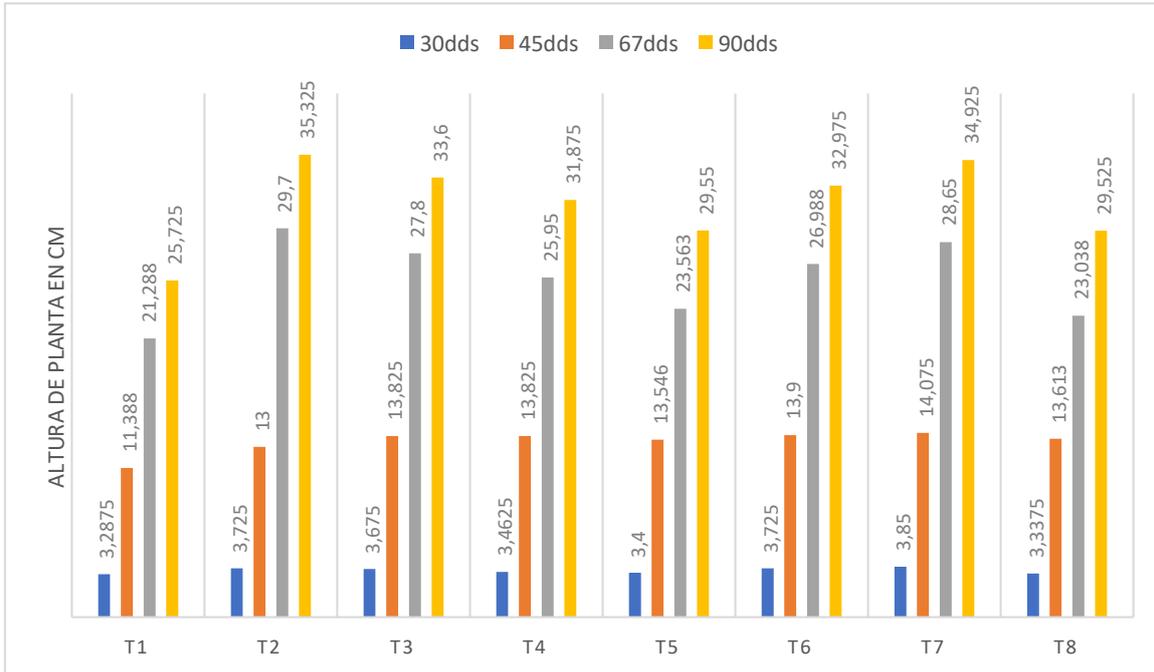
Se realizó una prueba de comparación de Tukey al 5%, como se observa en la siguiente tabla a los 30, 45, 67 y 90 días, los tratamientos que tuvieron mayor crecimiento de planta desde la primera aplicación fueron T7 (*Trichoderma sp+* Enraizador) y T2 (Fluazinam), con una altura promedio en el día 90 dds de 34.925 cm y 35.325 cm respectivamente. Estos tratamientos se mantuvieron líderes a lo largo de las 4 evaluaciones, por lo que el tratamiento T7 Y T2 fueron los que tuvieron el mejor comportamiento en la variable altura de planta. Por otra parte los tratamientos que destacaron menos fueron el T1 (Azoxystrobin) y T8 (Testigo absoluto), con un promedio de 25.725 cm y 29.525 cm respectivamente, ya que se encontraron en el grupo B de la prueba de Tukey a los 45dds.

Tabla 14 Prueba de Tukey para la variable altura de planta en el cultivo de papa (*Solanum Tuberosum*)

Trat	30dds		45dds		67dds		90dds				
	Media cm	G.H.	Trat	Media cm	G.H.	Trat	Media cm	G.H.			
T7:TH+ E.	3.8500	A	T7:TH+E	14.075	A	T2:FZ	29.700	A	T2:F Z	35.325	A
T6:FZ+E	3.7250	A	T6:FZ+E	13.900	A	T7:TH+E	28.650	A	T7:T H+E.	34.925	A
T2:FZ	3.7250	A	T3:TH	13.825	A	T3:TH	27.800	A	T3:T H	33.600	A
T3:TH	3.6750	A	T4:E.	13.825	A	T6:FZ+E.	26.988	A	T6:F Z+E.	32.975	A
T4:E.	3.4625	A	T8:TEST IGO	13.613	A	T4:E.	25.950	A	T4:E.	31.875	A
T5:AX+ E.	3.4000	A	T5:AX+E	13.546	A	T5:AX+E	23.563	A	T5:A X+E.	29.550	A
T8:TEST IGO	3.3375	A	T2:FZ	13.000	A	T8:TEST IGO	23.038	A	T8:T ESTI GO	29.525	A
T1:AX.	3.2875	A	T1:AX.	11.388	B	T1:AX.	21.288	A	T1:A X.	25.725	A

Nota: Trat: Tratamiento; GH: Grupos homogéneos; T1: Azoxystrobin; T2: Fluazinam; T3: *Trichoderma sp*; T4: Enraizador; T5: Azoxystrobin+ Enraizador; T6: Fluazinam+ Enraizador; T7: *Trichoderma sp*+ Enraizador; T8: Testigo absoluto- control de insectos.

Figura 15 Altura de planta en el cultivo de papa (*Solanum Tuberosum*).



Nota: T1: Azoxystrobin; T2: Fluazinam; T3: *Trichoderma sp*; T4: Enraizador; T5: Azoxystrobin+ Enraizador; T6: Fluazinam+ Enraizador; T7: *Trichoderma sp*+ Enraizador; T8: Testigo absoluto- control de insectos, dds: Días después de la siembra.

En esta grafica de barras se puede observar que los tratamientos T7 (*Trichoderma sp*+ Enraizador) y T2 (Fluazinam) se mantuvieron líderes en la variable “altura de planta” a los 30, 45, 67 y 90 días después de la siembra, también es apreciable el tratamiento T1 (Asoxystrobin), está por debajo del testigo absoluto.

4.1.4 Tallos principales en el cultivo de papa (*Solanum Tuberosum*)

La tabla ANOVA para la variable tallos principales en el cultivo de papa, demuestra que no hay diferencias estadísticas significativas entre tratamientos en las diferentes evaluaciones. El valor máximo del coeficiente de variación registrado en el experimento se da a los 90 días después de la siembra con un valor de 20.50%. Según la media aritmética del experimento es evidenciable que en el día 30dds se registró 1.3844 tallos principales por planta mientras que en el día 90dds se registró 4.0187 tallos principales por planta, dando como resultado un crecimiento progresivo de tallos en la planta, conforme se desarrolla el cultivo.

Tabla 16 Análisis de Varianza para la variable tallos principales en el cultivo de papa (*Solanum Tuberosum*)

		30dds	45dds	67dds	90dds
F.V.	G.L.	p-valor	p-valor	p-valor	p-valor
Total	31				
Tratamiento	7	0.3680ns	0.4286ns	0.6271ns	0.3507ns
Bloques	3	0.1321	0.1459	0.1300	0.1348
Error	21				
Media		1.3844	3.3219	3.6313	4.0187
(Tallos por planta)					
C.V. (%)		19.74	17.66	19.06	20.50

Nota: FV: Fuente de Variación; GL: Grados de libertad; p-valor: Grado de significancia; *Significativo; ns: no significativo; C.V: Coeficiente de Variación; dds: días después de la siembra.

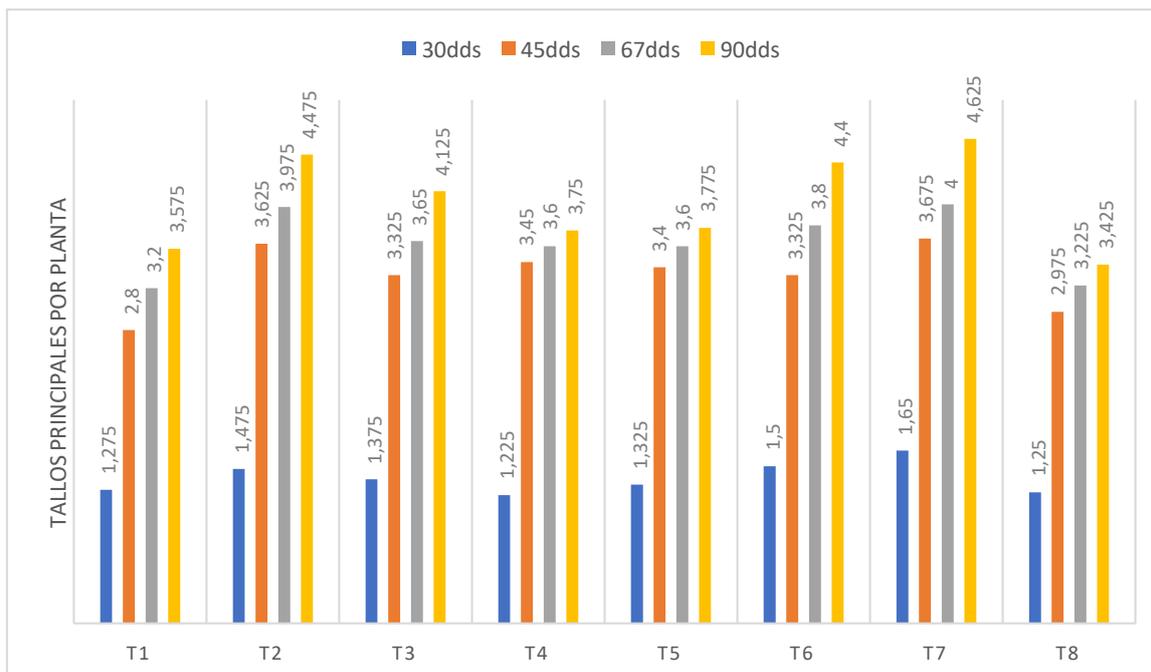
Se realizó una prueba de comparación de Tukey al 5%, como se observa en la siguiente tabla a los 30, 45, 67 y 90 días después de la siembra, los tratamientos que tuvieron mayor número de tallos principales desde la primera aplicación fueron T7 (*Trichoderma sp+* Enraizador) y T2 (Fluazinam), con un promedio de 4.4750 tallos principales por planta en el día 90 dds. Estos tratamientos se mantuvieron líderes a lo largo de las 4 evaluaciones, por lo que los tratamientos T7 Y T2 fueron los que tuvieron un mejor comportamiento en la variable “tallos principales”. Por otra parte los tratamientos que se destacaron menos fueron T1 (Azoxytrobin) y T8 (Testigo absoluto), con un promedio de 3.5750 tallos principales por planta y 3.4250 tallos principales por planta respectivamente en el día 90dds.

Tabla 17 Tallos principales en el cultivo de papa (*Solanum Tuberosum*)

30dds			45dds			67dds			90dds		
Trat	Media	G.H.	Trat	Media	G.H.	Trat	Media	G.H.	Trat	Media	G.H.
	t/pl.			t/pl.			t/pl.			t/pl.	
7:TH+E.	1.6500	A	7:TH+E.	3.6750	A	7:TH+E.	4.0000	A	7:TH	4.6250	A
									+E.		
6:FZ+E.	1.5000	A	2:FZ	3.6250	A	2:FZ	3.9750	A	2:FZ	4.4750	A
2:FZ	1.4750	A	4:E.	3.4500	A	6:FZ+E.	3.8000	A	6:FZ	4.4000	A
									+E.		
3:TH	1.3750	A	5:AX+E.	3.4000	A	3:TH	3.6500	A	3:TH	4.1250	A
5:AX+E.	1.3250	A	6:FZ+E.	3.3250	A	4:E.	3.6000	A	5:AX	3.7750	A
									+E.		
1:AX.	1.2750	A	3:TH	3.3250	A	5:AX+E.	3.6000	A	4:E.	3.7500	A
8:TESTI	1.2500	A	8:TESTI	2.9750	A	8:TESTI	3.2250	A	1:AX	3.5750	A
GO			GO			GO					
4:E.	1.2250	A	1:AX.	2.8000	A	1:AX.	3.2000	A	8:TE	3.4250	A
									STIG		
									O		

Nota: Trat: Tratamiento; GH: Grupos homogéneos; t/pl.: tallos por planta T1: Azoxystrobin; T2: Fluazinam; T3: *Trichoderma sp*; T4: Enraizador; T5: Azoxystrobin+ Enraizador; T6: Fluazinam+ Enraizador; T7: *Trichoderma sp*+ Enraizador; T8: Testigo absoluto- control de insectos.

Figura 18 N° de tallos principales en el cultivo de papa (*Solanum Tuberosum*)



Nota: T1: Azoxytrobin; T2: Fluazinam; T3: *Trichoderma sp*; T4: Enraizador; T5: Azoxytrobin+ Enraizador; T6: Fluazinam+ Enraizador; T7: *Trichoderma sp*+ Enraizador; T8: Testigo absoluto- control de insectos, dds: Días después de la siembra.

En esta gráfica de barras se puede observar que el tratamiento T7 (*Trichoderma sp*+ Enraizador) se mantiene líder en la variable “número de tallos” a los 30, 45, 67 y 90 días después de la siembra, y también se aprecia que el tratamiento que menor número de tallos tuvo fue T1 (Asoxystrobin), que apenas se destaca del testigo absoluto.

4.1.5 Incidencia en raíz, en el cultivo de papa (*Solanum Tuberosum*)

Al momento de la cosecha se evaluaron todas las plantas de cada tratamiento y se registró la presencia o ausencia de agallas en la raíz. Se observó que todas las plantas del experimento en la parte radicular se vieron afectadas por agallas en la raíz, dando una incidencia del patógeno en la raíz de 100%.

4.1.6 Incidencia en tubérculos, en el cultivo de papa (*Solanum Tuberosum*)

Al momento de la cosecha se evaluaron todas las plantas de cada tratamiento y se registró la presencia o ausencia de lesiones o pústulas en los tubérculos. Se observó que todos los tubérculos del experimento se vieron afectados por lesiones o pústulas en la epidermis, dando una incidencia del patógeno en los tubérculos de 100%.

4.1.7 Severidad en la raíz, en el cultivo de papa (*Solanum Tuberosum*)

La tabla ANOVA para la variable severidad en la raíz en el cultivo de papa, demuestra que existen diferencias estadísticas significativas entre la interacción de severidad por tratamiento. El valor del coeficiente de variación registrado es de 32.08%.

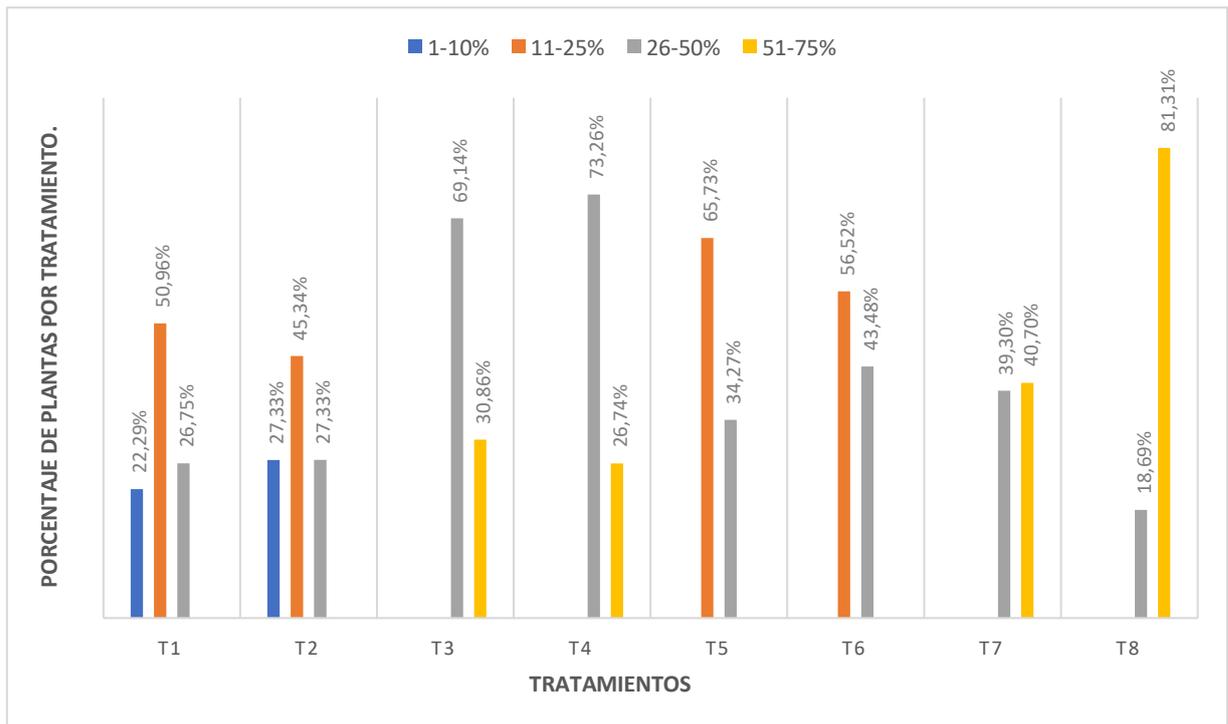
Tabla 19 Análisis de Varianza Factorial para la variable severidad en raíz, en el cultivo de papa (*Solanum Tuberosum*)

F.V.	G.L.	p-valor
Total	127	
Tratamiento	7	0.0043**
Severidad	3	0.0000**
Sev*Trat	21	0.0000**
Error	96	
C.V. (%)		32.08

Nota: FV: Fuente de Variación; GL: Grados de libertad; p-valor: Grado de significancia; *Significativo; ns: no significativo; C.V: Coeficiente de Variación; Sev*Trat: Severidad por tratamiento.

Como se observa en el siguiente gráfico de barras, los tratamientos más afectados por el patógeno fueron: T8 (Testigo) con un promedio de 81.31% de plantas que se ubican en la escala de severidad de 51-75%, seguido de T7 (*Trichoderma sp*+ Enraizador) con un promedio de 40.70% de plantas que se ubican en la escala de severidad de 51-75% y T3 (*Trichoderma sp*) con un promedio de 30.86% de plantas que se ubican en la escala de severidad de 51-75%. Sin embargo, existieron tratamientos que se mantuvieron líderes los cuales son: T2 (Fluazinam) con un promedio de 27.33% de plantas que se ubican en la escala de severidad de 1-10%, seguido de T1 (Asoxystrobin) con un promedio de 22.29% de plantas que se ubican en la escala de severidad de 1-10%. Estos tratamientos fueron los que presentaron el mejor comportamiento, ya que tuvieron el menor porcentaje de severidad en la zona radicular.

Figura 20 Severidad en raíz, en el cultivo de papa (*Solanum Tuberosum*)



Nota: T1: Azoxytrobin; T2: Fluazinam; T3: *Trichoderma sp*; T4: Enraizador; T5: Azoxytrobin+ Enraizador; T6: Fluazinam+ Enraizador; T7: *Trichoderma sp*+ Enraizador; T8: Testigo absoluto- control de insectos; Rangos de severidad: 1-10%, 11-25%, 26-50%, 51-75%.

4.1.8 Severidad en Tubérculos (epidermis), en el cultivo de papa (*Solanum Tuberosum*)

La tabla ANOVA para la variable severidad en tubérculos en el cultivo de papa, demuestra que existen diferencias estadísticas significativas entre la interacción de severidad por tratamiento. El valor del coeficiente de variación registrado es de 63.74%.

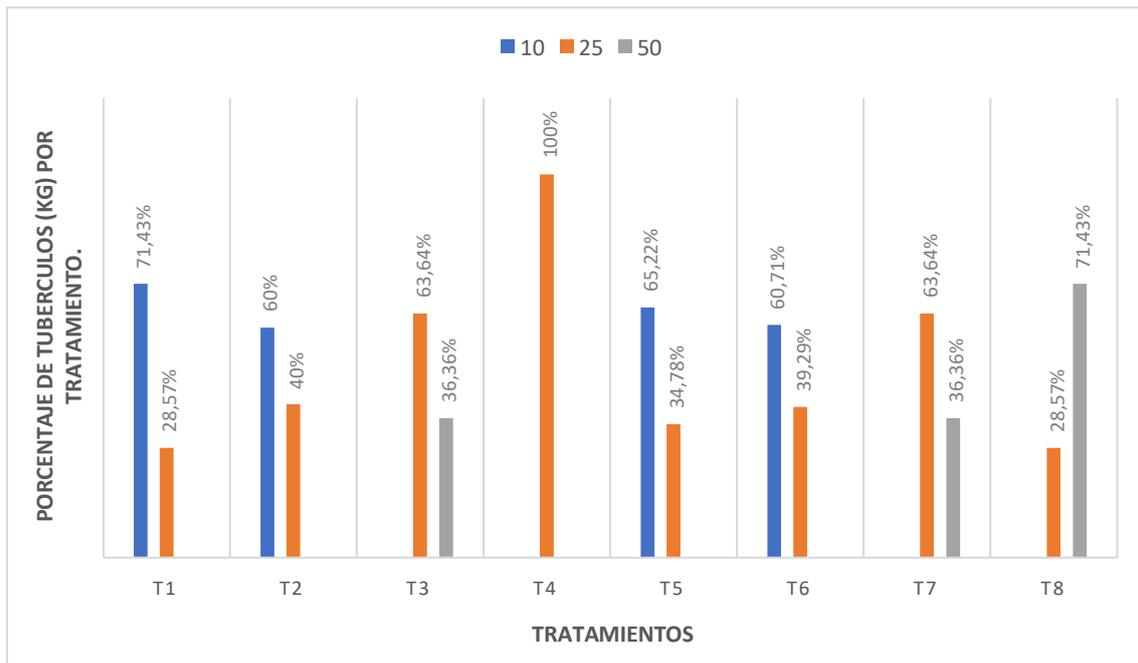
Tabla 21 Análisis de Varianza Factorial para la variable severidad en tubérculos, en el cultivo de papa (*Solanum Tuberosum*)

F.V.	G.L.	p-valor
Total	95	
Tratamiento	7	0.0000**
Severidad	2	0.0000**
Sev*Trat	14	0.0000**
Error	72	
C.V. (%)		63.74

Nota: FV: Fuente de Variación; GL: Grados de libertad; p-valor: Grado de significancia; *Significativo; ns: no significativo; C.V: Coeficiente de Variación; Sev*Trat: Severidad por tratamiento.

Como se observa en el siguiente gráfico de barras, los tratamientos más afectados por el patógeno fueron: T8 (Testigo) con un promedio de 71.43% de tubérculos que se ubican en la escala de severidad de 50, seguido de T7 (*Trichoderma sp*+ Enraizador) con un promedio de 36.36% de tubérculos que se ubican en la escala de severidad de 50 y T3 (*Trichoderma sp*) con un promedio de 36.36% de tubérculos que se ubican en la escala de severidad de 50. Sin embargo, existieron tratamientos que se mantuvieron líderes los cuales son: T1 (Azoxytrobin) con un promedio de 71.43% de tubérculos que se ubican en la escala de severidad de 10, seguido de T5 (Azoxytrobin+ Enraizador) con un promedio de 65.22% de tubérculos que se ubican en la escala de severidad de 10, continuamente T6 (Fluazinam+ Enraizador) con un promedio de 60.71% de tubérculos que se ubican en la escala de severidad de 10 y T2 (Fluazinam) con un promedio de 60% de tubérculos que se ubican en la escala de severidad de 10. Estos tratamientos fueron los que presentaron mejor comportamiento, ya que tuvieron el menor porcentaje de severidad en la zona de la epidermis del tubérculo.

Figura 22 Severidad en Tubérculos, en el cultivo de papa (*Solanum Tuberosum*)



Nota: T1: Azoxystrobin; T2: Fluazinam; T3: *Trichoderma sp*; T4: Enraizador; T5: Azoxystrobin+ Enraizador; T6: Fluazinam+ Enraizador; T7: *Trichoderma sp*+ Enraizador; T8: Testigo absoluto- control de insectos; Rangos de severidad: 10,25y50.

4.1.9 Rendimiento Total en el cultivo de papa (*Solanum Tuberosum*)

La tabla ANOVA para la variable rendimiento total en el cultivo de papa, demuestra que existe diferencias estadísticas significativas entre tratamientos a un nivel del 1%. El valor del coeficiente de variación registrado es de 21.31%. Según la media aritmética del experimento es 3456.125 kg/ha.

Tabla 23 Análisis de Varianza para la variable rendimiento total en el cultivo de papa (*Solanum Tuberosum*)

		Rendimiento total
F.V.	G.L.	p-valor
Bloques	3	
Tratamiento	7	0.0001**
Error	21	0.0101
Total	31	
Promedio (kg/ha)		3456.125
C.V. (%)		21.37

Nota: FV: Fuente de Variación; GL: Grados de libertad; p-valor: Grado de significancia; *Significativo; ns: no significativo; C.V: Coeficiente de Variación; dds: días después de la siembra.

Se realizó una prueba de comparación de Tukey al 5%, como se observa en la siguiente tabla, el tratamiento que tuvo mayor rendimiento fue T2 (Fluazinam), con una producción de 6094.00 kg/ha. También se observa que existieron variaciones entre tratamientos, ya que algunos tratamientos están por debajo de la media. Por otra parte, los tratamientos menos destacados fueron el T4 (Enraizante) y T8 (Testigo absoluto), con un promedio de 2062.75 kg/ha y 1672.00 kg/ha respectivamente.

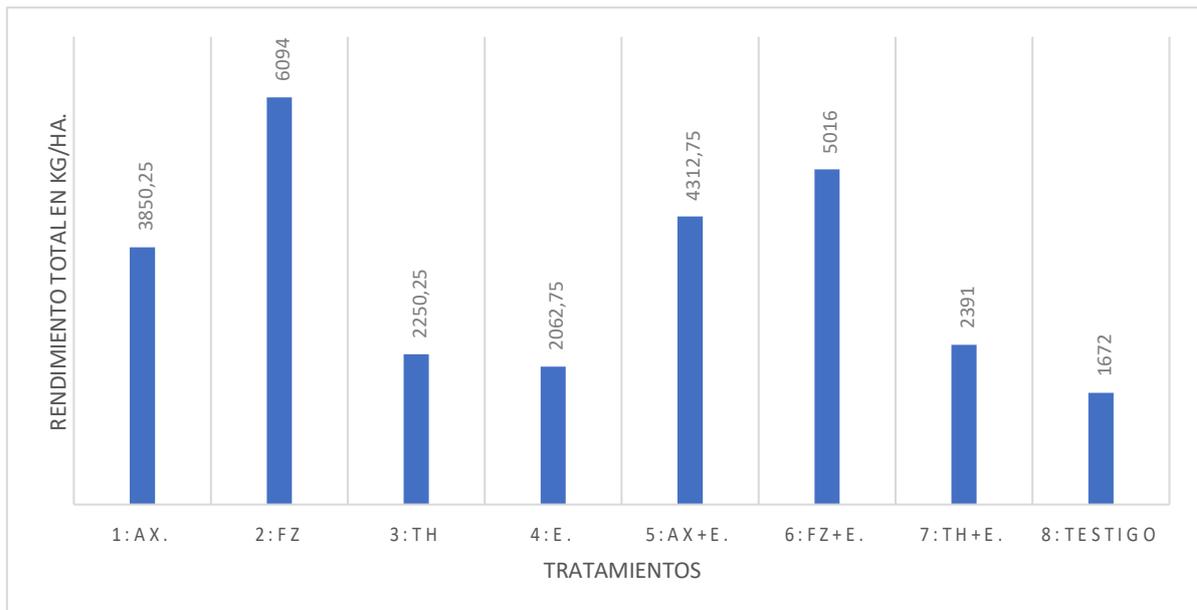
Tabla 24 Prueba de Tukey para la variable rendimiento total en el cultivo de papa (*Solanum Tuberosum*)

Rendimiento total		
Trat	Media	G.H.
	Kg/ha	
T2:FZ	6094.00	A
T6:FZ+E.	5016.00	AB
T5:AX+E.	4312.75	B
T1:AX.	3850.25	BC
T7:TH+E.	2391.00	CD
T3:TH	2250.25	CD
T4:E.	2062.75	D
T8:TESTI	1672.00	D
GO		

Nota: Trat: Tratamiento; GH: Grupos homogéneos; T1: Azoxytrobin; T2: Fluazinam; T3: *Trichoderma sp*; T4: Enraizador; T5: Azoxytrobin+ Enraizador; T6: Fluazinam+ Enraizador; T7: *Trichoderma sp*+ Enraizador; T8: Testigo absoluto- control de insectos.

En esta gráfica de barras se puede observar que el tratamiento T2 (Fluazinam) se mantiene líder en producción que los demás tratamientos y también es apreciable el tratamiento T4 (Enraizante) y T8 (Testigo Absoluto) se mantienen debajo de los demás tratamientos en la variable rendimiento total.

Figura 25 Rendimiento total en Kg/Ha, en el cultivo de papa (*Solanum Tuberosum*)



Nota: T1: Azoxystrobin; T2: Fluazinam; T3: *Trichoderma sp*; T4: Enraizador; T5: Azoxystrobin+ Enraizador; T6: Fluazinam+ Enraizador; T7: *Trichoderma sp*+ Enraizador; T8: Testigo absoluto- control de insectos.

4.3. DISCUSIÓN

En la presente investigación realizada en campo, en la variable emergencia de planta se obtuvo un resultado aceptable ya que las plantas emergieron en un 84.313 %, con un coeficiente de variación bajo de 9.48. Este resultado es debido a: semilla de buena calidad, desinfección del suelo, surcos en curvas de nivel y la aplicación de los productos del experimento.

Según el análisis de varianza para la variable “altura de planta”, nos indica que el tratamiento T7(*Trichoderma sp*+ Enraizador) presentó diferencias estadísticas significativas a los 45 días después de la siembra, obteniendo una ventaja sobre los demás tratamientos. Datos similares fueron obtenidos por (Bolaños, 2019) al evaluar la efectividad del *Trichoderma sp.* en el control de *Spongospora subterránea* en el cultivo de papa, donde determinó en los días 30, 45, 67 y 90 dds; se obtuvo una ventaja mínima con la dosis adecuada de *Trichoderma sp.*, ya que con la evaluación de diferentes dosis menores a la correcta no se evidenciaron diferencias significativas en las dos variables “altura de planta” y “numero de tallo”.

En la variable incidencia de raíz y tubérculo, se observó que las raíces y tubérculos del experimento al momento de la cosecha se vieron afectados por el patógeno en su totalidad. Corroborando a los antecedentes del propietario de la finca en ese terreno.

Según el análisis de varianza para la variable severidad en raíz los tratamientos indicaron diferencias estadísticas significativas, el coeficiente de variación es alto, pero para la variable severidad es aceptable. Sin embargo, el tratamiento T2 (Fluazinam) y T1 (Asoxystrobin) tuvieron ventaja sobre los demás tratamientos ya que son productos fungicidas sistémicos (químicos). Datos similares fueron obtenidos por (Suquillo & Sevillano , 2020) al evaluar la efectividad del fungicida Asoxystrobin en el control de *Spongospora subterránea* en el cultivo de papa en la estación experimental Santa Catalina (Quito), donde determino una ventaja sobre el manejo del patógeno en la raíz, con dosis recomendadas por la casa comercial.

Según el análisis de varianza para la variable severidad en tubérculos los tratamientos indicaron diferencias estadísticas significativas, el coeficiente de variación es alto, pero para la variable severidad es aceptable. Sin embargo, los tratamientos T1 (Azoxytrobin), T5 (Azoxytrobin+ Enraizador), T6 (Fluazinam+ Enraizador) y T2 (Fluazinam), tuvieron ventaja sobre los demás tratamientos ya que son productos fungicidas sistémicos (químicos). Datos similares fueron obtenidos por (Suquillo & Sevillano , 2020) al evaluar la efectividad del fungicida Asoxystrobin en el control de *Spongospora subterránea* en el cultivo de papa en la estación experimental Santa Catalina (Quito), donde determino una ventaja sobre el manejo del patógeno en tubérculo, con dosis recomendadas por la casa comercial.

Según el análisis de varianza para la variable rendimiento total, existieron diferencias estadísticas significativas, el coeficiente de variación se muestra aceptable. Sin embargo, los tratamientos T2 (Fluazinam) y T6 (Fluazinam+ Enraizador), tuvieron ventaja sobre los demás tratamientos, ya que estos tratamientos tuvieron la mayor producción de tubérculos en el experimento.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- La recolección de tubérculos y raíces, demostró que existe una incidencia del patógeno spongospora subterránea f.sp equivalente al 100%, todos los tubérculos se vieron afectados sin importar los tratamientos aplicados, ya que se observó diferentes tipos de lesiones o pústulas en cada uno de ellos.
- El análisis de varianza de diseño factorial demostró que los tratamientos más efectivos para el manejo de spongospora subterránea f.sp, en el cultivo de papa son: T2 (Fluazinam) obteniendo los mejores resultados para la variable severidad en la raíz y T1 (Azoxystrobin) obteniendo los mejores resultados para la variable severidad en tubérculos.
- El análisis de varianza de diseño factorial demostró que la severidad en raíz tiene valores en la escala desde 1-10% hasta 51-75%, de igual manera; gracias a la misma prueba se analizó la severidad en tubérculos donde tiene valores en la escala desde 10 hasta 50 dependiendo del tipo de tratamiento utilizado.
- La aplicación del tratamiento T2 (Fluazinam) garantiza la mayor producción de tubérculos en el cultivo de papa, siendo beneficioso para la economía del productor.

5.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda aplicar el tratamiento 7 *Trichoderma sp+* Enraizador en las etapas iniciales del cultivo de papa ya que sus componentes biológicos y químicos son beneficiosos para el desarrollo vegetativo y radicular de la planta.
- Se recomienda aplicar los tratamientos 2 (Fluazinam) y 1(Azoxystrobin) en la siembra, retape y deshierba del cultivo de papa ya que sus componentes químicos disminuyen la severidad del patógeno en el cultivo, sin embargo, no se debe aplicar al mismo tiempo estos tratamientos con el tratamiento 7 *Trichoderma sp+* Enraizador, ya que sería contra productivo.
- Utilizar como medida de prevención de enfermedades del suelo, semilla certificada de excelente calidad.
- Realizar en otras investigaciones futuras la evaluación de diferentes dosis de Fluazinam y Azoxystrobin para aumentar el porcentaje de manejo del patógeno *Spongospora subterranea* en el cultivo de papa.

RELACIÓN COSTO BENEFICIO

Para la relación costo beneficio se tomó un precio referencial de venta de cada categoría de papa. La papa de primera categoría se vendió en 23 dólares cada quintal, la papa de segunda categoría se vendió en 16 dólares cada quintal y la papa de tercera categoría se vendió en 4 dólares cada quintal. Teniendo como el mejor tratamiento **T2** (Fluazinam) con el cual se obtuvo un total de 1695.92 usd/ha, dando como resultado

Relación costo beneficio por cada uno de los tratamientos del cultivo de papa con un precio de primera categoría de 23 usd/qq, precio de segunda categoría de 16 usd/qq y con el precio de papa de tercera categoría 4 usd/qq.

Relación Costo beneficio.								
Trat	Gasto parcial \$/ciclo/ha	Costo Trat \$/ha	Costo total \$/ha	Rendimiento qq/ha	Precio \$/qq	Venta \$	Utilidad \$	Costo Beneficio
T1:AX.	940	32.00	972	24.4	23	561.2	261.2	0.27
				38.4	16	614.4		
				14.4	4	57.6		
T2:FZ	940	110.00	1050	25.3	23	581.9	738.7	0.70
				68.4	16	1094.4		
				28.1	4	112.4		
T3:TH	940	13.00	953	5.6	23	128.8	-416.2	-0.43
				20.9	16	334.4		
				18.4	4	73.6		
T4:E.	940	16.00	956	2.5	23	57.5	-462.9	-0.48
				23.4	16	374.4		
				15.3	4	61.2		
T5:AX+ E.	940	64.00	1004	14.7	23	338.1	220.34	0.22

				50	16	800		
				21.56	4	86.24		
T6:FZ+	940	142.00	1082	23.4	23	538.2	443	0.40
E.				56.6	16	905.6		
				20.3	4	81.2		
T7:TH+	940	45.00	985	6.25	23	143.75	-350.45	-0.35
E.				26.3	16	420.8		
				17.5	4	70		
T8:TES	940	0	940	5.3	23	121.9	-506.1	-0.53
TIGO				16.6	16	265.6		
				11.6	4	46.4		

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agrocalidad. (2009). *VIII Congreso Ecuatoriano de la papa*. Ambato: IDEAZ.
- Agrocalidad. (2015). *Base de datos del monitoreo de Spongospora sp en el año 2015*.
- Arysta LifeScience. (2014). *Ficha tecnica raizal 400*. Bogota.
- Bittara, F., Rodríguez, D., Sanabria, M., Monroy, J., & Rodríguez, J. (s/f). *Evaluación de fungicidas y productos vegetales en el combate de la sarna polvorienta de la papa. INFOAGRO*.
- Boer, R. (2000). Research into the biology and control of powdery scab of potatoes in Australia. 79-83. Recuperado el 2018
- Bolaños, T. L. (22 de 06 de 2019). *UPEC Repositorio*. Obtenido de <http://repositorio.upec.edu.ec/bitstream/123456789/756/1/339%20Evaluaci%C3%B3n%20de%20la%20efectividad%20del%20trichoderma%20sp.%20en%20el%20control%20de%20ro%C3%B1a.pdf>
- Campoquímica S.A.S. . (s.f.). *Ficha tecnica Trichoderma sp*. Medellin .
- CIMMYT. (1988). *La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos. CIMMYT. Programa de Economía. Un manual metodológico de evaluación económica. México. DF*.
- Cuesta, X. (2008). *Guía para el manejo de datos de ensayos del cultivo de la papa*.
- GAD Parroquial Sta. Marta Cuba. (2015). *Actualización plan de ordenamiento territorial Santa Marta de Cuba*. Santa Marta de Cuba : Gobierno Autonomo descentralizado de la parroquia rural de Santa Marta de Cuba.
- Harrison. (1997). et al.
- Harrison, J., Searle, R., & Williams, N. (1997). *Powdery scab disease potato: A review. Plant Pathology* 46:7-25.
- INIAP. (2019). *Validación de niveles de fertilización química en semilla de papa (Solanum spp.) de categoría certificada en la provincia de Carchi. En Informe Anual 2019*.
- Insuasti. (2017). Comunicación personal. Machachi, Pichincha, Ecuador.
- Manuel Pumisacho, S. (2002). *El Cultivo de la papa en Ecuador*. Quito: INIAP.
- Manuel Pumisacho, S. S. (2002). *El cultivo de la papa en Ecuador*. Quito : INIAP.
- Merz U. (2000a). *Experiments on direct control and yield loss made in New Zealand. En Merz U, Lees AK (Eds.) Proc. 1st Eur. Powdery Scab Workshop. SCRI. Dundee, RU. pp. 51-52*.

- Mesa, P., García, C., & Cotes, A. (2017). *En búsqueda de una alternativa de manejo del camanduleo de la papa ocasionado por Spongospora subterranea*. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*. Vol 11. No 2. pp378-386. No 2.
- Montesdeoca. Panchi, y. N. (2013). *Principales plagas y enfermedad del cultivo de papa*.
- Osorio, I., Gutierrez, P., & Marín, M. (2012). *Revisión Spongospora subterranea f.sp.subterranea y sus virus asociados potato Mop-Top virus (PMTV). Dos patógenos reemergentes en los cultivos de papa de Colombia*. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*. Universidad Nacional de Colombia.
- Portal Tecnoagricola. (s.f.). *Portal Tecnoagricola*. Obtenido de <https://www.buscador.portaltecnogricola.com/vademecum/mex/producto-tecnico/8393/AZOXYSTROBIN>
- Pumisacho, M. (2002). *El cultivo de papa en Ecuador*. QUITO: Iniap.
- Pumisacho, S. (2002). *El cultivo de papa en Ecuador*. Quito: INIAP.
- Restrepo, A. (2009). *VIII Congreso Ecuatoriano de la papa*. Ambato: IDEAZ.
- Restrepo, A., Jaramillo, S., & Costes, J. (2009). Efecto de dos microorganismos y un consorcio de micorrizas en combinación con viruta de pino sobre el control de sarna povosa (*Spongospora subterranea*) en papa. *Revista Facultad Nacional Agronomía*, 2(62).
- Restrepo, V. C. (2019). *VIII Congreso de la Papa*. Ambato: IDEAZ .
- Sánchez, A. (2017). *Evaluación de tres tipos de fertilización en Pisum Sativum L., a cielo abierto*. Hueyotlipan Tlaxcala: Universidad Politécnica de Tlaxcala Región Poniente.
- Sherwood, P. (2002). *El cultivo de la papa en Ecuador*. Quito : Iniap.
- Suquillo, J. P. (2009). *VIII Congreso Ecuatoriano de la papa*. Ambato: IDEAZ.
- Suquillo, J., & Sevillano , C. (2020). *Validación de fungicida, biocontrolador y enraizador en el manejo de Spongospora subterraena f.sp. subterranea en cultivos de papa de las provincias de Carchi y Tungurahua*. Quito: Iniap.
- Suquillo, J., Sevillano, C., & Reina, E. (2018). *Diagnóstico de la Situación Actual de Spongospora sp en el Cultivo de Papa en la provincia del Carchi*. *VIII Congreso Ecuatoriano de la Papa*. *Libro de memorias*. AGN LATAM S.A. CIP. INIAP. UTA. .
- Syngenta. (20 de 06 de 2019). *Syngenta.com*. Obtenido de <https://www.syngenta.com.co/product/crop-protection/fungicida/ultima-r-500-sc>
- Torres, H. (2002). *Manual de las Enfermedades mas importantes de la papa Peru*. Lima : Centro Internacional de la Papa.

Wale S. (2002). *Potential for chemical control of Spongospora subterranea, cause of powdery scab of potatoes and vector of potato mop-top virus. En The BCPC conference: Pest and Disease. Vols. 1 and 2. Proc. Int. Conf. Brighton, RU. pp. 129-134.*

VII. ANEXOS

7.1 Anexo 1: Certificado o Acta del Perfil de Investigación


UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI
FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES
CARRERA DE AGROPECUARIA

ACTA
DE LA SUSTENTACIÓN DE PREDEFENSA DEL INFORME DE INVESTIGACIÓN DE:

NOMBRE: CHÁVEZ MONTENEGRO RICARDO DAVID
NIVEL/PARALELO: EGRESADO
CÉDULA DE IDENTIDAD: 0401808894
PERIODO ACADÉMICO: 2022A

TEMA DE INVESTIGACIÓN: "Evaluación de la efectividad de diversas estrategias a base de: Azoxystrobin, Fluazinam, Trichoderma sp. y enraizante para el manejo de Spongospora subterraena f.sp en el cultivo de papa (Solanum tuberosum L.) variedad súper chola en el cantón Tulcán, provincia del Carchi."

Tribunal designado por la dirección de esta Carrera, conformado por:

PRESIDENTE: MSC. PEÑA CHAMORRO JAIRO JULIO
LECTOR: MSC. ORTIZ TIRADO PAUL SANTIAGO
ASESOR: MSC. HERRERA RAMIREZ CARLOS DAVID

De acuerdo al artículo 21: Una vez entregados los requisitos para la realización de la pre-defensa el Director de Carrera integrará el Tribunal de Pre-defensa del informe de investigación, fijando lugar, fecha y hora para la realización de este acto:

EDIFICIO DE AULAS: 4 **AULA:** 2
FECHA: jueves, 11 de agosto de 2022
HORA: 15H00

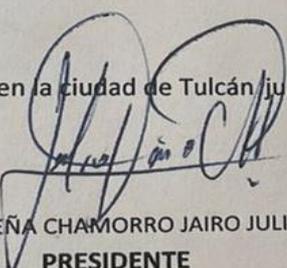
Obteniendo las siguientes notas:

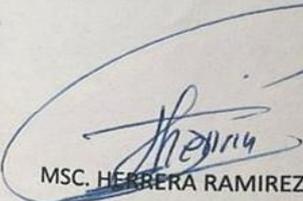
1) Sustentación de la predefensa:	6,65
2) Trabajo escrito	2,85
Nota final de PRE DEFENSA	9,50

Por lo tanto: **APRUEBA CON OBSERVACIONES** ; debiendo acatar el siguiente artículo:

Art. 24.- De los estudiantes que aprueban el Plan de Investigación con observaciones. - El estudiante tendrá el plazo de 10 días laborables para proceder a corregir su informe de investigación de conformidad a las observaciones y recomendaciones realizadas por los miembros Tribunal de sustentación de la pre-defensa.

Para constancia del presente, firman en la ciudad de Tulcán, jueves, 11 de agosto de 2022


MSC. PEÑA CHAMORRO JAIRO JULIO
PRESIDENTE


MSC. HERRERA RAMIREZ CARLOS DAVID
TUTOR


MSC. ORTIZ TIRADO PAUL SANTIAGO
LECTOR

Adj.: Observaciones y recomendaciones

7.2 Anexo 2: Certificado del abstract por parte de idiomas



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI FOREIGN AND NATIVE LANGUAGE CENTER

ABSTRACT- EVALUATION SHEET				
NAME: Ricardo David Chávez Montenegro				
DATE: 17 de agosto de 2022				
TOPIC: "Evaluación de la efectividad de diversas estrategias a base de: Azoxystrobin, Fluazinam, Trichoderma sp. y enraizante para el manejo de Spongospora subterraena f.sp en el cultivo de papa (Solanum tuberosum L.) variedad súper chola en el cantón Tulcán, provincia del Carchi"				
MARKS AWARDED		QUANTITATIVE AND QUALITATIVE		
VOCABULARY AND WORD USE	Use new learnt vocabulary and precise words related to the topic	Use a little new vocabulary and some appropriate words related to the topic	Use basic vocabulary and simplistic words related to the topic	Limited vocabulary and inadequate words related to the topic
	EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input checked="" type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
WRITING COHESION	Clear and logical progression of ideas and supporting paragraphs.	Adequate progression of ideas and supporting paragraphs.	Some progression of ideas and supporting paragraphs.	Inadequate ideas and supporting paragraphs.
	EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
ARGUMENT	The message has been communicated very well and identify the type of text	The message has been communicated appropriately and identify the type of text	Some of the message has been communicated and the type of text is little confusing	The message hasn't been communicated and the type of text is inadequate
	EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
CREATIVITY	Outstanding flow of ideas and events	Good flow of ideas and events	Average flow of ideas and events	Poor flow of ideas and events
	EXCELLENT: 2 <input type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input checked="" type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
SCIENTIFIC SUSTAINABILITY	Reasonable, specific and supportable opinion or thesis statement	Minor errors when supporting the thesis statement	Some errors when supporting the thesis statement	Lots of errors when supporting the thesis statement
	EXCELLENT: 2 <input type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input checked="" type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
TOTAL/AVERAGE	9 - 10: EXCELLENT 7 - 8,9: GOOD 5 - 6,9: AVERAGE 0 - 4,9: LIMITED		TOTAL 9	

7.3 Anexo 3: Costo de producción en el cultivo de papa (*Solanum Tuberosum*)

COSTO DE PRODUCCIÓN POR HECTÁREA				
Cultivo: Papa (Superchola)		SISTEMA: Semitecnificado		
PROVINCIA: Carchi		CANTÓN: Tulcán		
RESPONSABLE: Ricardo David Chávez Montenegro		FECHA: septiembre de 2021		
CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	PRECIO UNITARIO (\$)	TOTAL (\$)
1.- COSTOS DIRECTOS				
Mano de obra:				
Surcado	15	Jornal	13.00	195.00
Siembra/fertilización	5	Jornal	13.00	65.00
Retape/deshierba	15	Jornal	13.00	195.00
Fumigación	8	Jornal	13.00	104.00
Cosecha/acarreo	10	Jornal	13.00	130.00
				689.00
SEMILLA				
Papa	3	qq	20.00	60.00
FERTILIZANTES				
10-30-10 retape	1.5	qq	50	75.00
8-20-20 deshierba	1.5	qq	42	63.00
				138.00
FITOSANITARIOS				
T1	4	cuarto	8.00	32.00
T2	1	Litro	110.00	110.00
T3	1	Libra	13.00	13.00
T4	2	Libra	8.00	16.00
T5	8	Cuarto+ libra	8+8	64.00
T6	1	Litro + libra	110+8	142.00
T7	1	Libra	13+8	45.00
T8	1	cuarto	8.00	32.00
Control de insectos	4	cuarto	16.00	64.00
				518.00
MAQUINARIA/EQUIPOS/MATERIALES				
Motobomba	1	Dia	15.00	45.00
				45.00
POSTCOSECHA				
Piola	1		3.50	3.50
Costal	10	qq	0.20	2.00
Transporte				80.00

				85.50
I. - SUBTOTAL COSTOS DIRECTOS				1535.50
II. - SUBTOTAL COSTOS INDIRECTOS				
Administración/ asistencia téc. (10%)				131.95
Renta de la tierra (20 USD ha/mes-6 meses)	6	Mes	20.00	120.00
				251.95
TOTAL DE COSTOS DE PRODUCCIÓN (\$/Ha.)				1787.45
Rendimiento (qq)		1ra Categoría		14
		2da Categoría		38
		3ra Categoría		19
Precio unitario (\$/qq)				
		1ra Categoría		23
		2da Categoría		16
		3ra Categoría		4
Ingreso Bruto Total (\$)				
		1ra Categoría		322
		2da Categoría		608
		3ra Categoría		76
				1006
Utilidad Neta Total (\$)				-781.45
Relación:Beneficio/Costo (B/C)				-0.56
Rentabilidad%				-0.44
Costo de producción por unidad (\$/qq)				25.18

7.4 Anexo 4: Terreno de la investigación



7.5 Anexo 5: Siembra



7.6 Anexo 6: Crecimiento del cultivo



7.7 Anexo 7: Aplicación de tratamientos





7.8 Anexo 8: Enfermedad *Spongospora Subterranea* en raíz y tubérculos en cosecha.

