

# UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI



## FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES

### ESCUELA DE DESARROLLO INTEGRAL AGROPECUARIO

“Evaluación de fungicidas alternativos (Fludioxonil y Azoxystrobin), para el control de costra negra (*Rhizoctonia solani* Kuhn) y roña (*Spongospora subterranea*) de suelo en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.), Carchi - Ecuador.”

Tesis de grado previa la obtención del título de  
Ingeniero en Desarrollo Integral Agropecuario

AUTOR: Andrés Xavier Villarreal Estrada

ASESOR: Ing. Carlos David Herrera Ramírez

TULCÁN - ECUADOR

AÑO: 2013

## CERTIFICADO

Certifico que el estudiante Andrés Xavier Villarreal Estrada con el número de cédula 0401705652 ha elaborado bajo mi dirección la sustentación de grado titulada: “Evaluación de fungicidas alternativos (Fludioxonil y Azoxystrobin), para el control de costra negra (*Rhizoctonia solani* Kuhn) y roña (*Spongospora subterranea*) de suelo en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.), Carchi – Ecuador”.

Este trabajo se sujeta a las normas y metodología dispuesta en el reglamento de Grado del Título a Obtener, por lo tanto, autorizo la presentación de la sustentación para la calificación respectiva.

-----  
Ing. Carlos David Herrera Ramírez  
Tulcán, 11 de Diciembre del 2013

## AUTORÍA DE TRABAJO

La presente tesis constituye requisito previo para la obtención del título de Ingeniero en Desarrollo Integral Agropecuario de la Facultad de Industrias Agropecuarias Y Ciencias Ambientales

Yo, Andrés Xavier Villarreal Estrada con cédula de identidad número 0401705652 declaro: que la investigación es absolutamente original, auténtica, personal y los resultados y conclusiones a los que he llegado son de mí absoluta responsabilidad.

f.....  
Andrés Xavier Villarreal Estrada  
Tulcán, 11 de Diciembre del 2013

## **ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DE TESIS DE GRADO.**

Yo Andrés Xavier Villarreal Estrada, declaro ser autor del presente trabajo y eximo expresamente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Adicionalmente declaro conocer y aceptar la resolución del Consejo de Investigación de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi de fecha 21 de junio del 2012 que en su parte pertinente textualmente dice: “Forman parte del patrimonio de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi, la propiedad intelectual de investigaciones, trabajos científicos o técnicos y tesis de grado que se realicen a través o con el apoyo financiero, académico o institucional de la Universidad”.

Tulcán, 11 de Diciembre del 2013

-----  
Andrés Xavier Villarreal Estrada  
CI 0401705652

## AGRADECIMIENTO

A **Dios**. Por darme la fortaleza, sabiduría y la alegría para llegar alcanzar una meta más en mi vida, enriquecida principalmente en valores y virtudes que me han podido ayudar a desarrollar este trabajo.

A mis **Padres**: Jorge Luis y Lidia Marina ,quienes por medio de sus consejos y sin pedir nada a cambio, con un gran esfuerzo físico, moral y económicamente me motivaron, a cruzar barreras ,que con amor, esfuerzo y paciencia se puede tocar la cima del éxito.

Hay que pensar que la amistad dura toda la eternidad, por tal motivo es grato agradecer a:

Al **Sr. Eduardo Querembas** por ayudarme a desarrollar mi proyecto de la mejor manera, poniendo todo su tiempo y sacrificio para que las cosas salgan bien

A **mi querida Universidad al igual que a mis maestros y compañeros** de quienes llevo las mejores enseñanzas que la vida nos puede brindar, ya que han sabido depositar, un granito de arena llamado saber, por tal virtud, agradezco profundamente por el apoyo que me brindaron para poder alcanzar esta anhelada meta reflejada en sueños e ilusiones.

Agradecer al **Ing. David Herrera**, quien con su amplia experiencia y con sus excepcionales orientaciones dio forma este trabajo, aportando conocimientos muy importantes, para el desarrollo y culminación del mismo.

A todas las personas que de una u otra manera contribuyeron al desarrollo de este trabajo de investigación.

A TODOS MIL GRACIAS....

## **DEDICATORIA**

A DIOS por ser el guía en mi camino , hacia la verdad de un trabajo realizado con todo el amor del mundo para todas las personas que me aprecian y quieren verme triunfar en esta vida, tanto como profesional ,como ser humano con toda la sabiduría y valores, para así llegar al éxito.

A mis padres Luis y Marina quienes con su nobleza y entusiasmo depositaron en mí su apoyo y confianza, para ser útil a la sociedad y a la patria.

## INDICE GENERAL

CERTIFICADO .....	i
AUTORÍA DE TRABAJO .....	ii
ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DE TESIS DE GRADO.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
DEDICATORIA.....	v
INDICE GENERAL .....	6
RESUMEN EJECUTIVO .....	14
ABSTRACT .....	16
Tukuys huk Ranaku.....	18
INTRODUCCIÓN .....	20
1.1.    PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	21
1.2.    FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	22
1.4.    JUSTIFICACIÓN.....	23
1.5.    OBJETIVOS .....	24
1.5.1 Objetivo General .....	24
1.5.2 Objetivos Específicos.....	24
II.FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	25
2.1.    ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.....	25
2.2.    FUNDAMENTACIÓN LEGAL .....	28
2.3.    FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA.....	29
2.4.    FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA.....	31
2.4.1. CULTIVO DE PAPA .....	31

2.4.2. RESEÑA HISTORICA.....	31
2.4.3. TAXONOMÍA DE LA PAPA.....	31
2.4.4. LA PLANTA.....	32
2.4.6. Requerimientos del cultivo .....	33
2.4.7. Labores culturales.....	34
2.4.8. Siembra.....	35
2.5. Principales enfermedades del cultivo.....	37
2.6. Manejo de patógenos del suelo .....	43
2.7. Fungicida .....	44
2.8. Azoxistrobina.....	45
2.9. Fludioxonil.....	46
2.10. Manejo y aplicación de plaguicidas.....	48
2.11. VOCABULARIO TÉCNICO.....	49
2.12. HIPÓTESIS .....	50
2.12.1 Hipótesis Afirmativa (Hi).....	50
2.12.2 Hipótesis Nula (Ho) .....	50
2.13. VARIABLES.....	51
III. METODOLOGÍA.....	52
3.1. MODALIDAD DE LA INVESTIGACIÓN .....	52
3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN .....	52
3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA DE LA INVESTIGACIÓN.....	53
3.4. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES .....	54
3.5. RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN .....	55
3.5.6. Variables a evaluarse.....	58



3.6. PROCESAMIENTO, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS .....	66
3.6.1. Análisis de resultados .....	66
3.6.3. Verificación de hipótesis .....	85
IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	86
4.1. CONCLUSIONES .....	86
4.2. RECOMENDACIONES .....	87
VI. BIBLIOGRAFÍA .....	88
VII. ANEXOS .....	92

## INDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Delimitación de la Investigación .....	22
Cuadro 2: Taxonomía de la Papa .....	31
Cuadro 3: Requerimientos del cultivo .....	33
Cuadro 4: Clasificación moderna de los fungicidas .....	45
Cuadro 5: Operacionalización de Variables.....	54
Cuadro 6: Tratamientos y dosificación.....	55
Cuadro 7: Características del diseño experimental.....	56
Cuadro 8: Características de la unidad experimental. ....	57
Cuadro 9: ADEVA para la emergencia (%) a los 30 días después de la siembra.....	66
Cuadro 10: Prueba de Tukey al 5% para emergencia a los 30 días después de la siembra. ....	67
Cuadro 11: ADEVA para el número de tallos principales por planta de cada tratamiento en estudio. ....	68
Cuadro 12: ADEVA del diámetro de tallos (cm/tallo) en cada tratamiento del experimento.....	69
Cuadro 13: Prueba de Tukey al 5% para el diámetro de tallos en cada tratamiento del experimento (cm/tallo).....	70
Cuadro 14: ADEVA para altura de planta (cm) para cada tratamiento estudiado .....	70
Cuadro 15: Prueba de Tukey al 5% para la altura de planta en cada tratamiento estudiado. ....	71

Cuadro 16: ADEVA de brotes sin incidencia de costra negra ( <i>Rhizoctoniasolani</i> Kuhn) y roña ( <i>Spongospora subterránea</i> ) en los tratamientos estudiados. ....	72
Cuadro 17: Prueba de Tukey al 5% para brotes sin incidencia de ( <i>Rhizoctoniasolani Kuhn</i> ) y roña ( <i>Spongospora subterránea</i> ) en los tratamientos estudiados.....	73
Cuadro 18: ADEVA para la evaluación de plantas sin incidencia de costra negra ( <i>Rhizoctoniasolani</i> Kuhn) y roña ( <i>Spongospora subterránea</i> ) a los 60 días después de la siembra.....	74
Cuadro 19: Prueba de Tukey al 5% en la evaluación de plantas sin incidencia de costra negra ( <i>Rhizoctoniasolani</i> Kuhn) y roña ( <i>Spongospora subterránea</i> ) a los 60 días después de la siembra.....	75
Cuadro 20: ADEVA de plantas sin incidencia (%) de costra negra ( <i>Rhizoctonia solani</i> Kuhn) y roña ( <i>Spongospora subterránea</i> ) a nivel del cultivo. ....	76
Cuadro 21 : ADEVA de la evaluación de Tejido libre (porcentaje) de costra negra ( <i>Rhizoctonia solani</i> Kuhn) y roña ( <i>Spongospora subterránea</i> ) en tubérculos cosechados. ....	78
Cuadro 22: Prueba de Tukey al 5% en la evaluación de tejido libre de ( <i>Rhizoctoniasolani</i> Kuhn) y roña ( <i>Spongospora subterránea</i> ) en tubérculos cosechados.....	79
Cuadro 23: ADEVA para el rendimiento de papa categoría de.....	80
Cuadro 24: Prueba de Tukey al 5% para rendimiento de papa categoría primera de cada tratamiento estudiado (tn/ha). ....	81
Cuadro 25: ADEVA del rendimiento de papa categoría de Segunda de cada tratamiento estudiado (tn/ha). ....	82
Cuadro 26: Relación Costo/Beneficio de los tratamientos. ....	84

## INDICE DE GRAFICOS

Grafico1: Síntomas de Rhizoctonia en el tallo y tubérculo.....	40
Grafico2: Síntomas iniciales y avanzados de la enfermedad.....	43
Grafico 3: Distribución de las unidades experimentales en campo.....	57
Grafico 4: Descripción de la parcela neta en metros .....	58
Grafico 5: Escala de evaluación de severidad en tubérculos.....	60
Grafico 6: Número de tallos principales por planta de cada tratamiento en estudio. ....	68
Grafico 7: Plantas sin la incidencia (%) de costra negra ( <i>Rhizoctonia solani</i> Kuhn) y roña ( <i>Spongospora subterránea</i> ) a nivel del cultivo. ....	77
Grafico 8: Rendimiento de papa categoría de segunda en cada tratamiento evaluado (tn/ha).....	83

## INDICE DE ANEXOS

ANEXO 1: Presupuesto .....	92
ANEXO 2: Análisis de suelo. ....	95
ANEXO 3: Tabla de datos recolectados durante la investigación .....	96
ANEXO 4: Preparación del suelo (Arada + Rastra). ....	97
ANEXO 5: Preparación del suelo (Surcada). ....	97
ANEXO 6: Ensayo con todos los implementos listo para la siembra. ....	98
ANEXO 7: Peso de los tratamientos para la siembra. ....	98
ANEXO 8: Desinfección de los tubérculos por inmersión en cada tratamiento antes de la siembra.....	99
ANEXO 9: Tubérculos de cada tratamiento antes de la siembra desinfectados. ....	99
ANEXO 10: Tubérculos listos para la siembra. ....	100
ANEXO 11: Siembra – dos tubérculos cada 0,40 m. ....	100
ANEXO 12: Desinfección a nivel de surco. ....	101
ANEXO 13: Análisis del tubérculo a sembrar. ....	101
ANEXO 14: Evaluación de brotes en tratamiento y repetición (Incidencia). ...	102
ANEXO 15: Controles fitosanitarios en el desarrollo del ensayo. ....	102
ANEXO 16: Estado del ensayo luego de los diferentes controles aplicados. ....	103
ANEXO 17: Toma de datos de cada una de las variables (altura de planta, diámetro y grosor de tallos), utilizando los diferentes materiales (regla, pie de rey).....	103
ANEXO 18:Toma de datos (incidencia en planta - Hojas apicales con necrosis). ....	104

ANEXO 19: Cultivo en estado de floración. ....	104
ANEXO 20: Cultivo en estado de Maduración. ....	105
ANEXO 21: Cosecha-Rendimiento .....	105
ANEXO 22: Toma de datos de las variables (producción y severidad), utilizando los diferentes materiales (Tabla de severidad, pesa, balanza romana, etc.). .	106

## RESUMEN EJECUTIVO

Para evaluar la eficiencia de fungicidas alternativos (Fludioxonil y Azoxystrobin), a las dosis comerciales (50cc – 7,5 gr respectivamente en litro de agua), en el control de costra negra (*Rhizoctonia solani* kuhn) y roña (*Spongospora subterranea*) en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.), se aplicó un diseño experimental de Bloques Completos al Azar con seis tratamientos y cuatro repeticiones, empleando un análisis de varianza (ADEVA), prueba de Tukey al 5 % para determinar diferencias estadísticas.

Además de los 2 productos evaluados se utilizó los siguientes tratamientos: Tiabendazol, ThiofanatoMetil, Kasugamicina, y un tratamiento testigo al cual no se le realizó ninguna aplicación.

Las variables evaluadas fueron: porcentaje de emergencia, incidencia de enfermedades de suelo a nivel de brotes, plantas y cultivo, altura de planta, número de tallos, diámetro de tallos, severidad de enfermedades en tubérculos cosechados, rendimiento Tn/ha por tratamiento y un análisis de costo/beneficio.

Los tratamientos que mayor control ejercieron en la incidencia de (*Rhizoctonia solani* Kuhn) y (*Spongospora subterranea*) a nivel de brotes, fueron: T1(Fludioxonil), que presentó el 96,43% y T2 (Azoxistrobin) con 95,83% de brotes sin incidencia de la enfermedad, frente al T3 (Tiabendazol) con el 75%, de brotes sin incidencia de la enfermedad considerándolo el más afectado.

En cuanto al daño ocasionado por (*Rhizoctonia solani* Kuhn) y Roña (*Spongospora subterranea*) en el tejido de los tubérculos cosechados, se determinó que (Fludioxonil), con 99.76 % de tejido sano mantiene la calidad sanitaria del tubérculo, y por lo tanto obtuvo el mejor rendimiento 37,6 Tn/ha.

De acuerdo a la relación costo-beneficio, el tratamiento que mejor resultado tuvo fue el T1 (Fludioxonil), con el cual se obtuvo un beneficio de 0,79 ctvs, por cada dólar invertido, frente al testigo absoluto que alcanzo una ganancia de 0,65 ctvs.

Se recomienda que Fludioxonil y Axosistrobin son una alternativa al uso de otros productos químicos, pues manejados adecuadamente a las dosis comerciales permiten obtener productos de calidad, lo que no se logra con los otros plaguicidas.



## ABSTRACT

To determine the effectiveness of alternative fungicide (Fludioxonil and Azoxystrobin ) at commercial doses , to control black scurf (*Rhizoctonia solani* Kuhn ) and scab ( *Spongospora groundwater*) in the cultivation of potato ( *Solanum tuberosum L.* ) , we applied an experimental design Randomized complete block with six treatments and four replications , using an analysis of variance ( ANOVA ) , Tukey tests 5% to determine statistical differences.

In addition to the 2 products evaluated were used the following treatments: Thiabendazole, Methyl Thiofanato, Kasugamycin , and a control treatment which was not conducted any application.

The variables evaluated were : percentage of emergence , incidence of disease outbreaks level soil , plants and cultivation , plant height , number of stems , stem diameter , severity of disease in tubers harvested , yield t / ha per treatment and cost / benefit.

Treatments greater control exercised in the incidence of ( *Rhizoctonia solani* Kuhn) and scab (*Spongospora Subterranea*) level outbreaks were: T1 ( Fludioxonil ) , I present the 96.43 % and T2 ( azoxystrobin ) with 95.83 % no outbreaks of disease incidence compared to T3 ( Thiabendazole ) with 75 % of outbreaks of disease incidence without considering the most affected.

Regarding the damage caused by (*Rhizoctonia solani* Kuhn) and Scab ( *Spongospora Subterranea*) in tissue harvested tubers , it was determined that ( Fludioxonil ) , with 99.76 % of healthy tissue maintains the sanitary quality of the tuber , and thus obtained the best yield 37.6 t / ha.

According to the cost-benefit ratio, the treatment was the best result was T1 (Fludioxonil), with which a benefit was obtained 0.79 cents for every dollar invested, compared to absolute control that reached a gain of 0, 65 cents.

Fludioxonil and concludes that Axosistrobin are an alternative to the use of other chemicals , then the doses properly handled , obtaining products of commercial quality, which is not achieved with the other pesticides.

## TukuysukRanaku

Rikungabu allirurashjambi wañichish kuna (fludioxonil y Azoxystrobin) churashsh jambi yaku katunakuna, rrikushkillpanayana (*Rhizoctonia solani* Kuhn) mapa (*Spongopora subterranea*) tarpupipapabi (*Solanum tuberosum* L), maukaran shugja tunkatina pruebesh y rurash Bloques illitakunaal Azarsuk takatingapak y chushkuku tinchurish, rrrurish shugyuyana ashkakuna (ADEVA), rrikush y tapush Tukey al 5 % chayman darrikungabu kutishukkuna tapushkakuna.

Chaymanda ishkimanda kapu rrikush kakunamau karanka y katingapak Tiabendazol, Thiofanato Metil, Kasugamicina, y shugtatingapak rrikushchay shugnarrurrachiranchurachik.

Natiarik kuna rrikushka garan: allkaukta, urmush ungush pambamunda igualana de brotes, yurak kuna tarpuna, jatun yashka yutakkuna, yupaykuna kaspikina, diámetro kaspikuna, sinchi unguykuna tubérculos, rrrurish Tn/ha katingapak yuyana pala/allipurina.

Katingapak jatunyupay wiñaran urmush (*Rhizoctonia solani* Kuhn) mapa (*Spongopora subterranea*) igualana a yurakkuna, garan: T1 (Fludioxonil), que presento el 96,43% y T2 (Azoxistrobin) con 95,83% sin charish nanikuna llakish kuyan, rrikush T3 (Tiabendazol) con el 75%, charish sin nanikuna allí charish kuyan.

Chaymanda na allí charish (*Rhizoctonia solani* Kuhn) mapa (*Spongopora subterranea*) en el tejido de los tubérculos tarpush, rrikuran (Fludioxonil), con 99.76 % de tejido allí charish allí charish del tubérculo, chaymanda charirka shug allí llankana 37,6 Tn/ha.

Rrikush rikungapak mashna-allicharina, katingapak allichingabu tiaran y garan T1 (Fludioxonil), rikuchingabu c/b de 0,79 ctvs.

Tukuchin kay Fludioxonil y Axosistrobin kay gan shug yuyash rikuna maukangabu kutishugkuna productos jambishkakuna, rrikush chiris jambi yaku katunauku charingabu allí mikunakuna, kaymanda charin yuyan kutishugkunan shuangabu.

## INTRODUCCIÓN

Rhizoctonia es probablemente el hongo más común y dañino en los suelos paperos del Ecuador, su tolerancia a la acidez le permite sobrevivir mejor. Ataques moderados de este hongo pueden inducir pérdidas de hasta 20% en los suelos negro andinos de la producción (Pumisacho & Sherwood, 2002)

Por otra parte debido a las condiciones climáticas variables que en la actualidad se vive ha hecho que los productores realicen aplicaciones constantes, afectando directamente al suelo y a la producción.

Razón por la cual “La ineficacia de fungicidas para el control del complejo de patógenos de suelo en el cultivo de papa”, es un problema evidente, que ha contribuido al incremento de microorganismos patógenos en el suelo, lo que afecta directamente al rendimiento, calidad física y sanitaria de los tubérculos, además ha permitido crear resistencia a estos controles.

Por este motivo es necesario brindar conocimientos técnicos a los productores de papa en el adecuado manejo integrado de plagas en este tipo de cultivo, haciéndoles conocer la gran importancia que tiene la rotación de cultivos, uso de semilla sana certificada, productos desinfectantes en el tratamiento del suelo y semilla.

Por medio de esta investigación se pretende generar una nueva alternativa de manejo en la producción de este cultivo, integrando métodos y formas conocidas que permitan dar soluciones reales, las cuales estarán a la disposición de los productores de la provincia del Carchi, para de esta manera aplicarlas en forma oportuna en el control de patógenos (no se genere resistencia), conservando así el recurso suelo como principal factor biótico, mediante la desinfección a nivel de semilla por medio del proceso de inmersión.

## I. EL PROBLEMA

### 1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La mayoría de áreas productoras de papa presentan problemas con enfermedades de suelo causadas por: costra negra (*Rhizoctonia solani* Kuhn), roña (*Spongospora subterranea*), pudrición seca (*Fusarium* spp), sarna (*Streptomyce sscabies*), pie negro (*Pectobacterium*) y el nemátodo del quiste (*Globodera pallida*) entre otras; estas enfermedades a más de causar pérdidas, deterioran la calidad del producto y contaminan los suelos de cultivo. (Agrios & Hooker, 2008,1980).

Debido a que las condiciones climáticas en la actualidad son cambiantes en nuestro país, y principalmente en la provincia del Carchi, el cultivo de papa se ve afectado por la presencia de enfermedades de suelo, entre ellas costra negra (*Rhizoctonia solani* Kuhn), roña (*Spongospora subterranea*), que a nivel de campo presentan varios síntomas: cáncer del tallo, tubérculos con presencia de esclerocios.

El mal manejo de los suelos, ha generado principalmente desgaste del principal factor biótico (suelo), debido a que el área reducida (5 ha/agricultor) destinada a esta actividad limita la rotación de otros cultivos, lo que produce el aumento de enfermedades de suelo.

Además la insuficiente efectividad de fungicidas para realizar el control de las plagas de suelo, afecta negativamente el rendimiento, calidad física y sanitaria de los tubérculos, ocasionando una resistencia de los hongos fito patógenos afectando al agricultor a nivel de productividad.

## 1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Baja eficacia de fungicidas para el control del complejo de patógenos costra negra (*Rhizoctonia solani Kuhn*) y Roña (*Spongospora subterranea*) del suelo en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum L.*) en el Cantón Huaca.

## 1.3. DELIMITACIÓN

La delimitación de la presente investigación se presenta a continuación, en el cuadro 1.

**Cuadro 1: Delimitación de la Investigación**

Área:	Agropecuaria
Sub Área	Agronómica
País	Ecuador
Provincia	Carchi
Cantón	Huaca
Parroquia	Mariscal sucre.
Unidad de Observación	Ensayo experimental con un diseño de Bloques Completos al Azar. Cultivo de papa ( <i>Solanum tuberosum L.</i> ).
Altitud	2785m.s.n.m
Latitud	193600UTM
Longitud	68100UTM
Temperatura media	12,8°C
Precipitación	800 mm al año.
Temporal	La investigación tendrá una duración de un año.

Fuente: Investigación realizada-Estación Meteorológica hacienda San Francisco UPEC.  
Elaboración: Andrés Villarreal

La presente investigación tiene como objeto de estudio evaluar la eficacia de fungicidas alternativos (Fludioxonil y Azoxystrobin), para el control de costra

negra (*Rhizoctonia solani* Kuhn) y roña (*Spongospora subterranea*) de suelo en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.).

#### 1.4. JUSTIFICACIÓN

Debido a los resientes cambios climáticos por los cuales está atravesando la provincia, los patógenos presentes en suelo se han proliferado, multiplicado, causando, grandes pérdidas en este cultivo, razón por la cual es prioritario usar como una herramienta de apoyo los plaguicidas de baja toxicidad para el control de este tipo de microorganismos, es importante resaltar el uso racional de los plaguicidas sin atentar contra el medio ambiente y a la vez impedir que se cree una resistencia de dichos patógenos, permitiendo desarrollar un adecuado manejo integrado de fitopatógenos en el suelo.

El manejo integrado de plagas en el cultivo de papa son técnicas que deben conocer los productores, para que realicen rotación de cultivos, uso de semillas certificadas, manejen productos desinfectantes y den tratamiento al suelo y a la semilla

Por medio de esta investigación se pretende generar una nueva alternativa de control de costra negra (*Rhizoctonia solani* Kuhn) y roña (*Spongospora subterranea*) de suelo en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.), con fungicidas alternativos (Fludioxonil y Azoxystrobin, que son de baja toxicidad, integrando métodos y formas conocidas que permitan dar soluciones reales, permitiendo disminuir los costos de producción y así aumentando la rentabilidad , las cuales estarán a la disposición de los productores de la provincia del Carchi, para de esta manera aplicarlas en forma oportuna en el control de patógenos (no se genere resistencia), conservando así el recurso suelo como principal factor biótico.



## **1.5. OBJETIVOS**

### **1.5.1 Objetivo General**

Determinar la eficiencia de los fungicidas alternativos (Fludioxonil y Azoxystrobin) para el control de costra negra (*Rhizoctonia solani* kuhn) y roña (*Spongospora subterranea*) en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.).

### **1.5.2 Objetivos Específicos**

- Identificar cuál de los fungicidas aplicados tiene mejor eficacia para el control del “Complejo de hongos de suelo en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.).
- Determinar la severidad del complejo de hongos en los tratamientos evaluados.
- Realizar un análisis económico de los tratamientos en estudio.
- Documentar bibliográficamente la investigación.

## II.FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

### 2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Se considera que el control de enfermedades no debe estar basado únicamente en la aplicación de productos químicos, sino que estos deben ser un complemento de otras medidas posibles de utilizar. Esto es lo que se denomina manejo integrado de enfermedades, que considera el empleo de otros métodos de control como inspecciones reguladoras, control biológico, control físico y control cultural.(Lehmann & Agrios, 2004,1997).

Para el desarrollo de la investigación se han encontrado algunas investigaciones relacionadas con el tema propuesto, mismas que se detallan a continuación:

#### 2.1.1 Determinación de fungicidas para el control de (*Rhizoctonia solani* Kuhn), en el cultivo de la papa.

La costra negra producida por el hongo (*Rhizoctonia solani* Kuhn), es una de las principales causas para la disminución de rendimientos en papa, por lo que se realizó este estudio en lotes de la E.E. Sta Catalina del INIAP, utilizando dos manejos de suelo: monocultivo de papa y proveniente de potrero, se evaluaron 18 tratamientos en cada caso de suelo. Esta investigación fue realizada por Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Quito, Editor de INIAP, Quito (Ecuador), 2005 con el objetivo de determinar la eficiencia de fungicidas para el control de (*Rhizoctonia solani* Kuhn), en el cultivo de la papa. Se concluye que Los lotes de terreno provenientes de rotación de cultivos o potreros pueden ser utilizados para la siembra del cultivo de papa. Como semilla se debe usar tubérculos con 0 y máximo 10 por ciento de infección de costra negra. Tubérculos con infecciones mayores al 10 por ciento no se deben usar como semilla ni aun en terrenos provenientes de potreros. El mejor

producto para controlar costra negra fue Azoxistrobina (amistar). El fungicida T. harzianum solo controla costra negra como un componente más de manejo integrado. Benzotiazol (busan) fue el que menos controló la costra negra. Se recomienda verificar los resultados con los dos mejores productos.

**2.1.2** Investigación y validación de componentes de manejo integrado de patógenos de suelo en el cultivo de papa, con pequeños agricultores en la zona centro.

La mayoría de áreas productoras de papa presentan problemas con enfermedades de suelo causadas por: costra negra (*Rhizoctonia solani* Kuhn), roña (*Spongospora subterranea*), pudrición seca (*Fusarium spp*), sarna (*Streptomyces cabies*), pie negro (*Pectobacterium*) y el nematodo del quiste (*Globodera pallida*), entre otras, durante el período septiembre 2007 a diciembre 2010, en zonas importantes para enfermedades de suelo que atacan al cultivo de papa ubicadas en diferentes cantones y sitios de las provincias de Chimborazo, Tungurahua, Cotopaxi y Pichincha, se realizaron estudios enfocados a identificar componentes genéticos, biológicos-químicos, prácticas culturales y de rotación de cultivos, para desarrollar y difundir alternativas tecnológicas de manejo integrado que sean sostenibles de bajo costo y de fácil adopción y de esta manera minimizar el daño que causan estos patógenos en la nueva generación de tubérculos, en comunidades de pequeños productores de la sierra ecuatoriana. Con el objetivo de identificar, verificar y seleccionar en forma participativa, alternativas sostenibles para el manejo integrado de patógenos de suelo, que deterioran la calidad y los rendimientos del cultivo de papa, Tradicionalmente, los microorganismos de suelo han sido considerados como un problema secundario; sin embargo, en la actualidad han alcanzado altos índices de diseminación, atribuidos principalmente al aumento de unidades productivas en condición de minifundio, por la siembra de ciclos consecutivos de papa(monocultivo),y por el intercambio indiscriminado de semilla contaminada.

Los resultados obtenidos permiten concluir que sarna, costra negra, pie negro y roña son las enfermedades de suelo más prevalentes en las principales zonas paperas de nuestro país y el sistema (suelos de rotación+ semilla sana + producto) es considerado como el manejo integrado más propicio en el control del complejo de patógenos de suelo, lo que no ocurre con las prácticas culturales de remoción de suelo y asolación de tubérculos o semilla no reducen la cantidad de inoculo presente en los nuevos tubérculos.

### **2.1.3. Control de Enfermedades de Suelo; Rhizoctonia, Verticillum Y Fusarium, En el cultivo de papa, Sierra Central Del Perú.**

El Instituto Nacional de Investigación Agraria, EE. Santa Ana – Huancayo, 2004. Llego a observar que en los últimos años en el valle del Mantaro, Jauja y Tarma (Departamento de Junín), incremento de incidencia y severidad de hongos de suelo, afectando en promedio un 30% de la cosecha total pese a que tuvo algún tipo de control, incrementándose el porcentaje de ataque de acuerdo al grado de infestación del suelo, originando costos altos para su control debido a alta frecuencia y dosis de aplicación de agroquímicos, lo que muestra la necesidad de incrementar estrategias de manejo efectivo de estas enfermedades. Luego de realizar la investigación se concluye que en los primeros años se observó que el tratamiento a base de Sulfato de Cobre favoreció en mayor control, menor gasto económico y como nutriente en comparación a Benomyl, iniciándose posteriormente ensayos de dosis y modo de aplicación de Sulfato de Cobre. Al final, del ciclo de ensayos se determinó que la aplicación fraccionadas en prácticas agronómicas de este producto, a la siembra y aporque (labor cultural) presentaron mayor porcentaje de tubérculos sanos, libre estructuras de conservación y ambientalmente más benigna.

## **2.2. FUNDAMENTACIÓN LEGAL**

La presente investigación pretende dar cumplimiento a lo estipulado en el reglamento de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi en cuanto a trabajos de investigación de tesis, graduación, titulación e incorporación, capítulo II del marco legal, artículo 2 que menciona la obligatoriedad de la tesis. Para la obtención del título profesional de tercer nivel, en referencia a los artículos 80 literal e) y 144 de la ley orgánica de educación superior – LOES.

Además la investigación está legalmente fundamentada ya que se respetara los artículos de la ley del uso de plaguicidas y la comercialización establecidos en la norma INEN 1962:95, que en breve detalla el uso de estos plaguicidas y sus condiciones en las que deben estar siempre, para de esta, manera no afectar principalmente al recurso suelo como parte de la naturaleza y donde se llevan a cabo las actividades agrícolas.

Art. 12.- Según la información obtenida del Código Internacional de Conducta para la Distribución y Uso de Plaguicidas de la FAO, y otra información proporcionada por la OMS y demás organismos, dice que se negará el registro de un plaguicida o producto afín, en el caso en que se evidenciare algún riesgo para la salud del consumidor y/o del ambiente.

Art. 23.- Se prohíbe las aplicaciones aéreas en las que se utilicen plaguicidas y productos afines extremadamente tóxicos o peligrosos para el hombre, animales o cultivos agrícolas, aun cuando se usen en baja concentración en concordancia con lo dispuesto en la Ley y su reglamento.

EL Art. 13.- de la Constitución del Ecuador del 2008 describe sobre el Derechos del buen vivir. Explicando que las personas y colectividades tienen derecho al acceso seguro y permanente a alimentos sanos, suficientes y nutritivos;

preferentemente producidos a nivel local y en correspondencia con sus diversas identidades y tradiciones culturales.

### **Constitución de la República del Ecuador año 2008.**

Art. 66 numeral 27, reconoce y garantiza a las personas el derecho a vivir en ambiente sano, ecológicamente equilibrado libre de contaminación, y armonía con la naturaleza.

Art. 276 numeral 4, señala que el régimen de desarrollo tendrá como uno de sus objetivos el de recuperar y conservar la naturaleza y mantener un ambiente sano y sustentable que garantice a las personas y colectividades el acceso equitativo, permanente y de calidad al agua, aire y suelo, y a los beneficios de los recursos del subsuelo y del patrimonio natural.

### **2.3. FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA**

Walter Apaza en el módulo de manejo de fungicidas de la Universidad la Molina-Lima - Perú, dice que el control químico de enfermedades en el manejo integrado de plagas es un componente muy importante. En muchos casos se han cometido excesos que han ocasionado contaminación del ambiente así como la evolución de la resistencia de patógenos a fungicidas. El uso de fungicidas dentro del manejo integrado de plagas implica un conocimiento profundo del modo de acción de las principales moléculas, de los mecanismos de resistencia de los patógenos, y sobre todo, de las estrategias para lograr un control adecuado, las cuales sean sostenibles y de muy bajo impacto al ambiente. Adicionalmente es muy importante tener herramientas para diseñar estrategias del uso de fungicidas que tengan en cuenta los periodos críticos del cultivo así como la evaluación y análisis de los diferentes patosistemas que permitan un uso adecuado de fungicidas.

Pumisacho&Sherwood(2002), proponen que el Manejo Integrado de Plagas y enfermedades es más una filosofía que una tecnología. Por eso no ofrece recetas fijas de cómo se debería cultivar la papa. La combinación de estrategias y formas utilizadas en cualquier campo específico debe variar, según la situación política, económica y ecológica. La juiciosa elección de métodos es función de una buena comprensión de diversos conceptos.

El agricultor debe estar consciente de que la actividad agrícola es la principal causa de la irrupción de plagas, malezas y enfermedades. El monocultivo (en tiempo o espacio), los patrones de rotación inapropiados o demasiados cortos, la deficiente calidad fitosanitaria de la semilla, la uniformidad genética del material plantado a nivel de parcela, provincia y región o la intensificación del uso del espacio crean condiciones ideales para el desarrollo de pestes. Sin embargo, el agricultor posee diversas oportunidades para manejar esta situación a su favor.

Las herramientas incluyen la manipulación de la diversidad de especies sembradas, el tipo de la variedad plantada, el uso de variedades o cultivos intercalados, las prácticas y métodos de preparación del suelo y del cultivo, el saneamiento, las alteraciones de las densidades de siembra, fechas de siembra y cosecha, la extensión y tipo de la rotación, las alteraciones de la fertilidad y la aplicación de riego(Pumisacho & Sherwood, 2002)

## **2.4. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA.**

### **2.4.1. CULTIVO DE PAPA**

El cultivo de papa a lo largo de la historia ha sido un producto que está dentro de la alimentación humana, considerado el cuarto alimento más importante del mundo después del arroz, el trigo y el maíz(Trujillo, 2003).

### **2.4.2. RESEÑA HISTORICA**

La domesticación de la papa en los Andes del altiplano ha sido una aventura de diez mil años, tuvo su origen en el área cercana al lago Titicaca, en la actual zona limítrofe entre Perú y Bolivia, esta época coincidió con la llegada de los españoles a Sudamérica quienes introdujeron la papa en Europa a finales del siglo XVI ,con el correr del tiempo las personas de la zona andina tanto hombres, y sobre todo las mujeres fueron las responsables de cuidar las semillas, que gracias a este eficiente trabajo de selección de cientos de variedades le han regalado al mundo un alimento de primer orden, muy importante para la dieta humana, permitiendo así existir el cultivo de papa en casi toda la región andina, ocupando las regiones altas de Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia y Chile(Trujillo, 2003).

### **2.4.3. TAXONOMÍA DE LA PAPA**

**Cuadro 2: Taxonomía de la Papa**

<b>Reino</b>	Vegetal
<b>División</b>	Fanerógama
<b>Subdivisión</b>	Angiospermas
<b>Clase</b>	Dicotiledóneas
<b>Subclase</b>	Simpétala
<b>Sección</b>	Anisocárpeas



<b>Orden</b>	Tubifloríneas
<b>Familia</b>	Solanáceae
<b>Genero</b>	Solanum L.
<b>Especie</b>	( <i>Solanum Tuberosum</i> )

Fuente:(Trujillo, 2003)  
Elaboración: Andrés Villarreal

#### **2.4.4. LA PLANTA**

La planta de papa se encuentra formada por tallos aéreos y subterráneos, los cuales dan sostén, a hojas, flores y frutos(Pumisacho & Velásquez, 2009).

Está formada por tallos, raíz, hojas, flores y fruto en donde el tallo se encuentra formado por un tallo principal el cual se origina en los brotes de los tubérculos (semilla), y por tallos secundarios que normalmente son subterráneos, almacenan sustancias, y donde encontramos las raíces que son las responsables de la absorción de nutrientes y de agua para el buen desarrollo de la planta que posteriormente dará lugar a la formación de hojas que varían en forma ,color ,tamaño y que tienen como función la transformación de energía solar en alimenticia(fotosíntesis), además se forman las flores que varían desde el color morado al blanco y que son las encargadas de la reproducción sexual en la planta y por tanto dan origen a la formación de frutos los cuales son de forma redonda u oval , y de un color que va desde amarillo hasta violeta , y que tienen un promedio de diámetro de 5cm(Pumisacho & Velásquez, 2009).

#### **2.4.5. Zonas de cultivo de Ecuador**

El cultivo de papa en el Ecuador se realiza en alturas comprendidas entre los 2700 a 3400 m, se produce en las diez provincias de la Sierra, las más representativas por el volumen de producción son: Carchi, Pichincha, Tungurahua, Chimborazo y Cotopaxi(Ofiagro & SICA-MAG, 2008).

En el Ecuador se identifican tres principales zonas productoras de papa: norte, centro y sur.

- **Zona norte:** Su rendimiento es en promedio de 21.7 t/ha. Esta zona tiene la mayor producción de papa, por área a nivel nacional. Aunque Carchi solo ocupa el 25% de la superficie nacional dedicada al cultivo de papa (15.000 ha.), la provincia produce el 40% de la cosecha anual del país.
- **Zona central:** Chimborazo tiene la mayor superficie dedicada al cultivo al nivel nacional. Sin embargo, los rendimientos son relativamente bajos (11 t/ha).
- **Zona sur:** En Azuay y Loja, debido a las bajas precipitaciones, la producción de papa es baja y el cultivo es de poca importancia. Cañar es la provincia más papi cultora, donde se encuentra el cultivo sobre los 2.000 m.s.n.m. La producción de la zona está entre las más bajas del país (8 a 10 t/ha)(Pumisacho & Sherwood, 2002).

#### 2.4.6. Requerimientos del cultivo

**Cuadro 3: Requerimientos del cultivo**

Altitud	2.300 a 3600 msnm.
Precipitación	400 y 800 mm, durante el ciclo del cultivo.
Luz	12 horas diarias de luminosidad.
Temperatura	Entre 9 y 11 ° C (media anual).
Suelo	Franco, franco limoso y franco arcilloso con buen drenaje, negro andino.
PH	5.0 a 6.5.

Fuente: Manual Agrícola de los principales cultivos del Ecuador" INIAP.

## **2.4.7. Labores culturales**

### **2.4.7.1. Preparación del suelo**

La selección cuidadosa del terreno es particularmente importante para el éxito del cultivo de papa. Se debe tomar en cuenta diversos criterios, como la presencia de plagas y enfermedades, presencia de distintos tamaños de agregados de suelo y que tengan una capa arable por arriba de los 30 cm. Estos factores permiten un buen desarrollo de raíces y la formación de tubérculos. Debido al grado de movimiento de suelo que demanda el cultivo, para evitar la erosión de suelos, no se recomienda utilizar terrenos con pendientes mayores al 20%.

La preparación de la parcela depende del tipo de suelo, condiciones climatológicas, humedad y riesgo a la erosión. Comúnmente el cultivo de papa conlleva un alto riesgo de erosión de acuerdo al sistema que se use. En el Ecuador, la mayoría de los agricultores practican un sistema de labranza que invierte y remueve los primeros 30 cm de superficie (Pumisacho & Sherwood, 2002).

#### **2.4.7.1.1. Arada**

Se la debe realizar un mes antes de la siembra, si el terreno ha sido descansado se debe incorporar materia verde de dos a tres meses antes de la preparación del terreno, esta debe ser profunda, y su preparación se puede realizar de dos formas por medios mecánicos (tractor), o con la ayuda de yunta o pico (Lucero, 2011).

#### **2.4.7.1.2. Rastra**

Las necesarias hasta desmenuzar el suelo y dejar una cama "mullida" sin terrones, donde irá la semilla o donde se pondrá la semilla(Lucero, 2011).

#### **2.4.7.1.3. Surcado**

Se lo debe realizar a una distancia de 1.00 a 1.20 metros entre surcos en sentido opuesto a la pendiente, mientras que en terrenos inclinados la distancia debe ser mayor, esta actividad puede realizársela manualmente con la ayuda de azadón o yunta, o por medio de tractor(Lucero, 2011).

#### **2.4.8. Siembra**

Al momento que la semilla está brotada y desinfectada se procede a la siembra, depositando la semilla en el fondo del surco; la distancia depende de la variedad, inclinación del terreno y del objetivo de la siembra ya sea para consumo o semilla(Lindao, 1991).

##### **2.4.8.1. Semilla**

Se recomienda como medida utilizar semilla de la misma variedad sin rajaduras, que tenga un peso de 60 gr o dos de 30 gr por sitio de siembra la cual debe ser de buena calidad (libre de plagas, enfermedades), tanto en sus brotes los cuales deben ser turgentes ,cortos y vigorosos(Lucero, 2011).

##### **2.4.8.2. Fertilización**

Las papas requieren niveles de fertilidad adecuados del suelo para una buena producción. El abonado de fondo por hectárea es de 80 kg de N, 70- 10 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 200 -300 kg de K<sub>2</sub>O(Lorente, 2007).

### **2.4.8.3. Actividades en la siembra**

#### **2.4.8.3.1. Desinfección de semillas**

Con este proceso se puede eliminar a la mayoría de los patógenos fúngicos de la superficie del tubérculo, además de protegerlos de la infección de hongos una vez que estén en el suelo. Este tratamiento no controla virus y presenta un bajo control sobre bacterias que atacan el cultivo. La desinfección de semillas es conveniente realizarla una vez lavados los tubérculos, esto es debido a que la mayoría de los desinfectantes no son efectivos sobre superficies sucias, ya que se ven rápidamente inactivados por la materia orgánica y el suelo (Secor, 1993).

#### **2.4.8.3.2. Desinfección de suelos**

Es una práctica agrícola que consiste en la aplicación de pesticidas o vapor de agua con la finalidad de eliminar o al menos reducir, los organismos parásitos de las plantas cultivadas que existen en el suelo(Lorente, 2007).

Este proceso obedece la necesidad de los agricultores por hacer un control de organismos presentes en el suelo como los hongos y nematodos. La desinfección del suelo debe realizarse antes de implantar el cultivo. Es importante también tener en cuenta la cantidad de materia orgánica en el suelo, puesto que esta tiene efecto de retención de los desinfectantes (Lorente, 2007).

### **2.4.9. Labores culturales**

Estas labores se deben realizar de acuerdo al transcurso del ciclo del cultivo empezando con un retape para realizar el 50% de la fertilización edáfica, efectuándolo a los 20 días después de la siembra, luego se realiza el medio

aporque a los 50 días después de la siembra y por último el aporque entre los 63 días después de la siembra.

#### **2.4.9.1. Retape**

Es una actividad que consiste en remover la tierra alrededor de la planta y tapar el fertilizante químico aplicado. Se puede realizar en forma manual, con yunta o con la ayuda de un tractor; la principal función es darle aireación a la planta y controlar las malezas que establezcan competencia con el cultivo. Esta labor se realiza, cuando el cultivo ha alcanzado la emergencia total y las plantas tienen de 8 a 10 cm de alto (Torres, Valverde, & Andrade, 2011).

#### **2.4.9.2 Medio aporque – aporque**

Durante el ciclo del cultivo de acostumbra a realizar dos aporques, el propósito de estas dos labores es dar mayor sostén a la planta, como favorecer el desarrollo de tubérculos dentro del suelo para lo cual se incorpora una capa de suelo para crear un ambiente propicio para la tuberización (protección de estolones) (Torres, Valverde, & Andrade, 2011).

### **2.5. Principales enfermedades del cultivo**

Durante los últimos 25 años se ha determinado, en forma precisa, que 15 enfermedades afectan los rendimientos y calidad del cultivo de la papa, bajo condiciones prevalentes de la sierra ecuatoriana. Estas enfermedades son causadas por hongos, bacterias, nematodos y virus, de las cuales, aquellas originadas por hongos, son motivo principal de estudios en base a las múltiples aplicaciones de fungicidas, lo cual, implica realizar inversiones millonarias para garantizar la productividad de la papa (Revelo, 1997).

La papa es susceptible a muchas enfermedades. A diferencia de lo que sucede con las malezas y la mayoría de los insectos que compiten con la planta o le causan daño directo, las enfermedades resultan de los cambios en los procesos fisiológicos de la planta, cuya manifestación se denomina síntoma (Pumisacho & Sherwood, 2002).

La enfermedad en plantas es cuando una o varias de sus funciones son alteradas por patógenos o por determinadas condiciones del ambiente en que se desarrolla. Esta alteración llega a ser significativa (evidente) y continua. Las células y tejidos afectados comúnmente se debilitan y/o destruyen a causa de los agentes que producen la enfermedad, por lo tanto, la capacidad de estas células para llevar a cabo sus funciones normales disminuye o se anula por completo, como resultado la planta muere o disminuye su crecimiento (Pineda, 2011).

Para que se produzca la enfermedad se requiere de la interacción de tres factores a través del tiempo:

- Hospedante: Planta.
- Patógeno: Agente causante de la enfermedad.
- Ambiente: Entorno físico químico.

### **2.5.1. Enfermedades del suelo**

Las enfermedades del suelo se encuentran en todas las zonas paperas del país, en especial en zonas frías y húmedas, en suelos de minifundio donde es predominante el monocultivo. Se trasladan de un cultivo a otro mediante el uso de semilla contaminada, rastros, por suelo infectado, por agua contaminada e implementos agrícolas. Costra negra, pie negro y el nemátodo del quiste de la papa afectan el rendimiento; mientras que sarna y roña afectan la apariencia

física del tubérculo, consecuentemente la pérdida del valor comercial(Montesdeoca, 2005).

### **2.5.1.1. Rhizoctonia**

Conocida también como costra negra es una enfermedad de la papa, producida por el hongo (*Rhizoctonia solani* Kuhn), que se encuentra distribuida en todas las zonas productoras de papa del mundo como en nuestro país, enfermedad que afecta brotes, estolones y tubérculos(Mora, LLerena, & Reinoso, 2010).

#### **a).Agente causal**

El patógeno causante de esta enfermedad es el hongo (*Rhizoctonia solani* Kühn) cuyo estado sexual es (*Thanatephorus cucumeris*), este hongo de acuerdo a su propiedad de anastomosis está dividido en grupos(Revelo, 1997).

El GA3 está presente en la Sierra, forma esclerocios en la superficie de los tubérculos, soporta temperatura fría y afecta principalmente a la papa.

El GA4 en cambio, está presente en la costa, en la Selva alta y en los valles interandinos calientes; no forma esclerocios, y afecta, además de la papa, a un gran número de hospedantes(Torres H. , 1995).

#### **b).Epidemiología**

Es una enfermedad que causa daño considerable a los brotes cuando el suelo está muy húmedo y frío. La incidencia es mayor en suelos con monocultivo intenso y con drenaje malo, su diseminación se efectúa por la semilla, suelo infestado, implementos agrícolas y agua de riego, el inoculó está presente en el suelo y también en forma de esclerocios en la superficie de los tubérculos semillas. Afecta también a cebada, trigo y haba(Revelo, 1997).



### **c). Síntomas**

Los síntomas que afectan se encuentran presentes en la emergencia ya que la retarda o la anula mediante la muerte de los brotes por medio del hongo, además con el desarrollo fenológico de la planta causa el estrangulamiento de los tallos (lesiones necróticas), produce retardo en su desarrollo, un arrosetamiento del ápice, pigmentación púrpura de las hojas y formación de tubérculos aéreos, finalmente afecta la superficie de los tubérculos maduros tanto en su calidad culinaria como sanitaria ya que se forman costras negras llamadas esclerocios que son las estructuras de reproducción del hongo, su forma de transmisión es mediante suelo infectado - cultivo o mediante implementos agrícolas (Montesdeoca, Narváez, Mora, & Benitez, 2006).

#### **Grafico1: Síntomas de Rhizoctonia en el tallo y tubérculo.**



**Fuente:** Guía fotográfica de las principales plagas del cultivo de papa en Ecuador Centro Internacional de la Papa (CIP), 2013

### **d). Cómo se la identifica en campo**

En las hojas superiores se desarrolla enrollamientos, marchites, clorosis foliar (perdida de color normal de las hojas), además crecimiento de tubérculos aéreos en la parte baja de la planta (presencia de papitas en el tallo- papa de árbol), como también la presencia de mancha algodonosa en el cuello de la planta que corresponde a la fase sexual del hongo; a nivel de los estolones se

interrumpe el desarrollo normal de los tubérculos los cuales son deformes y con costras negras en su superficie(Pumisacho & Velàquez, 2009).

#### **e).Qué favorece su crecimiento**

Se puede presentar por las condiciones de humedad en el suelo, también por semilla infectada y reutilizada para la nueva siembra, además por la utilización de agua contaminada, herramientas y materiales contaminados, que favorecen al desarrollo de la enfermedad(Pumisacho & Velàquez, 2009).

#### **f).Cómo manejar la enfermedad**

Como medida es utilizar semilla de calidad (semilla sana, misma variedad, tamaño uniforme y madura), la cual debe ser sembrada en surcos o huachos con pendiente moderada para evitar el encharcamiento, además usar maquinaria y herramientas limpias que permitan eliminar todas las plantas afectadas en la parcela y al final de la cosecha se debe recoger toda la papa para de esta manera evitar un material que pueda ayudar al desarrollo de la enfermedad(Pumisacho & Velàquez, 2009).

#### **2.5.2. Roña**

La roña es una enfermedad que afecta la calidad de los tubérculos pero no los rendimientos, es muy difundida en suelos fríos y húmedos; en los últimos años se ha manifestado con mayor frecuencia en las zonas centro y sur donde se cultiva papa en forma de monocultivo, el hongo es transmisor del mop top virus (PMTV)(Mora, LLerena, & Reinoso, 2010).

### **a).Agente causal**

La enfermedad es causada por el hongo (*Spongospora subterranea*) el cual infecta raíces y tubérculos.

### **b).Epidemiología**

La enfermedad no debe estar presente en los tubérculos-semillas de categoría básica, pero en la categoría certificada el límite de tolerancia es hasta un 10% de tubérculos afectados, con un grado de infección máximo de 15% del área que cubre la superficie infectada de los tubérculos; estos límites pueden variar de acuerdo al país.

### **c).Síntomas**

En la parte aérea de la planta, generalmente no se observan síntomas de la enfermedad. Los síntomas iniciales son pequeños granitos como ampollas de color claro en la superficie del tubérculo, más tarde, las ampollas se convierten en manchas redondeadas, abiertas y oscuras, estas manchas abiertas y oscuras expulsan un polvo de color púrpura (esporas) que pueden unirse y formar grandes áreas de infección que abarcan gran parte del tubérculo.

En las raíces se observan tumores o agallas oscuras y pueden reducir el vigor de la planta y confundirse con nematodos(Mora E. , Pumisacho, Reinoso, & Aucancela, 2010).

## **Grafico2: Síntomas iniciales y avanzados de la enfermedad**



**Fuente:** Manual de Control Interno de Calidad (CIC) en tubérculo - semilla de papa Quito-Ecuador, 2006.

### **d).Cómo manejar la enfermedad**

Como medida es usar tubérculos-semillas sanos las cuales deben ser sembrados en suelos limpios, en donde se realice la rotación de cultivos como por ejemplo con cereales y pastos por un periodo de cinco a seis años, además se debe recoger todos los tubérculos infectados que se encuentran en el campo durante la cosecha; luego eliminarlos o quemarlos para evitar la diseminación del hongo(Mora, LLerena, & Reinoso, 2010).

### **2.6. Manejo de patógenos del suelo**

La clave del manejo consiste en vigilar constantemente lo que ocurre en el cultivo, por lo que no se ha identificado variedad alguna que sea resistente al ataque de los patógenos del suelo, todas las variedades, nativas como mejoradas sufren algún daño por patógenos del suelo, por tanto las diferentes alternativas para reducir la presencia de enfermedades del suelo empiezan con la selección de semilla libre de patógenos y la desinfección de la misma, seguida por la desinfección y manejo adecuado del suelo incluyendo la rotación del cultivo, la nutrición de la planta y el control fitosanitario oportuno(Montesdeoca, 2005).

### **2.6.1. Manejo fitosanitario**

Son aplicaciones de plaguicidas que el agricultor realiza durante el ciclo vegetativo del cultivo para controlar las principales plagas y enfermedades que afectan la calidad del tubérculo-semilla(Torres, Montesdeoca, & Andrade, 2011).

#### **2.6.1.1. Control químico**

El productor de papa del Ecuador dispone comercialmente de productos específicos de acción sistémica, como metalaxyl, cimoxanyl y fosetil de aluminio, químicos sintéticos y muchos productos de contacto, sean estos selectivos o de amplio espectro(Pumisacho & Sherwood, 2002).

### **2.7. Fungicida**

Los fungicidas son sustancias o agentes que matan o evitan el desarrollo del hongo, para cumplir con esta función, deben ser de baja fitotoxicidad, fungitoxicos por si mismos o tener la capacidad de serlo dentro de la espora fungosa, antes de que esta penetre en la planta; tener la capacidad de penetrar en la espora y alcanzar el sitio principal de acción y adherirse firmemente a las plantas y resistir, así los efectos del clima sean adversos(Botello & Rendon, 2005).

**Cuadro 4: Clasificación moderna de los fungicidas**

<b>MODO DE ACCIÓN</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>EFEECTO</b>
Protectantes	Superficie	Contacto
Protectantes	Superficie	Erradicante
Penetrantes	Profundidad	Erradicante
Mesostémicos	Profundidad	Erradicante
Sistémicos	Sistémico	Erradicante

Fuente: Azevedo 2001

Elaboración: Andrés Villarreal

### **2.7.1. Fungicidas de contacto**

Los fungicidas de contacto, llamados también protectores, actúan solamente sobre la superficie de la planta donde el fungicida ha sido depositado y evitan que las esporas germinen y penetren a las células. Por ello se recomienda cubrir la mayor parte de la planta con este tipo de productos (Grek, 2013).

### **2.7.2. Fungicidas sistémicos**

Los fungicidas sistémicos son absorbidos a través del follaje o de las raíces y se movilizan en toda la planta. Otros productos sistémicos, conocidos como fungicidas translaminares, tienen la capacidad de moverse del lado superior de la hoja al inferior, pero no de hoja a hoja. Los fungicidas sistémicos afectan varias etapas de la vida del hongo (Grek, 2013).

## **2.8. Azoxistrobina**

“Gránulos dispersables en Agua (WG): Contiene 500 gramos de ingrediente activo por Kilogramo de producto formulado” (Agroquímicas & Syngenta, 2012).

### **2.8.1. Descripción**

Es un fungicida sistémico y de contacto perteneciente al grupo de las Strobilurinas, de origen natural, con amplio espectro de control de patógenos, en donde su efecto directo sobre los patógenos, se da por que inducen alteraciones fisiológicas en muchos cultivos, particularmente en los cereales, como una intensificada pigmentación del tejido verde de las hojas y un envejecimiento más lento de la planta, lo que los hace potencialmente beneficiosos en agricultura, además presenta “triple acción”, con actividad preventiva, curativa y antiesporulante, dependiendo de la enfermedad(Agroquímicas & Syngenta, 2012).

### **2.8.3. Mecanismo de acción**

El contenido de Azoxystrobin brinda acción inhibitoria de la respiración mitocondrial en los hongos (acción temprana sobre esporas). (Agroquímicas & Syngenta, 2012)

### **2.8.4. Fitocompatibilidad**

Compatible con la mayoría de los fitosanitarios.

### **2.8.5. Toxicidad**

Categoría toxicológica II, Moderadamente tóxico.

## **2.9. Fludioxonil**

Fungicida suspensión concentrada para el tratamiento de semillas.

### **2.9.1. Descripción**

Fungicida de amplio espectro para el tratamiento de semillas, perteneciente al grupo de los fenilpirroles, los cuales se derivan del antibiótico pirrolnitrina, que es producido por varias especies de *Pseudomonas*, es un producto utilizado en el control de enfermedades provenientes de hongos Ascomycetos, Basidiomycetos, y Deuteromicetes presentes en la semilla o en el suelo, tanto al momento de la plantación en los campos de cultivo, como durante el almacenaje y/o transporte (Agroquímicas & Syngenta, 2012).

### **2.9.2. Formulación y concentración**

Suspensión concentrada para tratamiento de semillas que contiene 25 g de ingrediente activo por litro de producto comercial.

### **2.9.3. Mecanismo de acción**

Fludioxonil está asociado a la fosforilación de la glucosa, inhibe la proteína kinasa y por ende la osmo-regulación.

### **2.9.4. Modo de empleo**

Se recomienda diluir Fludioxonil en 0.5 a 2 litros de agua por tonelada de semilla. El volumen del agua depende del tipo de semilla. Se puede realizar el tratamiento de grandes lotes de semillas en equipos especializados. Si se requiere mezclar Fludioxonil con otros fungicidas o insecticidas, se debe mezclar primero los otros productos con agua y por último Fludioxonil (Agroquímicas & Syngenta, 2012).



### **2.9.5. Período de reingreso**

No aplica.

### **2.9.6. Fitocompatibilidad**

Debe ser aplicado a semilla de buena calidad para asegurar una adecuada germinación y protección, la semilla guardada con este producto se puede guardar (bajo condiciones adecuadas de almacenamiento) durante un año presentando mejores porcentajes de germinación respecto a semillas no tratadas. (Agroquímicas & Syngenta, 2012)

### **2.9.7. Toxicidad**

Categoría toxicológica III, Ligeramente tóxico.

## **2.10. Manejo y aplicación de plaguicidas**

El uso de plaguicidas debería complementar otros componentes de manejo de plagas. Una vez identificado el problema fitosanitario se debe analizar las posibles alternativas de control. Asumiendo que la plaga ha sido correctamente identificada y se ha escogido un plaguicida adecuado, para lo cual se debería tomar en cuenta una serie de factores antes de aplicarlo.

Las normas mínimas bajo el concepto del manejo integrado a seguir comprenden desde el momento mismo de la elección del plaguicida, la aplicación en el campo y hasta la cosecha, en la que se debe tomar en cuenta el nivel residual del pesticida en los tubérculos y en el medio ambiente como también si existe el desarrollo de la resistencia, para de esta manera alternar el uso de fungicidas de diferente mecanismo y modo de acción (Pumisacho & Sherwood, 2002).

## 2.11. VOCABULARIO TÉCNICO

- **Agente causal.-** Patógeno.
- **Clorosis.-** Síntoma caracterizado por la pérdida de la clorofila en las hojas.
- **Cancro:** es una lesión generalmente hundida, necrosada en ramas, tallos o ramillas de una planta.
- **Descarte.-** Eliminación de plantas y tubérculos enfermos.
- **Epidemiología.-** Estudio de la iniciación, desarrollo y diseminación de la enfermedad en relación con los factores del medio ambiente.
- **Enfermedad:** es toda malformación o mal funcionamiento de células o tejidos vegetales, causado por agentes internos o externos, bióticos o abióticos que afecta a las plantas o sus órganos, y que causa síntomas o daños permanentes.
- **Facultativo.-** Organismo capaz de cambiar su condición de saprofito a la de parasito o viceversa.
- **Fuente de inóculo.-** Lugar o substrato en el cual se produce y desde el cual se disemina el inóculo.
- **Hongos.-** grupo diverso de organismos unicelulares o pluricelulares que, a diferencia de las plantas y los animales, se alimentan mediante la absorción directa de nutrientes, que obtienen mediante la degradación de moléculas de alimento del medio (nutrición absortiva).
- **Hospedero.-** Un organismo que actúa como mesonero y permite el desarrollo de otros organismos o parásitos (huésped).
- **Infección.-** Penetración y desarrollo de un microorganismo dentro de la planta.
- **Inóculo.-** Es el organismo patógeno o aquella parte de él responsable de producir una infección.
- **Mildiu.-** Desarrollo de ciertos hongos que dan apariencia afelpada a la superficie del hospedante.

- **Necrosis.**- (adj.necrótico)-muerte de células, tejidos, o parte de una planta, generalmente acompañada por un oscurecimiento o decoloración, síntoma de enfermedad.
- **Patógeno.**- Organismo capaz de producir una enfermedad en un hospedero.
- **Plasmodio.**-Masa protoplasmática de ciertos hongos desprovista de pared celular y que contiene citoplasma y núcleos
- **Proliferar.**- Reproducir repetidamente; reasumir el desarrollo de brotes.
- **Suculento.**- Tejido de la planta de consistencia suave y jugosa.
- **Síntoma:** reacciones internas o externas, alteraciones de una planta ante la presencia de un patógeno que le causa la enfermedad.

## 2.12. HIPÓTESIS

### 2.12.1 Hipótesis Afirmativa (Hi)

Los fungicidas de baja toxicidad Fludioxonil y Azoxystrobin para el control del complejo de patógenos costra negra (*Rhizoctonia solani* kuhn) y roña (*Spongospora subterranea*) en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) son eficaces.

### 2.12.2 Hipótesis Nula (Ho)

Los fungicidas de baja toxicidad Fludioxonil y Azoxystrobin para el control del complejo de patógenos costra negra (*Rhizoctonia solani* kuhn) y roña (*Spongospora subterranea*) en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) no son eficaces.

### 2.13. VARIABLES

**Variable independiente:** Plaguicidas de baja toxicidad Azoxistrobin y Fludioxonil.

**Variable dependiente:** Control del complejo de patógenos (Costra negra (*Rhizoctonia solani* Kühn) y roña (*Spongospora subterranea*) en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.).

### **III. METODOLOGÍA.**

#### **3.1. MODALIDAD DE LA INVESTIGACIÓN**

La presente investigación es cuali-cuantitativa, cualitativa porque se evalúa variables, durante el transcurso de la investigación como : porcentaje de emergencia, altura de planta, numero de tallos principales, diámetro de tallos, la eficiencia de los fungicidas frente a la presencia de costra negra (*Rhizoctonia solani* Kuhn) y roña (*Spongospora subterranea*),y cuantitativa porque se obtiene datos numéricos que nos ayudan a obtener el resultado positivo o negativo en el control de estas enfermedades de suelo, estimado en la incidencia y la severidad.

#### **3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN**

Para el desarrollo del proyecto se empleó los siguientes tipos de investigación.

##### **3.2.1. Investigación de campo y experimental**

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

##### **3.2.2. Investigación Bibliográfica**

Mediante el desarrollo de la investigación se utilizó libros, revistas científicas, en base al tema en estudio, con el propósito que durante la elaboración del trabajo final se realizara la fundamentación del mismo.

### **3.2.3. Investigación aplicada**

Con la investigación desarrollada en campo y la información obtenida a través de la aplicación de los diferentes tratamientos se pudo comprobar la efectividad de Fludioxonil y Azoxystrobin, en el control del complejo de patógenos Costra negra (*Rhizoctonia solani* Kühn) y roña (*Spongospora subterranea*) en el cultivo de papa permitiendo de esta manera encontrar una solución, para resolver este tipo de problema que atraviesan los agricultores de la zona.

### **3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA DE LA INVESTIGACIÓN.**

**Población:** 24 unidades experimentales en una superficie de 1380 m<sup>2</sup>.

**Muestra:** 20 plantas para el análisis en la parcela neta de cada unidad experimental.

### 3.4. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

**Cuadro 5: Operacionalización de Variables**

Hipótesis	Variables	Criterio	Descripción	Indicador	Técnica	Herramienta	Informante
Los fungicidas de baja toxicidad Fludioxonil y Azoxistrobin, para el control del complejo de patógenos costra negra ( <i>Rhizoctonia Solani</i> Kuhn) y Roña ( <i>Spongospora Subterranea</i> ) en el cultivo de papa ( <i>Solanum Tuberosum</i> L.) son eficaces o no lo son.	V.I Plaguicidas de baja toxicidad.	Aplicación de Fludioxonil.	Está asociado a la fosforilización de la glucosa, inhibe la proteína klnasa y por ende la osmoregulación.	Dosis 50ccen litro de agua.	Fumigación	Bomba de fumigar.	INVESTIGADOR
		Aplicación de Azoxistrobin.	Inhibe la respiración mitocondrial en el hongo, evita que el hongo no se desarrolle.	7,5 gr en litro de agua.			
	V.D Control del complejo de patógenos costra negra ( <i>Rhizoctonia Solani</i> Kuhn) y Roña ( <i>Spongospora Subterranea</i> ) en el cultivo de papa ( <i>Solanum Tuberosum</i> L.)	% de Emergencia	Plantas germinadas/tratamiento.	Se observó % de plantas germinadas.	Observación en campo y registro de datos.	Ficha técnica de campo.	
		Número de tallos.	Promedio en cada tratamiento.	Se contabilizo el número de tallos.	Toma de datos con ayuda de una regla - metro.		
		Diámetro de tallos	% de grosor del tallo de las diferentes parcelas con los diferentes tratamientos.	Medición del grosor de tallo.	Toma de datos con la ayuda del pie de rey.		
		Incidencia a nivel de planta.	Daño que ocasiona las enfermedades en la planta.	Se observó % de brotes, plantas y cultivo libres de las enfermedades en estudio.	Observación en campo y registro de datos.		
		Severidad a nivel de Tubérculo cosechado.	Daño que ocasiona las enfermedades a nivel de tubérculo.	Se observó % de tubérculos libres de severidad.			
		Producción	Determina tn/ha de papa de cada tratamiento.	Se calculó tn/ha.	Observación y toma de datos, con la ayuda de una balanza.		
		Costo	Utilidad de lo que se obtiene de cada tratamiento.	Tratamiento más rentable.	Análisis de los costos de cada tratamiento.		

Elaboración: Andrés Villarreal

### 3.5. RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

#### 3.5.1. Fuentes Bibliográficas

La información bibliográfica del tema investigado se recolecto a través de libros, temas de investigación, información de periódicos y revistas científicas.

#### 3.5.2. Información procedimental

La presente investigación considero la localización del experimento, en donde se empleó un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA), para poder medir de esta manera los factores en estudio, efectuar un análisis funcional, analizar las variables a medir, además para la comprobación de las hipótesis se realizó un análisis ADEVA, y se empleó la prueba de Tukey al 5%, para efectuar comparaciones.

#### 3.5.3. Factores en estudio

Constituido por los siguientes plaguicidas.

**Cuadro 6: Tratamientos y dosificación**

TRATAMIENTO	PRODUCTO INGR.ACTIVO	DOSIS APLICADA
T1	Fludioxonil	50ccenlitro de H2O
T2	Azoxystrobin	7,5 gr en litro de H2O
T3	Tiabendazol	15 cc enlitro de H2O
T4	Metiltiofanato	20cc en litro de H2O
T5	Kasugamicina	20 ccenlitro de H2O
T6	Testigo Absoluto	Ninguna dosis.

Fuente: Investigación realizada  
Elaboración: Andrés Villarreal



### 3.5.4. Características del ensayo

Se constituyó de 6 tratamientos incluido el testigo absoluto y cada tratamiento incluyo cuatro repeticiones, generando un total de veinticuatro (24) unidades experimentales. En el gráfico 3 se muestra la distribución de las unidades experimentales.

#### 3.5.4.1. Los tratamientos del ensayo son:

- T1.- Fludioxonil
- T2.- Azoxystrobin
- T3.- Tiabendazol
- T4.- ThiofanatoMetil
- T5.- kasugamicina
- T6.- Testigo absoluto

### 3.5.5. Diseño Experimental

Para realizar la investigación se utilizó un diseño de bloques completamente al Azar (DBCA).

#### 3.5.5.1 DESCRIPCION DEL DISEÑO EXPERIMENTAL

**Cuadro 7: Características del diseño experimental.**

Ensayo Total		Parcela Total		Parcela neta	
Repeticiones:	4	Largo:	6 m	Largo	5 m
Tratamientos:	6	Ancho:	6 m	Ancho	5 m
		Área total	36 m <sup>2</sup>	Área total	25 m <sup>2</sup>

Fuente: Investigación realizada  
Elaboración: Andrés Villarreal

### 3.5.5.2 Características de las unidades experimentales

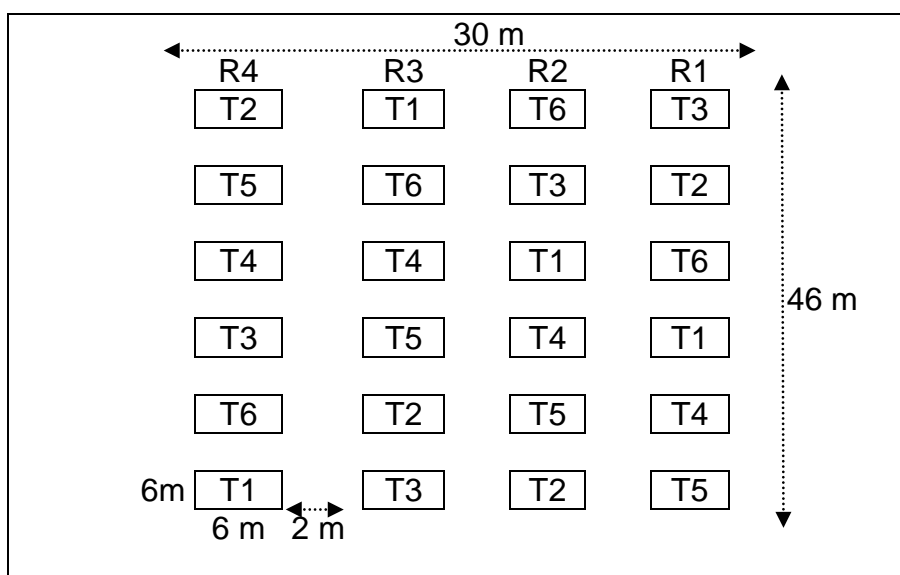
**Cuadro 8: Características de la unidad experimental.**

Número de unidades experimentales	24
Área total del ensayo(30 m x46m)	1380 m <sup>2</sup>
Área de la parcela total	36 m <sup>2</sup>
Número total de plantas	2016
Separación entre bloques	2 m
Separación entre parcelas	2 m
Área de parcela neta	25 m <sup>2</sup>
Número de plantas por parcela neta	56
Número de plantas por surco:	14
Número de surcos por parcela total	6
Número de surcos por parcela neta	4

Fuente: Investigación realizada  
Elaboración: Andrés Villarreal

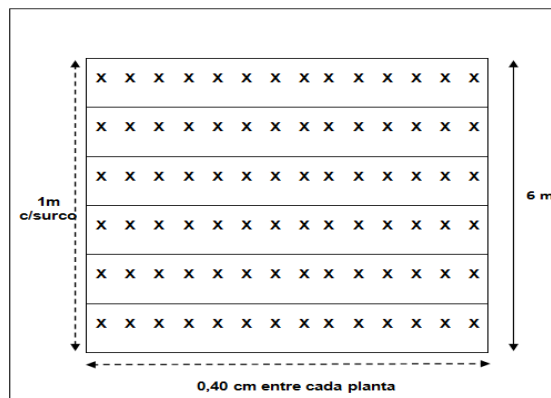
### 3.5.5.3 Distribución en campo de las unidades experimentales

**Grafico 3: Distribución de las unidades experimentales en campo**



Fuente: Investigación realizada  
Elaboración: Andrés Villarreal

**Grafico 4: Descripción de la parcela neta en metros**



Fuente: Investigación realizada  
Elaboración: Andrés Villarreal

#### **3.5.5.4 Análisis funcional**

Se utilizó un análisis de varianza de D.B.C.A, y una prueba de significación, Tukey al 5% para comparar tratamientos.

#### **3.5.6. Variables a evaluarse**

##### **3.5. 6.1 Emergencia**

Se registró el número de plantas emergidas por cada una de las parcelas netas evaluadas y estos resultados se los expreso en porcentaje.

##### **3.5.6.2 Altura de planta**

La altura se tomó desde la base del tallo hasta el ápice ,de 20 plantas de la parcela neta, expresando en centímetros los resultados obtenidos, mediante la ayuda de una regla (30cm), pero con el desarrollo del cultivo se optó por la utilización de un flexómetro, aquella medición se realizo, hasta 1 mes antes de la cosecha.

### **3.5.6.3 Grosor de tallo**

El grosor de tallo se evaluó a nivel de los tallos principales, con la ayuda de un instrumento (pie de rey), en 20 plantas de la parcela neta tomadas al azar.

### **3.5.6.4. Tallos principales**

El número de tallos se determinó a partir del conteo total de tallos principales en la parcela neta.

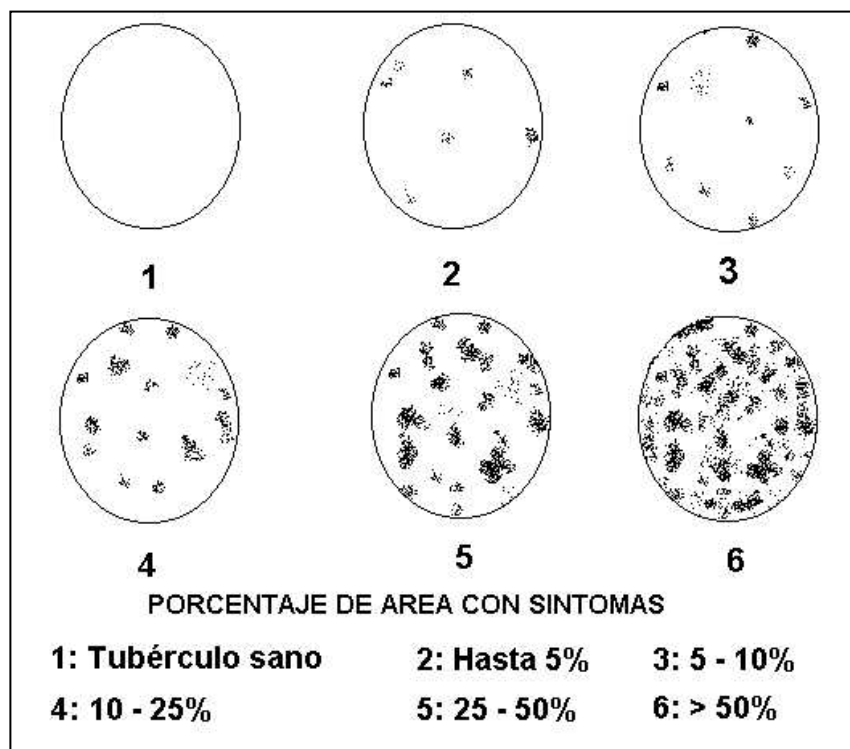
### **3.5.6.5. Evaluación de la incidencia en cada etapa del cultivo**

Desde la formación de brotes nuevos a nivel de tubérculo, pasando por la etapa de prefloración hasta la madurez fisiológica del cultivo, se evaluó el porcentaje de plantas sanas frente a aquellas que presenten síntomas típicos de las enfermedades de suelo en estudio.

### **3.5.6.6. Evaluación de tubérculos cosechados en base a la severidad**

La evaluación de severidad (grado de infección), de los tubérculos cosechados, de cada tratamiento, se evaluó en base a la porción del área del tubérculo afectado con síntomas y signos de las enfermedades de suelo, utilizando como ayuda una tabla de comparaciones del porcentaje en severidad de (*Rhizoctonia solani* Kuhn) y (*Spongospora subterranea*), como se muestra a continuación:

**Grafico 5: Escala de evaluación de severidad en tubérculos.**



**FUENTE:**(Guerreo, 1997).Estudio de la incidencia de los principales patógenos en semilla de papa (*Rhizoctonia*, *Rosellinia*, *Spongospora*, *Erwinia*, *Streptomyces* y *Verticillium*).

### **3.5.6.7 Producción**

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

### **3.5.6.8 Costo/beneficio**

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

### **3.5.7. Métodos de Manejo del Experimento**

#### **3.5.7.1. Materiales y equipos**

Se utilizaron equipos y herramientas como:

##### **a) Materiales de Campo**

- Semilla de papa variedad superchola.
- Cinta Métrica (30 mtrs).
- Letreros.
- Herramientas de labranza.
- Bomba manual de mochila.
- Fungicidas (Fludioxonil y Azoxystrobin).
- Fertilizantes químicos.
- Abono.
- Insecticidas.
- Equipo de protección (guantes, gafas, botas, mascarilla).
- Tanque 200 ltrs
- Balde de 20 litros.
- Regla 30 cm.
- Balanzas romana - electrónica.
- Flexómetro.
- letreros.
- Piola.
- Estacas.
- rótulos
- lápiz HB
- lupa
- Materiales de cosecha (costales, gavetas).

## **b) Equipos de Oficina**

- Computador.
- Flash Memori.
- Calculadora.
- Cámara fotográfica.

### **3.5.8. Procedimiento**

#### **3.5.8.1 Análisis del suelo**

En el sitio donde se desarrolló el ensayo se procedió a tomar una muestra de suelo, constituida de 25 sub-muestras recogidas en forma de sig - sag a 20 cm de profundidad, se mezclaron homogéneamente en un balde para luego separar en una funda plástica, aproximadamente un kilogramo, incluyendo la respectiva etiqueta con todos los datos del lugar, para posteriormente enviar al laboratorio de la estación Santa Catalina INIAP, para su análisis respectivo (Anexo 2).

#### **3.5.8.2 .Preparación del suelo**

Se realizó una labor mecanizada mediante tractor, el cual realizo una arada, con 30 días de anticipación a la siembra, tomando en cuenta la estructura del suelo, se rastro dos veces para evitar, el sobre laboreo, compactación, y reducir el uso de herbicidas, posteriormente se realizó el surcado mecanizado a un metro de distancia según la densidad de siembra (Anexo 3-4).

#### **3.5.8.3. Instalación del ensayo**

Se realizó el trazado, usando piola y cinta métrica para establecer las unidades experimentales, a las cuales se les delimito por medio de la ayuda de estacas de 50 cm de largo, y pintadas de colores (rojo parte superior y

blanco parte inferior), para así poder tener una mejor visualización del ensayo ; estas unidades experimentales fueron de 6 metros de largo por 6 metros de ancho, constituidas por 84 plantas en cada parcela total, además cada unidad experimental estuvo separada entre sí por 2 m de distancia(Anexo 5).

#### **3.5.8.4. Siembra**

Para la siembra se colocó dos semillas por planta a una distancia de 40 cm entre planta y un metro entre surco, previamente desinfectadas por el proceso de inmersión, con los productos utilizados para el ensayo, luego se aplicó la misma dosis de producto a la desinfección de suelo, para así garantizar una desinfección tanto a nivel de tubérculo como de suelo.

Aproximadamente se usó 160 kg de semilla de papa variedad Súper chola en el experimento (Anexos 6, 7, 8, 9,10).

#### **3.5.8.5. Aplicación de tratamientos a la siembra**

La aplicación comenzó con la desinfección a nivel de semilla por medio del proceso de inmersión, en el cual se aplicó la dosis comercial de cada tratamiento en 10 ltrs de agua, y más los tubérculos previamente seleccionados para la siembra, por un periodo de tres a cinco minutos, posteriormente se realizó la desinfección al surco de plantación ya sembrado.

#### **3.5.8.6. Fertilización química**

La fertilización química se realizó en todo el ensayo en base a los resultados del análisis de suelo, la primera aplicación se la efectuó en el retape y la segunda en el aporque (desyerba).



### **3.5.8.7. Labores Culturales**

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

#### **3.5.8.7.1. Retape**

Aquella labor se la hizo a los 21 días después de la siembra, con el propósito de incorporar el fertilizante químico con las siguientes formulas químicas (10-30-10), (18-46-0) y 20 libras de abono nitrofosca azul, y para el control mecánico de malezas.

#### **3.5.8.7.2. Rascadillo**

Esta labor cultural se la desarrollo en forma manual con la ayuda de un azadón, para de esta forma: remover superficialmente el suelo, lograr el control oportuno de malezas, tapar el fertilizante químico aplicado y permitir que el suelo se airee, tomando ciertas precauciones a fin de no dañar el follaje joven y el sistema radicular de la planta.

#### **3.5.8.7.3. Aporque (desyerba)**

El medio aporque como una labor cultural más, se lo realizo a los 52 días después de la siembra de forma manual con la utilización de un azadón, con el propósito de incorporar la fertilización complementaria (8-20-20 mejorado), y cubrir los estolones en forma adecuada, ayudando de esta manera al control de malezas, para así proporcionar sostén a la planta y un ambiente favorable para la tuberización- cosecha.

### **3.5.8.8. Controles Fitosanitarios**

En base a los controles fitosanitarios, se partió desde un análisis previo, de la época en la que se implanto el ensayo, para de esta manera tomar una

decisión en base a conocimientos técnicos, de que productos (fungicidas, insecticidas, fertilizantes foliares, etc.), serían los óptimos para el control de las enfermedades y plagas principales que atacan el cultivo, y así de esta manera realizar las diferentes aplicaciones al follaje, que en todo el desarrollo del cultivo fueron 12 cada 15 días, la última aplicación se ejecutó 1 mes antes de la cosecha(Anexo 15).

#### **3.5.8.9. Cosecha**

La cosecha se la realizó a los 6 meses después de la siembra, de forma manual y separada para cada tratamiento, en base a la observación periódica de la madures del cultivo tanto a nivel de la planta (cuando los tallos se viran y las hojas se vuelven amarillas)(Anexo 20).

### 3.6. PROCESAMIENTO, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

La obtención de datos se la realizó mediante la recopilación de información en campo, la cual fue registrada en una libreta de apuntes e ingresada en sistemas informáticos para tabulación y análisis de datos luego se realizó prueba de significación estadística Tukey al 5 % de las variables dependientes y los tratamientos planteados en cada variable (Anexo 3).

#### 3.6.1. Análisis de resultados

##### 3.6.1.1 Emergencia

**Cuadro 9: ADEVA para la emergencia (%) a los 30 días después de la siembra.**

F V	GI	SC	CM	F
Total	23	196.30		
Tratamientos	5	89,00	17.80	3.73 *
Bloques	3	35.67	11.89	2.49 ns
Error	15	71.63	4.78	
CV	2.29 %			
X	95.8 %			

**\*\* = significativo al 1% ; \* = significativo al 5% ; ns = no significativo**

Fuente: Investigación realizada  
Elaboración: Andrés Villarreal

En el análisis de varianza (cuadro 9) se observa que si existe diferencia estadística significativa para tratamientos en emergencia a los 30 días después de la siembra. El coeficiente de variación en esta medición es de 2.29 %, con un promedio del experimento de 95,8% de emergencia.

**Cuadro 10: Prueba de Tukey al 5% para emergencia a los 30 días después de la siembra.**

Tratamientos	Emergencia (%)	Rango
T1 Fludioxonil	99,11	A
T3 Tiabendazol	96,13	A B
T2 Azoxystrobin	95,52	A B
T5 Kasugamicina.	95,24	A B
T4 ThiofanatoMetil	95,24	A B
T6 Testigo absoluto	92,53	B

Fuente: Investigación realizada  
Elaboración: Andrés Villarreal

En el cuadro 10 observamos que de acuerdo a los porcentajes de emergencia existe diferencias estadísticas entre tratamientos, el T1 (Fludioxonil) es el que reporta el mayor porcentaje de emergencia con 99.11%, superando de esta manera al T6 (testigo absoluto) con un porcentaje de 92.53 % de emergencia.

El T1(Fludioxonil),al ser un fungicida de contacto, impide el desarrollo de las esporas presentes en los tubérculos, garantizando gracias a su modo de acción la protección a nivel de tejidos en la planta; además al ser aplicado a semillas de buena calidad puede asegurar una adecuada germinación y protección de tejidos, (Agroquímicas & Syngenta, 2012),a diferencia del T6 (Testigo absoluto) tratamiento en el cual su manejo fue llevado a cabo sin ningún control fitosanitario.

### 3.6.1.2 TALLOS PRINCIPALES POR PLANTA.

**Cuadro 11: ADEVA para el número de tallos principales por planta de cada tratamiento en estudio.**

F V	Gl	SC	CM	F
Total	23	15.69		
Tratamientos	5	11,76	2.35	10.32 *
Bloques	3	0.51	0.17	0.74 ns
Error	15	3.42	0.23	
CV	12.28 %			
X	3,89 u/planta			

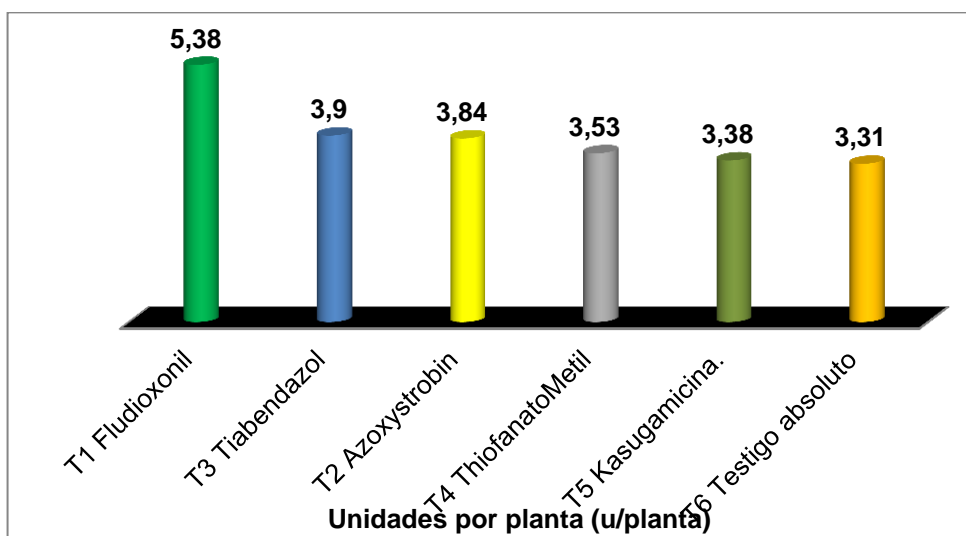
\*\* = significativo al 1% ; \* = significativo al 5% ; ns = no significativo

Fuente: Investigación realizada

Elaboración: Andrés Villarreal

En el análisis de varianza (cuadro 11) se observa que existe diferencia estadística significativa entre tratamientos para el número de tallos principales por planta. El coeficiente de variación en esta medición es de 12.28 %, con un promedio del experimento de 3,89 unidades/planta.

**Gráfico 6: Número de tallos principales por planta de cada tratamiento en estudio.**



Fuente: Investigación realizada

Elaboración: Andrés Villarreal

En el grafico 6 observamos los tratamientos con sus promedios, los mismos que se diferencian estadísticamente de manera significativa, al momento de aplicar prueba de significación de Tukey, el tratamiento que registro mayor número de tallos principales por planta es el T1 (Fludioxonil) con 5.38 tallos principales por planta, superando de esta manera al T6 (testigo absoluto) , el cual obtuvo 3.31 tallos principales por planta considerándose el valor más bajo del experimento.

### 3.6.1.3 Diámetro de tallos

**Cuadro 12: ADEVA del diámetro de tallos (cm/tallo) en cada tratamiento del experimento.**

F V	GI	SC	CM	F
Total	23	1.29		
Tratamientos	5	0,25	0.05	0.78 ns
Bloques	3	0.09	0.03	0.45 ns
Error	15	0.96	0.06	
CV	22.23 %			
X	1.14 cm/tallo			

**\*\* = significativo al 1%; \* = significativo al 5%; ns = no significativo**

Fuente: Investigación realizada  
Elaboración: Andrés Villarreal

En el análisis de varianza (cuadro 12) se observa que no existe diferencia estadística significativa entre tratamientos, en diámetro de tallos. El coeficiente de variación en esta medición es de 22.23%, con un promedio del experimento de 1.14 cm/ tallo.

**Cuadro 13: Prueba de Tukey al 5% para el diámetro de tallos en cada tratamiento del experimento (cm/tallo).**

Tratamientos	Diámetro de tallos cm/tallo	Rango
T1 Fludioxonil	1,29	A
T5 Kasugamicina.	1,26	A
T4 ThiofanatoMetil	1,13	A
T3 Tiabendazol	1,09	A
T6 Testigo absoluto	1,08	A
T2 Azoxystrobin	1,00	A

Fuente: Investigación realizada  
Elaboración: Andrés Villarreal

En el Cuadro 13 observamos los promedios de los tratamientos, en donde no existe diferencia significativa, por cuanto el tratamiento que registro mayor diámetro de tallo fue el T1 (Fludioxonil), con 1.29 cm /tallo, superando de esta manera al T2 (Azoxystrobin); el cual registro un diámetro de 1.00 cm /tallo. Sin embargo no existen diferencias todos los tratamientos se ubican en el rango A

#### 3.6.1.4 .Altura de planta

**Cuadro 14: ADEVA para altura de planta (cm) para cada tratamiento estudiado**

F V	GI	SC	CM	F
Total	23	1156.50		
Tratamientos	5	499,14	99.83	3.04 *
Bloques	3	184.20	61.40	1.87 ns
Error	15	493.16	32.88	
CV	7.78 %			
X	73.70 cm			

\*\* = significativo al 1%; \* = significativo al 5%; ns = no significativo

Fuente: Investigación realizada  
Elaboración: Andrés Villarreal

En el análisis de varianza (cuadro 14) se observa que existe diferencia estadística significativa en tratamientos en la altura de planta. El coeficiente de variación en esta medición es de 7.78%, con un promedio del experimento de 73.70 cm en altura de planta.

**Cuadro 15: Prueba de Tukey al 5% para la altura de planta en cada tratamiento estudiado.**

Tratamientos	Altura de planta de cada tratamiento estudiado (cm).	Rango
T1 Fludioxonil	81,13	A
T3 Tiabendazol	75,63	A B
T6 Testigo absoluto	73,63	A B
T4 ThiofanatoMetil	73,13	A B
T2 Azoxystrobin	73,06	A B
T5kasugamicina	65,63	B

Fuente: Investigación realizada  
Elaboración: Andrés Villarreal

En el Cuadro 15 podemos observar que existe un tratamiento que registro la mayor altura en planta T1(Fludioxonil) con 81.13 cm, ubicándose en el rango A, a diferencia de los otros tratamientos que presentaron otras alturas, y que se ubicaron en el rango AB los cuales son:T3 (Tiabendazol) con 75.63 cm de altura (rango AB), T6 ( Testigo absoluto) con 73,63 cm de altura (rango AB), T4(ThiofanatoMetil ) con 73.13 cm de altura (rango AB),T2(Azoxystrobin) con 73.06 cm de altura (rango AB) , a diferencia del T5(Kasugamicina) con 65.63. cm que se ubica en el rango (B) con la más baja altura de planta.



**3.6.1.5 Brotes sin incidencia de costra negra (*Rhizoctoniasolani*Kuhn) y roña (*Spongospora subterranea*) en los tratamientos estudiados.**

**Cuadro 16: ADEVA de brotes sin incidencia de costra negra (*Rhizoctoniasolani*Kuhn) y roña (*Spongospora subterranea*) en los tratamientos estudiados.**

F V	GI	SC	CM	F
Total	23	4281.55		
Tratamientos	5	1228,65	245.73	2.80 ns
Bloques	3	1737.06	579.02	6.60 *
Error	15	1315.84	87.72	
CV	10.48 %			
X	89.40 %			

**\*\* = significativo al 1%; \* = significativo al 5%; ns = no significativo**

Fuente: Investigación realizada  
Elaboración: Andrés Villarreal

En el análisis de varianza (cuadro 16) se observa que no existe diferencia estadística significativa entre tratamientos a nivel de brotes sin incidencia de costra negra (*Rhizoctonia solani* Kuhn) y roña (*Spongospora subterranea*). El coeficiente de variación en esta medición es de 10.48%, con un promedio del experimento de 89.40 % en brotes sin incidencia de (*Rhizoctoniasolani*Kuhn) y (*Spongospora subterranea*).

**Cuadro 17: Prueba de Tukey al 5% para brotes sin incidencia de (*Rhizoctoniasolani Kuhn*) y roña (*Spongospora subterranea*) en los tratamientos estudiados.**

Tratamientos	Brotos sin incidencia de ( <i>Rhizoctoniasolani Kuhn</i> ) y roña ( <i>Spongospora subterranea</i> ), en los tratamientos estudiados.	Rango
T2 Azoxystrobin	96,43 %	A
T1 Fludioxonil	95,83 %	A
T5 kasugamicina	91,67 %	A
T4 ThiofanatoMetil	90,00 %	A
T6 Testigo absoluto	87,50 %	A B
T3 Tiabendazol	75,00 %	B

Fuente: Investigación realizada  
Elaboración: Andrés Villarreal

En el Cuadro 17 observamos el porcentaje de brotes sin (*Rhizoctoniasolani Kuhn*) y roña (*Spongospora subterranea*), en cada uno de los tratamientos, en donde mediante la aplicación de prueba de tukey al 5% el tratamiento T2(Azoxystrobin) , se ubica en el rango A con 96,43%,alcanzando el mayor porcentaje de brotes sin (*Rhizoctoniasolani Kuhn*) y roña (*Spongospora subterranea*), mientras que T1 (Fludioxonil), con 95.83 %,T5(kasugamicina) con 91.67%,T4(ThiofanatoMetil) con 90.00 % también se ubican en el rango A; en cambio el T6(Testigo absoluto) con 87,50% se ubica en el rango AB , superando notablemente al T3 (Tiabendazol) que registro un 75% considerándolo el menor porcentaje de brotes sin (*Rhizoctoniasolani Kuhn*) y roña (*Spongospora subterranea*) y ubicándose en el rango B.

**3.6.1.6 Plantas sin incidencia de costra negra (*Rhizoctoniasolani*Kuhn) y roña (*Spongospora subterranea*), a los 60 días después de la siembra.**

**Cuadro 18: ADEVA para la evaluación de plantas sin incidencia de costra negra (*Rhizoctoniasolani*Kuhn) y roña (*Spongospora subterranea*) a los 60 días después de la siembra.**

F V	GI	SC	CM	F
Total	23	167.32		
Tratamientos	5	35,07	7.01	2.06 ns
Bloques	3	81.28	27.09	7.97 *
Error	15	50.98	3.40	
CV	1.90 %			
X	96.87 %			

\*\* = significativo al 1%; \* = significativo al 5%; ns = no significativo

Fuente: Investigación realizada  
Elaboración: Andrés Villarreal

En el análisis de varianza (cuadro 18) se observa que no existe diferencia estadística significativa entre tratamientos a nivel de plantas sin incidencia de costra negra (*Rhizoctoniasolani*Kuhn) y roña (*Spongosporasubterranea*). El coeficiente de variación en esta medición es de 1.90%, con un promedio del experimento de 96.87 % en plantas sin incidencia de costra negra (*Rhizoctoniasolani*Kuhn) y roña (*Spongospora subterranea*).

**Cuadro 19: Prueba de Tukey al 5% en la evaluación de plantas sin incidencia de costra negra (*Rhizoctoniasolani*Kuhn) y roña (*Spongospora subterránea*) a los 60 días después de la siembra.**

Tratamientos	Plantas Sin Incidencia %	Rango
T1 Fludioxonil	99,11	A
T4 ThiofanatoMetil	97,32	A
T2 Azoxystrobin	96,88	A
T5 kasugamicina	96,43	A
T6 Testigo absoluto	96,43	A
T3 Tiabendazol	95,09	A

Fuente: Investigación realizada  
Elaboración: Andrés Villarreal

En el Cuadro 19 observamos los promedios de los tratamientos, y no existe diferencia significativa; el tratamiento que registro mayor porcentaje de plantas sin incidencia de costra negra (*Rhizoctoniasolani* Kuhn) y roña (*Spongospora subterránea*), fue el T1 (Fludioxonil), con 99.11 % de plantas sin incidencia, superando de esta manera al T3 (Tiabendazol); el cual registro un 95,09% de plantas sin incidencia. Sin embargo no existen diferencias todos los tratamientos se ubican en el rango A.

**3.6.1.7 Plantas sin incidencia (%) de costra negra (*Rhizoctonia solani* Kuhn) y roña (*Spongospora subterranea*) a nivel del cultivo.**

**Cuadro 20: ADEVA de plantas sin incidencia (%) de costra negra (*Rhizoctonia solani* Kuhn) y roña (*Spongospora subterranea*) a nivel del cultivo.**

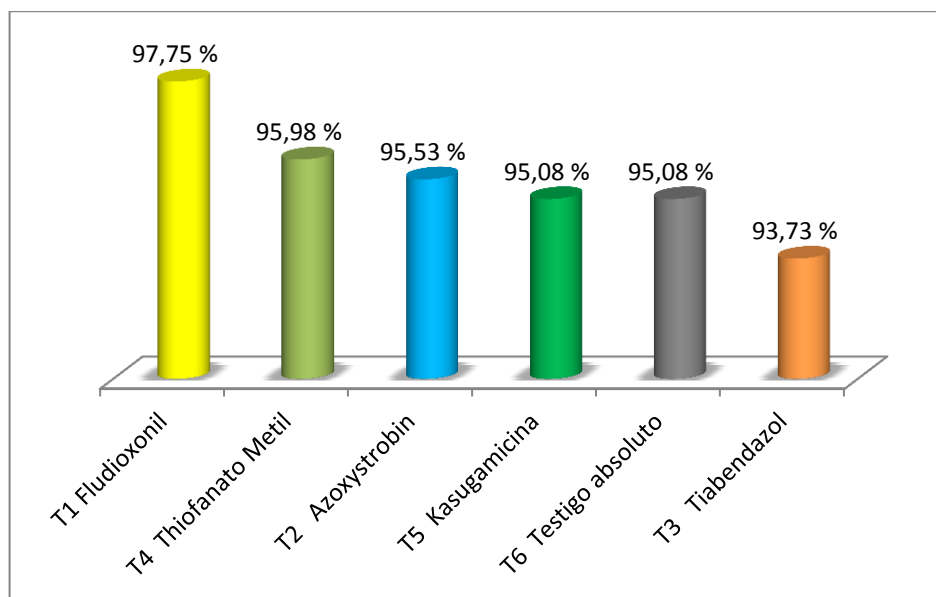
<b>F V</b>	<b>GI</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>
<b>Total</b>	23	272.74		
<b>Tratamientos</b>	5	35,19	7.04	0.97 ns
<b>Bloques</b>	3	128.72	42.91	5.91 *
<b>Error</b>	15	108.83	7.26	
<b>CV</b>	2.82 %			
<b>X</b>	95.5 %			

**\*\* = significativo al 1%; \* = significativo al 5%; ns = no significativo**

Fuente: Investigación realizada  
Elaboración: Andrés Villarreal

En el análisis de varianza (cuadro 20) se observa que existe diferencia estadística significativa entre tratamientos en las plantas sin la incidencia de costra negra (*Rhizoctonia solani* Kuhn) y roña (*Spongospora subterranea*) a nivel del cultivo. El coeficiente de variación en esta medición es de 2.82%, con un promedio del experimento de 95.5 % en plantas sin la incidencia de costra negra (*Rhizoctonia solani* Kuhn) y roña (*Spongospora subterranea*) en el cultivo.

**Grafico 7: Plantas sin la incidencia (%) de costra negra (*Rhizoctonia solani* Kuhn) y roña (*Spongospora subterranea*) a nivel del cultivo.**



Fuente: Investigación realizada.  
Elaboración: Andrés Villarreal

En el grafico 7 observamos el porcentaje de plantas sin incidencia de costra negra (*Rhizoctonia solani* Kuhn) y roña (*Spongospora subterranea*) a nivel del cultivo, en cada uno de los tratamientos ; en donde el tratamiento T1(Fludioxonil) con 97,75%, alcanza el mayor porcentaje de plantas sin la incidencia de costra negra (*Rhizoctonia solani* Kuhn) y roña (*Spongospora subterranea*) a nivel del cultivo, mientras que T3 (Tiabendazol) con un 93,73% mantiene el más alto porcentaje de plantas con incidencia (6,27%) de costra negra (*Rhizoctonia solani* Kuhn) y roña (*Spongospora subterranea*), al igual que en las anteriores mediciones.(Cuadro 19 - Cuadro 17).

**3.6.1.8. Tejido libre (porcentaje) de (*Rhizoctonia solani Kuhn*) y roña (*Spongospora subterranea*) en tubérculos cosechados.**

**Cuadro 21 : ADEVA de la evaluación de Tejido libre (porcentaje) de costra negra (*Rhizoctonia solani Kuhn*) y roña (*Spongospora subterranea*) en tubérculos cosechados.**

F V	Gl	SC	CM	F
Total	23	67.08		
Tratamientos	5	28.91	5.78	2.74 ns
Bloques	3	6.46	2.15	1.02 *
Error	15	31.71	2.11	
CV	1.47 %			
X	98,71%			

\*\* = significativo al 1% ; \* = significativo al 5% ; ns = no significativo ; dds= días después de la siembra

Fuente: Investigación realizada.  
Elaboración: Andrés Villarreal

En el análisis de varianza (cuadro 21) se observa que no existe diferencia estadística significativa entre tratamientos para el tejido libre de costra negra (*Rhizoctonia solani Kuhn*) y roña (*Spongospora subterranea*) en tubérculos cosechados. El coeficiente de variación en esta medición es de 1.47%, con un promedio del experimento de 98,71 % de tubérculos cosechados libres de costra negra (*Rhizoctonia solani Kuhn*) y roña (*Spongospora subterranea*), en tubérculos cosechados.

**Cuadro 22: Prueba de Tukey al 5% en la evaluación de tejido libre de (*Rhizoctonia solani* Kuhn) y roña (*Spongospora subterranea*) en tubérculos cosechados.**

Tratamientos	Tejido libre (%) de ( <i>Rhizoctonia solani</i> Kuhn) y ( <i>Spongospora subterranea</i> ) en tubérculos cosechados.	Rango
T1 Fludioxonil	99.76 %	A
T2 Azoxystrobin	99.26 %	A B
T5 Kasugamicina	99.19 %	A B
T4 ThiofanatoMetil	99.10 %	A B
T6 Testigo absoluto	98.63 %	A B
T3 Tiabendazol	96.38 %	B

Fuente: Investigación realizada.

Elaboración: Andrés Villarreal

En el Cuadro 22 observamos el porcentaje de tejido libre de (*Rhizoctonia solani* Kuhn) y roña (*Spongospora subterranea*), en tubérculos cosechados en cada uno de los tratamientos, mediante la aplicación de prueba de Tukey al 5% ,se presentó tres rangos :el tratamiento T1 (Fludioxonil), se ubica en el rango A con 99,76%, obteniendo el mayor porcentaje de tejido libre de (*Rhizoctonia solani* Kuhn) y roña (*Spongospora subterranea*) en tubérculos cosechados, mientras que T2(Azoxystrobin), con 99.26%,T5(kasugamicina) con 99.19%,T4(ThiofanatoMetil) con 99.10 % , T6(Testigo absoluto) con 98,63%,se ubicaron en el rango AB , superando notablemente de esta manera al T3 (Tiabendazol) que tiene un 96,38% y obtuvo el menor porcentaje de tejido libre de (*Rhizoctonia solani* Kuhn) y roña (*Spongospora subterranea*) en tubérculos cosechados y ubicándose en el último rango (B).

El T1 (Fludioxonil) al bloquear la acción de la enzima encargada de catalizar la fosforilación en la síntesis del glicerol, compuesto que regula la presión osmótica intercelular del hongo. De esta manera se estimula la síntesis del glicerol que, al acumularse, produce una hipertrofia que acaba destruyendo las células del hongo.(Agroquímicas & Syngenta, 2012).



Por lo tanto estos datos son congruentes con el porcentaje de la incidencia de enfermedades (*Rhizoctonia solani* Kuhn) y roña (*Spongospora subterránea*) a nivel de brotes, plantas y cultivo, ya que los tratamientos que presentaron menor presencia de (*Rhizoctonia solani* Kuhn) y roña (*Spongospora subterránea*) tienen un menor porcentaje de tejido afectado en tubérculos cosechados, y son el T1(Fludioxonil) y T2(Azoxistrobin).

### 3.6.1.9. Rendimiento del cultivo de papa categoría primera (tn/ha)

a) Rendimiento de papa categoría primera(tn/ha)

**Cuadro 23: ADEVA para el rendimiento de papa categoría de Primera de los tratamientos estudiados (tn/ha).**

F V	GI	SC	CM	F
Total	23	293968621.4		
Tratamientos	5	145666152,3	29133230.5	3.4 ns
Bloques	3	21257716.0	7085905.3	0.8 ns
Error	15	127044753.0	8469650.2	
CV	8.4 %			
X	34.5 tn/ha			

**\*\* = significativo al 1%; \* = significativo al 5%; ns = no significativo.**

Fuente: Investigación realizada.  
Elaboración: Andrés Villarreal

En el análisis de varianza (cuadro 23) se observa que no existe diferencia estadística significativa entre tratamientos para rendimiento en papa categoría primera relacionado a la producción en cada tratamiento. El coeficiente de variación en esta medición es de 8.4%, con un promedio del experimento de 34.5tn/ha de producción (Papa categoría de primera).

**Cuadro 24: Prueba de Tukey al 5% para rendimiento de papa categoría primera de cada tratamiento estudiado (tn/ha).**

Tratamientos	Rendimiento papa categoría de primera tn/ha	Rango
T1 Fludioxonil	37,6	A
T2 Azoxystrobin	36,5	AB
T6 Testigo absoluto	35,7	AB
T3 Tiabendazol	34,2	AB
T4 ThiofanatoMetil	32,7	AB
T5 kasugamicina	30,2	B

Fuente: Investigación realizada.  
Elaboración: Andrés Villarreal

En el cuadro 24 observamos que en la categoría de papas de primera, sobresale el tratamiento T1 (Fludioxonil), con el mayor rendimiento 37.6tn/ha y se ubica en el rango A, seguido por los tratamientos T2 (Azoxistrobin) con 36.5tn/ha, T6 (Testigo absoluto) con 35.7tn/ha, T3 (Tiabendazol) con 34.2Tn/ha, T4 (ThiofanatoMetil) con 32.7tn/ha que se ubican en el rango AB, en cambio el tratamiento T5(Kasugamicina) con 30.2tn/ha fue el de menor rendimiento y se ubicó en el rango B.

El T1 (Fludioxonil), al ser aplicado a semillas de buena calidad puede asegurar una adecuada germinación y protección de tejidos, y por ende una buena producción (Agroquímicas & Syngenta, 2012). A diferencia el T6 (Testigo absoluto) al no tener un control químico a nivel de la semilla al momento de la siembra su producción (Papa categoría de primera) fue menor por cuanto no garantiza el desarrollo de una planta sana.

### 3.6.1.10. Rendimiento del cultivo de papa categoría de segunda (tn/ha)

b) Rendimiento de papa categoría de segunda (tn/ha).

**Cuadro 25: ADEVA del rendimiento de papa categoría de Segunda de cada tratamiento estudiado (tn/ha).**

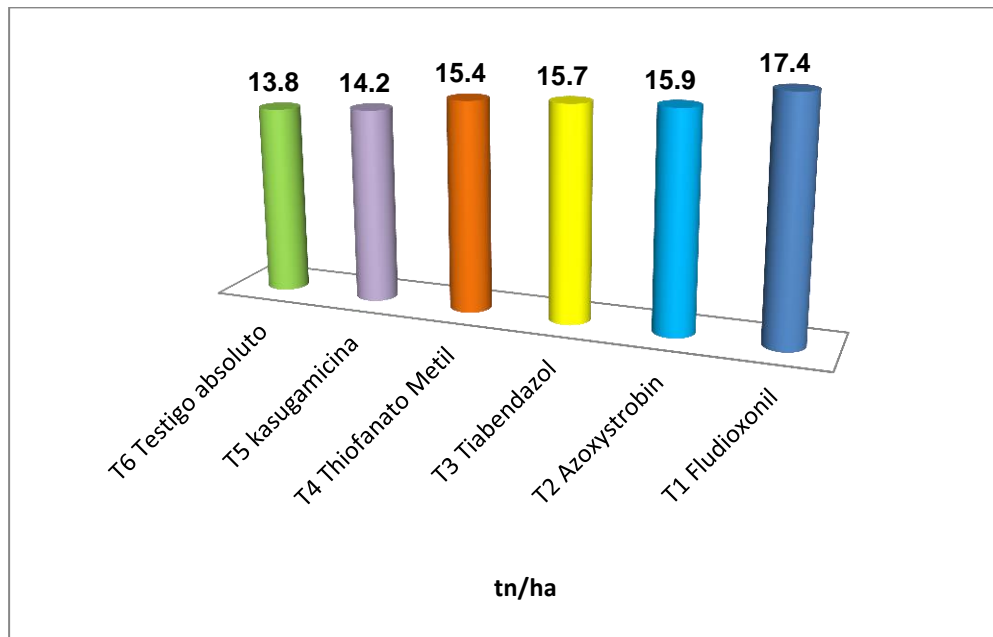
<b>F V</b>	<b>GI</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>
<b>Total</b>	23	4034.53		
<b>Tratamientos</b>	5	601,54	120.31	0.59 ns
<b>Bloques</b>	3	391.37	130.46	0.64 ns
<b>Error</b>	15	3041.62	202.77	
<b>CV</b>	11.53 %			
<b>X</b>	15.4 tn/ha			Transformación : $\sqrt{x} + 1$

\*\* = significativo al 1% ; \* = significativo al 5% ; ns = no significativo ; dds= días después de la siembra

Fuente: Investigación realizada.  
Elaboración: Andrés Villarreal

En el análisis de varianza (cuadro 25) se observa que no existe diferencia estadística significativa en rendimiento (papa categoría de segunda) en cada tratamiento. El coeficiente de variación en esta medición es de 11.53%, con un promedio del experimento de 15.4 tn/ha de rendimiento (Papa categoría de Segunda).

**Grafico 8: Rendimiento de papa categoría de segunda en cada tratamiento evaluado (tn/ha).**



Fuente: Investigación realizada.  
Elaboración: Andrés Villarreal

En el Grafico 8 observamos el rendimiento en cada uno de los tratamientos, y el tratamiento que registro mayor rendimiento fue el T1 (Fludioxonil), con 17.4 tn/ha (Papa categoría segunda), seguido por los tratamientos: T2 (Azoxistrobin) con 15.9 tn/ha, T3 (Tiabendazol) con 15.7 tn/ha, T4 (ThiofanatoMetil) con 15.4 tn/ha, T5 (Kasugamicina) con 14.2 tn/ha, superando notablemente de esta manera al T6 (Testigo Absoluto) quien registro un rendimiento 13.8 tn/ha (Papa categoría de segunda), testigo que su manejo fue llevado a cabo sin ningún control fitosanitario.

### 3.6.1.11 Costo – beneficio.

**Cuadro 26: Relación Costo/Beneficio de los tratamientos.**

Tratamientos	Costo de producción	Costo/trata/ha	Costo de producción total	Producción Ton/ha	Producción	Venta dólares	Utilidad.	Costo/ Beneficio Usd
T1 Fludioxonil	3232,32	1.99	3234.31	37.5694	751,388	9016,656	5782,346	1,79
T2 Azoxystrobin	3232,32	2.25	3234,57	36.4583	729,166	8749,992	5515,422	1,70
T3 Tiabendazol	3232,32	1.44	3233,76	34.1667	683,334	8200,008	4966,968	1,54
T4 ThiofanatoMetil	3232,32	0,72	3233,04	32.7083	654,166	7849,992	4616,952	1,43
T5 kasugamicina	3232,32	0,26	3232,58	30.2083	604,166	7249,992	4017,412	1,23
T6 Testigo absoluto	3232,32	0	3232,32	35.6944	713,888	8566,656	5334,336	1.65

Fuente: Investigación realizada.

Elaboración: Andrés Villarreal

En el Cuadro 26, se presenta el análisis económico del cultivo de papa en función al costo de cada uno de los tratamientos estudiados, se observa que el tratamiento T1 (Fludioxonil) en relación a costo / beneficio es el mejor ya que por cada dólar invertido tenemos 0,79 ctvs de ganancia, seguido del T2 (Azoxistrobin) con un índice en el cual por cada dólar invertido tenemos 0,70 ctvs de ganancia, mientras que la relación costo / beneficio más bajo lo registró el tratamiento T5 (Kasugamicina) con una relación en la cual por cada dólar invertido tenemos 0,23 ctvs de ganancia (Anexo 1).

### **3.6.3. Verificación de hipótesis**

Luego de realizar el análisis estadístico de las diferentes variables en estudio, se admite que la hipótesis es afirmativa por cuanto los fungicidas de baja toxicidad Fludioxonil y Azoxystrobin utilizados en la investigación, demostraron ser eficaces en el control del complejo de patógenos costra negra (*Rhizoctonia solani* kuhn) y roña (*Spongospora subterranea*) en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.).

## IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 4.1. CONCLUSIONES

1. La aplicación de 1,5 ltrs/ha de Fludioxonil y 100 gr/ha de Azoxistrobin, en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum L.*), controlan las enfermedades de suelo (*Rhizoctonia solani kuhn*) y Roña (*Spongospora subterránea*).
2. El mejor resultado en cuanto a porcentaje de emergencia (99,11%), grosor de tallo (1,29 cm), número de tallos/planta (5,38), altura de planta (81,13 cm) se obtuvo con el tratamiento T1 (Fludioxonil).
3. A pesar de no existir diferencias estadísticas en el análisis ADEVA, los tratamientos que mayor control ejercieron sobre costra negra (*Rhizoctonia solani Kuhn*) y roña (*Spongospora subterránea*), son: T1 (Fludioxonil), que presentó el 96,43% de brotes sanos y el T2 (Azoxistrobin) con 95,83%.
4. En cuanto al daño ocasionado por Costra negra (*Rhizoctonia solani Kuhn*) y Roña (*Spongospora subterránea*) en el tejido de los tubérculos cosechados, se determinó que: T1 (Fludioxonil), con 99,76 % de tejido sano, mantiene la calidad sanitaria del tubérculo.
5. El mejor rendimiento se obtuvo con el tratamiento T1 (Fludioxonil), el cual alcanzó 37,6 tn/ha frente al testigo absoluto que alcanzó 35,7 tn/ha.
6. De acuerdo a la relación costo-beneficio, el tratamiento que mejor resultado tuvo fue el T1 (Fludioxonil), con el cual se obtuvo un beneficio de 0,79 ctvs, por cada dólar invertido, frente al testigo absoluto que alcanzó una ganancia de 0,65 ctvs.

## 4.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda aplicar Fludioxonil en su dosis comercial de 1.5 ltrs/ha para el control de Costra negra (*Rhizoctonia solani* Kuhn) y Roña (*Spongospora subterranea*), en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.).
- Utilizar como medida de control de las enfermedades de suelo; semilla (tubérculos sanos de óptima calidad), libres de esclerocios.
- Realizar la aplicación de los desinfectantes guiándose en las recomendaciones del fabricante, (Fludioxonil 1.5ltrs/ha; Azoxistrobin 100gr/ha), mediante un proceso de inmersión de la semilla.
- Efectuar esta misma investigación en las provincias ubicadas, en la parte centro y sur, de la sierra ecuatoriana, e inclusive evaluar la interacción de un fungicida y un insecticida, en la desinfección de semilla en el cultivo de papa.



## VI. BIBLIOGRAFÍA

Agrios, H., & Hooker, W. (2008,1980). *Fitopatología, Compendio de enfermedades de la papa*. Mexico,d.f;Perú: editorial linusa,grupo noriega, segunda edicion.

Agroquímicas, P., & Syngenta. (2012). *Diccionario de especialidades Agroquímicas*. Guayaquil: PLM del Ecuador S.A.

Botello, A., & Rendon, v. O. (2005). *Golfo de Mexico. Contaminación de impacto ambiental*. Mexico.

Estación Meteorologica Universidad Politécnica Estatal del Carchi . (2010). *Datos meteorologicos*. Huaca.

Grek, G. (7 de julio de 2013). *Comunidad de Cannabicultores*. Recuperado el 23 de Octubre de 2013, de <http://forohtc.com/cultivo-basico/1785-hongos.html>.

Guerrero O. 1997. Reconocimiento del hongo *Spongopora subterranea* Causante de la roña de la papa en el departamento de Nariño. Curso de Manejo sanitario del cultivo de la papa. Memorias. Pasto. Colombia.

Lehmann, D., & Agrios, G. (2004,1997). *Manejo Integrado de enfermedades en cultivos hidropónicos (Parte II)*. Recuperado el 22 de Octubre de 2013, de Manejo Integrado de enfermedades en cultivos hidropónicos (Parte II): [http://www.infoagro.com/documentos/manejo\\_integrado\\_enfermedades\\_cultivos\\_hidroponicos\\_\\_parte\\_ii\\_.asp](http://www.infoagro.com/documentos/manejo_integrado_enfermedades_cultivos_hidroponicos__parte_ii_.asp).

Lindao, V. (1991). Manejo del cultivo de papa (Fundación para el desarrollo agropecuario) fundagro. Guamote- Ecuador: Boletin.

López, M. (2006). *Horticultura*. México: Trillas.

Lorente, J. (2006). Biblioteca de la Agricultura. Barcelona - España: Lexus.

Lucero, H. (2011). *Manual del cultivo de papa para la sierra sur*. Cuenca.

Montesdeoca, F. (2005). *Guía para la producción, comercialización y uso de semilla de calidad*.

Montesdeoca, F., Narváez, G., Mora, E., & Benitez, J. (2006). *Manual de Control Interno de Calidad (CIC) en tubérculo - semilla de papa*. Instituto Nacional de investigaciones agropecuarias- INIAP, Quito.

Mora, E., & Pumisacho, M. R. (2010). *Investigación y validación de componentes de manejo integrado del complejo de patógenos de suelo en el cultivo de papa con pequeños agricultores en la sierra centro*. Quito, Ecuador.

Mora, E., Llerena, G., & Reinoso, R. (2010). Enfermedades del cultivo de papa que se encuentran en el suelo y sus formas de control.

Mora, E., Narvaez, G., & Montesdeoca, F. (2005). *Determinación de fungicidas para el control de la costra negra (*Rhizoctonia solani*), en el cultivo de papa*. Quito.

Mora, E., Pumisacho, M., Reinoso, I., & Aucancela, R. (2010). *Conozca y maneje las enfermedades del cultivo de papa*. Quito.

Ofiagro, & SICA-MAG. (2008). *Inventario de plagas, enfermedades y malezas del Ecuador, MAG, PNSV*. Quito.

Pineda, M. (15 de Marzo de 2011). *Concepto, importancia de las enfermedades de las plantas y su influencia en la productividad*. Recuperado el 23 de Octubre de 2013, de <http://fitopatologia2011.blogspot.com/2011/03/tema-2-concepto-importancia->

de-las.html: <http://fitopatologia2011.blogspot.com/2011/03/tema-2-concepto-importancia-de-las.html>.

Pumisacho, m. S. (2002). En *Cultivo de papa en el Ecuador*(pág. 98). Quito.

Pumisacho, M., & Sherwood, S. (2002). El cultivo de la papa en Ecuador. Quito.

Pumisacho, M., & Velàzquez, J. (2009). *Manual del cultivo de papa para pequeños productores*. Quito.

Pumisacho, M., & Velàzquez, J. (2009). Manual del cultivo de papa para pequeños productores. 13.

Revelo, M. (1997). *Manejo integrado de las principales plagas y enfermedades del cultivo de papa*. Quito.

Rios, F. (2007). *Caracterización química de cepas de hongos del genero Colletotrichum: Síntesis de gloeosporiol diseño y síntesis de modelos de agentes fungicidas*. Puerto Real.

SUQUILANDA, M. (2003). *Agricultura orgánica en hortalizas "Universidad Central del Ecuador .Facultad de Ciencias Agrícolas"*. Quito.

Torres, H. (1995). *Identificación y síntomas que produce en seis variedades comerciales de papas peruanas*. Perú.

Torres, I., Montesdeoca, F., & Andrade, P. (2011). *Manejo del tubérculo-semilla*. Quito.

Torres, L., Valverde, F., & Andrade, J. (2011). *Manejo de suelo* . Quito.

Trujillo, L. (2003). *Desarrollo de marcadores SCARD y CADS en un QTL con efecto importante sobre la resistencia a tizon tardío de la papa*.

UPEC. (2011 ). *Reglamento de elaboracion de tesis de grado* . Tulcan .

Yanez, Z., Cuesta, S., Rivadeneira, J., & Reinoso, I. (2009). *Evaluación de la resistencia de variedades nativas de papa del Ecuador a Pectobacterium spp.* Quito.

## VII.ANEXOS.

### ANEXO 1: Presupuesto

DETALLES	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO U.	COSTO T.
Arriendo del terreno	Metros	1380	\$69.00	\$ 69,00
<b>ANÁLISIS DE SUELO</b>				
Fisicoquímico	Muestra	1	\$ 30,00	\$ 30,00
subtotal 1				\$30,00
<b>PREPARACION TERRENO</b>				
Arada	Horas	1	\$ 15,00	\$ 15,00
Rastra			\$ 15,00	\$ 15,00
Surcada			\$ 15,00	\$ 15,00
subtotal 2				\$ 45,00
<b>INSTALACION Y MEDICION DEL ENSAYO</b>				
Piola	Metros	500	\$ 5,00	\$ 5,00
Estacas	Unidad	120	\$ 0,50	\$ 60,00
Letreros	Unidad	24	\$ 2,00	\$ 48,00
Flexómetro	Unidad	1	\$ 3,00	\$ 3,00
Rotulo de la tesis	Unidad	1	\$5.00	\$ 5,00
Pintura Smalte	Unidad	1	\$10,00	\$ 10,00
Spray rojo	Unidad	1	\$ 2,25	\$ 2,25
Clavos	Libras	2	\$1.20	\$ 2.20
Brocha	Unidad	1	\$ 1,00	\$ 1,00
Mano de obra	Jornal	2	\$ 10,00	\$ 20,00
subtotal 3				\$ 156.45
<b>SIEMBRA</b>				
Semilla	qq	4	\$ 12,00	\$ 48,00
Siembra	Jornal	2	\$ 10,00	\$ 20,00
tanque 200 ltrs	Unidad	1	\$ 20,00	\$ 20,00
Balde de 5 ltrs	Unidad	1	\$ 3,00	\$ 2,00
Bomba de fumigar	Unidad	1	\$ 70,00	\$ 70,00
<b>Productos aplicados en la siembra</b>				
Fludioxonil	cc	50	\$ 1.99	\$ 1.99
Azostrobin	gr	7,5	\$ 2.25	\$ 2.25
Mertec	cc	15	\$ 1.44	\$1.44
Novak	cc	20	\$ 0,72	\$ 0,72
Kasumin	cc	20	\$ 0,26	\$ 0,26
Indicate	cc	100	\$ 2.50	\$ 2.50
Mano de obra	Jornal	1	\$ 10,00	\$ 10,00
subtotal 4				\$19,16
<b>LABORES CULTURALES</b>				
Retape				

Fertilizantes				
Papa siembra(10-30-10)	qq	1	44,00	\$44,00
18-46-0	Kg	30	22.80	\$22.80
Nitro fosca azul	Lb	15	2.10	\$31.50
Mano de obra	Jornal	1	\$ 10,00	\$ 10,00
Aporque/Desyerbaççç				
Fertilizantes				
8-20-20 mejorado	qq	2	\$ 35,00	\$ 70,00
Mano de obra	Jornal	1	\$ 10,00	\$10,00
FUNGICIDAS				
Metadel	gr	1770	5.50	\$11.50
Cimox	gr	780	4.70	\$9.40
Promess	cc	230	0,0227	\$ 5,21
Cosan	gr	740	2.15	\$2.15
Til	cc	20	1.00	\$1.00
FERTILIZANTES FOLIARES				
Nitrofosca	gr	280	2.24	\$2.24
MZ Energia	cc	110	0,018	\$ 1,98
Wuxal Ca	cc	110	0,012	\$1,36
Nitropotasio	gr	530	1.18	\$1.18
Ferthiphos Mg	cc	110	0,009	\$ 0,99
Sintexforte	cc	110	0,014	\$ 1,54
Superproduccion	gr	500	3.90	\$3.90
Boro Vital	cc	100	4.25	\$4.25
Cuajer	cc	100	0,036	\$ 3,60
Insecticidas				
Curacron	cc	120	3.60	\$3.60
CañonPluss	cc	60	1.38	\$ 1,38
Engeo	cc	75	6.75	\$ 6.75
Coayuvantes				
Indicate	cc	165		\$ 1,73
Mano de obra	Jornal	10	\$ 10,00	\$ 100,00
subtotal 5			\$ 352,06	
Cosecha				
Costales	Unidad	130	\$ 0,18	\$ 23,40
Piola	Metros	100	\$ 0,02	\$ 2,00
Balanza romana	Unidad	1	\$3,00	\$3,00
Mano de obra	Jornal	6	\$ 10,00	\$ 60,00
subtotal 6			\$ 88,40	
MATERIALES Y EQUIPOS				
Guantes	Pares	2	\$ 0,60	\$ 1,20
Mascarilla	Unidad	1	\$ 1,00	\$ 1,00
Regla	Unidad	1	\$ 0,50	\$ 0,50
Cámara digital	Unidad	1	\$ 80,00	\$ 80,00

Cuaderno	Unidad	1	\$ 1,00	\$ 1,00
Lupa	Unidad	1	\$ 0,50	\$ 0,50
Pie de Rey	Unidad	1	\$ 12,00	\$ 12,00
Lapicero	Unidad	2	\$ 0,30	\$ 0,60
subtotal 7				\$ 96,80
GASTOS BIBLIOGRAFICOS				
Tinta de impresión	Cartuchos	2	\$ 50,00	\$ 100,00
Papel A4	Unidad	2	\$ 4,00	\$ 8,00
Gastos de Internet	Mes	10	\$ 10,00	\$ 100,00
subtotal 8				\$ 280,00
VISITAS Y TOMA DE DATOS				
Movilización	Pasajes	25	\$ 5,00	\$ 125,00
subtotal 9				\$ 125,00
SUB- COSTO TOTAL				\$ 1261.87
IMPREVISTO 10%				\$126.187
<b>COSTO TOTAL</b>				<b>1,388.057</b>

Fuente: Investigación realizada.

Elaboración: Andrés Villarreal

## ANEXO 2: Análisis de suelo.



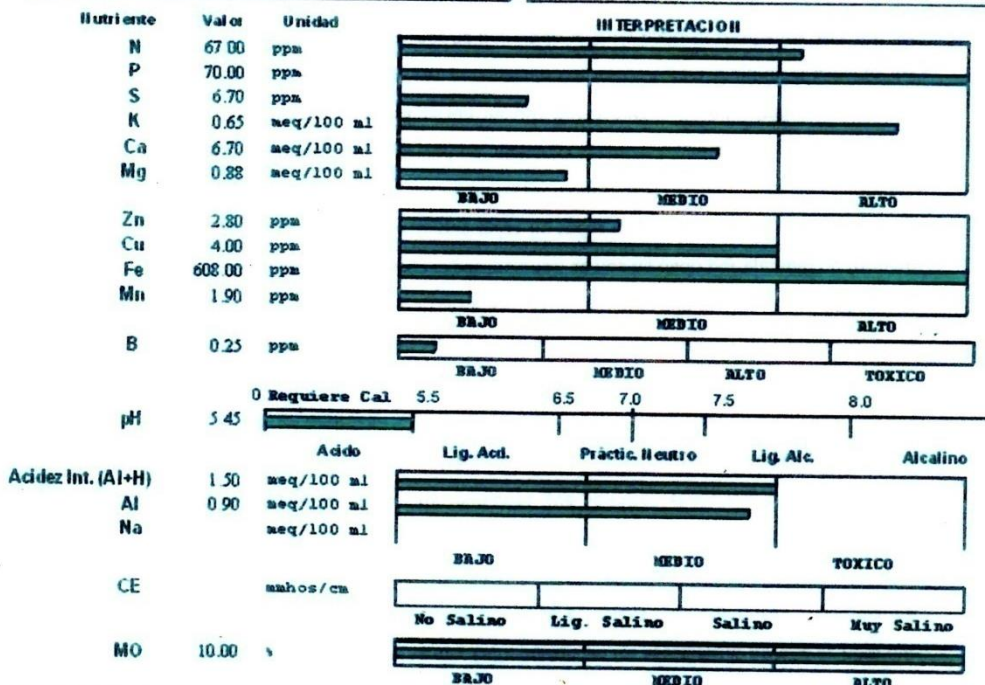
**INIAO**  
INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS

**ESTACION EXPERIMENTAL "SANTA CATALINA"**  
**LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS**  
Km. 14 1/2 Panamericana Sur, Apdo 17-01-340  
Quito-Ecuador Telf: 690-691/92/93 Fax 690-693



### REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

<p style="text-align: center;"><b>DATOS DEL PROPIETARIO</b></p> <p>Nombre : UPEC Dirección: HUACA Ciudad : Teléfono : Fax :</p>	<p style="text-align: center;"><b>DATOS DE LA PROPIEDAD</b></p> <p>Nombre : SAN Provincia : CARCHI Cantón : HUACA Parroquia : HUACA Ubicación :</p>
<p style="text-align: center;"><b>DATOS DEL LOTE</b></p> <p>Cultivo Actual : PAPA Cultivo Anterior : PASTO Fertilización Ant. : Superficie : Identificación : LOTE1</p>	<p style="text-align: center;"><b>PARA USO DEL LABORATORIO</b></p> <p>N° Reporte : 23944 N° Muestra Lab. : 86215 Fecha de Muestreo : Fecha de Ingreso : 17/12/2011 Fecha de Salida : 28/12/2011</p>



Ca	Mg	Ca+Mg	(meq/100ml)	ppm	ppm	%			Clase Textural
Mg	K	K	□ Bases	PH20	Cl	Arena	Limo	Ardilla	
7,6	1,4	11,7	9,7	15,05					



### ANEXO 3: Tabla de datos recolectados durante la investigación

Tratamiento	Repetición	Emergencia %	Numero de tallos	Diámetro de tallos (cm)	Altura de planta (cm)	Incidencia %		Severidad %	Producciónn/ha	
1	1	98,81	4,8	1,2	76,25	100,00	96,43	0,4	35,83	18,61
1	2	100	5,3	1,325	82,25	100,00	100	0,4	33,06	18,33
1	3	98,81	5,6	1,125	78,5	83,33	100	0,6	40,83	13,89
1	4	98,81	5,8	1,5	87,5	100,00	100	0,6	40,56	18,89
2	1	98,81	4,4	1,175	79	100	96,43	0,7	35,56	18,89
2	2	92,83	3,2	1	65	100	92,86	0,5	32,78	15,28
2	3	92,83	4,1	1	74,75	85,71	98,21	0,7	38,33	18,33
2	4	97,62	3,65	0,825	73,5	100	100	0,5	39,17	11,11
3	1	95,24	3,4	1	71,25	66,67	91,07	0,4	35,56	14,72
3	2	97,62	4,15	0,875	71,5	100,00	96,43	0,9	32,22	14,72
3	3	92,83	3,35	1,325	79,25	66,67	96,43	0,7	35,83	16,67
3	4	98,81	4,7	1,15	80,5	66,67	96,43	1,4	33,06	16,67
4	1	98,81	2,95	1,075	63	80	94,64	0	35,00	12,22
4	2	96,43	3,4	1,4	79	100	98,21	0,5	33,61	19,72
4	3	91,66	3,85	1,025	70,75	80	98,21	0,5	33,33	14,72
4	4	94,05	3,9	1	79,75	100	98,21	1	28,89	15,00
5	1	97,62	3,9	1,875	55,75	100	91,07	0	28,89	6,94
5	2	94,05	2,9	1,25	68	100	98,21	0,7	27,22	19,17
5	3	94,05	3,6	1	72,25	66,67	100	0,5	33,61	18,33
5	4	95,24	3,1	0,9	66,5	100	96,43	0,6	31,11	12,50
6	1	95,24	3,45	1,05	75,75	100	92,86	0,7	35,83	14,44
6	2	90,42	3,25	1	72,5	100	98,21	0,6	39,44	12,78
6	3	94,05	3,15	0,9	66,5	75	96,43	1,1	32,22	13,33
6	4	90,42	3,4	1,35	79,75	75	98,21	0,6	35,28	14,72

Elaboración: Andrés Villarreal

#### **ANEXO 4: Preparación del suelo (Arada + Rastra).**



Fuente: Investigación realizada.  
Elaboración: Andrés Villarreal

#### **ANEXO 5: Preparación del suelo (Surcada).**



Fuente: Investigación realizada.  
Elaboración: Andrés Villarreal

**ANEXO 6: Ensayo con todos los implementos listo para la siembra.**



Fuente: Investigación realizada.  
Elaboración: Andrés Villarreal

**ANEXO 7: Peso de los tratamientos para la siembra.**



Fuente: Investigación realizada.  
Elaboración: Andrés Villarreal

**ANEXO 8: Desinfección de los tubérculos por inmersión en cada tratamiento antes de la siembra.**



Fuente: Investigación realizada.  
Elaboración: Andrés Villarreal

**ANEXO 9: Tubérculos de cada tratamiento antes de la siembra desinfectados.**



Fuente: Investigación realizada.  
Elaboración: Andrés Villarreal

**ANEXO 10: Tubérculos listos para la siembra.**



Fuente: Investigación realizada.  
Elaboración: Andrés Villarreal

**ANEXO 11: Siembra – dos tubérculos cada 0,40 m.**



Fuente: Investigación realizada.  
Elaboración: Andrés Villarreal

## **ANEXO 12: Desinfección a nivel de surco.**



Fuente: Investigación realizada.  
Elaboración: Andrés Villarreal

## **ANEXO 13: Análisis del tubérculo a sembrar.**



Fuente: Investigación realizada.  
Elaboración: Andrés Villarreal

**ANEXO 14: Evaluación de brotes en tratamiento y repetición (Incidencia).**



Fuente: Investigación realizada.  
Elaboración: Andrés Villarreal

**ANEXO 15: Controles fitosanitarios en el desarrollo del ensayo.**



Fuente: Investigación realizada.  
Elaboración: Andrés Villarreal

**ANEXO 16: Estado del ensayo luego de los diferentes controles aplicados.**



Fuente: Investigación realizada.  
Elaboración: Andrés Villarreal

**ANEXO 17: Toma de datos de cada una de las variables (altura de planta, diámetro y grosor de tallos), utilizando los diferentes materiales (regla, pie de rey).**



Fuente: Investigación realizada.  
Elaboración: Andrés Villarreal



**ANEXO 18: Toma de datos (incidencia en planta - Hojas apicales con necrosis).**



Fuente: Investigación realizada.  
Elaboración: Andrés Villarreal

**ANEXO 19: Cultivo en estado de floración.**



Fuente: Investigación realizada.  
Elaboración: Andrés Villarreal

## **ANEXO 20: Cultivo en estado de Maduración.**



Fuente: Investigación realizada.  
Elaboración: Andrés Villarreal

## **ANEXO 21: Cosecha-Rendimiento**



Fuente: Investigación realizada.  
Elaboración: Andrés Villarreal

**ANEXO 22: Toma de datos de las variables (producción y severidad), utilizando los diferentes materiales (Tabla de severidad, pesa, balanza romana, etc.).**



Fuente: Investigación realizada.  
Elaboración: Andrés Villarreal