

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO



FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

DIRECCIÓN DE POSGRADO

MAESTRÍA EN AGROECOLOGÍA Y AMBIENTE

TEMA:

***“VALIDACIÓN DE UNA ESTRATEGIA EN EL CONTROL DE TIZÓN TARDÍO
(Phytophthora infestans) EN PAPA (Solanum tuberosum L.) CON LAS
VARIEDADES INIAP-LIBERTAD, INIAP-CECILIA Y SUPERCHOLA, EN
LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA”.***

***Trabajo de Investigación previo a la obtención del Grado Académico de
Magíster en Agroecología y Ambiente***

Autor: Ingeniera Mayra Alejandra Freire Tenelema

Director: Ingeniero Saúl Eduardo Cruz Tobar Magister

Ambato - Ecuador

2017

APROBACIÓN PROFESORES CALIFICADORES

Los suscritos Profesores Calificadores, una vez revisado, aprueban el informe de Investigación, sobre el tema: **VALIDACIÓN DE UNA ESTRATEGIA EN EL CONTROL DE TIZÓN TARDÍO (*Phytophthora infestans*) EN PAPA (*Solanum tuberosum* L.) CON LAS VARIEDADES INIAP-LIBERTAD, INIAP-CECILIA Y SUPERCHOLA, EN LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA**”, de la maestrante Ing. Mayra Alejandra Freire Tenelema, de la Maestría en AGROECOLOGÍA Y AMBIENTE, el mismo que guarda conformidad con las disposiciones reglamentarias emitidas por el Centro de Estudios de Posgrado de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Ambato.

Para constancia firma

.....
Ing. José Hernán Zurita Vásquez, Mg.
Presidente del Tribunal de Defensa

.....
Ing. Marco Pérez Salinas Mg.
PROFESOR CALIFICADOR

.....
Ing. Edgar Luciano Valle Velastegui Mg.
PROFESOR CALIFICADOR

.....
Ing. Segundo Euclides Curay Quispe Mg.
PROFESOR CALIFICADOR

AUTORIA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Yo, Ing. Mayra Alejandra Freire Tenelema, con cédula de ciudadanía N°1804232195, tengo a bien indicar que los criterios emitidos en el informe investigativo, bajo el tema: **VALIDACIÓN DE UNA ESTRATEGIA EN EL CONTROL DE TIZÓN TARDÍO (*Phytophthora infestans*) EN PAPA (*Solanum tuberosum* L.) CON LAS VARIEDADES INIAP-LIBERTAD, INIAP-CECILIA Y SUPERCHOLA, EN LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA**” así como también los contenidos presentados, ideas, análisis y síntesis de datos y resultados son de exclusiva responsabilidad de mi persona, como autor bajo la dirección Ing. Saúl Eduardo Cruz Tobar Director del de este trabajo de Investigación y el patrimonio intelectual a la Universidad Técnica de Ambato

.....
Ing. Mayra Alejandra Freire Tenelema

AUTOR

.....
Ing. Saúl Eduardo Cruz Tobar, Mg.

DIRECTOR

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga uso de este trabajo de titulación como un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación.

Cedo los Derechos de mi trabajo de titulación, con fines de difusión pública, además autorizo su reproducción dentro de las regulaciones de la Universidad.

Ing. Mayra Alejandra Freire Tenelema
C.C. 180423219-5

APROBACIÓN PROFESORES CALIFICADORES.....	II
AUTORIA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	III
DERECHOS DE AUTOR.....	IV
ÍNDICE DE ANEXOS.....	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	X
ÍNDICE DE TABLAS	XI
INTRODUCCIÓN	1
<i>CAPÍTULO I</i>	3
1 EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	3
1.1 TEMA DE INVESTIGACIÓN	3
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
1.2.1 Contextualización.....	3
1.2.2 Análisis Crítico	4
1.2.3 Prognosis	5
1.2.4 Formulación del problema.....	6
1.2.5 Preguntas Directrices	6
1.2.6 Delimitación del Problema	6
1.3 JUSTIFICACIÓN.....	7
1.4 OBJETIVOS.....	8
1.4.1 General	8
1.4.2 Específicos	8
<i>CAPÍTULO II</i>	9
2 MARCO TEÓRICO	9
2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS	9
2.2 FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA	11
2.3 FUNDAMENTACIÓN LEGAL	11
2.4 CATEGORÍAS FUNDAMENTALES.....	11
2.4.1 Características generales del Oomiceto <i>Phytophthora infestans</i>	11
2.4.2 Sistemas de apoyo para la aplicación de fungicidas en el control de tizón tardío (<i>Phytophthora infestans</i>).....	18
2.4.3 Generalidades del cultivo de papa.....	20
2.5 HIPÓTESIS	22
2.6 SEÑALAMIENTO VARIABLES DE LA HIPÓTESIS.....	22
<i>CAPÍTULO III</i>	23
3 METODOLOGÍA.....	23
3.1 ENFOQUE	23
3.2 MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN.....	23

3.2.1	<i>Investigación de campo</i>	23
3.2.2	<i>Investigación bibliográfica-documental</i>	23
3.3	NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	23
3.3.1	<i>Investigación correlacional (asociación de variables)</i>	23
3.4	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	25
3.4.1	<i>Operacionalización de la variable dependiente</i>	25
3.4.2	<i>Operacionalización de la variable independiente</i>	26
3.5	PLAN PARA LA RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	27
3.5.1	<i>Ubicación del ensayo</i>	27
3.5.2	<i>Caracterización del lugar</i>	27
3.5.3	<i>Manejo del experimento</i>	27
3.5.4	<i>Evaluación del Impacto Ambiental</i>	35
3.6	PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS	38
3.6.1	<i>Factores en estudio</i>	38
3.6.2	<i>Tratamientos</i>	38
3.6.3	<i>Descripción de los tratamientos</i>	39
3.6.4	<i>Diseño experimental</i>	40
3.6.5	<i>Análisis estadístico</i>	40
CAPÍTULO IV.....		41
4	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	41
4.1	RESULTADOS	41
4.1.1	<i>PORCENTAJE DE SEVERIDAD DE TIZÓN TARDÍO EN PAPA</i>	41
4.2	TASA DE IMPACTO AMBIENTAL	50
4.3	RENDIMIENTO.....	51
4.4	ANÁLISIS ECONÓMICO	55
CAPÍTULO V.....		57
5	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	57
5.1	CONCLUSIONES	57
5.2	RECOMENDACIONES	58
CAPITULO VI.....		59
6	PROPUESTA.....	59
6.1	DATOS INFORMATIVOS	59
6.2	ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA.....	59
6.3	OBJETIVO	59
6.4	JUSTIFICACIÓN	59
6.5	ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD.....	60
6.7	METODOLOGÍA.....	61
6.7.1	<i>Preparación del suelo</i>	61
6.7.2	<i>Manejo de plagas</i>	61

6.7.3	<i>Fertilización</i>	61
6.7.4	<i>Siembra</i>	62
6.7.5	<i>Labores culturales</i>	62
6.7.6	<i>Controles fitosanitarios</i>	62
6.7.7	<i>Medio aporque y aporque</i>	62
6.7.8	<i>Cosecha</i>	62
6.8	ADMINISTRACIÓN.....	62
6.9	PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN.....	63
7	BIBLIOGRAFÍA	64
8	ANEXOS	69

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO 1. SISTEMA DE APOYO A LA DECISIÓN.....	69
ANEXO 2 DISEÑO DE LAS PARCELAS.....	71
ANEXO 3. ANÁLISIS QUÍMICO DEL SUELO PARA EL ENSAYO DE VALIDACIÓN DE TRES VARIEDADES DE PAPA CON EL SAD EN MOCHA, TUNGURAHUA 2016.....	72
ANEXO 4. CONDICIONES CLIMÁTICAS DURANTE EL PROCESO EXPERIMENTAL DE VALIDACIÓN DE TRES VARIEDADES DE PAPA CON EL SAD EN MOCHA, TUNGURAHUA 2016.	73
ANEXO 5. PORCENTAJE DE EMERGENCIA EN LA VALIDACIÓN DE TRES VARIEDADES DE PAPA CON EL CONTROL DE TIZÓN TARDÍO EN MOCHA, TUNGURAHUA 2016.....	74
ANEXO 6. DATOS DE EVALUACIONES Y TOMA DE DECISIONES SEGÚN EL SISTEMA DE APOYO A LA TOMA DE DECISIONES "SAD" PARA LA APLICACIÓN DE FUNGICIDA VARIEDADES DE PAPA CON EL SAD EN MOCHA, TUNGURAHUA 2016.	75
ANEXO 7. SEVERIDAD (AFA) EN LA VALIDACIÓN DE TRES VARIEDADES DE PAPA CON EL SAD EN MOCHA, TUNGURAHUA 2016.....	76
ANEXO 8. CONDICIONES CLIMATICAS EN LA VALIDACIÓN DE TRES VARIEDADES DE PAPA CON EL SAD EN MOCHA, TUNGURAHUA 2016.....	79
ANEXO 9. COEFICIENTE DE IMPACTO AMBIENTAL DE LOS DIFERENTES PESTICIDAS USADOS EN LA VALIDACIÓN DE TRES VARIEDADES DE PAPA CON EL SAD EN MOCHA, TUNGURAHUA 2016.....	85
ANEXO 10. COEFICIENTE DE IMPACTO AMBIENTAL DE LOS DIFERENTES PESTICIDAS USADOS EN LA VALIDACIÓN DE	

TRES VARIEDADES DE PAPA CON EL AGRICULTOR EN MOCHA, TUNGURAHUA 2016.....	85
ANEXO 11. TASA DE IMPACTO AMBIENTAL DE LA APLICACIÓN DE FUNGICIDAS EN LA VALIDACIÓN DEL PROTOTIPO SAD (VERDE) EN MOCHA, TUNGURAHUA 2016.....	87
ANEXO 12. TASA DE IMPACTO AMBIENTAL DE LA APLICACIÓN DE FUNGICIDAS EN LA VALIDACIÓN DEL PROTOTIPO SAD (ROJO) EN MOCHA, TUNGURAHUA 2016.....	88
ANEXO 13. TASA DE IMPACTO AMBIENTAL DE LA APLICACIÓN DE FUNGICIDAS EN LA VALIDACIÓN DEL PROTOTIPO SAD (AMARILLO) EN MOCHA, TUNGURAHUA 2016.....	89
ANEXO 14. DATOS REGISTRADOS DE VARIABLES AUXILIARES PARA EL CÁLCULO DE RENDIMIENTO POR HECTÁREA EN LA VALIDACIÓN DE TRES VARIEDADES DE PAPA CON EL SAD EN MOCHA, TUNGURAHUA 2016.....	90
ANEXO 15. ANÁLISIS ECONÓMICO PARA LA VARIEDAD CECILIA SAD (ROJO) EN MOCHA, TUNGURAHUA 2016.....	91
ANEXO 16. ANÁLISIS ECONÓMICO PARA LA VARIEDAD SUPER CHOLA SAD (AMARILLO) EN MOCHA, TUNGURAHUA 2016.....	92
ANEXO 17. ANÁLISIS ECONÓMICO PARA LA VARIEDAD LIBERTAD SAD (VERDE) EN MOCHA, TUNGURAHUA 2016.....	93
ANEXO 18. ANÁLISIS ECONÓMICO PARA EL AGRICULTOR EN LAS TRES VARIEDADES EN MOCHA, TUNGURAHUA 2016.	94

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág
FIGURA 1. CICLO DE LA ENFERMEDAD TIZÓN TARDÍO CAUSADA POR PHYTOPHTHORA INFESTANS SOBRE PAPA Y TOMATE.....	14
FIGURA 2. PORCENTAJE DE ABCPE EN PAPA CECILIA POR TRATAMIENTOS	42
FIGURA 3. CURVAS DE SEVERIDAD EN PAPA CECILIA DÍAS DESPUÉS DE LA SIEMBRA.....	43
FIGURA 4. PORCENTAJE DE ÁREA FOLIAR AFECTADA EN PAPA CECILIA POR TRATAMIENTOS.....	44
FIGURA 5. PORCENTAJE DE ABCPE EN PAPA SUPER CHOLA.....	45
FIGURA 6. CURVAS DE SEVERIDAD PARA PAPA SUPER CHOLA	46
FIGURA 7. PORCENTAJE DE ÁREA FOLIAR AFECTADA EN PAPA SUPER CHOLA POR TRATAMIENTOS	47
FIGURA 8. PORCENTAJE DE ABCPE EN PAPA LIBERTAD	48
FIGURA 9. CURVAS DE SEVERIDAD PARA PAPA LIBERTAD	49
FIGURA 10. PORCENTAJE DE ÁREA FOLIAR AFECTADA EN PAPA LIBERTAD POR TRATAMIENTOS	50
FIGURA 11. TASA DE IMPACTO AMBIENTAL EN LAS VARIEDADES ESTUDIADAS	51
FIGURA 12. REPRESENTACIÓN DEL RENDIMIENTO EN PAPA CECILIA	52
FIGURA 13. REPRESENTACIÓN DEL RENDIMIENTO EN PAPA SUPER CHOLA	54
FIGURA 14. REPRESENTACIÓN DEL RENDIMIENTO EN PAPA LIBERTAD	55
FIGURA 15. REPRESENTACIÓN DE ANÁLISIS ECONÓMICO DE LOS TRATAMIENTOS	56

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
TABLA 1 PRODUCCIÓN DE PAPA EN TUNGURAHUA	22
TABLA 2.- VARIABLE DEPENDIENTE: TIZÓN TARDÍO PHYTOPHTHORA INFESTANS.....	25
TABLA 3.- OPERACIONALIZACIÓN DE LA VARIABLE INDEPENDIENTE: SISTEMA DE APOYO A LA DECISIÓN (SAD).....	26
TABLA 4.- ESCALA PARA ESTIMACIÓN DE LANCHA EN EL FOLLAJE.	29
TABLA 5.- SISTEMA DE APOYO DE DECISIÓN PARA CONTROL DE LANCHA DE LA PAPA.....	30
TABLA 6.- DATOS PARA EL USO DEL SISTEMA DE APOYO A LA DECISIÓN.....	31
TABLA 7.-MATERIAS ACTIVAS CON RECOMENDACIÓN PARA LITROS.	32
TABLA 8.- NIVELES DE RESISTENCIA A LANCHA DE LAS PRINCIPALES VARIEDADES DE PAPA DEL ECUADOR	35
TABLA 9. SISTEMA DE VALORACIÓN DE LAS VARIABLES DEL COEFICIENTE DE IMPACTO AMBIENTAL (CIA)	36
TABLA 10.- CLASIFICACIÓN DE TUBÉRCULOS SEMILLA DE PAPA.	38
TABLA 11 TRATAMIENTOS PARA LA VALIDACIÓN DE ESTRATEGIAS DE MANEJO DEL TIZÓN TARDÍO (PHYTOPHTHORA INFESTANS).....	39
TABLA 12.- COEFICIENTE DE IMPACTO AMBIENTAL DE LOS DIFERENTES PESTICIDAS USADOS EN LA VALIDACIÓN DE TRES PROTOTIPOS SAD EN MOCHA, TUNGURAHUA 2016.	40
TABLA 13. ADEVA PARA PORCENTAJE DE SEVERIDAD DE TIZÓN TARDÍO EN PAPA CECILIA	41
TABLA 14. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA SEVERIDAD EN PAPA CECILIA.....	42
TABLA 15. ADEVA PARA PORCENTAJE DE INCIDENCIA DE TIZÓN TARDÍO EN PAPA SUPER CHOLA.....	44

TABLA 16. PRUEBA DE TUKEY PARA TRATAMIENTOS EN PAPA SUPER CHOLA.....	45
TABLA 17. ADEVA PARA PORCENTAJE DE SEVERIDAD DE TIZÓN TARDÍO EN PAPA LIBERTAD.....	47
TABLA 18. ANÁLISIS DE LA TASA DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LAS VARIEDADES EN ESTUDIO CON LA APLICACIÓN DE LOS TRATAMIENTOS: TESTIGO, AGRICULTOR Y SAD.....	50
TABLA 19: ADEVA PARA RENDIMIENTO EN PAPA CECILIA	52
TABLA 20: ADEVA PARA RENDIMIENTO EN PAPA SUPER CHOLA	53
TABLA 21: PRUEBA DE TUKEY PARA TRATAMIENTOS EN PAPA SUPERCHOLA	53
TABLA 22: ADEVA PARA RENDIMIENTO EN PAPA LIBERTAD	54

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
DIRECCIÓN DE POSGRADO
MAESTRÍA EN AGROECOLOGÍA Y AMBIENTE

Tema: VALIDACIÓN DE UNA ESTRATEGIA EN EL CONTROL DE TIZÓN TARDÍO (*Phytophthora infestans*) EN PAPA (*Solanum tuberosum* L.), CON LAS VARIEDADES INIAP-LIBERTAD, INIAP-CECILIA Y SUPERCHOLA EN LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA”

Autor: Ingeniera Mayra Alejandra Freire Tenelema
Director: Ingeiero Saúl Eduardo Cruz Tobar, Mg.
Fecha: 16 de febrero del 2017

RESUMEN EJECUTIVO

La presente investigación cuyo propósito es validar una estrategia en el control de Tizón Tardío (*phytophthora infestans*) de la papa (*solanum tuberosum* L.) en tres variedades INIAP Cecilia, Superchola, Libertad con el apoyo del SAD (Sistema de apoyo a la Descisión) con frecuencia de aplicación y evaluaciones de 8-12-15 días para obtener la mejor estrategia de control que provoque menos impacto ambiental.

Al realizar el análisis estadístico para el Área bajo la curva del progreso de la enfermedad (ABCPE) se determinó que la variedad de papa Libertad por las características propias presento una mayor resistencia a Tizón Tardío en comparación con las otras variedades.

Con respecto a la Tasa de Impacto Ambiental se ha determinado una considerable reducción al aplicar el tratamiento SAD con respecto al tratamiento del Agricultor y que para el caso de la variedad Cecilia es de 85,89%, Libertad de 97,82% y Superchola 88,87%.

Descriptores: SAD, variedades de papa y Control, para reducir el Impacto Ambiental.

**TECHNICAL UNIVERSITY OF AMBATO
FACULTY OF AGRICULTURE AND LIVESTOCK
POSTGRADUATE STUDIES DEPARTMENT
MASTER IN AGROECOLOGY AND ENVIRONMENT**

Topic: VALIDATION OF ONE STRATEGY TO CONTROL LATE BLIGHT (*Phytophthora infestans*) IN POTATOES (*Solanum tuberosum* L.), WITH THE POTATO TYPES: INIAP- LIBERTAD, INIAP-CECILIA AND SUPERCHOLA IN THE PROVINCE OF TUNGURAHUA

Author: Engineer Mayra Alejandra Freire Tenelema

Directed By: Engineer Saúl Eduardo Cruz Tobar, MSc.

Date: February 16, 2017

ABSTRACT

The following investigation seeks to validate one strategy to control Late Blight (*phytophthora infestans*) in potatoes (*solanum tuberosum* l.) in three potato types, INIAP Cecilia, Superchola, Libertad with the aid of the DSS (Decision Support System) through a frequency of application and evaluation of 8-12-15 days to obtain the best control strategy to cause less environmental impact.

By doing the statistical analysis of the area under the disease progress curve (AUDPC) it was possible to determine that the potato type Libertad, due to its own characteristics, showed a higher resistance to Late Blight compared to the other potato types.

Regarding the Environmental Impact Rating we could determine an important decrease when applying the DSS compared to the Farmer treatment, which shows, in the case of the Cecilia potato type, a reduction of 85,89%, in Libertad potato type 97,82% and in Super chola potato type 88,87%.

Descriptors: DSS, potato types, Control, reducing the EIR

INTRODUCCIÓN

El Tizón Tardío de la papa (TTP) continúa siendo uno de los principales escollos a vencer si se pretende incrementar la productividad del cultivo en Ecuador. Variedades de papa susceptibles y tardías (como Superchola y Capiro) dominan el panorama productivo; únicamente I-Fripapa se ha constituido en alternativa viable; se espera que I-Victoria e I-Libertad (con mayor resistencia genética, precocidad y disponibilidad de semilla de calidad) logren posicionarse entre consumidores y productores. La aspersión de fungicidas de contacto y en menor grado sistémicos es la estrategia actual que aplican los productores para controlar el TTP en todas las zonas productoras. El alto costo de producción, el constante riesgo de pérdidas y la falta de conocimiento de los agricultores incrementan su inseguridad por lo cual realizan un control químico intensivo (independientemente de la variedad cultivada) deteriorando su salud (y de su familia) y el medio ambiente. El CIP y el INIAP diseñaron varias estrategias de manejo del TTP (con el conocimiento generado los últimos años); el objetivo fue identificar la mejor estrategia; futuras investigaciones la validarían ampliamente. (Pérez W. Arias R. Anticona R. Orrego R. Ortiz, O. Forbes G. Andrade, 2015)

Por otro lado, el CIP ha desarrollado un Sistema de Apoyo a la Decisión (SAD) para el control del Tizón tardío en papa, la misma que relaciona tres elementos importantes en el desarrollo de la epidemia: la resistencia genética del cultivar, el factor climático y el intervalo de aplicación de fungicidas; al relacionar estos tres parámetros, esta herramienta guía en la decisión de cuándo aplicar y qué tipo de fungicida (sistémico o de contacto), haciendo un control más eficiente y favoreciendo a la optimización de recursos. (International Potato Center, 1998)

El Tizón tardío (*Phytophthora infestans*), es considerada la enfermedad que más pérdidas causa al cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.) en Ecuador, pérdidas que varían entre el 30% y 100 % del rendimiento. La presencia constante de inóculo y la susceptibilidad de la mayoría de cultivares comerciales obligan al productor al

uso intensivo de fungicidas cuyo costo representa entre el 8 y el 20% del valor comercial de la producción de papa. (Oyarzun, Taipe, & Forbes, 2001)

A nivel provincial se destacan Chimborazo y Tungurahua como las provincias que reportan en más del 90% la presencia de tizón tardío, y Pichincha como la zona más afectada por la polilla. En base a esta situación se puede deducir que dichas plagas fueron las que afectaron de manera significativa a los cultivos y por ello estas zonas presentan los menores rendimientos como Tungurahua hasta el reporte tienen un rendimiento de 14,2 t/ha. (Monteros, 2016).

La Tasa de Impacto Ambiental (TIA), es la aplicación práctica del coeficiente de impacto ambiental (CIA), sirve para valorar exactamente los sistemas de producción o tecnologías y las estrategias de manejo de plagas y enfermedades. Este método incorpora variables como: dosificación (kilos o litros por hectárea), concentración del ingrediente activo en cada pesticida aplicado y el número de aplicaciones que se realiza por ciclo de cultivo en cada situación específica. (Kovach, Petzold, & Tette., 1992).

CAPÍTULO I

1 EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 TEMA DEL PROBLEMA

Desconocimiento del SAD para la validación de una estrategia en el control de tizón tardío (*Phytophthora infestans*) en papa (*Solanum tuberosum L.*), con las variedades INIAP-Libertad, INIAP-Cecilia y superchola en la provincia de Tungurahua”

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.2.1 Contextualización

El Tizón tardío es la enfermedad que más afecta al cultivo de papa en el país, y por consiguiente la de mayor riesgo, en condiciones favorables, un cultivo puede ser destruido en una semana o menos. (Pumisacho & Sherwood, 2002).

El Tizón tardío de la papa es una de esas enfermedades en que el uso de fungicidas constituye la práctica más utilizada para su control. Los efectos de la misma son devastadores si no se la previene a tiempo, pero su control puede ser dañino al medio ambiente cuando se realizan aplicaciones excesivas de fungicidas. Sin duda si no se toma acción, la dispersión de las nuevas variantes de *Phytophthora infestans* en los países en vía de desarrollo va a resultar en incrementos dramáticos en el uso de fungicidas y el desarrollo de químicos aún más poderosos. Ambos aspectos representan consecuencias importantes para el medio ambiente, la salud del agricultor y el costo de producción. El problema del tizón tardío es más agudo en los países donde la alta humedad y la pobreza limitan la habilidad de los agricultores a responder aún a las variantes antiguas del patógeno. La diseminación rápida de nuevas variantes agresivas del patógeno y resistentes a los niveles de Resistencia al Tizón

tardío en Latinoamérica, ha hecho de esta enfermedad el factor limitante biótico más costoso de la producción alimentaria mundial (Huarte, 2001).

Por otro lado, el costo de control del Tizón tardío representa entre el 8 y el 20% del valor comercial de la producción de papa (Oyarzun, Taipei, & Forbes, 2001) restándole competitividad e incrementado el riesgo de pérdidas económicas a las que se ve abocado el productor en épocas de precios bajos del tubérculo.

Los agricultores escogen las variedades tomando en consideración las características ecológicas y climatológicas de las zonas, por su rendimiento, tipo de mercado al que se destina la producción, resistencia a plagas y enfermedades, disponibilidad de semilla, etc.; así como también tiene su influencia la tradición, hábitos y preferencias de consumo de la población. (Montesdeoca, 1998).

1.2.2 Análisis Crítico

Dada la importancia de esta enfermedad como factor limitante en la producción de papa, se han puesto en práctica medidas de control integrado que incluyen al control químico. Tradicionalmente el control de la enfermedad se ha hecho mediante el uso de fungicidas convencionales (de contacto), estos productos solo impiden la esporulación y germinación de esporas en las hojas. Una vez que éstas son infectadas por el hongo no tienen efecto. Con el desarrollo de fungicidas que se movilizan en forma sistémica dentro de la planta, se encontró la solución a la desventaja de los fungicidas convencionales. Pero a pesar de ello, su uso provocó el desarrollo de resistencia específica de los patógenos a estos fungicidas. (International Potato Center , 1997).

Los indicadores muestran que el problema del tizón tardío continúa agudizándose. En la región andina, el tizón tardío se agravó durante 1997 debido al fenómeno de “El Niño”, que trajo consigo un aumento en el promedio de la temperatura y de lluvias, condiciones perfectas para el aumento de esta enfermedad. Además, coinciden en señalar que estamos enfrentando una nueva y más agresiva forma de esta enfermedad. Incluso los productos químicos que antes resultaban eficaces para el

control del tizón tardío, pronto dejarán de tener el mismo efecto. En muchos lugares *Phytophthora infestans* ha desarrollado resistencia a los principales fungicidas, sobre todo han evolucionado nuevas y más virulentas variantes del hongo que pueden vencer la resistencia genética de las variedades. (International Potato Center, 1998).

Actualmente la principal estrategia empleada para reducir el uso de fungicidas y las pérdidas de la enfermedad, es el uso de los cultivares resistentes, sin embargo, el nivel de resistencia de los cultivares debe ser complementado con un eficiente manejo de los fungicidas en especial los sistémicos. (International Potato Center, 1998).

El Centro Internacional de la Papa ha desarrollado un SAD asequible y fácil de usar para productores de los Andes que no depende de costosos equipos para medir el clima y computadoras. Este SAD ayuda a tomar decisiones sobre la aplicación de fungicidas tomando en cuenta la resistencia de las variedades que cultiva, las condiciones medio-ambientales y el tiempo transcurrido desde la última aplicación. (Pérez, Orrego, Ortiz, Forbes, & J., 2014).

Experiencias previas con escuelas de campo indicaron que los productores necesitan mejorar en la comprensión de la interrelación entre 1) la existencia del agente causal del tizón tardío, 2) la influencia de las condiciones climáticas (humedad, temperatura) en la severidad de la enfermedad y 3) los niveles de susceptibilidad de las variedades existentes. Aún después de una capacitación intensiva, si bien mejora la comprensión de algunos aspectos, decisiones sobre el uso de fungicidas todavía es dificultoso (Yuen & Forbes, 2009).

1.2.3 Prognosis

En el caso que este proyecto de investigación no se ejecute la estrategia de validación de tizón tardío (*Phytophthora infestans*) no permitirá prevenir la enfermedad a un tiempo oportuno entonces no se podría eliminar en su totalidad la fuente del hongo, dando como resultado el incremento de los costos de producción del cultivo de papa, de tal manera estaría afectando la retribución económica de los agricultores

además de eso por el mal uso de pesticidas conlleva aun incremente el TIA (Tasa de Impacto Ambiental) lo que afecta al ambiente y a la salud de los seres vivos.

1.2.4 Formulación del problema

¿Se podría validar una estrategia de manejo integrado del Tizón Tardío (*Phytophthora infestans*) en tres variedades INIAP-¿Libertad, INIAP-Cecilia y Superchola de papa (*Solanum tuberosum* L.) con diferentes niveles de resistencia a la enfermedad teniendo como fundamento el Sistema de Apoyo a la Decisión (SAD)?

1.2.5 Preguntas Directrices

- ¿Cuál será la estrategia de control recomendada para cada variedad en base a los resultados de la rotación utilizada, considerando los niveles de susceptibilidad de las variedades y la tasa de impacto ambiental de los productos utilizados?
- ¿Cómo es el manejo del Sistema de Apoyo a la Decisión con los técnicos involucrados en el manejo de los ensayos?
- ¿Cuáles serán los costos económicos de cada uno de los tratamientos?

1.2.6 Delimitación del Problema

La finalidad de este proyecto es validar una estrategia de manejo integrado de Tizón Tardío (*Phytophthora infestans*) en variedades de papa como **INIAP-Libertad, INIAP- Cecilia y Superchola**, con diferentes niveles de resistencia a la enfermedad con el SAD (Sistema de Apoyo a la Decisión).

Campo

Ambiente.

Área:

Manejo MIPE en papa (*Solanum tuberosum*).

Aspecto:

Validación de un plan de manejo de Tizón (*Phytophthora infestans*) en papa (*Solanum tuberosum* L.), con las variedades INIAP-Libertad, INIAP-Cecilia y Superchola, apoyados del SAD (Sistema de Apoyo de Decisión).

Temporal:

La validación de Tizón (*Phytophthora infestans*) se viene presentando desde el año 2015, por lo que la investigación se realizará durante el año 2016.

Espacial:

La presente investigación se llevará a cabo en el barrio centro de la Matriz, del cantón Mocha provincia de Tungurahua.” Ubicada al sur de la ciudad de Ambato, en las coordenadas geográficas 1°25’15” Sur; 78°39’49” Oeste, a 3280 msnm de altura en límites de los cantones Quero, Cevallos y Tisaleo.

1.3 JUSTIFICACIÓN

El abuso en la utilización de fungicidas, por parte de los agricultores, genera pérdidas no solamente en términos económicos, sino en términos de impacto ambiental, por lo cual es necesario establecer un manejo adecuado de productos químicos disponibles para el control de la enfermedad, que además de eficaz, sea amigable con el medio ambiente y minimice el daño a la salud de productores y consumidores.

En la actualidad, existen en el mercado productos alternativos recomendados para el control del Tizón tardío, (*Phytophthora infestans*) que comúnmente se usan, en muchos casos de baja toxicidad y con alta eficiencia, los cuales, al ser utilizados de manera estratégica, permitirán disponer de alternativas modernas de control.

En la presente investigación, se desea validar la eficacia de una estrategia de control basada en principios de manejo integrado al uso de variedades con diferentes grados de susceptibilidad y a la utilización de un Sistema de Apoyo a la Decisión (SAD); con la finalidad de conseguir un control integrado sostenible, eficiente de la enfermedad, y que a su vez sea práctico y de fácil divulgación a los agricultores de la Sierra ecuatoriana.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 General

- Validar una estrategia SAD para el manejo del Tizón Tardío (*Phytophthora infestans*) en tres variedades de papa INIAP-Libertad, INIAP-Cecilia y Super chola (*Solanum tuberosum* L.) con diferentes niveles de resistencia a la enfermedad teniendo como fundamento el Sistema de Apoyo a la Decisión SAD.

1.4.2 Específicos

- Definir la estrategia de control recomendada para cada variedad en base a los resultados de la rotación utilizada, considerando los niveles de susceptibilidad de las variedades y la tasa de impacto ambiental de los productos utilizados.
- Fortalecer el manejo del Sistema de Apoyo a la Decisión con los técnicos involucrados en el manejo de los ensayos.
- Realizar un análisis económico de cada uno de los tratamientos.

CAPÍTULO II

2 MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Se efectuaron tres experimentos simultáneos, cada uno tuvo dos estrategias (tratamientos) que fueron: utilización de un SAD para realizar las aplicaciones y la práctica de un agricultor local; incluyó dos variedades con similar nivel de susceptibilidad así: I-Victoria y Libertad (susceptibilidad 0-2); I-Fripapa e I-Natividad (susceptibilidad 4); I-Gabriela y Uvilla (susceptibilidad >6). Los tratamientos se dispusieron en un DBCA unifactorial con cuatro repeticiones. Se evaluó la severidad (ABCPE), el rendimiento (t/ha), impacto ambiental y análisis económico. El control de tizón tardío con la aplicación de la estrategia SAD fue más eficiente que la del agricultor, que se evidenció con bajos porcentajes de severidad en todas las variedades y permitió mayores rendimientos que los obtenidos con la estrategia del agricultor en todas las variedades. En general la aplicación de los prototipos SAD permitió reducir el número de aplicaciones con (fungicidas de bajo Coeficiente de Impacto Ambiental) y en consecuencia el impacto ambiental. El análisis económico mostró que los tratamientos con la estrategia SAD dominaron a los de la estrategia del agricultor y en consecuencia la estrategia SAD fue más rentable que la utilizada por el agricultor. (Inca, 2014).

En la actualidad, se hacen necesarias más investigaciones sobre la ecología y comportamiento de *P. infestans* debido al incremento en la severidad de la infección, el incremento en la aplicación de químicos y la ocurrencia de oosporas sexuales que permanecen viables en el suelo por más de un año (Kromann, Taipe, Andrade-Piedra, Munk, & Forbes, 2008) Estudios como el presente sugieren que en el futuro pueden aplicarse nuevos sistemas de manejo del cultivo de papa como el uso de antagonistas/controladores biológicos (Faes & Ghorbani, 2005).

Entre noviembre, 2010 y marzo, 2011, se efectuó en Paucartambo (Pasco-Perú) un experimento para los intervalos de aplicación de fungicidas más apropiados para

variedades con diferentes niveles de susceptibilidad. Las frecuencias de aplicación de fungicida de contacto clorotalonil en un grupo de variedades susceptibles fue de 0, 5, 8 y días; para las variedades moderadas los intervalos fueron cada 0, 7, 10 y 13 días, con variedades resistentes se usó intervalos de 0, 9, 12 y 15 días. Los resultados 28 sugieren que para variedades susceptibles los intervalos de aplicación de clorotalonil más adecuados van de 5 a 8 días pues permiten un eficiente control de tizón tardío. Las variedades moderadas requieren un intervalo de 7 y 13 días, las variedades resistentes mostraron excelente control de tizón tardío aún en las parcelas sin ninguna aplicación de fungicidas (Pérez, Orrego, Ortiz, Forbes, & J., 2014).

Desde el punto de vista económico y tomando en cuenta que los precios de los fosfitos son el doble que Mancozeb; en el genotipo Fripapa el mejor tratamiento, fue utilizando Mancozeb debido a que presenta una Tasa de Retorno Marginal (TRM) de 5929.5 % pero si se considera el impacto ambiental y la prohibición de venta en el mercado nacional, la mejor alternativa al uso de Mancozeb sería el fosfito de Potasio en dosis baja (0.35 g de ingrediente activo por litro de agua) presentando una Tasa de Retorno Marginal de 940.4 %. Para el clon CIP 386209.10, el mejor tratamiento resultó al combinar con el fosfito de Potasio en dosis media (0.7 g de ingrediente activo por litro de agua) quien presenta una TRM de 13970.5 %. Para el genotipo susceptible Superchola el mejor resultado fue al tratar con Mancozeb en dosis (2 g de ingrediente activo por litro de agua), el mismo que presenta una TRM de 6706.9 % y como alternativa al uso de Mancozeb el fosfito de Potasio en dosis baja (0.35 g de ingrediente activo por litro de agua) quien presenta una TRM de 259.1 %. El tizón o lancha (*Phytophthora infestans*) es la enfermedad más importante de la papa en Ecuador. La presencia constante de inóculo y la susceptibilidad de la mayor la de cultivares comerciales forzan al agricultor a hacer un uso intensivo y en muchos casos indiscriminado de fungicidas (Oyarzun, Taipe, & Forbes, 2001).

En la provincia del Carchi, para el control de tizón se realizan hasta 14 aplicaciones. Los fungicidas sistémicos más utilizados son cimoxanil, metalaxil, fosetil aluminio y dimetomorf, los que son aplicados frecuentemente en mezclas complejas.

En el país, la presión para reducir el uso de agroquímicos es cada vez mayor; en este sentido los retos, pero también las oportunidades para racionalizar el manejo de la enfermedad son grandes, principalmente por la disponibilidad de fungicidas modernos e información disponible de la enfermedad. (Pérez & Forbes, 2008).

2.2 FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA

La presente investigación se fundamenta en el paradigma de incentivar a los agricultores a manejar el Tizón tardío (*Phytophthora infestans*) adecuadamente con una estrategia de utilización de productos químicos amigables al medio ambiente, teniendo un enfoque cualitativo en definir la estrategia de control recomendada para cada variedad en base a los resultados de la rotación utilizada, considerando los niveles de susceptibilidad de las variedades y la tasa de impacto ambiental de los productos utilizados.

2.3 FUNDAMENTACIÓN LEGAL

En la Constitución Política de la República del Ecuador, Registro Oficial 449, del 20 de octubre del 2008, El artículo 14 de la Constitución de la Republica, manifiesta que reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*. (Asamblea Constituyente, 2008).

Por Decreto Ejecutivo 1449, publicado en Registro Oficial 479 de 2 de diciembre del 2008, se reorganiza el Servicio Ecuatoriano de Sanidad Agropecuaria, SESA, transformándolo en Agencia Ecuatoriana de Aseguramiento de la Calidad del Agro, AGROCALIDAD, adscrita al Ministerio de Agricultura, quien es el encargo en regular, controlar la comercialización y empleo de plaguicidas, codificación.

2.4 CATEGORÍAS FUNDAMENTALES

2.4.1 Características generales del Oomiceto *Phytophthora infestans*

El Tizón tardío es causado por el hongo *Phytophthora infestans* y es la enfermedad más seria en el cultivo de la papa en el mundo. Afecta hojas, tallos y tubérculos y

se dispersa rápidamente pudiendo abarcar grandes superficies cuando las condiciones climáticas son favorables. *P. infestans* sobrevive en tejido vivo ya sea tubérculos semilla, desechos de papas, plantas voluntarias y otros hospederos susceptibles, siendo éstos las principales fuentes de la enfermedad. Desde estos tejidos infectados, el micelio crece alcanzando los brotes. Cuando el micelio alcanza la parte aérea de la planta, produce las estructuras reproductivas (esporangios). Estas se producen en temperaturas bajas, acompañadas de alta humedad relativa. Se requiere al menos de 12 horas en estas condiciones para que se produzca infección y entre 5 a 7 días para desarrollar los primeros síntomas. El hongo se dispersa por el agua de lluvia y el viento, depositándose en hojas y tallos húmedos, donde inician una nueva infección. Comienza principalmente en los sectores más bajos y húmedos de la planta. (Ivette, 2008).

Taxonomía, origen, distribución, importancia

Phytophthora infestans es el nombre científico del agente causal del tizón tardío de la papa (*Solanum tuberosum*). Fue descrito por primera vez en 1842 en Europa. En ese entonces se denominó *Gangraena tuberosum solani*, adquiriendo otros nombres a medida que se avanzaba en su estudio. De hecho, es quizás la más conocida y estudiada de las especies de *Phytophthora* (Erwin & Ribeiro, 1996).

Etimológicamente, la palabra *Phytophthora* proviene de la unión de los vocablos griegos “*phyto*” = planta y “*phthora*” = destructor. *P. infestans* produjo una tremenda destrucción de los cultivos de papa en Irlanda hacia los años 40s, con efectos inmediatos de pobreza y hambruna, que condujeron a profundos cambios sociales y económicos en ese país, a la reducción de la cuarta parte de su población por la muerte de un millón de personas y la migración de otro tanto, causando una amplia dispersión humana y gran impacto social (Erwin & Ribeiro, 1996).

- Reino: *Protista*
- Division: *Heterokontophyta*
- Clase: *Oomycetes*
- Orden: *Peronosporales*

- Familia: *Pythiaceae*
- Género: *Phytophthora*
- Especie: *Phytophthora infestans* Mont. de Bary

Esta enfermedad se presenta con más frecuencia en la parte occidental del país, debido a las diferencias climatológicas existentes con el resto del territorio nacional donde su aparición es más esporádica. Es la más peligrosa y destructiva para este cultivo ya que, al presentarse condiciones favorables para su desarrollo, puede en pocas horas causar la defoliación y muerte de las plantas. Los daños, en caso de ataque, dependen del nivel de resistencia de la variedad utilizada. (Martínez Gonzalez, Barrios Sanromá, Rovesti, & Santos Palma, 2006).

Es una de las más importantes enfermedades fungosas que se reportan en los cultivos lo cual afecta las hojas, los tallos y los frutos. En el follaje puede aparecer en cualquier fase del desarrollo del cultivo, manifestándose las lesiones inicialmente en forma de pequeñas manchas negras, que crecen con rapidez. Este hongo presenta una rápida dispersión, de manera que, si no se controla a tiempo, las pérdidas pueden llegar a ser cuantiosas. (Martínez Gonzalez, Barrios Sanromá, Rovesti, & Santos Palma, 2006).

Morfología y ciclo de vida

En agua libre y con bajas temperaturas, los esporangios germinan indirectamente produciendo alrededor de 8 - 12 zoosporas uninucleadas y biflageladas. Las zoosporas se forman dentro del esporangio y son liberadas cuando se rompe la pared esporangial a nivel de su papila, lo cual permite a las zoosporas nadar libremente. Las zoosporas tienen dos flagelos diferentes: uno de los flagelos es largo y en forma de látigo, en tanto que el otro es más corto y ornamentado, con dos filas laterales de pelos en el extremo. Las zoosporas se enquistan sobre superficies sólidas, es decir, se detienen, adquieren una forma redondeada y forman una pared celular. Luego, en presencia de humedad, pueden desarrollar un tubo germinativo y penetrar a la hoja por las estomas, o formar el apresorio, de tal manera que la hifa de penetración ingresa directamente a través de la cutícula. Una vez dentro de la planta, el

micelio se desarrolla intercelularmente formando haustorios dentro de las células. Ocasionalmente se forman haustorios en forma extracelular. Cuando la temperatura es mayor a 15° C, los esporangios pueden germinar directamente, formando un tubo germinativo que penetra la epidermis de la hoja e infecta al hospedero (Pérez & Forbes, 2008).

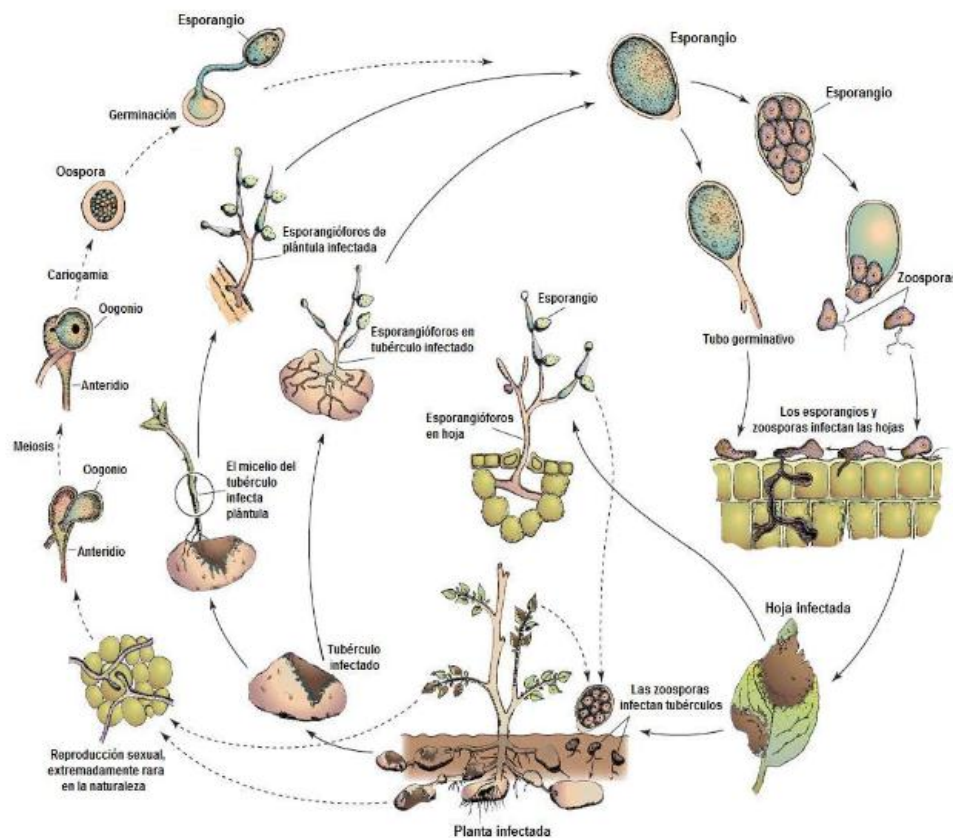


Figura 1. Ciclo de la enfermedad tizón tardío causada por *Phytophthora infestans* sobre papa y tomate.

Fuente: (Agrios, 2005)

Como estrategias de control se han empleado diversas herramientas. El manejo integrado de cultivo es una de ellas, que incluye el uso de semillas sanas, la eliminación de focos de infección (desechos agrícolas infectados), uso de cultivares resistentes y la aplicación de fungicidas. Desafortunadamente los cultivares más usados y apetecidos en el mercado son los menos resistentes a la enfermedad (Agrios, 2005). Esto ha conducido al desarrollo de múltiples investigaciones orientadas hacia el control eficaz de la plaga, entre ellas, la comprensión de las defensas

naturales que ciertas variedades exhiben que puedan resultar útiles en programas de ingeniería genética vegetal (Fry, 2008).

Variabilidad genética

La genética poblacional describe y cuantifica la variación genética en determinadas poblaciones del patógeno. Esta variación se usa para hacer inferencias acerca de los procesos de evolución que las afectan. Las posibles fuentes de variación de *P. infestans* son reproducción sexual, mutación, recombinación mitótica, para sexualidad, migración y selección.

La enfermedad

El nombre común de la enfermedad tizón tardío de la papa, más conocido en el Ecuador como lancha, siendo una de las enfermedades más importantes debido en todas las áreas paperas por las pérdidas que causa. Las condiciones climáticas en la Sierra favorecen el desarrollo de epifitias, en particular temperaturas moderadas entre 12 a 18 °C, alta humedad, niebla, lluvias matinales y sol intenso, así como la siembra escalonada de papa durante todo el año. Situación agravada por el uso generalizado de variedades comerciales muy susceptibles al patógeno (Revelo, Andrade-Piedra, & Garcés, 1997).

La lancha es una enfermedad que progresa rápidamente, por lo que la parcela debe ser visitada al menos una vez por semana. Estas visitas permiten evaluar a la lancha para así tomar medidas oportunas de control (por ejemplo, uso de fungicidas). Si las condiciones son extremadamente favorables para lancha las aplicaciones de fungicidas se las puede hacer cada 5 a 7 días. En condiciones favorables, las aplicaciones se las puede hacer cada 10 a 15 días. En condiciones desfavorables, las condiciones se las puede hacer cada 21 a 30 días o más (Cáceres, Pumisacho, Forbes, & Andrade-Piedra, 2007).

Signo

El signo de *P. infestans* es la pelusilla de color blanco que aparece rodeando las manchas en hojas y tallos luego de una noche húmeda y no tan fría. Ésta pelusilla está formada por miles de esporas sostenidas por pequeños hilos (Cáceres, Pumisacho, Forbes & Andrade-Piedra, 2007).

Síntomas

Los síntomas en la cual presenta *P. infestans* evidentemente son hojas, tallos, tubérculos los que están afectados presentado pústulas de color marrón y con presencia de buenas condiciones ambientales este hongo puede desarrollarse con normalidad y afectar al cultivo de la papa. (Freire, 2016)

• EN HOJAS

Las manchas son de color marrón claro a oscuro, de apariencia húmeda, de forma irregular, algunas veces rodeadas por un halo amarillento, no están limitadas por las nervaduras de las hojas. Estos síntomas se presentan inicialmente en los bordes y puntas de las hojas. Bajo condiciones de alta humedad, se forman en la cara inferior (envés) de las hojas unas vellosidades blanquecinas que constituyen las estructuras del patógeno (esporangióforos y esporangios). Las lesiones se expanden rápidamente, se tornan marrón oscuro, se necrosan y causan la muerte del tejido. En el campo, las plantas severamente afectadas emiten un olor característico, debido a la rápida descomposición del tejido foliar. (Pérez & Forbes, 2008).

• EN TALLOS

Las lesiones son necróticas, alargadas de 5 – 10 cm de longitud, de color marrón a negro, generalmente ubicadas desde el tercio medio a la parte superior de la planta, presentan consistencia vítrea. Cuando la enfermedad alcanza todo el diámetro del

tallos, éstas se quiebran fácilmente al paso de las personas, equipos agrícolas o de vientos fuertes. En condiciones de alta humedad también hay esporulación sobre estas lesiones, pero no muy profusa como se presenta en las hojas (Pérez & Forbes, 2008).

En condiciones de alta humedad también hay esporulación sobre estas lesiones, pero no muy profunda como se presenta en las hojas (Revelo, Andrade-Piedra, & Garcés, 1997).

• EN TUBÉRCULOS

Los tubérculos afectados presentan áreas irregulares, ligeramente hundidas. La piel toma una coloración marrón rojiza. Al corte transversal se pueden observar unas prolongaciones delgadas que van desde la superficie externa hacia la médula a manera de clavijas. En estados avanzados se nota una pudrición de apariencia granular de color castaño oscuro a parduzco, en estas condiciones puede ocurrir una pudrición secundaria causada por otros hongos (*Fusarium spp.*) y bacterias (*Erwinia spp.*, *Clostridium spp.* etc), provocando la desintegración del tubérculo y haciendo difícil el diagnóstico. (Pérez & Forbes, 2008).

Bajo condiciones asexuales, la infección de las plantas de papa se realiza por medio de los esporangios. Estos esporangios se liberan con cambios bruscos de humedad y son transportados por el viento a distancias considerables. La penetración del patógeno ocurre entre 10 y 29 °C y el máximo crecimiento de lesión ocurre a 22.5 °C; el periodo de latencia (es decir, el periodo entre infección y esporulación) mínimo ocurre a 23 °C y la máxima esporulación ocurre a 13.7 °C (Torres, 2012).

Con una temperatura entre 12 ° a 15 °C y una humedad relativa del 95 a 100 % se producen zoosporas en el interior del esporangio. Si la humedad relativa del medio ambiente se mantiene alta, pero la temperatura fluctúa entre 20 °C y 24 °C los esporangios emiten un tubo germinativo que ingresa a los tejidos directamente. En condiciones del Ecuador, el patógeno sobrevive sobre malezas, especies silvestres y restos de cultivos (Pérez & Forbes, 2008).

2.4.2 Sistemas de apoyo para la aplicación de fungicidas en el control de tizón tardío (*Pythophthora infestans*)

Sistemas de Ayuda a la decisión (SAD)

Los Sistemas de Apoyo para la Toma de Decisiones (SAD) en el control de *Pythophthora infestans* apoyan el control eficiente del tizón tardío con un mínimo de aplicaciones. En Europa varios de estos SAD se están desarrollando, validando y usando en la práctica. En este capítulo se presentan los SAD más importantes, Los sistemas de apoyo a la decisión (Decision Support Systems o SAD) incluyen información disponible sobre la epidemiología del tizón tardío, sobre la susceptibilidad de los cultivares, información de fungicidas, del desarrollo de la planta, sobre la influencia de las condiciones climatológicas, sobre los pronósticos del clima y sobre la presión de infección (Schepers, 2001).

El compendio de enfermedades de la papa de la Sociedad Americana de Fitopatología recomienda aplicar fungicidas protectantes tan pronto como el servicio de pronóstico lo recomiende y si no hay la disponibilidad de este servicio, que es el caso de la mayoría de países en desarrollo, se lo realice a la aparición de primeros síntomas de la enfermedad y luego regularmente a medida de que las plantas se desarrollen ocupando el surco, lo que aumenta el riesgo de la enfermedad al estar en contacto (Lucca & Huarte, 2012).

Componentes del sistema de apoyo a la decisión para la aplicación de fungicidas en el control de tizón tardío

- **Susceptibilidad a *Phytophthora infestans***

Resistencia y susceptibilidad de las plantas a los patógenos son términos estrechamente relacionados pero que difieren en sus supuestos y cuantificación. La resistencia se ha estimado con escalas cuyos valores ascendentes corresponden a cantidades decrecientes de enfermedad (menor susceptibilidad). En teoría siempre existirán genotipos más susceptibles que determinarían que una nueva escala de

correspondencia sea necesaria. Una alternativa es estimar la susceptibilidad midiendo la severidad de la enfermedad (ABCPE) que puede ser 0 en un genotipo inmune sin síntomas de la enfermedad (Taïpe, Forbes, & Andrade-Piedra, 2011).

- **Severidad de *Phytophthora infestans***

Un enfoque paralelo es la estimación de la susceptibilidad y muchos fitopatólogos lo hacen mediante la medición de la severidad de la enfermedad (%Área Foliar Afectada y Área Bajo la Curva de Progreso de la Enfermedad, (ABCPE). Así, midiendo la susceptibilidad, se pueden hacer inferencias sobre la resistencia. (Taïpe, Forbes, & Andrade-Piedra, 2011).

Evaluación del Impacto Ambiental

- **COEFICIENTE DE IMPACTO AMBIENTAL (CIA)**

El departamento de Manejo integrado de plagas y enfermedades de la Universidad de Cornell, desarrolló un modelo llamado “Coeficiente de Impacto Ambiental” (CIA). Este modelo resume los efectos de un determinado pesticida para el medio ambiente y las personas (productor y consumidor) en un solo valor numérico. Esto se logra mediante una ecuación que se basa en tres componentes principales de la producción agrícola: agricultor, consumidor y ecológico. (Kovach, Petzold, & Tette., 1992).

- **TASA DE IMPACTO AMBIENTAL (TIA)**

La Tasa de Impacto Ambiental (TIA), es la aplicación práctica del coeficiente de impacto ambiental (CIA), sirve para valorar exactamente los sistemas de producción o tecnologías y las estrategias de manejo de plagas y enfermedades. Este método incorpora variables como: dosificación (kilos o litros por hectárea), concentración del ingrediente activo en cada pesticida aplicado y el número de aplicaciones que se realiza por ciclo de cultivo en cada situación específica. (Kovach, Petzold, & Tette., 1992).

2.4.3 Generalidades del cultivo de papa

Origen

El centro de domesticación del cultivo se encuentra en los alrededores del Lago Titicaca, cerca de la frontera actual entre Perú y Bolivia. Existe evidencia arqueológica que prueba que varias culturas antiguas, como la Inca, la Tiahuanaco, la Nazca y la Mochica, cultivaron la papa (Pumisacho & Sherwood, 2002).

Clasificación taxonómica

La papa pertenece a las siguientes categorías taxonómicas: citado por, (Pumisacho & Sherwood, 2002)

- Reino: Vegetal
- División: Fanerógama
- Subdivisión Angiospermas: Clase Dicotiledóneas Subclase Simpétala
- Orden: Solanales
- Familia: Solanaceae
- Género: Solanum
- Especie: *Solanum tuberosum* L. NCBI

Importancia

La mayor diversidad genética de papa (*Solanum tuberosum* L.) cultivada y silvestre se encuentra en las tierras altas de los Andes de América del Sur. La primera crónica conocida que menciona la papa fue escrita por Pedro Cieza de León en 1538. Cieza encontró tubérculos que los indígenas llamaban “papas”, primero en la parte alta del valle del Cuzco, Perú y posteriormente en Quito, Ecuador. El centro de domesticación del cultivo se encuentra en los alrededores del Lago Titicaca, cerca de la frontera actual entre Perú y Bolivia. Existe evidencia arqueológica que prueba que varias culturas antiguas, como la Inca, la Tiahuanaco, la Nazca y la Mochica, cultivaron la papa. (Pumisacho & Sherwood, 2002).

Cultivo de papa en el Ecuador

En Ecuador, el número de familias dedicadas a la producción de papa es de aproximadamente 42.000, número igual al de familias que cultivan maíz suave. No hay un consenso sobre la productividad en el país. De las 66.000 hectáreas dedicadas a la papa, el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEN) reporta una producción promedio de 480.000 toneladas y un rendimiento por hectárea de 7.7 toneladas. Sin embargo, estudios realizados por el INIAP revelan un rendimiento promedio de 14 t/ha. Con un valor total bruto de 60 millones de dólares anuales, la papa es una importante fuente de ingresos para las comunidades rurales y su componente fundamental de la economía nacional. (Pumisacho & Sherwood, 2002).

En general, el cultivo de la papa en el país se desarrolla en terrenos irregulares, en laderas hasta con más de 45% de pendiente y en un rango de altitud de 2.400 a 3.800 m.s.n.m. en los pisos interandinos y subandinos. Una fracción importante del cultivo se desarrolla en condiciones de subpáramo, particularmente en el subpáramo húmedo. Aunque el cultivo se encuentra en los valles bajos, debido a presión demográfica, la tendencia actual es un desplazamiento hacia el páramo, con el consiguiente deterioro ambiental y el riesgo de pérdida del cultivo por heladas. (Inca, 2014).

Cultivo de papa en Tungurahua

Al analizar la producción de papa a nivel provincial, encontramos que es Tungurahua la provincia que concentra mayor número de productores, 19.414, seguida por las provincias de Chimborazo con 18.376 productores; Cotopaxi con 14.541; Pichincha con 7.186; Azuay con 6.521; Cañar con 4.435 y Carchi con 4.166 productores de papa. (Pumisacho & Sherwood, 2002).

A nivel provincial se destacan Chimborazo y Tungurahua como las provincias que reportan en más del 90% la presencia de tizón tardío, y Pichincha como la zona más afectada por la polilla. En base a esta situación se puede deducir que dichas plagas fueron las que afectaron de manera significativa a los cultivos y por ello estas zonas

presentan los menores rendimientos como Tungurahua hasta el reporte tienen un rendimiento de 14,2 t/ha. (Monteros, 2016).

Según información tomada del (MAGAP, 2000-2012) se reporta los datos de siembra, cosecha, producción y rendimiento que se ven reflejados en la Tabla 1.

Tabla 1 Producción de papa en Tungurahua

Año	Superficie Sembrada (ha)	Superficie Cosechada (ha)	Producción en tubérculo fresco (t)	Rendimiento (t/ha)
2000	8,123	7,086	46,948	6.63
2001	8,027	7,351	58,199	7.92
2002	7,931	7,615	69,449	9.12
2003	5,065	4,983	33,637	6.75
2004	5,096	5,043	42,520	8.43
2005	3,929	3,519	35,584	10.11
2006	6,286	5,932	60,329	10.17
2007	4,001	3,896	45,881	11.78
2008	4,462	4,422	60,449	13.67
2009	5,508	5,265	63,477	12.06
2010	4,298	4,022	44,634	11.10
2011	4,246	4,018	46,519	11.58
2012	3,413	3,203	23,487	7.33

Fuente: (MAGAP, 2000-2012)

Elaborador por: Mayra Freire, 2016

2.5 HIPÓTESIS

La utilización del Sistema de Apoyo a la Decisión (SAD) como estrategia de manejo de Tizón tardío (*Phytophthora infestans*) de la papa, disminuye la incidencia, severidad y la tasa de impacto ambiental.

2.6 SEÑALAMIENTO VARIABLES DE LA HIPÓTESIS

Variable independiente: El Sistema de Apoyo a la Decisión (SAD) .

Variable dependiente: Incidencia, severidad de *Phytophthora infestans* con su productividad e impacto ambiental.

CAPÍTULO III

3 METODOLOGÍA

3.1 ENFOQUE

El desarrollo de este trabajo de investigación presenta un enfoque cualicuantitativo pues se unificaron variables cualitativas los mismos que por observación y mediciones fueron cuantificadas de cada variedad de papa (*Solanum tuberosum* L.), según el nivel de susceptibilidad, con el objetivo de validar una estrategia de manejo integrado del Tizón Tardío (*Phytophthora infestans*).

3.2 MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN.

3.2.1 Investigación de campo

Esta investigación se realizó en la propiedad del señor Angel Barreno ubicado en el cantón Mocha, Provincia de Tungurahua”, bajo las condiciones agroclimáticas presentes durante la fase de investigación de campo.

3.2.2 Investigación bibliográfica-documental y experimental

La investigación también fue bibliográfica-documental y experimental como un proceso sistemático y secuencial de recolección, selección, clasificación, evaluación y análisis de contenido del material empírico impreso, gráfico, físico y/o virtual disponible que sirvió de fuente teórica, conceptual y/o metodológica para la investigación planteada, además fue utilizada para contrastar con los datos obtenidos.

3.3 NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN

3.3.1 Investigación correlacional (asociación de variables)

La investigación permitió dar a conocer la relación o grado de asociación que existe entre la variable dependiente (incidencia, severidad, tasa de impacto ambiental y

coeficiente de impacto ambiental) en las tres variedades de papa INIAP Cecilia, Superchola, Libertad y la estrategia de control de *P. Infestans*.

3.4 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Las variables investigadas se describen en las tablas 2 y 3

3.4.1 Operacionalización de la variable dependiente

Tabla 2.- Variable dependiente: Tizón tardío *Phytophthora infestans*

CONCEPTUALIZACIÓN	CATEGORÍAS		ÍTEMS BÁSICOS	INDICADORES	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN
El tizón tardío (<i>Phytophthora infestans</i>) es una de las enfermedades más importantes del cultivo de la papa por su incidencia y severidad, elevando la Tasa y Coeficiente de impacto ambiental lo que provoca la disminución de productividad.	<i>Phytophthora infestans</i>		<i>Incidencia</i>	el % de plantas afectadas.	Observación
			<i>Severidad</i>	el % de área afectadas	Aplicar el SAD Libro de campo
	<i>Impacto ambiental</i>	<i>Am-</i>	Tasa de impacto ambiental	el % de incremento de impacto ambiental	Tabla de manejo de pesticidas
			Coeficiente de impacto ambiental	el % incremento de CIA en las aplicaciones de pesticidas	
	<i>Productividad</i>		Categorías	Rendimiento en t/ha	RBC

Fuente: Investigación de campo

Elaborador por: Mayra Freire, 2016

3.4.2 Operacionalización de la variable independiente

Tabla 3.- Operacionalización de la variable independiente: Sistema de apoyo a la decisión (SAD)

CONCEPTUALIZACIÓN	CATEGORÍAS	ÍTEMS BÁSICOS	INDICADORES	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN
Los sistemas de apoyo a la decisión en el control de <i>P. infestans</i> ayudan en el control eficiente del tizón tardío con un mínimo de aplicaciones. Con los componentes que son: precipitación, variedades, evaluación con estos modelos se manejan el incremento de eficacia en el control del tizón y, los SAD también se están utilizando ampliamente porque encajan en el concepto de control integrado y apoyan a la justificación de las aplicaciones de fungicidas.	Componentes	Precipitación	Poca lluvia Mucha lluvia	Observación Libro de campo
		Variedades	Cecilia Super chola Libertad	
		Evaluación	Cecilia 8 días Super chola 12 días Libertad 15 días	

Fuente: Investigación de campo

Elaborador por: Mayra Freire, 2016

3.5 PLAN PARA LA RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

3.5.1 Ubicación del ensayo

La presente investigación se realizó en la Provincia de Tungurahua, cantón Mocha, sector Centro, la misma que se encuentra ubicado a una altitud de 3280 msnm, cuyas coordenadas geográficas son: 1°25'15.6" de latitud Sur y S 78°39'50.1" de longitud Oeste.

3.5.2 Caracterización del lugar

Según la Estación Meteorológica de primer orden ubicada en la Granja Experimental Docente Querochaca, perteneciente a la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Ambato, con información del año 2014, esta zona es fría, con temperatura promedio de 12.7°C, precipitación anual de 742 mm, humedad relativa de 76% y velocidad de viento de 20 km/h, con topografía ondulado y textura de suelo Franco arenoso. (INAMHI., 2014)

3.5.3 Manejo del experimento

Preparación del suelo.

Previo a la siembra se realizó el análisis de suelo, tomando una muestra representativa del lote, dicha muestra fue enviada a el laboratorio de la Estación experimental Santa Catalina/INIAP, cuyos resultados se presentan en el Anexo 1, posteriormente se efectuó el arado, rastrada y el surcado tomando en cuenta la densidad de siembra entre surco de 1.1 m.

Siembra

En el fondo del surco se colocó un tubérculo semilla previamente desinfectado con Vitavax con dosis de 500 g./100 ; cada 0.3 m, luego de ello se procedió a tapar la semilla y para aislar cada parcela se sembró avena al contorno en una superficie de

1 m, lo que permitió evitar el efecto de los tratamientos entre unidades experimentales, como una barrera vegetal que facilitó además manejar cada parcela de manera individual de acuerdo a la rotación elegida según la Tabla 7.

Fertilización

Se realizó de acuerdo a los cálculos y recomendación en base al análisis de suelo Anexo 1, más un 25% utilizando fertilizante completo granulado (8-24-12) para la siembra y el medio aporque aplicando 35 kg, el compuesto y la segunda fertilización complementaria con la misma cantidad cumpliendo el requerimiento total de nitrógeno, fósforo y potasio.

Rascadillo

Se realizó el rascadillo a los 21 días después de la siembra con ayuda de un azadón, cuya finalidad fue aflojar el suelo y retirar malezas del cultivo.

Manejo de plagas.

Para prevenir el ataque sobre todo de Gusano blanco (*Premnotrypes vorax* Hust), se utilizó trampas antes y después de la siembra, que consistieron en poner ramas frescas de papa inmersas en insecticida (Acefato) con dosis de 10cc/l y cubiertas con cartón. Este tipo de control químico se lo realizó 15 días antes y 15 después de la siembra, las trampas se cambiaron cada 15 días, esto favoreció el control y disminución de la población del gusano en la papa. Además, se realizaron aplicaciones en presencia de Pulguilla, Trips y Mosca minadora con Acefato a partir de los 40 días en combinación de fertilizantes foliares (18-18-18) con dosis de 250 cc/200 l, evitando los daños en las parcelas en estudio tomando en cuenta que no existe presencia de Tizon.

Aplicación de los tratamientos

Se utilizó Dimetomorf en dosis de 0,12 kg./200 l. en todos los tratamientos (con excepción de los testigos), antes de que se observen síntomas de tizón tardío, específicamente cuando se presentó el 80% de emergencia en el cultivo, esto fue con el fin de lograr la homogenización de las condiciones iniciales de diseminación de la enfermedad y eliminar el inóculo que podría estar presente, las aplicaciones posteriores para todos los tratamientos, a excepción del tratamiento del agricultor, se realizaron considerando el resultado dado por el SAD utilizado de acuerdo al intervalo de evaluación específico para cada variedad.(Anexo 2.)

- **Evaluación de los tratamientos**

Para la evaluación de los tratamientos aplicados para controlar tizón tardío, las lecturas de severidad empezaron también con la aparición de los síntomas de acuerdo con el % de infección de *P. infestans* que se indica en la Tabla 4.

Tabla 4.- Escala para estimación de lancha en el follaje.

Infección (%)	Síntomas
0	No hay síntomas visibles
0.1-1	Pocas plantas afectadas, no más de 2 lesiones en un radio de 10 metros o en una hilera de la misma longitud
3	Hasta 10 lesiones pequeñas por planta.
5	De 30 a 50 manchas pequeñas por planta o 1 de cada 20 folíolos con síntomas
25	Casi todos los folíolos con alguna lesión. Las plantas tienen forma normal, de aspecto verdoso, aunque casi todas están afectadas.
50	Todas las plantas están afectadas y cerca de la mitad del follaje ha sido destruido; el campo aparece moteado de verde a café.
75	Tres cuartas partes de cada planta están destruidas por la lancha. El follaje no es ni del todo café ni del todo verde. La mayoría de las veces las hojas inferiores se han podrido completamente y aparecen algunas hojas verdes en el tope. El cultivo ha perdido densidad y está más abierto.
85	Sólo unos pocos folíolos verdes. Los tallos generalmente están verdes. El aspecto del campo es predominantemente café.
100	Tallos y hojas muertos

Fuente: (Torres, Taipe, & Andrade-Piedra, 2011)

Elaborador por: Mayra Freire, 2016

De otra manera, los tratamientos menos afectados no fueron considerados como parte de la curva de progreso de la enfermedad y los descriptores de epidemia, tales como Área bajo la curva de progreso (ABCPE), para evitar sesgados. Esto debido a que en condiciones atmosféricas favorables y en presencia de inóculo, el Tizón tardío potencialmente aparece pocos días después de la emergencia de las plantas. Por lo tanto, se inició las lecturas de severidad tan pronto las plantas emergieron como lo recomiendan (Torres, Taípe, & Andrade-Piedra, 2011).

- **Uso del sistema de apoyo de decisión (SAD)**

Se tomó en cuenta la última fecha de aplicación para cada variedad, por la susceptibilidad.-Por eso se usó el SAD para la aplicación de los fungicidas basados en la escala de estimación de porcentaje de infección lancha los que están descritos en la Tabla 4. Este sistema requirió realizar visitas semanales al cultivo en las que el agricultor evaluó los factores descritos y a cada uno de ellos se los asignó un valor ya descritos en la Tabla 5. y anexo 3.

Tabla 5.- Sistema de apoyo de decisión para control de lancha de la papa.

Criterio	Puntaje
Resistencia de la variedad de papa	
Libertada	0-1
Super chola	2-5
Cecilia	6-8
Condiciones ambientales	
No hay lluvia	0
Poca lluvia-poca neblina	1
Mucha lluvia-mucha neblina	3
Última aplicación	
Libertada - 14 días	
Super chola -11 días	1
Cecilia -7 días	
Libertada 15-18 días	
Super chola 12-15 días	3
Cecilia 8-10 días	
Libertada más de 19 días	
Super chola más de 16 días	5
Cecilia más de 11 días	
Cantidad de lancha alrededor y dentro del campo	
no aplicar	menos de 3
aplicar fungicida de contacto	de 4-6
aplicar fungicida sistémico	más de 7

Fuente: (Taípe, Forbes, & Andrade-Piedra, 2011)

Elaborador por: Mayra Freire, 2016

Estos valores se sumaron y el total obtenido indicó el tipo de fungicida que se debió aplicar en cada evaluación dependiendo de la variedad y el nivel de susceptibilidad.

Para la aplicación de la rotación seleccionada se consideró los siguientes principios:

- Se inició el control antes de que se observen síntomas
- Se aplicó un fungicida sistémico (Dimethomorf) al inicio del ensayo a todas las parcelas excepto el testigo.
- Con la referencia de la última aplicación se inició los tratamientos usando el SAD
- Se alternó los ingredientes activos que se encuentran en la Tabla 7. En el orden que están descritos según la variedad y el resultado que dio el SAD.
- Para cada evaluación se consideró el nivel de susceptibilidad según la Tabla 6. y los datos fueron registrados en el libro de campo hasta que concluyo el ensayo para luego ser tabulados y analizados estadísticamente.

• Evaluación de SAD

Para realizar el control con el SAD, se consideró, para cada variedad; la susceptibilidad, humedad y resistencia. Se tomó en cuenta los parámetros de susceptibilidad de poca o mucha lluvia que se detallan en la Tabla 6. donde también se señala el nivel de evaluación para cada variedad.

Tabla 6.- Datos para el uso del sistema de apoyo a la decisión.

Variedad	Susceptibilidad	Precipitación		Evaluación
		poca lluvia	mucha lluvia	
CECILIA	7	1-5	>5	8
SUPER CHOLA	5	11-15	>15	12
LIBERTAD	1	21-35	>35	15

Fuente: (Kromann, Taipe, Andrade-Piedra, Munk, & Forbes, 2008)

Elaborador por: Mayra Freire, 2016

- **Rotación de fungicidas sistémicos y de contacto**

Se rotaron diferentes materias activas, entre fungicidas sistémicos y de contacto como se detalla en la Tabla 7 ya que estos ingredientes activos fueron los seleccionados para la rotación y garantizan un eficaz control, evitan la resistencia de las poblaciones del patógeno a los productos utilizados en exceso. No se aplicó más de 4 veces en el ciclo del cultivo ningún fungicida sistémico con el mismo ingrediente activo, como norma de la FRAC (Comité de Acción de Resistencia de Fungicidas).

Una vez tomado la decisión se aplicó en las parcelas en estudio con la ayuda de una bomba de mochila con dosis recomendada para cada producto según el detalle de la Tabla 7 con la dosis referencial para 200/l obviamente se realizó el cálculo para la cantidad de agua que se utilizó.

Tabla 7.-Materias Activas con recomendación para 200 litros.

Ingrediente activo sistémico	Dosis/200l	Ingrediente activo de contacto	Dosis/200l
Dimetomorf	0.12 kg	Propineb	0,5 kg
Fosfito de Potasio	1 l.	Mandipropamida	0.3 l.
+Mandipropamid	0.3 l.		
Propamocarb	0,5 kg		
Azoxistrobina	0,1 kg		

Fuente: Investigación de campo

Elaborador por: Mayra Freire, 2016

- **Fungicidas sistémicos**

Los productos usados en la rotación de ingredientes activos fueron Dimetomorf, Fosfito de Potasio, Mandipropamid, Propamocarb y Azoxistrobinas como lo recomienda (Pumisacho & Sherwood, 2002).

- **Fungicidas contacto**

Se usaron materias activas tales como Propineb y Mandipropamida para la prevención del patógeno como lo sugieren (Pérez & Forbes, 2008).

La metodología descrita se usó durante todo el ensayo para el control *P. infestan* en la papa, se realizó 8 lecturas por cada variedad y las aplicaciones para cada variedad Cecilia fueron 11 aplicaciones, para super chola 7 y libertad 2, incluyendo el control de manejo integrado de plagas y enfermedades (MIPE), datos descritos en el Anexo 5.

Severidad de tizón tardío

Se utilizó este método para calcular una escala de susceptibilidad basada en evaluaciones del ABCPE relativo de las variedades referenciales que solventa algunos de los inconvenientes mencionados según lo señalan (Yuen & Forbes, 2009).

Se utilizó la fórmula propuesta por (Yuen & Forbes, 2009).

$$ABCPE = [L1 + 2 * (L2 + L3 + \dots LN - 1) + Ln] * \frac{t}{2}$$

Donde:

$L1(\%)$ = Primera lectura a los 40 días después de la siembra aproximadamente (anexo 5)

$LN(\%)$ = Última lectura

$Ln - 1(\%)$ = Penúltima lectura

t = Tiempo entre lecturas

El ABCPE relativo (ABCPE r) se calculó dividiendo el ABCPE entre el número total de días comprendido entre la primera y última evaluación del área foliar enferma por 100 como lo describe (Pérez & Forbes, 2008).

• Consideraciones para la evaluación del ABCPE

Las siguientes fueron las consideraciones para la evaluación del ABCPE, según (Andrade & Forbes, 2006).

- 1) Las evaluaciones del porcentaje de área foliar se realizó a partir de los 28 días en la variedad Cecilia, se aplicó un producto sistémico y en Super chola, Libertad a los 35 días aplicando (Dimetomorf) siendo una de las condiciones de referencia que se inició el ensayo.
- 2) Los intervalos de registros de datos de ABCPE, se anotaron en el libro campo tomando en cuenta el nivel de susceptibilidad, por tanto, para la variedad Cecilia los datos se registraron cada 8 días, en la Super chola cada 12 días y Libertad cada 15 días. y sin embargo es necesario señalar que las condiciones ambientales no favorecieron el desarrollo de la enfermedad.
- 3) Las evaluaciones de los tratamientos culminaron de inmediato cuando las parcelas susceptibles estaban severamente afectadas.
- 4) Se registró la fecha de cada evaluación con el fin de determinar los días después de la siembra en el que se realizaron estas evaluaciones y también para el número de aplicaciones.

- **Interpretación de resultados del ABCPE**

El área bajo la curva del desarrollo de la enfermedad (ABCPE), se calculó expresando en porcentaje/días, de lectura que es la acumulación de los valores de las lecturas en porcentaje de infección interpretada directamente sin realizar ninguna transformación.

Los resultados están representados en gráficos de barras y líneas indicando el porcentaje de ABCPE, al ser un valor numérico, donde se explica por sí solo cómo ha sido el comportamiento de las variedades durante toda la epidemia, además se representa en el gráfico de curva del progreso de la enfermedad y el tiempo de evaluación como lo recomienda (Yuen & Forbes, 2009).

Como referencia se señala en la Tabla 8. Las variedades con niveles de susceptibilidad entre las cuales se presenta las sometidas a investigación como lo señalan (Oyarzun, Taipe, & Forbes, 2001).

Tabla 8.- Niveles de resistencia a lancha de las principales variedades de papa del Ecuador

Muy Resistentes	Resistentes	Susceptibles	Muy susceptibles
INIAP-Estela*	INIAP-Fripapa*	Cecilia*	Diacol-Capiro ⁽¹⁾
INIAP-Natividad*	INIAP-Margarita*	INIAP-Esperanza*	
INIAP-Papa pan*	INIAP-Raymipapa*	INIAP-Gabriela*	
INIAP-Santa Ana*	INIAP-Rosita*	INIAP-Isabel*	
INIAP-Suprema*	INIAP-Santa Catalina*	INIAP-María*	
	(resistencia horizontal)	Superchola*	
	INIAP-Soledad Cañari*	Bolona**	
	Carolina	Carrizo**	
	Libertad	Chola**	
	ICA-Única	Uvilla**	
		Yema de huevo**	

Fuente: (Andrade H. , 1998)

Elaborador por: Mayra Freire, 2016

*Variedades mejoradas.

** Variedades nativas

3.5.4 Evaluación del Impacto Ambiental

Para la evaluación del Coeficiente Impacto Ambiental (CIA), se investigó el porcentaje de contaminación que producen los productos comerciales que se utilizó durante todo el ensayo ya descritos en el Anexo 7.

- **LA ECUACIÓN DE COEFICIENTE IMPACTO AMBIENTAL (CIA)**

Se usó la fórmula para determinar el valor de Coeficiente Impacto Ambiental (CIA) de los pesticidas propuestos por (Kovach, Petzold, & Tette., 1992), como promedio del efecto sobre productor, sobre el consumidor, y sobre el medio ambiente. La descripción de los componentes de cada efecto se encuentra descrita en la Tabla 9.

$CIA = (\text{Efecto agricultor} + \text{Efecto consumidor} + \text{Efecto medioambiente}) / 3$

$\text{Efecto agricultor} = C \times [(DT \times 5) + (DT \times P)]$

$\text{Efecto consumidor} = \left(C \times \frac{S+P}{2} \right) \times SY + (L)$

$\text{Efecto medioambiente} = (F \times R) + D \times \left[\frac{S+P}{2} \times 3 \right] + (Z \times P \times 3) + (B \times P \times 5)$

Tabla 9. Sistema de valoración de las variables del Coeficiente de impacto ambiental (CIA)

Variable	Símbolo.	Valoración de la variable		
		1	3	5
Toxicidad crónica	C	Poco o nada	Posible	Definido
Toxicidad dermal aguda (mg/kg)	DT	>2000	200 – 2000	0 – 200
Toxicidad aves (ppm)	D	>1000	100 – 1000	1 -100
Toxicidad abejas	Z	relativamente Bajo impacto	Mod. Tóxico	altamente tóxico
Toxicidad artrópodos Benéficos	B		Impacto moderado	Impacto severo
Toxicidad peces (ppm)	F	>10	1 – 10	<1
Persistencia en el suelo (días)	S	<30	30 – 100	>100
Persistencia en la superficie de la planta	P	1 a 2	2 – 4	>4
Modo de acción	SY	No sistémico	Sistémico	
Potencial de filtración	L	Poco	Medio	Alto
Potencial pérdida de Suelo	R	Poco	Medio	Alto

Fuente: (Kovach, Petzold, & Tette., 1992)

Elaborador por: Mayra Freire, 2016

- **ECUACIÓN DE TASA DE IMPACTO AMBIENTAL (TIA)**

La ecuación para calcular el TIA se presenta a continuación:

$$TIA = CIA \times D \times PIA \times A$$

Dónde:

CIA = Coeficiente de impacto ambiental

D = Dosis producto comercial (kg-L/ha)

PIA = Porcentaje del ingrediente activo en la formulación

A = Número de aplicaciones de cada pesticida

Se comparó las diferentes estrategias de manejo de Tizón tardío, los Coeficiente de impacto Ambiental (CIA) del nivel de uso en campo y número de aplicaciones en toda la temporada que se determinó para cada pesticida, y estos valores se sumaron para determinar el impacto ambiental estacional o Taza de Impacto Ambiental TIA de cada tratamiento específico, cómo lo manifiesta. (Kovach, Petzold, & Tette., 1992).

Control de malezas.

A los 45 días después de la siembra, se realizó el rascadillo, manualmente con la ayuda del azadón retirando malezas y aflojando el suelo.

Medio aporque y aporque.

Estas labores se las realizó de forma manual con un azadón arrimando la tierra a las plantas formando camellones; en el medio aporque se efectuó la fertilización complementaria con las mismas fuentes antes ya mencionadas, que se lo efectuó a los 60 días después de la siembra y el aporque a los 80 días después de la siembra.

Cosecha.

La cosecha se realizó manualmente, la selección y clasificación involucró la separación de tubérculos sanos, descartando aquellos que presentaron magulladuras, deformaciones, daños mecánicos y pudriciones. Para la clasificación de tubérculos se toma en cuenta las exigencias de los mercados, considerando las siguientes cuatro

categorías, según lo descrito en la Tabla 10, se colocó en sacos y posteriormente se pesó para obtener el rendimiento total.

Tabla 10.- Clasificación de tubérculos semilla de papa.

Categoría	Peso del tubérculo (g)
Papa comercial de primera	Mayores a 90
papa comercial de segunda “semilla”	90 a 60
papa comercial de tercera “semilla”	60-30
Papa de desecho o “no comercial”	menores a 30

Fuente: (Cuesta, 2014)

Elaborador por: Mayra Freire, 2016

Rendimiento total

Se pesó el total de cada parcela neta de todos los tratamientos en las tres repeticiones, se expresó en kg/parcela neta y proyectados a t/ha y además la Relación Beneficio Costo (RBC) que detalla en los anexos 8,9,10 y 11 y figura 15.

3.6 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS

3.6.1 Factores en estudio

El procesamiento y análisis de la información obtenida a través de la investigación documental se recopiló, registro y sistematizó en función a los componentes del SAD como son precipitación variedades y evaluación de severidad, con las estrategias de control del manejo del Tizón Tardío de papa, con diferentes niveles de resistencia a la enfermedad.

Forma de aplicación

- SAD
- Agricultor

Variedades

- Cecilia
- Libertad
- Super Chola

3.6.2 Tratamientos

Se definió tres tratamientos en función con los objetivos planteados como se observa en la Tabla 11.

Tabla 11 Tratamientos para la validación de estrategias de manejo del Tizón tardío (*Phytophthora infestans*)

Código	Descripción tratamientos para cada variedad y localidad
T0	Testigo sin control (Control negativo)
T1	Testigo agricultor
T2	Rotación de fungicidas + uso de principios de control químico+ SAD correspondiente

Fuente: Investigación de campo

Elaborador por: Mayra Freire, 2016

3.6.3 Descripción de los tratamientos

- **T0. Control negativo**

El tratamiento cero consistió en un testigo absoluto, dejando las parcelas a libre infección de tizón tardío (*Phytophthora infestans*).

- **T1. Testigo agricultor**

Este tratamiento consistió en la aplicación de la tecnología y el manejo de Tizón tardío que el agricultor hace normalmente, es decir un manejo convencional de la enfermedad.

- **T2. Rotación de fungicidas más el uso de principios de control químico y SAD.**

Este tratamiento consistió en una rotación de fungicidas sistémicos y de contacto utilizando principios de manejo identificados y el uso del sistema de apoyo a la decisión (Anexo 3), la rotación seleccionada fue la misma para los tres niveles de susceptibilidad (variedades) y dosis. (Tabla 12).

Tabla 12.- Coeficiente de Impacto Ambiental de los diferentes pesticidas usados en la validación de tres prototipos SAD en Mocha, Tungurahua 2016.

Ingrediente activo sistémico	CIA total	Ingrediente activo de contacto	CIA total
Dimetomorf	24.01	Propineb	16.9
Fosfito de Potasio +Mandi- propamid	7.33 27,14	Mandipropamida	27.14
Propamocarb	23.89		
Azoxistrobina	26.92		

Fuente: Investigación de campo

Elaborador por: Mayra Freire, 2016

3.6.4 Análisis estadístico

Los tratamientos se ubicaron siguiendo una disposición en DBCA para cada variedad, con cuatro repeticiones, además para determinar el efecto de la varianza por el diseño experimental propuesto. Para el caso de las diferencias significativas con un valor de $P \leq 0.05$ se efectuó en comparaciones múltiples empleando la prueba de Tukey al 5% para la separación de medias de los tratamientos cuando se estableció la diferencia significativa. Los datos fueron tabulados y analizados mediante el paquete estadístico SAS, a fin de sustentar apropiadamente los resultados.

3.6.5 Unidad experimental

La unidad experimental estuvo constituida por parcelas de 24.75 m² (4.5m x 5.5m), es decir, cinco surcos de 4.5 m de largo, con una densidad de siembra 0.3m entre planta y 1.1m entre surco, 15 plantas por surco y 75 plantas por parcela.

- Número de parcelas: 12 parcelas por experimento o por variedad
- Total parcelas: 36 parcelas / 3 variedades
- Área total del ensayo: 910 m²
- Área de la parcela: 24.75 m² (4.5m x 5.5m)
- Densidad de siembra: 0.3m x 1.1m
- Distancia de caminos: 1m
- Número de tubérculos/sitio: 1 tubérculo (50-60g)

CAPÍTULO IV

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 RESULTADOS

4.1.1 PORCENTAJE DE SEVERIDAD DE TIZÓN TARDÍO EN PAPA

Según el análisis de varianza de la Tabla 13 para el porcentaje de severidad de tizón tardío en papa Cecilia, se establecieron resultados estadísticamente significativos al 5% para tratamientos, además el coeficiente de variación fue de 14,08 con un promedio general de 15,36%.

Tabla 13. ADEVA para porcentaje de severidad de tizón tardío en papa Cecilia

Fuentes de variación	Gl	CM	Valor F
Repeticiones	4	0,0030	4.38ns
Tratamientos	3	0,0090	15.19*
Error Experimental	4	0,0006	
Total	11		

CV: 14,08

*: Significación al 5%

Fuente: Investigación de campo

Elaborador por: Mayra Freire, 2016

Realizando la prueba de Tukey al 5% según la Tabla 14, se observan dos rangos de significación para severidad de tizón tardío en la papa Cecilia; el tratamiento sin aplicación alguna se ubicó en el segundo rango de significancia con un 0,23% del Área Bajo la Curva de Progreso de la Enfermedad (ABCPE), seguido por la del agricultor con un 0,15%, en el segundo rango al igual que la estrategia SAD con 0,14%.

Los resultados obtenidos en este análisis dan por entendido que la estrategia ya permite visualizar matemáticamente resultados positivos en la reducción de severidad de la enfermedad Área Bajo la Curva de Progreso de la Enfermedad (ABCPE), pues es el que se marca con el menor porcentaje. Así vemos que según la escala de

susceptibilidad de la papa Cecilia a la *Phytophthora infestans* de esta variedad es de 7 según la Tabla 6.

Tabla 14. Prueba de Tukey al 5% para severidad en papa Cecilia

Tratamiento	%ABCPE	Rangos
SAD	0,14	A
Agricultor	0,15	A
Sin aplicación	0.23	B

Fuente: Investigación de campo

Elaborador por: Mayra Freire, 2016

La Figura 2, muestra el porcentaje de ABCPE en papa cecilia por tratamientos, donde se observa al testigo con la media más alta (81,25%) en cuanto a la severidad de tizón tardío. Este resultado es evidente ante las condiciones de humedad y temperatura que se presentaron durante la ejecución de la fase de campo y más si no tuvo control fitosanitario. El tratamiento como maneja el agricultor en la papa Cecilia registró un porcentaje de severidad de 53,13% y la estrategia 50%, estos resultados también demuestran que la estrategia actuó positivamente en el control de *P. infestan* en papa Cecilia.

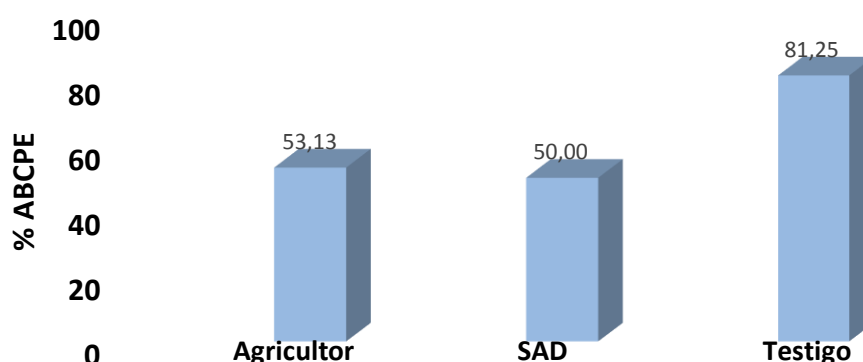


Figura 2. Porcentaje de ABCPE en papa Cecilia por tratamientos

Fuente: Investigación de campo

Elaborador por: Mayra Freire, 2016

En cuanto a las curvas de severidad establecidas para días después de la siembra de esta variedad, se observa que el Área Bajo la Curva de Progreso de la Enfermedad (ABCPE) está relacionado desde los 92 hasta los días 140. En el transcurso de este

tiempo se vincula el porcentaje de severidad con la temperatura del ambiente, el cual se manifestó en un rango de 10 a 11°C y una humedad relativa de 91,98%; es así como se establecen datos de condición oportuna para el aparecimiento del tizón. Además, el promedio de lluvia en este transcurso de días fue de 6,07 mm/día y general en 218,40 mm según en el Anexo 4.

En el lapso de estos días se puede ver que la estrategia, funciona en el control del tizón de una manera eficaz frente a las condiciones de clima presentadas, el control del agricultor secunda similarmente el control, más el testigo presenta a partir del día 120 días después de la siembra (dds) un crecimiento disparado de severidad del tizón ante las condiciones meteorológicas. (Figura 3).

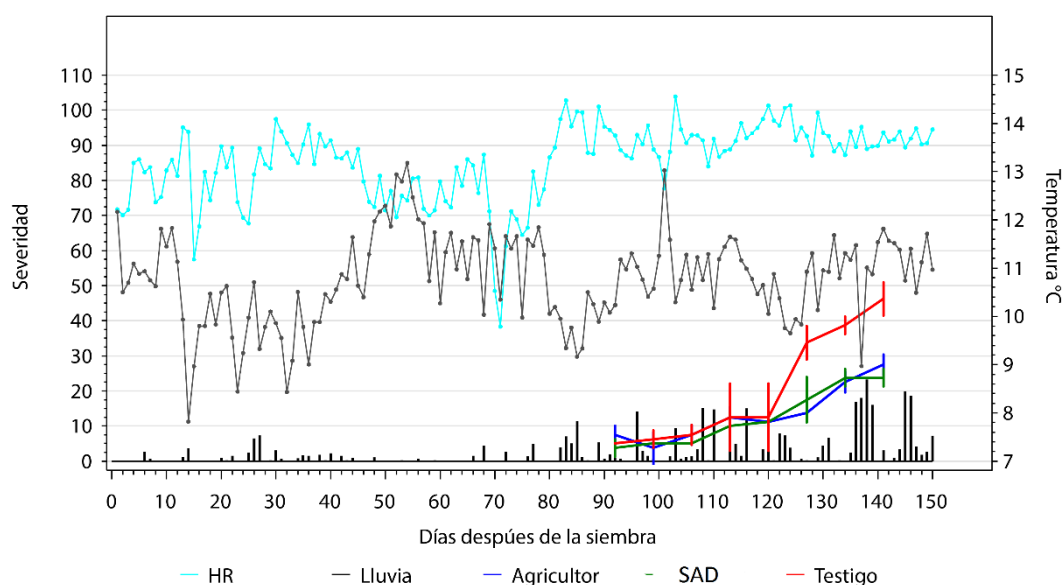


Figura 3. Curvas de severidad en papa Cecilia días después de la siembra

Fuente: Investigación de campo

Elaborador por: Mayra Freire, 2016

La Figura 4, muestra la distribución del tizón en el área foliar de cada uno de los tratamientos en papa Cecilia, en este caso el testigo alcanza resultados de hasta un 0,27%, siendo el valor más alto de los tres tratamientos. Por otra parte, la estrategia se muestra con un promedio de 0,17% de afectación foliar, en tanto que tratamiento del agricultor se manifiesta con una leve baja, con 0,16% de afectación.

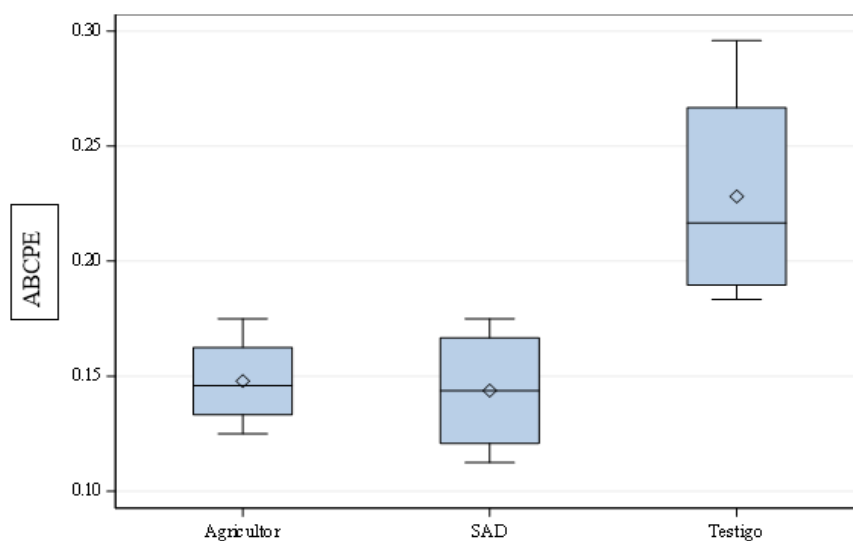


Figura 4. Porcentaje de área foliar afectada en papa Cecilia por tratamientos

Fuente: Investigación de campo

Elaborador por: Mayra Freire, 2016

Los resultados del análisis de varianza de la Tabla 15, En la variedad Súper chola, se registra datos significativos al 5% para tratamientos, demostrando diferencia entre ellos. El coeficiente de variación fue de 15,85 rangos de condición óptima en el ensayo y la media obtenida es de 10,78%.

Tabla 15. ADEVA para porcentaje de incidencia de tizón tardío en papa Super chola

	Gl	CM	Valor F
Repeticiones	4	0,0005	1.49ns
Tratamientos	3	0,0128	33.04**
Error Experimental	4	0,0004	
Total	11		

CV: 15,85

*: Significación al 5%

Fuente: Investigación de campo

Elaborador por: Mayra Freire, 2016

Aplicando la prueba de Tukey al 5% para la ABCPE en papa Super chola; según la Tabla 16, se observan dos rangos de significación establecidos, donde el Testigo obtuvo el porcentaje más alto de afectación de tizón con 0,17%, el segundo rango, está el tratamiento aplicado por el agricultor con el 0,15% el cual obtuvo similar

posición. La estrategia presenta un porcentaje de afectación de tizón tardío muy bajo (0,06%) el cual es mucho menor a los otros dos tratamientos ubicándose en el primer rango.

Tabla 16. Prueba de Tukey para tratamientos en papa Super chola

Tratamiento	ABCPER%	Rangos
SAD	0,06	A
Agricultor	0,15	B
Testigo	0,17	B

Fuente: Investigación de campo

Elaborador por: Mayra Freire, 2016

Según muestra la Figura 5, en relación con ABCPE en papa Super chola, se puede evidenciar al tratamiento manejado por el agricultor con la media más alta (20,31%), seguido por el Testigo con 14,22 y tercero la estrategia con 5,31% donde corresponde el valor más bajo en porcentaje de afectación del tizón.

De acuerdo a la Tabla 6 la escala de índice de susceptibilidad, la papa Super chola, se ubica en el rango 5, poniendo en evidencia cierto grado de resistencia a la disseminación rápida de la enfermedad en esta variedad.

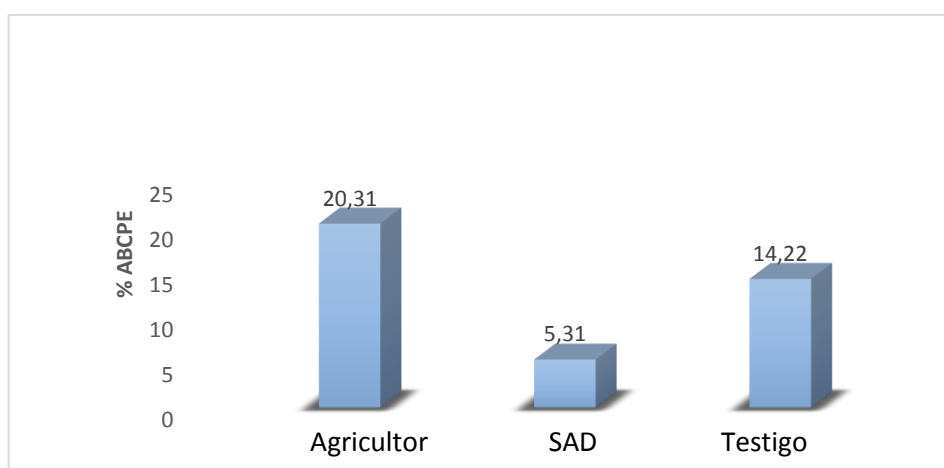


Figura 5. Porcentaje de ABCPE en papa Super chola

Fuente: Investigación de campo

Elaborador por: Mayra Freire, 2016

En la Figura 6, se puede ver la relación de humedad relativa, temperatura y el desarrollo de ABCPE en los tratamientos establecidos en la papa super chola. Desde los

días 92 días después de la siembra (dds) hasta el 140 dds. En el transcurso de este tiempo se vincula el porcentaje de severidad con la temperatura del ambiente el cual se manifestó en un rango de 10 a 11°C y una humedad relativa de 91,98%; es así como se establecen datos de condición oportuna para el apareamiento del tizón. Además el promedio de lluvia en este transcurso de días fue de 6,07 mm/día y general en 218,40 mm. según el Anexo 4. Como muestra la figura 6 en esta variedad se puede ver una manifestación baja del tizón en el tratamiento con la estrategia siendo inclusive constante hasta los días 132 donde la afectación es igual al 5% y, manteniéndose hasta 12% hasta los días finales. El testigo es el que más profundiza el aumento de la enfermedad sobrepasando el 25% de afectación y donde el tratamiento del agricultor registra un valor casi similar. Como se observa las curvas, los detalles meteorológicos siempre fueron óptimos para la diseminación del tizón en el cultivo.

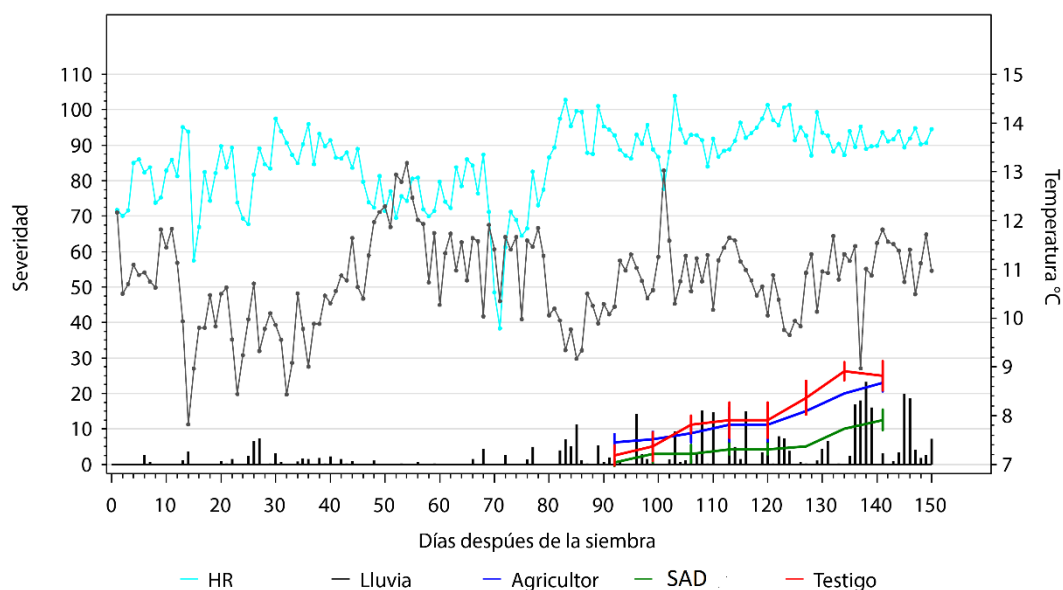


Figura 6. Curvas de severidad para papa super chola

Fuente: Investigación de campo

Elaborador por: Mayra Freire, 2016

La distribución foliar de la afectación del tizón se refleja en la Figura 7, donde el tratamiento testigo refleja el mayor porcentaje con 0,18%, seguido del tratamiento del agricultor con 0,16% y el de menor porcentaje el de la estrategia con 0,07%.

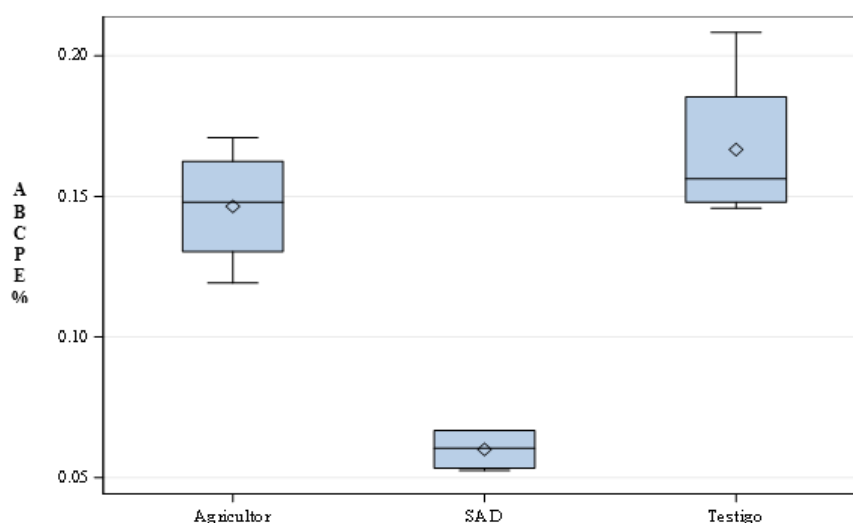


Figura 7. Porcentaje de área foliar afectada en papa Super chola por tratamientos
Fuente: Investigación de campo
Elaborador por: Mayra Freire, 2016

Evidentemente la estrategia representa la menor afectación del área foliar, aunque las condiciones meteorológicas siempre propiciaron su dispersión. Por lo tanto, se evidencia el progreso de la estrategia en el control fitosanitario.

El análisis de varianza realizado para porcentaje de severidad del tizón tardío en la papa Libertad, se observa en la Tabla 17 la cual muestra resultados no significativos. Presenta un coeficiente de variación de 26,87 y una media de 5,94%.

Tabla 17. ADEVA para porcentaje de severidad de tizón tardío en papa libertad

Fuentes de variación	Gl	CM	Valor F
Repeticiones	4	0,0013	3.71ns
Tratamientos	3	0,0010	3.01ns
Error Experimental	4	0,0003	
Total	11		

CV:26,87

ns=No significativo

Fuente: Investigación de campo

Elaborador por: Mayra Freire, 2016

Los resultados obtenidos en severidad notan la interacción y lazo que se tiene con el índice de susceptibilidad de 1 según la Tabla 6. Donde la papa Libertad presenta un grado bajo de susceptibilidad. Es así como vemos que en la Figura 8. se presenta al testigo como el tratamiento con el más alto porcentaje de ABCPE con 7,38; el tratamiento del agricultor con 5,84% y la estrategia con un valor de 4,59%. La estrategia hace que esta variedad tenga menos porcentaje de afectación, pese a las condiciones climáticas favorables a la formación y diseminación del tizón tardío.

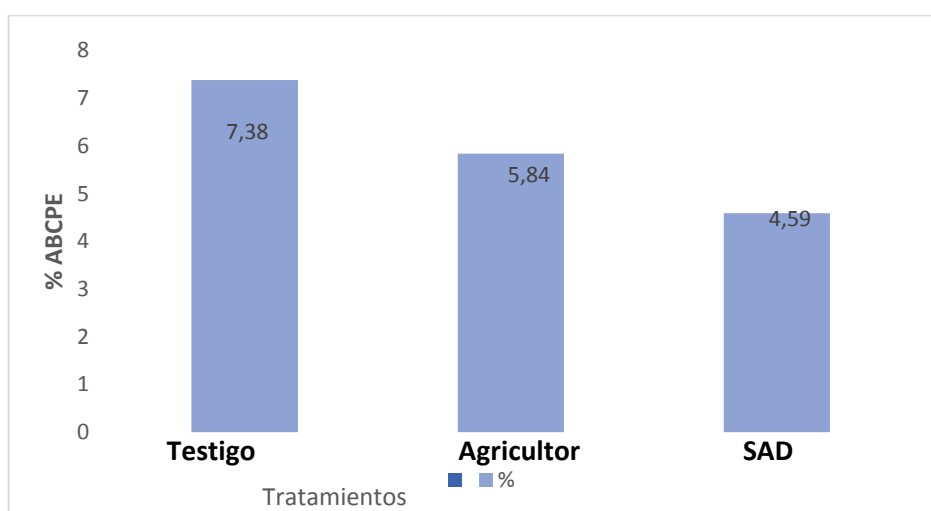


Figura 8. Porcentaje de ABCPE en papa libertad

Fuente: Investigación de campo

Elaborador por: Mayra Freire, 2016

El análisis de las curvas de severidad en la variedad Libertad, según la Figura 9. Desde los 92 días después de la siembra (dds) hasta los 140 dds, manifiesta el comportamiento poco agresivo del tizón en los diferentes tratamientos, a pesar de que las condiciones meteorológicas que se presentaron fueron totalmente favorables a la aparición y proliferación del hongo. El valor de susceptibilidad que presenta esta variedad es de gran ventaja agronómica, no obstante, el manejo fitosanitario en este caso de los tres tratamientos hasta el día 110 dds, muestra el mismo valor constante en porcentaje de severidad con un valor estimado de 5% y donde la estrategia sigue manteniéndose hasta los 128 dds, es así como para los días consecuentes llega a un valor de 10%.

Por otra parte, el tratamiento del agricultor a partir de los 114 dds, comienza a mantenerse en un 10%. Entre tanto el testigo a partir de los 128 dds, comenzó a presentar un incremento asignando a un porcentaje de 17% de severidad a los 140 días.

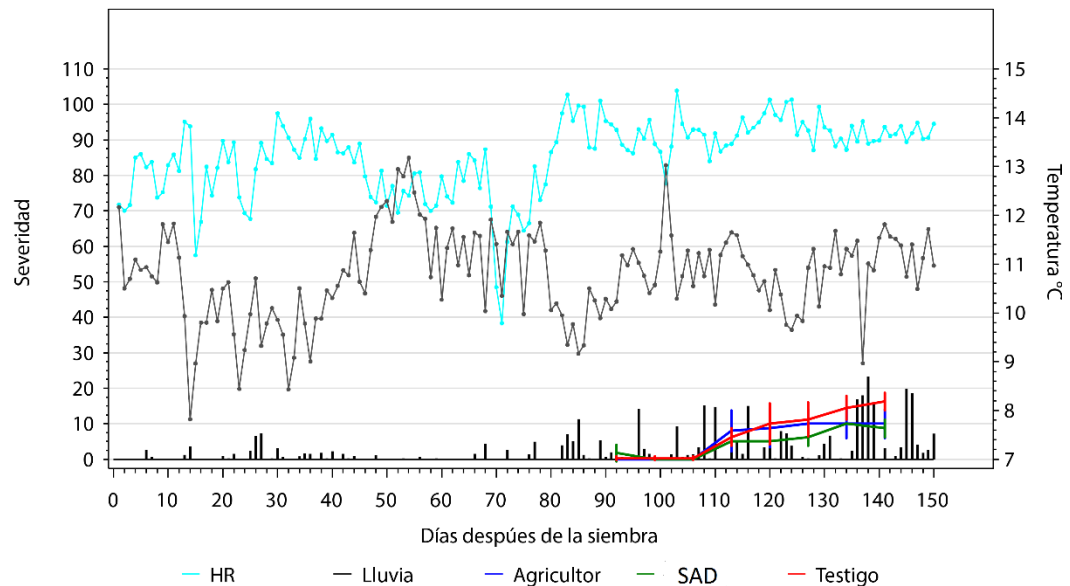


Figura 9. Curvas de severidad para papa libertad

Fuente: Investigación de campo

Elaborador por: Mayra Freire, 2016

El área de afectación foliar en la variedad de papa Libertad, se presenta en la Figura 10, donde los tratamientos muestran el grado de severidad, siendo en el Testigo y el tratamiento del agricultor los valores más altos y la estrategia presenta el valor más bajo de afectación, siendo mucho menor a 0,06%.

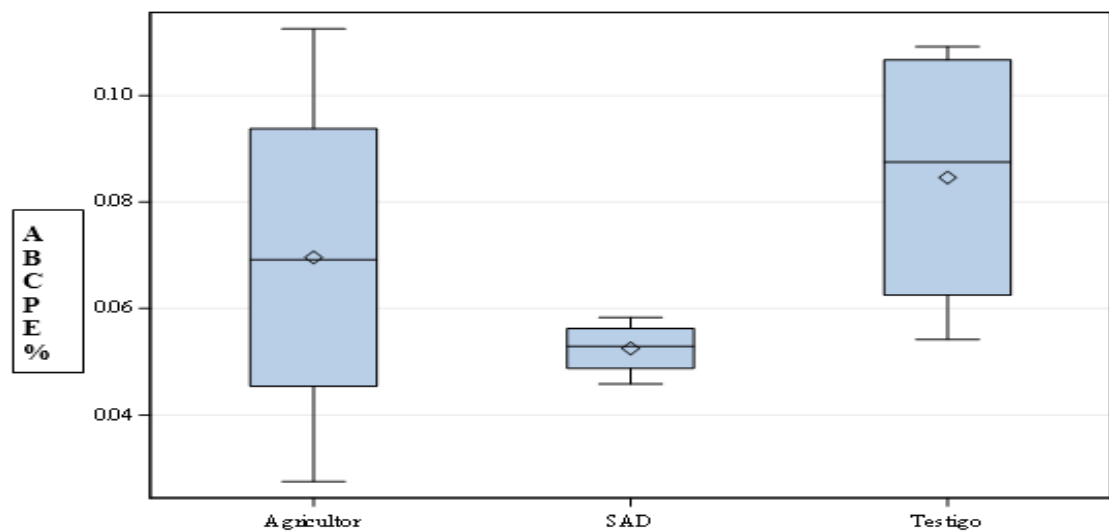


Figura 10. Porcentaje de área foliar afectada en papa libertad por tratamientos

Fuente: Investigación de campo

Elaborador por: Mayra Freire, 2016

4.2 TASA DE IMPACTO AMBIENTAL

En la Tabla 18. se presenta la Incidencia de Impacto Ambiental en las variedades en estudio. La variedad Cecilia obtuvo un resultado de 153,56% con el SAD, el tratamiento del agricultor en esta variedad registro un valor de 1088,34%, teniendo así una reducción de Tasa de Impacto Ambiental de 85,89%. En el caso de la variedad Super chola se evidencia que con la estrategia SAD se obtuvo como resultado 121,03%, el tratamiento del agricultor fue de 1088,34% dando, así como reducción TIA 72,70%. La variedad Libertad con la estrategia SAD obtuvo un porcentaje de incidencia de Impacto Ambiental de 23,66%, y el tratamiento del agricultor tuvo 1088,34%; dando así una reducción del TIA de 94,63%.

Tabla 18. Análisis de la Tasa de Impacto Ambiental para las variedades en estudio con la aplicación de los tratamientos: Testigo, Agricultor y SAD.

Tratamientos	Cecilia	Super chola	Libertad
SAD	153,56	121,03	23,66
Agricultor	1088,34	1088,34	1088,34
Testigo	0	0	0
Reducción TIA %	85,89	72,70	94,66

Fuente: Investigación de campo

Elaborador por: Mayra Freire, 2016

Estos resultados se deben a dos factores determinantes puesto que el productor no diferencia la resistencia que cada variedad presente tizón tardío y las diferentes aplicaciones que el productor realiza las hace sin el conocimiento del efecto que cada producto causa en la planta.

Todas las variedades obtuvieron los mejores resultados con la estrategia SAD en la Reducción de Tasa de Impacto Ambiental, favoreciendo a una aplicación técnica en dichas variedades para el aprovechamiento de los insumos, un ahorro económico reducción de alimentos tóxicos, entre otros beneficios (Figura 11).

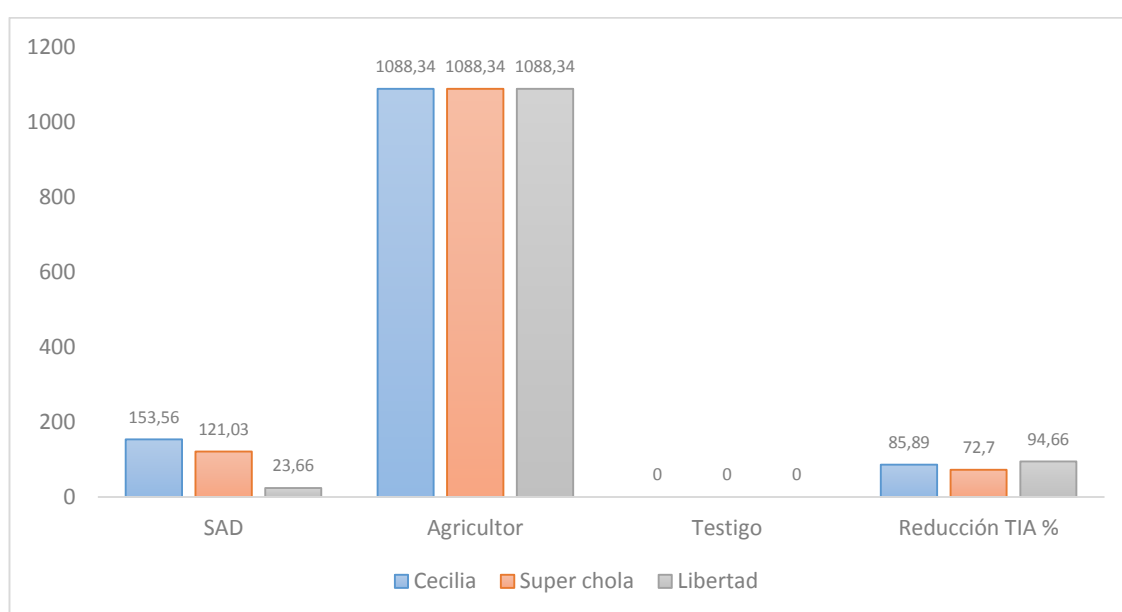


Figura 11. Tasa de Impacto Ambiental en las variedades estudiadas

Fuente: Investigación de campo

Elaborador por: Mayra Freire, 2016

4.3 RENDIMIENTO

Según los datos estadísticos (Tabla 19) para la variable rendimiento en papa Cecilia se registró valores no significativos. Por otra parte, el coeficiente de variación es de 39,17 y la media general de la variedad en Kg de 35,29.

Tabla 19: ADEVA para rendimiento en papa Cecilia

Fuentes de variación	Gl	CM	Valor F
Repeticiones	4	57,1	1.83ns
Tratamientos	3	2,5	ns
Error Experimental	4	31,2	
Total	11	14,26	

CV: 39,17

No significativo= ns

Fuente: Investigación de campo

Elaborador por: Mayra Freire, 2016

La Figura 12, representa el rendimiento en t/ha de la variedad cecilia en cada uno de los tratamientos, siendo el Testigo y la estrategia en valores matematicamente similares con 14,90 y 14,49 respectivamente, y el tratamiento del agricultor con 13,38 t/ha en rendimiento.

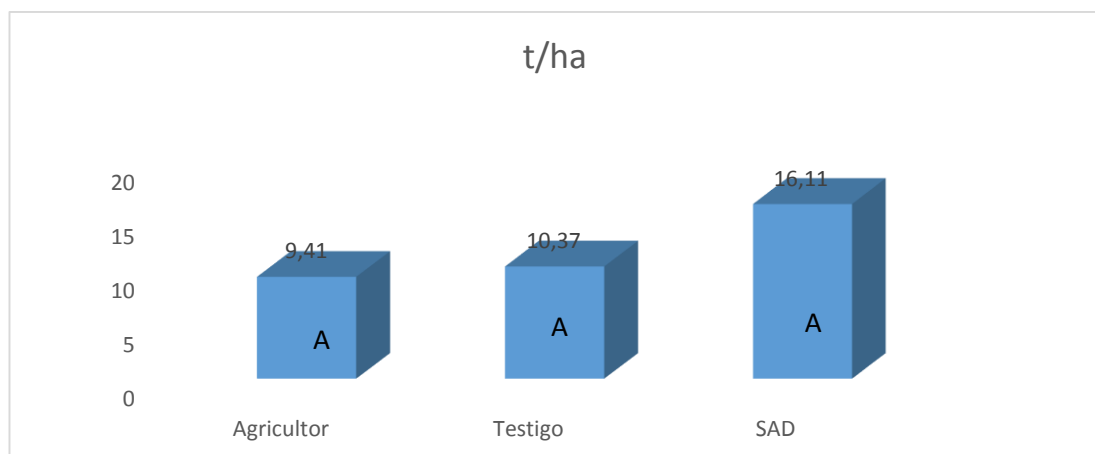


Figura 12. Representación del rendimiento en papa Cecilia

Fuente: Investigación de campo

Elaborador por: Mayra Freire, 2016

En la Tabla 20, se presenta el análisis de varianza para la variable rendimiento de la variedad super chola, muestra resultados significativos al 5% para tratamientos, un coeficiente de variación de 21,26 y un promedio general de 41,25 kg en parcela neta.

Tabla 20: ADEVA para rendimiento en papa Super chola

Fuentes de variación	Gl	CM	Valor F
Repeticiones	4	31.62	2.52ns
Tratamientos	3	117.97	9.40*
Error Experimental	4	12.55	
Total	11	16.66	

CV: 21,26

Significancia al 5% = *

Fuente: Investigación de campo

Elaborador por: Mayra Freire, 2016

La prueba de Tukey establecida para la variable rendimiento en la Super chola, (Tabla 21) presenta dos rangos de significación, donde la estrategia se ubica en el primero con 22,02 t/ha, el tratamiento del agricultor con 16,82 t/ha compartiendo el rango y el testigo con 11,16 t/ha. En el rango B.

Tabla 21: Prueba de tukey para tratamientos en papa Superchola

Tratamiento	tn/ha	Tukey
Estrategia	22,02	A
Agricultor	16,82	B
Testigo	11,16	B

Fuente: Investigación de campo

Elaborador por: Mayra Freire, 2016

En la Figura 13, se muestra los resultados obtenidos en cada uno de los tratamientos para la variable rendimiento, donde se visualiza los valores obtenidos por parcela neta y su comparación gráfica.

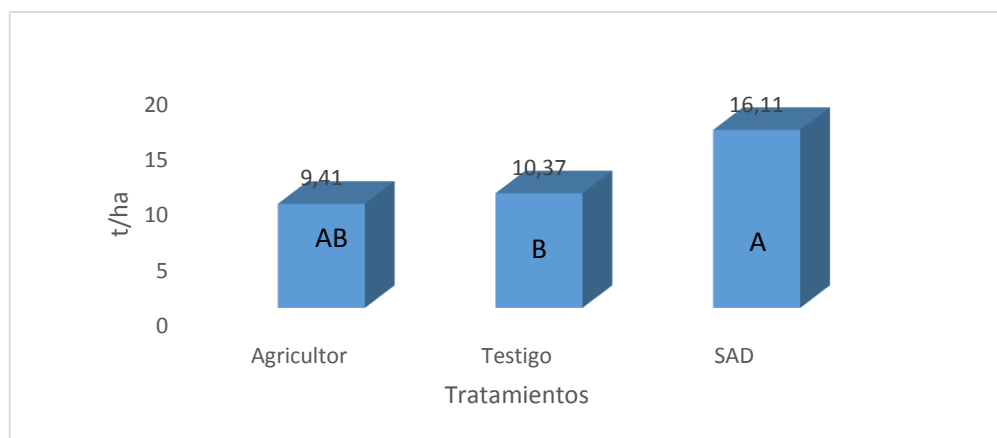


Figura 13. Representación del rendimiento en papa Super chola

Fuente: Investigación de campo

Elaborador por: Mayra Freire, 2016

Realizado el análisis de varianza para la variable rendimiento de la variedad Libertad (Tabla 22). Se evidencia resultados no significativos para los tratamientos. Un coeficiente de variación de 33,51 y una media promedio en parcela neta de 29,62 kg,

Tabla 22: ADEVA para rendimiento en papa libertad

Fuentes de variación	Gl	CM	Valor F
Repeticiones	4	5,09	0.32ns
Tratamientos	3	52,46	3.26ns
Error Experimental	4	16,08	
Total	11	11,97	

CV: 33,51

No significativo: ns

Fuente: Investigación de campo

Elaborador por: Mayra Freire, 2016

La representación gráfica de la variedad de papa Libertad en cuanto al rendimiento, en la Figura 14, muestra valores donde la estrategia tiene como resultado 16,11 t/ha, el tratamiento del agricultor 10,37 t/ha y el testigo un resultado de 9,41 t/ha.

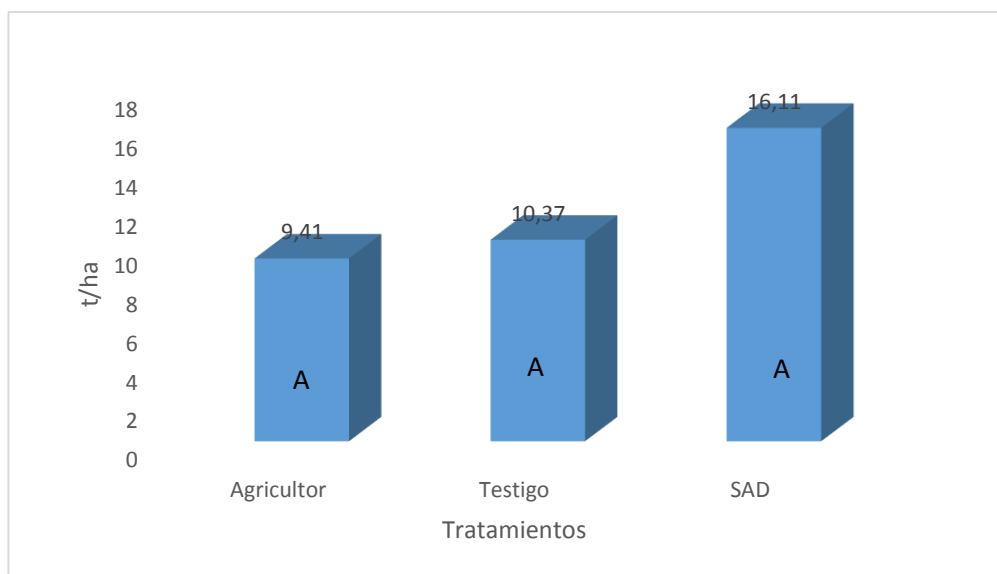


Figura 14. Representación del rendimiento en papa Libertad

Fuente: Investigación de campo

Elaborador por: Mayra Freire, 2016

La estrategia en esta variable tiene los mejores resultados debido a que esta variable presenta resistencia a *P. infestan*, dado el control oportuno de la enfermedad del tizón tardío, pues a diferencia del tratamiento del agricultor esta no es empírica, además es mucho más aprovechado el producto por la planta considerando que las aplicaciones son correctas para el control del patógeno.

Los resultados de rendimiento fueron afectados posiblemente por la presencia de ceniza volcánica y de heladas en la etapa de desarrollo y floración, por lo tanto la incidencia de lancha en las variedades se vio determinada por estos factores ambientales pero también en hay que hacer notar que luego de pasar todos los eventos ambientales a partir del día 90 desde el día de la siembra, la presencia de lluvias tiene evidente lo que favoreció al desarrollo de la enfermedad, seguido de la humedad relativa con un rango desde 40% al 100% pero en su mayoría del ciclo del cultivo se mantiene constante entre 80 y 90% de humedad.

4.4 ANÁLISIS ECONÓMICO

La figura 15, muestra que para la variedad INIAP-Libertad, INIAP- Cecilia y Super chola, con la aplicación de la estrategia del SAD (rojo) los costos totales varían

440.63 USD, SAD (amarillo) 442.17 USD y para el SAD (verde) 438.71 USD respectivamente, mientras, que con la aplicación de la estrategia del agricultor local fueron de 452.14USD en las tres variedades, dichos valores se ponen de manifiesto en el anexo 15, 16, 17,18.

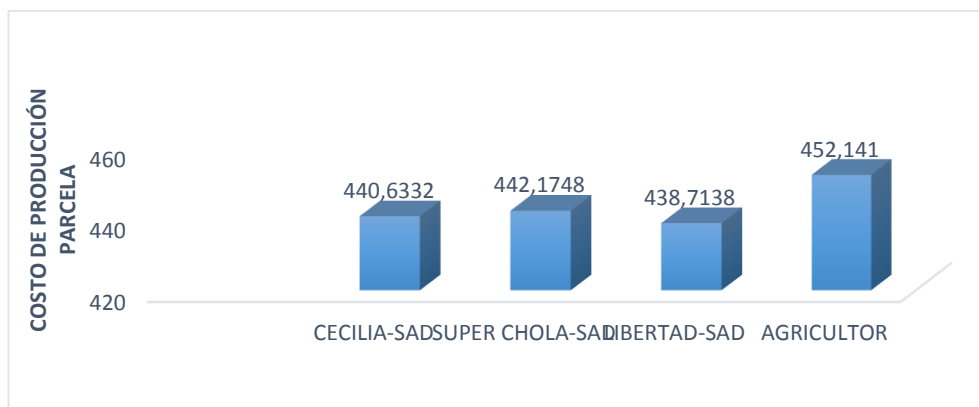


Figura 15. Representación de Análisis económico de los tratamientos

Fuente: Investigación de campo

Elaborador por: Mayra Freire, 2016

Como ya se indicó anteriormente no existe la diferencia en los costos de producción que varían entre las dos estrategias esto se debe principalmente a que el agricultor también uso semilla certificada y a que con éste SAD se utilizaron alternadamente productos de contacto y sistémicos en dosis recomendada, por el mismo SAD, mientras que el agricultor local en la mayor parte de aplicaciones utilizó diferentes productos sistémicos, contacto y normalmente ellos utilizan una sobre dosis de la recomendación de la etiqueta del producto.

CAPÍTULO V

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

Al realizar el ensayo para la validación de una estrategia de manejo integrado del Tizón Tardío (*Phytophthora infestans*) en tres variedades INIAP-Libertad, INIAP-Cecilia y Super chola de papa (*Solanum tuberosum* L.) con diferentes niveles de susceptibilidad y severidad de la enfermedad como conclusión del análisis estadístico para el ABCPE se determinó que la variedad Cecilia se obtuvo 50%, super chola 5,31%, y para libertad 4,59% estos resultados reflejan según el nivel de susceptibilidad de Tizón Tardío en comparación con las otras variedades.

Para las variedades al aplicar la prueba de Tukey se observa la significancia aplicando el tratamiento SAD con la disminución del ABCPE debido a la resistencia de (*Phytophthora infestans*), como es el caso de la variedad Cecilia tiene 0,14%, Super chola 0,60%, libertad 16,11% en la cual se concluye que el uso del SAD es eficiente para el control y el manejo del patógeno en estudio debido a si da un control eficaz además se reduce la TIA invitando la contaminación Ambiental.

Con respecto a la Tasa de Impacto Ambiental se ha determinado una considerable reducción al aplicar el tratamiento SAD con respecto al tratamiento del Agricultor y que para el caso de la variedad Cecilia es de 85,89%, Libertad de 97,82% y Super chola 88,87%.

Del análisis de rendimiento se determina que al aplicar el tratamiento SAD se obtiene la significancia de Cecilia con 14,90 tn/ha, super chola 22,02 tn/ha, libertad con 16,11 tn/ha lo que se concluye que para las tres variedades el rendimiento tiene alta significancia en comparación con Agricultor que indica también alta significancia para las variedades Cecilia y Libertad mientras que para Super chola se observa solo significancia lo que se ve reflejado en el rendimiento obtenido en cada variedad tomando en cuenta que para el ensayo se usó semilla certificada.

5.2 RECOMENDACIONES

Aplicar la propuesta adjunta preparada como producto del proceso de investigación. Se determina que luego de haber realizado la investigación y por la poca presencia de lluvias en el período inicial de la investigación no se obtuvieron las condiciones necesarias para la proliferación de Tizón Tardío por lo que se recomienda iniciar un segundo ciclo de la investigación con el fin de corroborar los datos obtenidos en este ciclo de investigación.

Se recomienda que para fortalecer el manejo del SAD los agricultores deben ser capacitados para usar esta herramienta del ensayo, porque eso ayudar mucho a reducir la contaminación por pesticidas.

Se recomienda usar variedades acordes a las condiciones ambientales del sector para evitar la proliferación de patógenos de *P infestans*., así mismo realizar ensayo en época climática diferente.

CAPITULO VI

6 PROPUESTA

6.1 DATOS INFORMATIVOS

Tema: “Aplicar el Sistema de Apoyo a la Desción (SAD) como una estrategia en el control de Tizón tardío (*Phytophthora infestans*) de la papa (*Solanum tuberosum* L.).

6.2 ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA

El problema del tizón tardío es más agudo en los países donde la alta humedad y la pobreza limitan la habilidad de los agricultores a responder aún a las variantes antiguas del patógeno. La diseminación rápida de nuevas variantes agresivas del patógeno y resistentes a los niveles de Resistencia al Tizón tardío en Latinoamérica, ha hecho de esta enfermedad el factor limitante biótico más costoso de la producción alimentaría mundial (Huarte, 2001). Por la cual se propone usar variedades resientes a (*Phytophthora infestans*) como super chola y libertad entre otras tomando en cuenta las condiciones climáticas.

6.3 OBJETIVO

Utilizar el SAD como método de prevención de Tizón tardío (*Phytophthora infestans*) de la papa (*Solanum tuberosum* L.), en diferentes variedades.

6.4 JUSTIFICACIÓN

El abuso en la utilización de fungicidas, por parte de los agricultores, genera pérdidas no solamente en términos económicos, sino en términos de impacto ambiental, por lo cual es necesario establecer un manejo adecuado de productos químicos disponibles para el control de la enfermedad, que además de eficaz, sea amigable con el medio ambiente y minimice el daño a la salud de productores y consumidores.

En la actualidad, existen en el mercado productos alternativos recomendados para el control del Tizón tardío, (*Phytophthora infestans*) que comúnmente se usan, en muchos casos de baja toxicidad y con alta eficiencia, los cuales, al ser utilizados de manera estratégica, permitirán disponer de alternativas modernas de control.

Con la presente propuesta, se desea validar la eficacia de la estrategia de control basada en principios de manejo integrado al uso de variedades con diferentes grados de susceptibilidad y a la utilización de un Sistema de Apoyo a la Decisión (SAD); con la finalidad de conseguir un control integrado sostenible, eficiente de la enfermedad, y que a su vez sea práctico y de fácil divulgación a los agricultores de la Sierra ecuatoriana.

6.5 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD

La propuesta es factible económica y socialmente, pues al utilizar el SAD como estrategia de prevención y control del Tizón tardío, (*Phytophthora infestans*) que se encuentran disponibles para el agricultor en la zona, además con el uso de pesticidas que no causen mayor Tasa de Impacto Ambiental, siendo favorables beneficioso para la salud de los mismos agricultores, consumidores y a la vez rentable porque no existe los incrementos de costos de producción del cultivo de papa.

6.6 FUNDAMENTACIÓN

El compendio de enfermedades de la papa de la Sociedad Americana de Fitopatología recomienda aplicar fungicidas protectantes tan pronto como el servicio de pronóstico lo recomienda y si no hay la disponibilidad de este servicio, que es el caso de la mayoría de países en desarrollo, se lo realice a la aparición de primeros síntomas de la enfermedad y luego regularmente a medida de que las plantas se desarrollen ocupando el surco, lo que aumenta el riesgo de la enfermedad al estar en contacto (Lucca & Huarte, 2012).

Los sistemas de apoyo a la decisión (Decision Support Systems o SAD) incluyen información disponible sobre la epidemiología del tizón tardío, sobre la susceptibilidad de los cultivares, información de fungicidas, del desarrollo de la planta, sobre la influencia de las condiciones climatológicas, sobre los pronósticos del clima y sobre la presión de infección (Schepers, 2001).

6.7 METODOLOGÍA

6.7.1 Preparación del suelo.

Se realizará la labor de arado, un pase de rastra y posteriormente el surcado tomando en cuenta la densidad de siembra entre surco de 1.1m. y 0.30 m entre plantas.

6.7.2 Manejo de plagas.

Para prevenir el ataque de Gusano blanco (*Premnotrypes vorax* Hust), se utilizarán trampas antes y después de la siembra que consistirán en ramas frescas de papa inmersas en insecticida (Acefato) y cubiertas con cartón. El control químico se lo realizará a los 35 y 65 días después de la siembra.

Además, se realizarán aplicaciones de insecticida a base de acefato en presencia de Pulguilla, Trips o Mosca minadora

6.7.3 Fertilización

Se realizará de acuerdo a la recomendación del análisis de suelo, más un 25% utilizando fertilizantes completos granulados para la siembra y el medio aporque. La mitad de nitrógeno requerido más la totalidad del fósforo y potasio se aplicará a la siembra, mientras que, la otra mitad de nitrógeno se aplicará al medio aporque. Cualquier fertilización foliar o bioestimulante será de aplicar en todos los tratamientos.

6.7.4 Siembra

En el fondo del surco se colocará un tubérculo semilla desinfectado por cada 0.3 m. Para aislar cada parcela y evitar el efecto de la propuesta entre lotes de cultivos se sembrará avena en los caminos.

6.7.5 Labores culturales.

Se realizará controles químicos a los 16 días después de la siembra (dds) aplicando metribuzina (0.75l/200l). El rascadillo (control de malezas manual) se realizará a los 43 dds; medio aporque a los 61 dds y aporque a los 80 dds en forma manual.

6.7.6 Controles fitosanitarios

La aplicación de fungicidas para control de Tizón tardío, se realizará de acuerdo a la parcela que este germinado en un 80 %, se usará la estrategia propuesta que contempla principios para el uso de fungicidas alternando los ingredientes activos según su modo de acción.

6.7.7 Medio aporque y aporque.

Estas labores se las realizará de forma manual arrimando la tierra a las plantas formando camellones, en el medio aporque se realizará la fertilización complementaria dependiendo de la variedad de la que se trate, se efectuará a los 60 días después de la siembra y el aporque a los 80 días después de la siembra.

6.7.8 Cosecha.

La cosecha se realizará manualmente, se clasificarán los tubérculos, según el requerimiento del mercado, se colocará en sacos de 45 kg, para su comercialización.

6.8 ADMINISTRACIÓN

La administración de esta propuesta estará a cargo de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Ambato y INIAP.

6.9 PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN.

Se realizará la evaluación de la aplicabilidad de la propuesta para determinar su impacto en el control de *Phytophthora infestans*., y los mismos publicados en beneficio de los productores de nuestro país y ver la aplicabilidad de la tecnología.

7 BIBLIOGRAFÍA

Agrios, G. (2005). *Plant Pathology*. Elsevier Academic Press.

Andrade, H. (1998). *Variedades de papa cultivadas en el Ecuador*. Quito: INIAP-PNRT. 34 p.

Andrade, J., & Forbes, G. (2006). *Consideraciones prácticas para estimar la severidad de tizón tardío en follaje de papa bajo condiciones de campo*. Recuperado el 25 de JULIO de 2016, de Global Initiative Late Blight. <https://research.cip.cgiar.org/>

Asamblea Constituyente. (2008). *Constitución de la República Ecuador*. Alfaro.

Cáceres, P., Pumisacho, M., Forbes, G., & Andrade-Piedra, J. (2007). *Guía para facilitar el aprendizaje sobre el control del tizón tardío de la papa*. Quito, Ecuador. Recuperado el 27 de julio de 2016

Chenab; Jacome . (2013). *El Cultivo de la papa en Ecuador*. Riobamba Ecuador.

Cuesta, X. (2014). *Guía para el manejo y toma de datos de ensayos de mejoramiento de papa*. Quito: EC. INIAP-PNRT.

Erwin, D., & Ribeiro, O. (1996). *Phytophthora Disease Worldwide*. USA: The American Phytopathological Society. (APS Press).

Faes, & Ghorbani. (2005). *Como el uso de antagonistas/controladores biológicos*. Pichincha.

- Faes, V., Vaccari, M., & Beccaria, A. (2005). *Aislamiento y caracterización de bacterias filamentosas con actividad antimicrobiana*. FABICIB 9.
- Freire, M. (2016). Validación de una estrategia en el control de Tizón tardío (*Phytophthora infestans*) de la papa (*Solanum tuberosum* L.). Cevallos.
- Fry, W. (2008). *Phytophthora infestans: the plant (and R gene) destroyer*. *Molecular Plant Pathology*.
- Gavillan, G., Surgeoner, G., & Kovach, J. (2001). *Pesticide risk reduction on crops in the province of Ontario*. *Environmental Quality* 30.
- Ghorbani, R. W. (2005). *Alternative treatments for late blight control in organic potato: An antagonistic micro-organisms and compost extracts for activity against Phytophthora infestans* *Potato Research*.
- Huarte, M. (2001). *Levels of resistance to late blight available in Latin America*. Pages in: *Proceedings of the International Workshop on Complementing Resistance to Late Blight (Phytophthora infestans) in the Andes*. February 13-16, 2001, Cochabamba, Bolivia: GILB Latin American Workshops 1. E.N. Fernández- Northcote, ed. .
- INAMHI, I. N. (2014). *Anuario Meteorológico Nro. 51-2011*. Quito.
- Inca, A. (15 de julio de 2014). *VALIDACIÓN DE LA HERRAMIENTA CIRCULAR DE TOMA DE DECISIONES PARA EL CONTROL DEL TIZÓN TARDÍO (Phytophthora infestans) (Mont.) De Bary DE LA PAPA (Solanum tuberosum L.) EN TUNSHI, PROVINCIA DE CHIMBORAZO*.
Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/4268/1/13T0812%20INCA%20PAUCAR%20ALVARO%20LUIS.pdf>.

International Potato Center . (1997). *Annual Report 1996*. Perú.

International Potato Center. (1998). *Annual Report 1997*. Perú.

Ivette, B. (2008). Manejo Integrado Del Tizón Tardío y Estrategia De Control Químico. *Informativo 62*. Recuperado el 20 de julio de 2016

Kovach, J. C., Petzold, J., & Tette., D. (1992). *A method to measure the environmental effect of pesticides*. Estados Unidos: Food Life Sci. Bull.Nº 139.

Kromann, P., Taípe, A., Andrade-Piedra, J. L., Munk, L., & Forbes, G. A. (2008). *Preemergence infection of potato sprouts by *Phytophthora infestans* in the highland tropics of Ecuador*. Ecuador: Plant Dis. 92: p. 569-574.

Lucca, M., & Huarte, M. (2012). *Avances en el control de Tizón Tardío*. Recuperado el 25 de julio de 2016, de <http://www.dbbe.fcen.uba.ar/contenido/objetos/119058426AvancesenelcontroldeeltizontardiodelapapaenArgentina>.

MAGAP. (2000-2012). *Siembra, Producción, Rendimiento*. Ambato.

Martínez Gonzalez, E., Barrios Sanromá, G., Rovesti, L., & Santos Palma, R. (2006). *Manejo Integrado de Plagas. Manual Práctico*. Cuba.: Centro Nacional de Sanidad Vegetal (CNSV),.

Monteros, A. (2016). *Dirección de Análisis y Procesamiento de la Información, Coordinación General del Sistema de Información Nacional Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca*. Quito.

Montesdeoca, F. (1998). *El mercado De la Papa Para la agroindustria tiene un crecimiento significativo demandando especialización y*

organización gremial de los productores. Quito, Ecuador: Tesis de Postgrado en Administración de Negocios.

Muhammetoglu, A., & Uslu, B. (2007). *Aplication of environmental impact quotient model to Kumluca region, Turkey to detemine evironmental impacts of pesticides water Science and Technology Jornal*. Kumluca.

Oyarzun, P., Taibe, J., & Forbes, G. (2001). *Phytophthora infestans su actividad y particularidades en el Ecuador*. Ecuador: Fernández.

Pérez W. Arias R. Anticona R. Orrego R. Ortiz, O. Forbes G. Andrade. (2015). *Decision Support System prototypes for control late blight designed for use of*.

Pérez, W., & Forbes, G. (2008). *Manual Técnico El Tizón tardío de la papa*. Quito: Centro Internacional de la Papa (CIP). 41p.

Pérez, W., Orrego, R., Ortiz, O., Forbes, G., & J., A.-P. (2014). *Herramienta de apoyo a la toma de decisiones para el manejo del tizón tardío diseñada para el uso de agricultores de subsistencia*. Bogotá, Colombia.: En memorias del XXVI Congreso bienal de la Asociación Latinoamericana de la Papa (ALAP).

Pumisacho, M., & Sherwood, S. (2002). *El cultivo de la papa en el Ecuador*. Quito Ecuador: INIAP CIP.

Revelo, J., Andrade-Piedra, J., & Garcés, S. (1997). *El tizón tardío o lancha de la papa problema permanente de los agricultores*. En: *Memorias del Curso Manejo integrado de las principales plagas y enfermedades del cultivo de papa*. Quito, Ecuador.

Schepers, H. (2001). *Advances in decision support systems for control of Phytophthora infestans in Europe*. Cochabamba, Bolivia. GILB Latin American.

Taibe, A., Forbes, G., & Andrade-Piedra, J. (2011). Estimación del nivel de susceptibilidad a *Phytophthora infestans* en genotipos de papa. *IV Congreso de la papa*. Guaranda. Recuperado el 22 de julio de 2016

Torres, H. (2002). *Manual de las Enfermedades más Importantes de la Papa en el Perú*. Lima, Perú: Centro Internacional de la Papa.

Torres, L., Taibe, H., & Andrade-Piedra, J. (2011). *Manejo de Lancha*. Centro Internacional de la Papa. Quito- Ecuador. Recuperado el 26 de julio de 2016, de <http://cipotato.org/es/cip-quito/informacion/inventario-de-tecnologias/manejo-de-lancha/>.

Yuen, J., & Forbes, G. (2009). *Estimating the Level of Susceptibility to Phytophthora infestans in potato genotypes*. *Phytopathology*. Recuperado el Febrero de 2016, de <http://apsjournals.apsnet.org/doi/pdfplus/10.1094/PHYTO-99-6-0782>

8 ANEXOS

ANEXO 1. Análisis químico del suelo para el ensayo de validación de tres variedades de papa con el SAD en Mocha, Tungurahua 2016.


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

DATOS DEL PROPIETARIO		DATOS DE LA PROPIEDAD	
Nombre : ANGEL BARRENO		Nombre : MOCHA	
Dirección : TUNGURAHUA		Provincia : TUNGURAHUA	
Ciudad :		Cantón : MOCHA	
Teléfono :		Parroquia : MOCHA	
Fax :		Ubicación : NUCLEO DE DESARROLLO TECNICO	

DATOS DEL LOTE		PARA USO DEL LABORATORIO	
Cultivo Actual : PAPA		N° Reporte : 6.581	
Cultivo Anterior : CEBADA		N° Muestra Lab. : 48301	
Fertilización Ant. :		Fecha de Muestreo : 27/10/2015	
Superficie :		Fecha de Ingreso : 28/10/2015	
Identificación : MUESTRA 1		Fecha de Salida : 10/11/2015	

Nutriente	Valor	Unidad
N	50.00	ppm
P	233.00	ppm
S	15.00	ppm
K	0.66	meq/100 ml
Ca	11.70	meq/100 ml
Mg	1.40	meq/100 ml
Zn	5.40	ppm
Cu	8.60	ppm
Fe	219.00	ppm
Mn	7.30	ppm
B	0.90	ppm

INTERPRETACION

BAJO	MEDIO	ALTO
------	-------	------

BAJO	MEDIO	ALTO
------	-------	------

BAJO	MEDIO	ALTO	TOXICO
------	-------	------	--------

pH	6.16
Acidez Int. (Al+H)	meq/100 ml
Al	meq/100 ml
Na	meq/100 ml
CE	mmhos/cm
MO	2.80 %

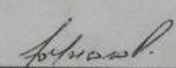
Acido	Lig. Acd.	Práctic. Neutro	Lig. Alc.	Alcalino
-------	-----------	-----------------	-----------	----------

ADECUADO	LIGERAMENTE TOXICO	TOXICO
----------	--------------------	--------

No Salino	Lig. Salino	Salino	Muy Salino
-----------	-------------	--------	------------

Ca	Mg	Ca+Mg	(meq/100ml)	%
Mg	K	K	Σ Bases	NTot
8,4	2,1	19,8	13,8	

ppm	(%)	Clase Textural
Cl	Arena Limo Arcilla	
	59 35 6	Franco-Arenoso


RESPONSABLE LABORATORIO


LABORATORISTA

ANEXO 2 Diseño de las parcelas

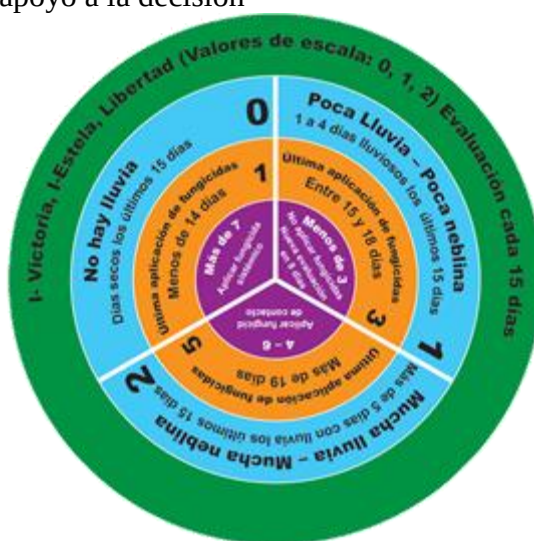
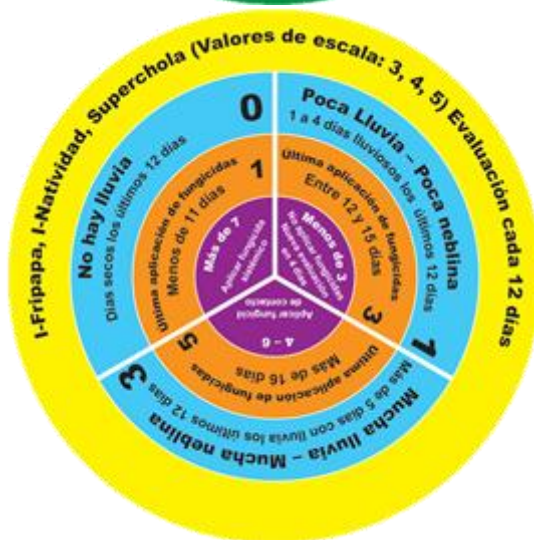
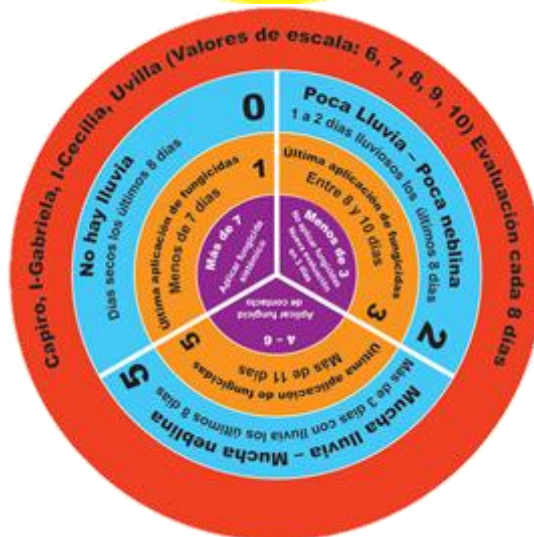
CECILIA				SUPER CHOLA		LIBERTAD		
A	T	S	S	T	A	A	T	S
S	A	T	T	A	S	S	A	T
T	S	A	A	S	T	T	S	A
A	T	S	S	T	A	A	T	S

SAD	
AGRICULTOR	
TESTIGO	

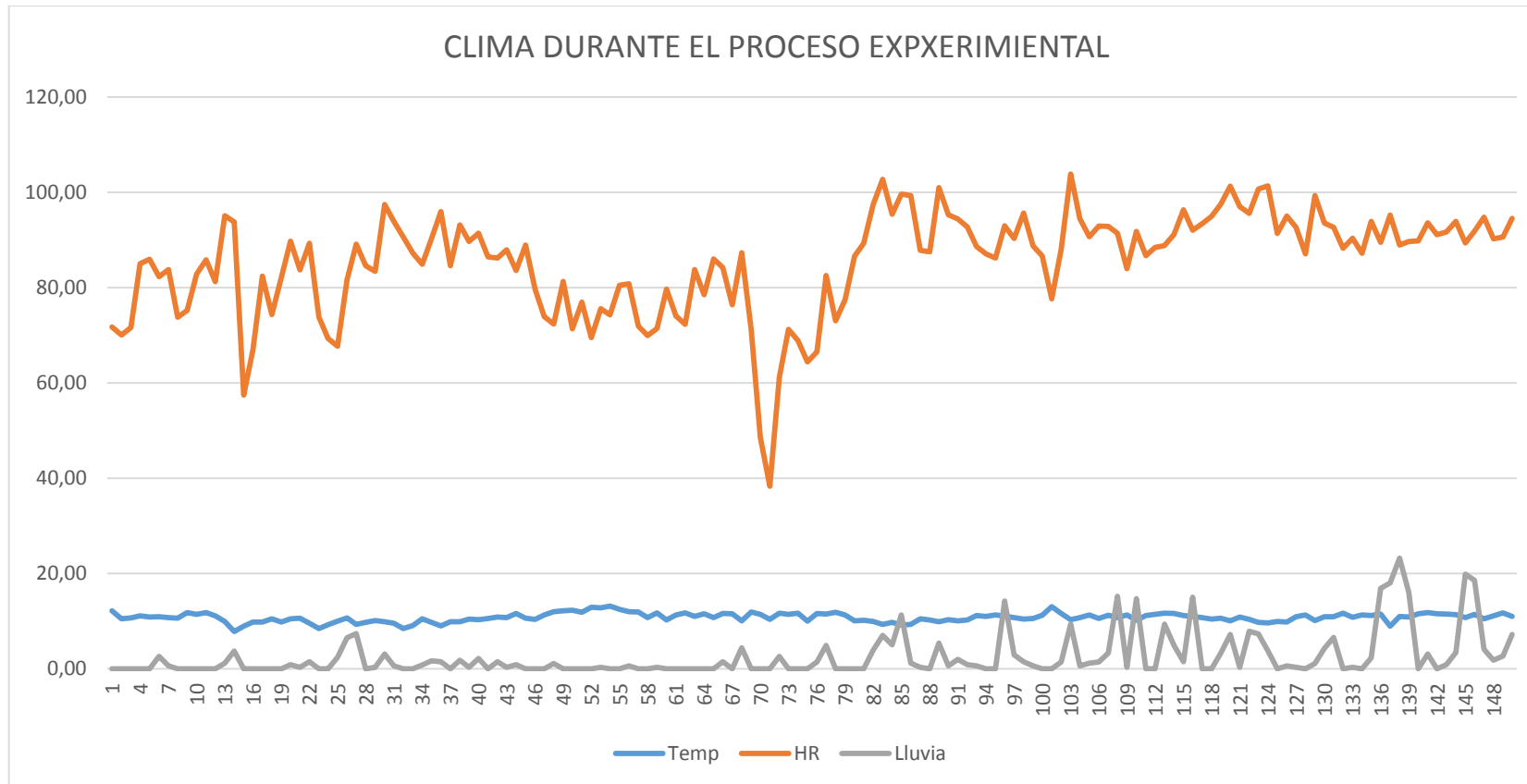
SAD	
AGRICULTOR	
TESTIGO	

SAD	
AGRICULTOR	
TESTIGO	

ANEXO 3. Sistema de apoyo a la decisión



ANEXO 4. Condiciones climáticas durante el proceso experimental de validación de tres variedades de papa con el SAD en Mocha, Tungurahua 2016.



ANEXO 5. Datos de evaluaciones y toma de decisiones según el sistema de apoyo a la toma de decisiones "SAD" para la aplicación de fungicida variedades de papa con el SAD en Mocha, Tungurahua 2016.

evaluación	Fecha	Cecilia - (9)				Fecha	Superchola (4)				Fecha	I-Libertad - (1)			
		días de lluvia	ultima aplic.	total	aplicación de:		días de lluvia	ultima aplic.	total	aplicación de:		días de lluvia	ultima aplic.	total	aplicación de:
inicio	17/12/2015	0	0	0	sistemico	24/12/2015	0	0	0	Sistémico	24/12/2015	0	0	0	sistemico
1º	24/12/2015	0	3	3	no aplica	28/12/2015	0	5	5	no aplica	07/01/2016	0	5	5	no aplica
2º	04/01/2016	0	3	3	no aplica	08/01/2016	0	3	3	no aplica	21/01/2016	0	3	3	no aplica
3º	07/01/2016	0	5	5	no aplica	20/01/2016	0	5	5	no aplica	04/02/2016	0	5	5	no aplica
4º	14/01/2016	2	5	7	no aplica	01/02/2016	0	5	5	Contacto	15/02/2016				no aplica
5º	21/01/2016	0	5	5	no aplica	13/02/2016	3	1	4	Contacto	25/02/2016				no aplica
6º	1/28/2016	2	5	7	no aplica	25/02/2016	3	5	8	Sistémico	11/03/2016	2	5	7	sistemico
7º	2/4/2016	5	3	8	sistemico	08/03/2016	1	3	4	Contacto					
8º	11/02/2016	5	3	8	sistemico	21/03/2016	1	3	4	Contacto					
9º	18/02/2016	5	3	8	sistemico	04/04/2016	3	3	6	Contacto					
10º	25/02/2016	5	3	8	sistemico	14/04/2016	3	1	4	Contacto					
11º	03/03/2016	5	3	8	sistemico										
12º	10/03/2016	5	3	8	sistemico										
13º	17/03/2016	5	3	8	sistemico										
14º	24/03/2016	5	3	8	sistemico										
15º	31/03/2016	5	3	8	sistemico										
16º	07/04/2016	5	3	8	sistemico										
17	14/04/2016	5	3	8	sistemico										
	total														

ANEXO 6. Porcentaje de emergencia en la validación de tres variedades de papa con el control de tizón tardío en Mocha, Tungurahua 2016.

Variedad	Trat	Rep	Lec1	Lec2	Lec3	Lec4	Lec5	Lec6	Lec7	Lec8	emergencia
I-Cecilia	Agricultor	1	5	0	5	10	10	15	20	25	37
I-Cecilia	Agricultor	2	5	0	10	15	10	15	20	25	74
I-Cecilia	Agricultor	3	10	5	10	15	15	15	25	30	57
I-Cecilia	Agricultor	4	10	10	5	10	10	10	25	30	47
I-Cecilia	SAD	1	0	5	5	5	5	10	25	25	63
I-Cecilia	SAD	2	5	5	5	10	10	15	20	20	58
I-Cecilia	SAD	3	5	5	5	15	15	25	25	25	60
I-Cecilia	SAD	4	5	5	5	10	15	20	25	25	64
I-Cecilia	Testigo	1	5	5	5	5	5	35	40	40	63
I-Cecilia	Testigo	2	5	5	5	5	5	30	35	45	66
I-Cecilia	Testigo	3	5	5	10	15	15	30	40	50	52
I-Cecilia	Testigo	4	5	10	10	25	25	40	40	50	40
I-Libertad	Agricultor	1	0	0	0	5	8	10	10	10	70
I-Libertad	Agricultor	2	0	0	0	10	10	10	10	10	58
I-Libertad	Agricultor	3	0	0	0	15	15	15	15	15	63
I-Libertad	Agricultor	4	0	0	0	2	2	5	5	5	53
I-Libertad	SAD	1	5	0	0	5	5	5	10	10	70
I-Libertad	SAD	2	0	0	0	5	5	5	10	5	47
I-Libertad	SAD	3	0	0	0	5	5	10	10	10	68
I-Libertad	SAD	4	2	0	0	5	5	5	10	10	59
I-Libertad	Testigo	1	0	0	0	5	5	10	15	15	73
I-Libertad	Testigo	2	0	0	0	10	15	15	15	15	47
I-Libertad	Testigo	3	1	1	1	5	15	15	18	20	67
I-Libertad	Testigo	4	0	0	0	5	5	5	10	15	54
Superchola	Agricultor	1	5	8	5	5	5	15	20	22	34
Superchola	Agricultor	2	10	10	10	15	15	15	20	25	37
Superchola	Agricultor	3	5	5	10	10	10	15	20	25	37
Superchola	Agricultor	4	5	5	10	15	15	15	20	20	31
Superchola	SAD	1	2	2	2	2	2	5	10	15	39
Superchola	SAD	2	0	0	0	5	5	5	10	15	27
Superchola	SAD	3	0	5	5	5	5	5	10	10	35
Superchola	SAD	4	0	5	5	5	5	5	10	10	36
Superchola	Testigo	1	0	0	10	10	10	20	25	25	34
Superchola	Testigo	2	5	5	10	10	10	15	30	30	29
Superchola	Testigo	3	5	5	15	20	20	25	25	25	27
Superchola	Testigo	4	0	10	10	10	10	15	25	20	20

ANEXO 7

Coeficiente de Impacto Ambiental de los diferentes pesticidas usados en la validación de tres variedades de papa con el SAD en Mocha, Tungurahua 2016.

Fecha	DDS	Aplicación	Producto	Ingrediente Activo	Dosis producto comercial (Kg-L/ha)	Concentración i.a (%)	CIA	Volumen usado (tanques/ha)	I.A
CECICLIA									
12/17/2015	36	1	Forum	Dimetomorph	0.12	50	24.1	1	1.446
			Ace	Acefato	0.5	75	24.8		9.3
1/4/2016	47	2	Ace	Acefato	0.5	75	24.8	1	9.3
1/7/2016	50	3	Ace	Acefato	0.5	75	24.8	1	9.3
				18-18-18		18			0
1/21/2016	64	4	Ace	Acefato	0.5	75	24.8	1.50	13.95
2/4/2016	78	5	revus	mandipropamid	0.3	25	27.14	1.50	2.0355
			Fosfito de potasio	F.potasio	1	70	7.33		7.6965
2/11/2016	85	6	procamocarb	propamocarb	0.7	72	23.89	2	18.06084
			Ecuafix	Aderente	1				0
2/18/2016	92	7	Forum	Dimetomorph	0.12	50	24.01	2.50	3.6015
			Cipermetrina	Cipermetrina	0.025	25	27.3		0.4265625
			Ecuafix	Aderente					0
2/25/2016	99	8	Fosfito de potasio	F.potasio	1	70	7.33	2.50	12.8275
			revus	mandipropamid	0.3	25	27.14		5.08875
			Ecuafix	Aderente					0
3/10/2016	113	9	propamocarb	propamocarb	0.12	50	24.01	2.50	3.6015

			Ecuafix	Aderente	0.4	50	59.53		17.859
3/17/2016	120	10	Forum	Dimetomorph	0.12	50	24.01	2.5	2.1609
			Ecuafix	Aderente					0
3/24/2016	127	11	Fosfito de potasio	F.potasio	0.5	80	25.72	2.5	15.432
			revus	mandipropamid	0.3	25	27.14		3.05325
			Ecuafix	Aderente	0.5	64	25.72		20.576
3/31/2016	134	12	procamocarb	propamocarb	0.5	8	35.48	2.5	3.548
			Ecuafix	Aderente					0
4/7/2016	141	13	Forum	Dimetomorph	0.12	50	24.01	2.5	3.6015
			Ecuafix	Aderente					0
4/14/2016	148	14	Fosfito de potasio	F.potasio	1	70	7.33	2.50	12.8275
			revus	mandipropamid	0.3	25	27.14		5.08875
			Ecuafix	Aderente					0
SUPER CHOLA									
12/24/2015	43	1	Forum	Dimetomorph	0.12	50	24.01	1.00	3.6015
			Ace	Acefato	0.5	75	24.8		23.25
1/4/2016	55	2	Ace	Acefato	0.5	75	24.8	1	23.25
			Ace	Acefato	0.5	75	24.8	1	23.25
1/7/2016	58	3	SOLUGRO	18-18-18	2		0	1	0
1/21/2016	73	4	Ace	Acefato	0.5	75	24.8	1	23.25
2/1/2016	85	5	REVUS	Mandipropamida	0.3	25	27.14	1.5	5.08875
2/13/2016	98	6	Antracol	Propineb	0.5	70	16.9	1.5	14.7875
			Cipermetrina	Cipermetrina	2.5	25	27.3		42.65625

			Ecuafix	Aderente	1		0		0
2/25/2016	110	7	procamocarb	Propamocarb	0.12	50	24.01	2.50	3.6015
			Ecuafix	Aderente	1		0		0
3/8/2016	122	8	REVUS	Mandipropamida	0.3	25	24.8	2.50	4.65
			Ecuafix	Aderente	10	30	15		112.5
3/21/2016	135	9	Antracol	Propineb	0.5	70	16.9	2.50	14.7875
			Ecuafix	Aderente	1		0		0
4/4/2016	149	10	REVUS	Mandipropamida	0.3	25	27.14	2.5	5.08875
			Ecuafix	Aderente	1		0		0
4/14/2016	159	11	Antracol	Propineb	0.5	70	1.75	2.5	1.53125
			Ecuafix	Aderente	1		0		0
LIBERTAD									
12/24/2015	43	1	Forum	Dimetomorph	0.12	50	24.01	1.00	3.6015
			Ace	Acefato	0.5	75	24.8	1	23.25
1/4/2016	54	2	Ace	Acefato	0.5	75	24.8	1	23.25
1/7/2016	57	3	Ace	Acefato	0.5	75	24.8	1	23.25
				18-18-18	2		0		
1/21/2016	74	4	Ace	Acefato	0.5	75	24.8	1	23.25
2/15/2016	99	5	Cipermetrina	Cipermetrina	2.5	25	27.3	2	42.65625
3/11/2016	124	6	Fosfito de potasio	F.potasio	1	70	7.33	2.50	12.8275
			REVUS	mandipropamid	0.3	25	27.14		5.08875
			Ecuafix	Aderente	1		0		0

ANEXO 8. Condiciones climaticas en la validación de tres variedades de papa con el SAD en Mocha, Tungurahua 2016.

Días	Fecha	dds	Temp	HR	Lluvia	Cecilia	Super	Libertad
Jueves	19/11/2015	1	12,16	71,72	0,0			
Viernes	20/11/2015	2	10,50	70,09	0,0			
Sábado	21/11/2015	3	10,69	71,62	0,0			
Domingo	22/11/2015	4	11,09	85,01	0,0			
Lunes	23/11/2015	5	10,88	85,99	0,0			
Martes	24/11/2015	6	10,93	82,29	2,6			
Miércoles	25/11/2015	7	10,75	83,77	0,6			
Jueves	26/11/2015	8	10,63	73,79	0,0			
Viernes	27/11/2015	9	11,82	75,22	0,0			
Sábado	28/11/2015	10	11,45	82,87	0,0			
Domingo	29/11/2015	11	11,83	85,86	0,0			
Lunes	30/11/2015	12	11,13	81,25	0,0			
Martes	01/12/2015	13	9,94	95,08	1,2			
Miércoles	02/12/2015	14	7,82	93,79	3,7			
Jueves	03/12/2015	15	8,96	57,46	0,0	8,1		
Viernes	04/12/2015	16	9,80	66,90	0,0			
Sábado	05/12/2015	17	9,80	82,44	0,0			
Domingo	06/12/2015	18	10,47	74,36	0,0			
Lunes	07/12/2015	19	9,83	82,12	0,0			
Martes	08/12/2015	20	10,50	89,73	0,9			
Miércoles	09/12/2015	21	10,63	83,71	0,3			
Jueves	10/12/2015	22	9,56	89,31	1,5	2,7		
Viernes	11/12/2015	23	8,44	73,80	0,0			
Sábado	12/12/2015	24	9,24	69,32	0,0			

Domingo	13/12/2015	25	9,97	67,70	2,4			
Lunes	14/12/2015	26	10,71	81,69	6,5			
Martes	15/12/2015	27	9,33	89,13	7,4			
Miércoles	16/12/2015	28	9,78	84,60	0,0			
Jueves	17/12/2015	29	10,10	83,44	0,3	16,6		
Viernes	18/12/2015	30	9,86	97,45	3,1			
Sábado	19/12/2015	31	9,55	93,89	0,6			
Domingo	20/12/2015	32	8,43	90,61	0,0			
Lunes	21/12/2015	33	9,08	87,28	0,0			
Martes	22/12/2015	34	10,50	84,89	0,8			
Miércoles	23/12/2015	35	9,78	90,25	1,7			
Jueves	24/12/2015	36	9,01	95,96	1,5	7,7	35,1	35,1
Viernes	25/12/2015	37	9,88	84,61	0,0			
Sábado	26/12/2015	38	9,88	93,18	1,8			
Domingo	27/12/2015	39	10,46	89,71	0,3			
Lunes	28/12/2015	40	10,30	91,43	2,2			
Martes	29/12/2015	41	10,55	86,47	0,0			
Miércoles	30/12/2015	42	10,87	86,23	1,5			
Jueves	31/12/2015	43	10,77	87,93	0,3	6,1		
Viernes	01/01/2016	44	11,64	83,61	0,9			
Sábado	02/01/2016	45	10,64	88,93	0,0			
Domingo	03/01/2016	46	10,40	79,69	0,0			
Lunes	04/01/2016	47	11,28	73,90	0,0		6,1	
Martes	05/01/2016	48	11,97	72,39	1,1			
Miércoles	06/01/2016	49	12,17	81,31	0,0			
Jueves	07/01/2016	50	12,29	71,39	0,0	2,0		8,1

Viernes	08/01/2016	51	11,87	76,98	0,0		
Sábado	09/01/2016	52	12,94	69,48	0,0		
Domingo	10/01/2016	53	12,79	75,58	0,3		
Lunes	11/01/2016	54	13,18	74,27	0,0		
Martes	12/01/2016	55	12,47	80,52	0,0		
Miércoles	13/01/2016	56	12,01	80,83	0,6		
Jueves	14/01/2016	57	11,93	71,91	0,0		
Viernes	15/01/2016	58	10,73	69,96	0,0		2,0
Sábado	16/01/2016	59	11,74	71,44	0,3		
Domingo	17/01/2016	60	10,27	79,68	0,0	1,2	
Lunes	18/01/2016	61	11,33	74,04	0,0		
Martes	19/01/2016	62	11,73	72,28	0,0		
Miércoles	20/01/2016	63	10,97	83,76	0,0		
Jueves	21/01/2016	64	11,55	78,48	0,0		1,2
Viernes	22/01/2016	65	10,77	86,02	0,0		
Sábado	23/01/2016	66	11,64	84,22	1,5		
Domingo	24/01/2016	67	11,58	76,38	0,0	1,5	
Lunes	25/01/2016	68	10,03	87,32	4,4		
Martes	26/01/2016	69	11,91	71,18	0,0		6,2
Miércoles	27/01/2016	70	11,41	48,49	0,0		
Jueves	28/01/2016	71	10,35	38,34	0,0		
Viernes	29/01/2016	72	11,66	61,19	2,6		
Sábado	30/01/2016	73	11,41	71,23	0,0		
Domingo	31/01/2016	74	11,66	68,87	0,0	7,0	
Lunes	01/02/2016	75	9,97	64,42	0,0		17,8
Martes	02/02/2016	76	11,59	66,52	1,4		

Miércoles	03/02/2016	77	11,46	82,53	4,9			
Jueves	04/02/2016	78	11,84	73,06	0,0	6,3		14,8
Viernes	05/02/2016	79	11,28	77,48	0,0			
Sábado	06/02/2016	80	10,05	86,55	0,0			
Domingo	07/02/2016	81	10,19	89,34	0,0			
Lunes	08/02/2016	82	9,95	97,45	3,9			
Martes	09/02/2016	83	9,34	102,75	7,0			
Miércoles	10/02/2016	84	9,76	95,37	5,0			
Jueves	11/02/2016	85	9,16	99,62	11,3	27,2		
Viernes	12/02/2016	86	9,33	99,33	1,2			
Sábado	13/02/2016	87	10,50	87,84	0,3		35,0	
Domingo	14/02/2016	88	10,25	87,53	0,0			
Lunes	15/02/2016	89	9,89	100,98	5,4			34,1
Martes	16/02/2016	90	10,29	95,28	0,6			
Miércoles	17/02/2016	91	10,08	94,40	2,0			
Jueves	18/02/2016	92	10,24	92,75	0,9	10,4		
Viernes	19/02/2016	93	11,18	88,60	0,6			
Sábado	20/02/2016	94	10,97	87,06	0,0			
Domingo	21/02/2016	95	11,30	86,22	0,0			
Lunes	22/02/2016	96	11,03	92,97	14,2			
Martes	23/02/2016	97	10,76	90,32	2,9			
Miércoles	24/02/2016	98	10,40	95,67	1,5			
Jueves	25/02/2016	99	10,57	88,79	0,6	19,8	28,7	
Viernes	26/02/2016	100	11,25	86,66	0,0			
Sábado	27/02/2016	101	13,03	77,65	0,0			
Domingo	28/02/2016	102	11,59	88,10	1,4			

Lunes	29/02/2016	103	10,29	103,84	9,4		
Martes	01/03/2016	104	10,75	94,49	0,6		
Miércoles	02/03/2016	105	11,27	90,67	1,2		
Jueves	03/03/2016	106	10,55	92,91	1,4	14,0	
Viernes	04/03/2016	107	11,22	92,83	3,3		
Sábado	05/03/2016	108	10,75	91,43	15,2		
Domingo	06/03/2016	109	11,29	84,00	0,3		
Lunes	07/03/2016	110	10,17	91,82	14,7		
Martes	08/03/2016	111	11,18	86,73	0,0		47,5
Miércoles	09/03/2016	112	11,44	88,42	0,0		
Jueves	10/03/2016	113	11,65	88,83	9,4	42,9	
Viernes	11/03/2016	114	11,59	91,19	4,9		85,1
Sábado	12/03/2016	115	11,16	96,33	1,5		
Domingo	13/03/2016	116	10,99	92,07	15,0		
Lunes	14/03/2016	117	10,77	93,42	0,0		
Martes	15/03/2016	118	10,46	94,98	0,0		
Miércoles	16/03/2016	119	10,65	97,51	3,3		
Jueves	17/03/2016	120	10,05	101,30	7,2	31,9	
Viernes	18/03/2016	121	10,88	97,03	0,3		
Sábado	19/03/2016	122	10,38	95,58	7,9		
Domingo	20/03/2016	123	9,75	100,67	7,3		
Lunes	21/03/2016	124	9,65	101,34	3,8		60,6
Martes	22/03/2016	125	9,94	91,39	0,0		
Miércoles	23/03/2016	126	9,83	95,03	0,6		
Jueves	24/03/2016	127	10,93	92,66	0,3	20,2	
Viernes	25/03/2016	128	11,31	87,08	0,0		

Sábado	26/03/2016	129	10,13	99,31	1,1		
Domingo	27/03/2016	130	10,95	93,54	4,3		
Lunes	28/03/2016	131	10,92	92,64	6,6		
Martes	29/03/2016	132	11,68	88,24	0,0		
Miércoles	30/03/2016	133	10,79	90,35	0,3		
Jueves	31/03/2016	134	11,31	87,21	0,0	12,3	
Viernes	01/04/2016	135	11,17	93,94	2,3		
Sábado	02/04/2016	136	11,48	89,51	16,9		
Domingo	03/04/2016	137	8,97	95,24	18,0		
Lunes	04/04/2016	138	11,01	88,93	23,2		73,6
Martes	05/04/2016	139	10,87	89,70	16,0		
Miércoles	06/04/2016	140	11,54	89,83	0,0		
Jueves	07/04/2016	141	11,81	93,63	3,1	79,5	
Viernes	08/04/2016	142	11,56	91,09	0,0		
Sábado	09/04/2016	143	11,52	91,65	0,9		
Domingo	10/04/2016	144	11,38	93,91	3,4		
Lunes	11/04/2016	145	10,74	89,37	19,9		
Martes	12/04/2016	146	11,40	91,87	18,6		
Miércoles	13/04/2016	147	10,49	94,80	4,1		
Jueves	14/04/2016	148	11,12	90,27	1,8	48,7	67,8
Viernes	15/04/2016	149	11,71	90,61	2,7		
Sábado	16/04/2016	150	10,97	94,50	7,2		

ANEXO 9. Coeficiente de Impacto Ambiental de los diferentes pesticidas usados en la validación de tres variedades de papa con el AGRICULTOR en Mocha, Tungurahua 2016.

Fecha	DDS	Aplicación	Producto	Ingrediente Activo	Dosis producto comercial (Kg-L/ha)	Concentración i.a (%)	CIA	Volumen usado (tanques/ha)	I.A
1/7/2016	50	1	Ace	Acefato	0.5	75	24.8	1.5	13.95
			Engeo	Lambdacihalotrina	0.5	14.1	33.3		3.521475
				Tiametoxan	0.5	10.6	44.17		3.511515
			metalaxil	mancozeb	0.98	64	25.72		24.197376
				metalaxil	0.98	8	19.07		2.242632
			Fertilización foliar	solugro	2				0
1/21/2016	64	2	Cipermetrina	cipermetrina	2.5	25	27.3	2	25.59375
			mancozeb	mancozeb	2.5	80	25.72		102.88
			Fertilización foliar	maxcin					0
2/4/2016	78	3	Antracol	Propineb	0.5	70	16.9	2.5	14.7875
			green leaf	6-14-04	2.5				0
			Ecuafix	Aderente	1				0
			Trofeo	Acefato	0.6	75	24.88		16.794
2/11/2016	85	4	Antracol	propineb	0.5	70	16.9	4	23.66
			Kocitel 72	Mancozeb	1	64	25.72		65.8432
				Metalaxil	1	8	19.07		6.1024
			green leaf	6-14-04	2.5				0
			Ecuafix	Aderente	1				0
2/25/2016	99	5	Cymoxanil	Cymoxanil	0.97	8	35.48	5	13.76624
				Mancozeb	0.97	64	25.72		79.83488
			Ecuafix	Aderente	1				0

			Galben	Benalaxil	2.5	8	19.07		19.07
				mancoceb	2.5	65	25.72		208.975
			Calci phite	Fosforo, potasio, calcio	1.25	60			0
3/10/2016	113	6	Trofeo	Acefato	0.6	75	24.88	3	16.794
			Koctel 72	Mancoceb	1	64	25.72		49.3824
				Metalaxil	1	8	19.07		4.5768
			green leaf	calcio	2.5				0
			Ecuafix	Aderente	1				0
			Acrobat	clorotalonil	2.5	39.95	37.42		112.119675
				dispersantes	2.5	52.06			0
				Dimetomorf	2.5	7.99	24.01		14.3879925
3/24/2016	127	7	Antracol	Propineb	0.5	70	16.9	3	17.745
			Acrobat	clorotalonil	2.5	39.95	37.42		112.119675
				dispersantes	2.5	52.06			0
				Dimetomorf	2.5	7.99	24.01		14.3879925
			galben	Benalaxil	2.5	8	19.07		11.442
				mancoceb	2.5	65	25.72		125.385
			Bondor	k50	1.5	50			0
			Ecuafix	Aderente	1				0
3/31/2016	134	8	procamocarb	propamocarb	0.7	72	23.89	3	36.12168
			Ecuafix	Aderente	1				0
			Fitoraz	propineb	0.7	70	16.9		24.843
				Cymoxanil	0.7	6	35.48		4.47048

ANEXO 10. Tasa de Impacto Ambiental de la aplicación de fungicidas en la validación del prototipo SAD (verde) en Mocha, Tungurahua 2016.

Fecha	DDS	Aplicación	producto	Ingrediente Activo	Dosis producto comercial (Kg-L/ha)	Concentración i.a (%)	CIA	I.A
LIBERTAD								
12/24/2015	43	1	Forum	Dimetomorph	0.12	50	24.01	3.6015
			Ace	Acefato	0.5	75	24.8	23.25
1/4/2016	54	2	Ace	Acefato	0.5	75	24.8	23.25
1/7/2016	57	3	Ace	Acefato	0.5	75	24.8	23.25
				18-18-18	2			0
1/21/2016	74	4	Ace	Acefato	0.5	75	24.8	23.25
2/15/2016	99	5	Cipermetrina	Cipermetrina	2.5	25	27.3	42.65625
3/11/2016	124	6	Fosfito de potasio	F.potasio	1	70	7.33	12.8275
			REVUS	mandipropamid	0.3	25	27.14	5.08875
			Ecuafix	Aderente	1		0	0

ANEXO 11. Tasa de Impacto Ambiental de la aplicación de fungicidas en la validación del prototipo SAD (ROJO) en Mocha, Tungurahua 2016.

Fecha	DDS	Apli- cación	Producto	Ingrediente Activo	Dosis producto comer- cial (Kg-L/ha)	Concentración i.a (%)	CIA	I.A
CECICLIA								
12/17/2015	36	1	Forum	Dimetomorph	0.12	50	24.1	1.446
			Ace	Acefato	0.5	75	24.8	9.3
1/4/2016	47	2	Ace	Acefato	0.5	75	24.8	9.3
1/7/2016	50	3	Ace	Acefato	0.5	75	24.8	9.3
				18-18-18		18		0
1/21/2016	64	4	Ace	Acefato	0.5	75	24.8	13.95
2/4/2016	78	5	revus	mandipropa- mid	0.3	25	27.14	2.0355
			Fosfito de potasio	F.potasio	1	70	7.33	7.6965
2/11/2016	85	6	procamocarb	propamocarb	0.7	72	23.89	18.06084
			Ecuafix	Aderente	1			0
2/18/2016	92	7	Forum	Dimetomorph	0.12	50	24.01	3.6015
			Cipermetrina	Cipermetrina	0.025	25	27.3	0.4265625
			Ecuafix	Aderente				0
2/25/2016	99	8	Fosfito de potasio	F.potasio	1	70	7.33	12.8275
			revus	mandipropa- mid	0.3	25	27.14	5.08875
			Ecuafix	Aderente				0
3/10/2016	113	9	propamocarb	propamocarb	0.12	50	24.01	3.6015
			Ecuafix	Aderente	0.4	50	59.53	17.859
3/17/2016	120	10	Forum	Dimetomorph	0.12	50	24.01	2.1609
			Ecuafix	Aderente				0
3/24/2016	127	11	Fosfito de potasio	F.potasio	0.5	80	25.72	15.432
			revus	mandipropa- mid	0.3	25	27.14	3.05325
			Ecuafix	Aderente	0.5	64	25.72	20.576
3/31/2016	134	12	procamocarb	propamocarb	0.5	8	35.48	3.548
			Ecuafix	Aderente				0
4/7/2016	141	13	Forum	Dimetomorph	0.12	50	24.01	3.6015
			Ecuafix	Aderente				0
4/14/2016	148	14	Fosfito de potasio	F.potasio	1	70	7.33	12.8275
			revus	mandipropa- mid	0.3	25	27.14	5.08875
			Ecuafix	Aderente				0

ANEXO 12. Tasa de Impacto Ambiental de la aplicación de fungicidas en la validación del prototipo SAD (AMARILLO) en Mocha, Tungurahua 2016.

Fecha	DDS	Aplicación	Producto	Ingrediente Activo	Dosis producto comercial (Kg-L/ha)	Concentración i.a (%)	CIA	I.A
SUPER CHOLA								
12/24/2015	43	1	Forum	Dimeto-morph	0.12	50	24.01	3.6015
			Ace	Acefato	0.5	75	24.8	23.25
1/4/2016	55	2	Ace	Acefato	0.5	75	24.8	23.25
1/7/2016	58	3	Ace	Acefato	0.5	75	24.8	23.25
			SOLUGRO	18-18-18	2		0	0
1/21/2016	73	4	Ace	Acefato	0.5	75	24.8	23.25
2/1/2016	85	5	REVUS	Mandipropamida	0.3	25	27.14	5.08875
2/13/2016	98	6	Antracol	Propineb	0.5	70	16.9	14.7875
			Cipermetrina	Cipermetrina	2.5	25	27.3	42.65625
			Ecuafix	Aderente	1		0	0
2/25/2016	110	7	procamocarb	Propamocarb	0.12	50	24.01	3.6015
			Ecuafix	Aderente	1		0	0
3/8/2016	122	8	REVUS	Mandipropamida	0.3	25	24.8	4.65
			Ecuafix	Aderente	10	30	15	112.5
3/21/2016	135	9	Antracol	Propineb	0.5	70	16.9	14.7875
			Ecuafix	Aderente	1		0	0
4/4/2016	149	10	REVUS	Mandipropamida	0.3	25	27.14	5.08875
			Ecuafix	Aderente	1		0	0
4/14/2016	159	11	Antracol	Propineb	0.5	70	1.75	1.53125
			Ecuafix	Aderente	1		0	0

ANEXO 13. Datos registrados de variables auxiliares para el cálculo de rendimiento por hectárea en la validación de tres variedades de papa con el SAD en Mocha, Tungurahua 2016.

Variedad	Trat	Rep	Prim	Seg	Ter
I-Cecilia	Agricultor	1	9	5	1.5
I-Cecilia	Agricultor	2	21	11	4.5
I-Cecilia	Agricultor	3	14	10.5	4
I-Cecilia	Agricultor	4	34.5	13	4.5
I-Cecilia	SAD	1	20	7.5	5
I-Cecilia	SAD	2	20	10	5
I-Cecilia	SAD	3	4	6	8
I-Cecilia	SAD	4	54	4	4
I-Cecilia	Testigo	1	14	5	5
I-Cecilia	Testigo	2	18	8	4
I-Cecilia	Testigo	3	30	16.5	7
I-Cecilia	Testigo	4	23	9	4
I-Libertad	Agricultor	1	8.5	8.5	8.5
I-Libertad	Agricultor	2	7.5	9.5	7
I-Libertad	Agricultor	3	8	7	7
I-Libertad	Agricultor	4	7.7	6.5	7.5
I-Libertad	SAD	1	14	11	7
I-Libertad	SAD	2	26.5	20	13
I-Libertad	SAD	3	14.5	16	10
I-Libertad	SAD	4	10	11.5	6
I-Libertad	Testigo	1	13.5	8.5	5.5
I-Libertad	Testigo	2	7.5	5	6
I-Libertad	Testigo	3	15.5	6	5.2
I-Libertad	Testigo	4	9.5	7.5	13
Super chola	Agricultor	1	11.5	10	9
Super chola	Agricultor	2	14	15	12
Super chola	Agricultor	3	5	9	24
Super chola	Agricultor	4	14	19.5	23.5
Super chola	SAD	1	13.5	11.5	12
Super chola	SAD	2	36	26	7
Super chola	SAD	3	16	26	17
Super chola	SAD	4	18	15	20
Super chola	Testigo	1	9	8	8
Super chola	Testigo	2	7	10	12
Super chola	Testigo	3	7.5	7.5	5.5
Super chola	Testigo	4	15.5	10	10.5

**ANEXO 14. Análisis económico para la variedad Cecilia SAD (ROJO) en Mo-
cha, Tungurahua 2016.**

CECILIA CIP

Detalle	Unidad	Cant.	C. Unitario	U. empleadas	C. Total
Semilla de papa (3 variedades)	Qq	1	30		30.00
Análisis de suelo	U	1	28		9.33
Fertilizantes (10-30-10)	Qq	1	35		35.00
Fertilizantes (Urea)	Qq	1	32	33.33	10.67
Dimetomorf - Forum	g	1000	12	24.6	0.30
Ace	g	250	2	40	0.08
Fosfito de Potasio	cc	500	6.5	365	2.37
Propamocarb	cc	1000	7	137.5	0.96
Ecuafix	cc	200	2	91	0.18
Cipermetrina	cc	100	2.2	12	0.03
Sensores de clima	U	1	200		66.67
Mano de obra	Jornals	3	15		45.00
Suministro de oficina					100.00
Transporte					33.33
Servicios básicos					40.00
Alquiler de GPS					26.67
SUBTOTAL					400.58
Otros 10%					40.05
TOTAL					440.63

ANEXO 15. Análisis económico para la variedad Super Chola SAD (AMARILLO) en Mocha, Tungurahua 2016.

SUPERCHOLA CIP

Detalle	Unidad	Cant.	C. Unitario	U. empleadas	C. Total
Semilla de papa (3 variedades)	Qq	1	30		30.00
Análisis de suelo	U	1	28		9.33
Fertilizantes (10-30-10)	Qq	1	35		35.00
Fertilizantes (Urea)	Qq	1	32	33.33	10.67
Dimetomorf - Forum	g	1000	12	2.4	0.03
Acefato-Ace	g	250	2	40	0.32
Mandipropamida-Revus	cc	500	6.5	94.5	1.23
Propineb-Antracol	gr	400	7.5	150	2.81
Adherente-Ecuafix	cc	200	2	63.5	0.64
Cipermetrina	cc	100	2.2	10	0.22
Propamocarb	cc	1000	7	30	0.21
Sensores de clima	U	1	200		66.67
Mano de obra	Jornals	3	15		45.00
Suministro de oficina					100.00
Transporte					33.33
Servicios básicos					40.00
Alquiler de GPS					26.67
SUBTOTAL					402.12
Otros 10%					40.05
TOTAL					442.17

ANEXO 16. Análisis económico para la variedad Libertad SAD (VERDE) en Mocha, Tungurahua 2016.

LIBERTAD CIP

Detalle	Unidad	Cant.	C. Unitario	U. empleadas	C. Total
Semilla de papa (3 variedades)	Qq	1	30		30.00
Análisis de suelo	U	1	28		9.33
Fertilizantes (10-30-10)	Qq	1	35		35.00
Fertilizantes (Urea)	Qq	1	32	33.33	10.67
Dimetomorf - Forum	g	1000	12	2.4	0.03
Acefato-Ace	g	250	2	40	0.32
Mandipropamida-Revus	cc	500	6.5	50	0.65
Fosfito de Potasio	cc	500	6.5	50	0.65
Adherente-Ecuafix	cc	200	2	12.5	0.13
Cipermetrina	cc	100	2.2	10	0.22
Sensores de clima	U	1	200		66.67
Mano de obra	Jornals	3	15		45.00
Suministro de oficina					100.00
Transporte					33.33
Servicios básicos					40.00
Alquiler de GPS					26.67
SUBTOTAL					398.66
Otros 10%					40.05
TOTAL					438.71

ANEXO 17. Análisis económico para el agricultor en las tres variedades en Mocha, Tungurahua 2016.

TRATAMIENTOS AGRICULTOR

Detalle	Unidad	Cant.	C. Unitario	U. empleadas	C. Total
Semilla de papa (3 variedades)	Qq	1	30		30.00
Análisis de suelo	U	1	28		9.33
Fertilizantes (18-46-0)	Qq	1	35		35.00
Fertilizantes (19-19-19)	Qq	1	45		45.00
Acefato-Ace	g	250	2	15	0.12
Engeo	cc	250	10	45	1.80
Metalaxil	gr	1000	8	7.5	0.06
Solugro	gr	500	5	60	0.60
Cipermetrina	cc	100	2.2	25	0.55
Mancozeb	gr	500	2	20	0.08
Propineb-Antracol	gr	400	7.5	175	3.28
6-14-04-Green Leaf	cc	500	5.5	27.5	0.30
Adherente-Ecuafix	cc	200	2	63.5	0.64
Acefato-Trofeo	cc	100	2	137.5	2.75
Mancozeb+Metalaxil-Koctel 720	gr	750	4.5	200	1.20
Cimoxanil	gr	500	6.5	110	1.43
Benalaxil+Mancozeb-Galben	gr	1000	8.5	587.5	4.99
P,K,Ca-Calci Phite	cc	1000	9	44	0.40
Dimetomorf-Acrobat	gr	1000	16	625	10.00
Bondor	cc	500	5	37.5	0.38
Propamocarb	cc	1000	7	62.5	0.44
Cimoxanil+Mancozeb-Fitorax	gr	500	10	187.5	3.75
Mano de obra	Jornales	4	15		60.00
Suministro de oficina					100.00
Transporte					33.33
Servicios básicos					40.00
Alquiler de GPS					26.67
SUBTOTAL					412.09
Otros 10%					40.05
TOTAL					452.14