

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI



FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES CARRERA DE DESARROLLO INTEGRAL AGROPECUARIO

Tema: “Análisis comparativo en los efectos de reducción de pérdida en la producción de papa, con la utilización de la herramienta de apoyo "SAD" para el manejo del tizón tardío en los sectores comprendidos entre el cantón San Pedro de Huaca y la parroquia de Julio Andrade del Carchi.”.

Trabajo de titulación previa la obtención del
Título de Ingeniera en Desarrollo Integral Agropecuario.

AUTORA: Nazate Taticuán Karla Madelen

TUTOR: Ing. Herrera Ramírez Carlos David M. Sc.

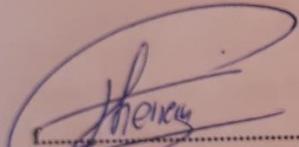
TULCÁN - ECUADOR

2020

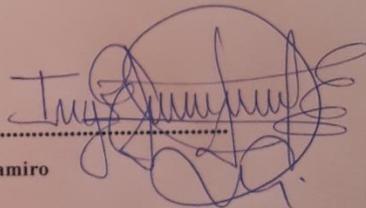
CERTIFICADO JURADO EXAMINADOR

Certificamos que el/la estudiante Nazate Taticuán Karla Madelen con el número de cédula 040166646-6 ha elaborado el trabajo de titulación: "Análisis comparativo en los efectos de reducción de pérdida en la producción de papa, con la utilización de la herramienta de apoyo "SAD" para el manejo del tizón tardío en los sectores comprendidos entre el cantón San Pedro de Huaca y la parroquia de Julio Andrade del Carchi."

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



.....
Ing. Herrera Ramírez Carlos David M. Sc.



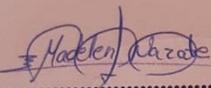
f.....
Ing. Mora Ramiro

Tulcán, Marzo del 2020

AUTORÍA DE TRABAJO

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

Yo, Nazate Taticuán Karla Madelen con cédula de identidad número 040166646-6 declaro: que la investigación es absolutamente original, autentica, personal. Los resultados y conclusiones a los que he llegado son de mi absoluta responsabilidad.

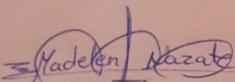
f. 
f.....

Nazate Taticuán Karla Madelen

Tulcán, Marzo del 2020

ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Nazate Taticuán Karla Madelen declaro ser autor/a de los criterios emitidos en el trabajo de investigación: "Análisis comparativo en los efectos de reducción de pérdida en la producción de papa, con la utilización de la herramienta de apoyo "SAD" para el manejo del tizón tardío en los sectores comprendidos entre el cantón San Pedro de Huaca y la parroquia de Julio Andrade del Carchi." y eximo expresamente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.


f.....

Nazate Taticuán Karla Madelen

Tulcán, Marzo del 2020

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por darme la vida, por estar conmigo en cada paso que doy y guiar mis pasos a lo largo de mi existencia, ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad.

Gracias a mis padres: German y Mariela, por ser los principales promotores de mis sueños, por confiar y creer en mis expectativas y deseos, por los consejos brindados en cada momento que lo necesitaba, por los valores y principios que han inculcado en mis hermanos y en mí.

Agradezco a los docentes de la Escuela de Desarrollo Integral Agropecuario de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi, por haber compartido sus conocimientos en mi preparación como futura profesional, de manera especial al magister David Herrera tutor y magister Ramiro Mora lector de la investigación quienes me guiaron con paciencia y rectitud como docentes, y a los Productores de las comunidades de Guananguicho Norte, El Rosal, Yamba, Timburay y San José del cantón San Pedro de Huaca y Productores de Santa Rosa de Chunquer y Pispud de la parroquia de Julio Andrade del cantón Tulcán por su valioso aporte para la presente investigación.

DEDICATORIA

El presente trabajo investigativo lo dedicado principalmente a Dios, por ser el inspirador y darme fuerza durante mi proceso de formación con el fin de obtener uno de mis anhelos más deseados.

Con amor a mis queridos hijos que son mi fuente de motivación para superarme día a día, la razón por la que me levanto cada día a luchar para un futuro mejor, a Fernando por estar a mi lado en los momentos y situaciones más difíciles, por brindarme su amor, apoyo y ayuda para la culminación de esta tesis.

A mis padres, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes he logrado llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy. Es para mí un orgullo y un gran privilegio ser su hija.

A mis hermanos por estar siempre presentes, acompañándome en cada escalón de mi formación profesional, por el apoyo moral que me brindaron a lo largo de esta etapa en mi vida.

A mi abuelitos y tías que siempre me brindaron su apoyo durante el transcurso de mi carrera, haciendo que el trabajo sea más sencillo de realizarse.

A mis amigos que día a día estuvieron apoyándome en el transcurso de esta carrera.

A todas las personas que me apoyaron y han hecho que el trabajo se realice con éxito en especial a aquellos que nos abrieron las puertas y compartieron su apoyo y conocimiento.

ÍNDICE

CERTIFICADO JURADO EXAMINADOR.....	¡Error! Marcador no definido.
AUTORÍA DE TRABAJO.....	¡Error! Marcador no definido.
ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.....	¡Error!
Marcador no definido.	
AGRADECIMIENTO	V
DEDICATORIA.....	VI
ÍNDICE.....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS	IX
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	X
ÍNDICE DE TABLAS.....	XI
ÍNDICE DE ANEXOS	XIII
RESUMEN	XIV
ABSTRACT	XV
INTRODUCCIÓN.....	17
I. PROBLEMA	19
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	19
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	20
1.3. JUSTIFICACIÓN	21
1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	22
1.4.1. Objetivo General	22
1.4.2. Objetivos Específicos	22
1.4.3. Preguntas de Investigación.....	22
II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	23
2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS	23
2.2. MARCO TEÓRICO	25
2.2.1. Sistema de apoyo a la decisión (SAD).	25
2.2.2. Generalidades del Cultivo.....	38
2.2.3. Tizón tardío o lancha	41

III. METODOLOGÍA.....	48
3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO	48
3.1.1. Enfoque	48
3.1.2. Tipo de Investigación	48
3.2. HIPÓTESIS O IDEA A DEFENDER.....	48
3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	49
3.4. MÉTODOS UTILIZADOS	53
3.4.1. MATERIALES	53
3.4.2. MÉTODOS.....	54
3.4.3. Estrategias	56
3.4.4. Descripción y características del estudio investigativo.....	57
3.4.5. Análisis Estadístico.....	62
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	63
4.1. RESULTADOS.....	63
4.2. DISCUSIÓN	75
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	78
5.1. CONCLUSIONES.....	78
5.2. RECOMENDACIONES.....	78
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	79
VII. ANEXOS	83
7.1. Anexo Documental.....	83
7.2. Anexo fotográfico.....	92

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Sistema de Apoyo a la Decisión.	25
Figura 2. Herramienta Sistema de apoyo a la decisión para el control de Phytophthora infestans; ROJO para variedades menos resistentes, AMARILLO para variedades moderadamente resistentes y VERDE para variedades resistentes.	27
Figura 3. Ruleta de resistencia media a la lancha en variedad de papa.....	28
Figura 4. Ruleta para presencia de clima (neblina, precipitación).	28
Figura 5. Ruleta de días transcurridos de aplicación de funguicidas a la parcela.	29
Figura 6. Ruleta de Toma de Decisión	30
Figura 7. Rueda para las variedades Estela, Natividad y Superchola	31
Figura 8. Lectura de Severidad en surcos y Tiempo transcurrido entre lecturas.	32
Figura 9. Tubérculos de Superchola.....	39
Figura 10. Esporangios mostrando pedicelo	45
Figura 11. Diseño relacionado de estrategias	57
Figura 12. Diseño de surcos seleccionados para la toma de datos de las parcelas de investigación.	58

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Porcentaje de Severidad con uso de la Herramienta SAD, uso Tradicional del agricultor y Estrategia de Libre Infestación en el cultivo de papa Variedad Superchola bajo el efecto del uso de la Herramienta de apoyo a la decisión.....	64
Gráfico 2. Porcentaje de aplicación de productos químicos para el control de Tizón Tardío con uso de la Herramienta SAD, uso Tradicional del agricultor en el cultivo de papa Variedad Superchola bajo el efecto del uso de la Herramienta de apoyo a la decisión.....	66
Gráfico 3. Consumo de productos químicos(kg/ciclo/parcela)para el control de Tizón Tardío con uso de la Herramienta SAD, uso Tradicional del agricultor en el cultivo de papa Variedad Superchola bajo el efecto del uso de la Herramienta de apoyo a la decisión.....	67
Gráfico 4. Ingredientes activos de productos químicos aplicados para el control de Tizón Tardío bajo el uso de la herramienta en el cultivo de papa Variedad Superchola bajo el efecto del uso del Herramienta de apoyo a la decisión.....	68
Gráfico 5. Ingredientes activos de productos químicos aplicados para el control de Tizón Tardío bajo el uso Tradicional en el cultivo de papa Variedad Superchola bajo el efecto del uso del Herramienta de apoyo a la decisión.....	69
Gráfico 6. Porcentaje de Tasa de Impacto Ambiental para el control de Tizón Tardío en el cultivo de papa Variedad Superchola bajo el efecto del uso de la Herramienta de apoyo a la decisión.....	70
Gráfico 7. Costos empleados para el control de Tizón Tardío en el cultivo de papa Variedad Superchola bajo el efecto del uso de la Herramienta de apoyo a la decisión.....	72
Gráfico 8. Porcentaje de rendimiento en el cultivo de papa Variedad Superchola bajo el efecto del uso de la Herramienta de apoyo a la decisión.....	73

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Lista de Ingredientes Activos de fungicidas protectantes recomendados en el SAD.	33
Tabla 2. Lista de Ingredientes Activos de fungicidas sistémicos sugeridos por la herramienta SAD	34
Tabla 3. Sistema de valoración de las variables del Coeficiente de Impacto Ambiental (CIA).	35
Tabla 4. Coeficientes de Impacto Ambiental (CIA de los ingredientes activos utilizados. .	37
Tabla 5. Características Agronómicas de la Variedad Superchola.....	40
Tabla 6. Definición y Operalización de variables	49
Tabla 7. Sectorización de Experimento parroquia Julio Andrade	54
Tabla 8. Sectorización de Experimento comunidades de Huaca	54
Tabla 9. Listado de productores con su localidad	55
Tabla 10. Características climáticas Tulcán-Julio Andrade	56
Tabla 11. Características climáticas Huaca	56
Tabla 12. Descripción de las estrategias de ensayo.	57
Tabla 13. Ubicación de parcelas en las comunidades de las parroquias de Huaca y Julio Andrade.	59
Tabla 14. CIA.ingredientes activos con SAD.....	61
Tabla 15. CIA.ingredientes activos con estrategia tradicional.	62
Tabla 16. Test de Kruskal-Wallis del Área Bajo la Curva del Progreso de la Enfermedad ante el control de Tizón tardío en papa variedad Superchola con la utilización de la Herramienta de Apoyo a la decisión.....	64
Tabla 17. Prueba no paramétrica de Wilcoxon Rank para la variable número de aplicaciones ante el control de Tizón tardío en papa variedad Superchola con la utilización de la Herramienta de Apoyo a la decisión.....	65
Tabla 18 Prueba de Wilcoxon Rank para el consumo de productos químicos(kg/ciclo/parcela) para el control de Tizón Tardío con uso de la Herramienta SAD, uso Tradicional del agricultor en el cultivo de papa Variedad Superchola bajo el efecto del uso de la Herramienta de apoyo a la decisión.....	66

Tabla 19. Prueba de Wilcoxon Rank para la tasa de impacto ambiental (Tia/ciclo/parcela) para el control de Tizón Tardío con uso de la Herramienta SAD, uso Tradicional del agricultor en el cultivo de papa Variedad Superchola bajo el efecto del uso de la Herramienta de apoyo a la decisión.....	70
Tabla 20. Prueba de T Student para costos empleados para el control de Tizón Tardío con uso de la Herramienta SAD, uso Tradicional del agricultor en el cultivo de papa Variedad Superchola bajo el efecto del uso de la Herramienta de toma de decisión.....	71
Tabla 21. Prueba de Wilcoxon Rank para rendimiento (qq/parcela) para el control de Tizón Tardío con uso de la Herramienta SAD, uso Tradicional del agricultor en el cultivo de papa Variedad Superchola bajo el efecto del uso de la Herramienta de toma de decisión.	72
Tabla 22. Variantes del análisis económico para el control de Tizón Tardío con uso de la Herramienta SAD, uso Tradicional del agricultor en el cultivo de papa Variedad Superchola bajo el efecto del uso de la Herramienta de toma de decisión.....	74
Tabla 23. Relación costo-beneficio de las dos estrategias evaluadas para el control de Tizón Tardío en el cultivo de papa Variedad Superchola.....	74

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Escala para determinación de severidad del tizón tardío de la papa.....	83
Anexo 2. Registro de evaluaciones y toma de decisiones para la aplicación de fungicida con uso de la herramienta SAD en las comunidades del cantón Huaca.....	85
Anexo 3. . Promedio de lecturas de severidad en % días de las parcelas que utilizaron la herramienta SAD.	86
Anexo 4. Promedio de lecturas de severidad en % días de las parcelas que utilizaron forma tradicional.	87
Anexo 5. Ingredientes activos utilizados en las parcelas que utilizaron la herramienta de apoyo SAD.	88
Anexo 6. . Ingredientes activos utilizados en las parcelas que utilizaron la herramienta de apoyo SAD.	88
Anexo 8. Costo de producción de parcela con la utilización de la herramienta SAD.....	90
Anexo 9. Costo de producción de la parcela con la utilización de manera Tradicional.....	91
Anexo 10. Parcelas de Investigación.....	92
Anexo 11. Ciclo de crecimiento del cultivo.	92
Anexo 12. Presencia de lancha en el cultivo	93
Anexo 13. Parcelas de investigación (último trimestre del ciclo).	93
Anexo 14. Productores en su parcela.....	94
Anexo 15. Rendimiento del cultivo.....	94

RESUMEN

El objetivo principal de la presente investigación fue: Evaluar el efecto en la reducción de pérdidas (por efecto de control del tizón tardío) en la producción de papa por el uso de la herramienta de apoyo a la decisión para el manejo integrado de *Phytophthora infestans*, en las comunidades de la parroquia Huaca y Julio Andrade de la provincia del Carchi.

Para la determinación del estudio se establecieron dos grupos de trabajos con estrategias de uso de SAD y uso Tradicional con diecisiete productores en cada grupo; luego de dar a conocer la herramienta al grupo uno, se procedió a instalar las parcelas de estudio y una parcela más de libre infestación en las diferentes zonas de las parroquias, para la evaluación de severidad de *Phytophthora infestans*, número de aplicaciones, tasa de impacto ambiental, consumo de productos químicos utilizados, análisis de costos utilizados para el control de la enfermedad y Rendimiento del cultivo.

Los resultados obtenidos indican que la utilización correcta de la herramienta Sistema de Apoyo a la Decisión dan un control eficaz y eficiente a la enfermedad y a su vez brinda beneficios de reducción en las pérdidas de producción, al realizar una adecuada aplicación de producto y dosificación se disminuye la cantidad de productos aplicados en todo el ciclo, también se disminuye significativamente la tasa de impacto ambiental y el costo generado por el control de *Phytophthora infestans*.

Palabras claves: Sistema de apoyo a la decisión, estrategias, rendimientos, *P. Infestans*.

ABSTRACT

The main objective of the present investigation was: Evaluate the effect in reduce losses (for late blight control effect) in the potato production by the use the decision support tool to the integrated management of *Phytophthora infestans*, in the communities of Huaca and Julio Andrade parish in the province of Carchi.

For the determination of the study, two work groups were established with strategies for the use SAD and Traditional use with seventeen producers in each group; after announcing the tool to group one, the study plots and one more free infestation plot were installed in the different areas of the parishes, for the evaluation of Severity of *Phytophthora infestans*, Number of applications, Environmental impact rate, Consume of chemical products used, Analysis of costs used for disease control and Crop yield.

The results obtained indicate that the correct use of the Decision Support System tool gives effective and efficient control to the disease and in turn provided benefits of reduction in production losses, when an adequate product application and dosage is reduced, the quantity of products applied throughout the cycle also significantly reduces the environmental impact rate and the cost generated by the control of *Phytophthora infestans*.

Keywords: Decision support system, severity, strategies, yields, *P. Infestans*.

INTRODUCCIÓN

El SAD es una de tantas herramientas de apoyo, representada por cuatro circunferencias fáciles y accesibles para el control de *P. Infestans* en el cultivo de papa: para el caso de variedad Superchola se aplica la rueda con la circunferencia extrema de color amarillo que representa mediana susceptibilidad e indica el tiempo en el cual se deberá registrar los datos, la segunda circunferencia de color celeste refleja las condiciones climáticas presentes en el sector, el siguiente círculo de color naranja indica el intervalo de tiempo que se debe aplicar los fungicidas de acuerdo a la anterior aplicación realizada; y el último círculo de color violeta manifiesta la recomendación del tipo de fungicida que se debe aplicar basado en el resultado obtenido de las anteriores ruedas.

La herramienta SAD ayuda al manejo eficiente del tizón tardío con un bajo número de aplicaciones (Schepers, 2001) . Los sistemas pueden incorporar información accesible de la epidemiología del tizón tardío, la vulnerabilidad de los cultivos, de fungicidas, del progreso de la planta, de cómo influyen las condiciones climáticas, sobre las predicciones climáticas y además la presión de infección.

El uso de la estrategia SAD se registró en las comunidades de Guananguicho Norte, El Rosal, Yamba, Timburay, San José de la parroquia de Huaca del cantón San Pedro de Huaca y las comunidades de Pispud y Santa Rosa de Chunquer de la parroquia Julio Andrade del cantón Tulcán y según los resultados del área bajo la curva de progreso de la enfermedad (ABCPE) y el impacto ambiental generado por la aplicación de fungicidas en el ciclo para el control de *P infestants*, se obtuvo una disminución de los indicadores en estas variables en comparación con los agricultores de uso tradicional.

La papa (*Solanum tuberosum*), es uno de los cultivos más importantes del mundo, junto con el arroz, trigo y maíz. Se la cultiva en 130 países, en donde habitan aproximadamente tres cuartos de la población mundial. Su volumen de producción, de 290 millones de toneladas al año (Barona, 2009).

El hongo *Phytophthora infestans* es el causante de la presencia de Tizón Tardío, enfermedad que en el cultivo de papa afecta a hojas, tallos y tubérculos, lo cual provoca bajos indicadores de productividad. Además el cambio climático que genera épocas con extrema humedad, vientos tormentosos, granizadas, heladas y sequías que determinan la proliferación de la enfermedad en los cultivos aledaños.

Los agricultores del Carchi que demandan el segmento de mercados, se han hecho dependientes a la utilización y aplicación de mayor cantidad de productos químicos para el control de plagas y enfermedades en todo el ciclo de cultivo, lo cual genera mayor contaminación ambiental y por ende costos de producción elevados.

I. PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El desconocimiento de nuevas estrategias de control, manejo inadecuado de *P. infestans* como y al uso diario de sistemas tradicionales en su control repercute un daño significativo en las pérdidas económicas y bajos rendimientos (CIP, 2017). La disminución mundial se estima de entre 10% y 15%, así los costos de protección se incrementan alrededor de tres billones de dólares americanos anualmente. Taipe (2017) indica: “En el año 2014, la enfermedad que mayormente afectó al cultivo de papa fue “lancha o tizón tardío” (*Phytophthora infestans*) y perjudicó directamente en el rendimiento por mermar el área fotosintética” (s/p).

En Carchi los productores de papa utilizan sistemas tradicionales al momento de realizar la siembra y el manejo del cultivo por consiguiente también el control de *Phytophthora infestans*, ante el desconocimiento de nuevas herramientas como SAD, se desarrollan efectos negativos que llevan a la pérdida económica en cuanto a la producción (Yáñez, 2006). Algunos agricultores no conocen el ciclo biológico del agente que causa la lanchar en la planta, lo que no permite realizar un control eficiente por razones como el desconocimiento del ingrediente activo del producto y la dosificación, para interferir con la propagación de las esporas del hongo e impedir la diseminación al resto del cultivo.

El mal uso y manejo de los fungicidas alteran las características morfológicas y fisiológicas de la planta y produce resistencia a *P. infestans* y resulta un desperdicio del producto (Hualcapi, 2012). “Un control inoportuno e inadecuado de la enfermedad compromete seriamente a la cantidad y calidad de la cosecha en la parcela y en su conjunto afecta la producción” (Rivillas, Serna, Cristacho, & Gaitan, 2011).

El ataque de *Phytophthora infestans* en el cultivo de papa puede llegar a dar pérdidas de hasta un 90%, siendo este el factor que determina la incidencia en la baja productividad del cultivo de papa, su control es excesivamente alto en cuanto al número de aplicaciones por

consiguiente genera elevados costos de producción Yépez (2016) indica que las pérdidas generadas por el ataque de la enfermedad pueden llegar a ser de 30% a 100 % en el rendimiento.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿La herramienta de apoyo a la toma de decisión (SAD) perfeccionará el manejo y control del tizón tardío (*Phytophthora Infestans*) en las comunidades de Santa Rosa de Chunquer y Pispud del cantón Tulcán y las comunidades de Guananguicho Norte, El Rosal, Yamba, Timburay y San José del cantón San Pedro de Huaca de la provincia del Carchi?

1.3. JUSTIFICACIÓN

Para el manejo de enfermedades como *P. infestans* es necesario la inducción de nuevas tecnologías como el SAD, una herramienta de decisión para los productores que permite mantener equilibrado el ataque de la enfermedad en la planta y evita así pérdidas del cultivo, siendo esta la principal actividad de los sectores investigados.

El SAD, es una tecnología generada por el Centro Internacional de la Papa (CIP), que indica el adecuado manejo de los fungicidas de acuerdo a las características del sector de evaluación y a la resistencia de la variedad, los productos recomendados en el juego de ruedas generan menor toxicidad ambiental y eficiente control de *P. infestans* en una adecuada aplicación rotativa con su dosificación y de esta manera genera una disminución significativa en las variables número de aplicaciones, consumo de producto, impacto ambiental y costo de producción (Freire, 2017)

La investigación se enfocó en determinar mediante el uso de la herramienta de apoyo a la decisión (SAD), un mecanismo que nos permita ayudar al agricultor a realizar un control eficaz y eficiente a *Phytophthora Infestans*. El SAD logró superar las pérdidas causadas durante el proceso de producción, permitiéndole al agricultor minimizar al máximo costos del manejo con un bajo impacto ambiental. Mejoró los niveles de rendimiento y ofertar productos de buena calidad a un mejor precio, que pueda ser competidor en los mercados locales, nacionales o extranjeros.

1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

1.4.1. Objetivo General

Evaluar el uso de la herramienta de apoyo a la decisión (SAD) para el control de *Phytophthora infestans* en el cultivo de papa variedad Superchola, en las comunidades del cantón Huaca y Tulcán en la provincia del Carchi.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Evaluar la severidad de *Phytophthora infestans* del cultivo de papa con las estrategias evaluadas.
- Determinar el impacto ambiental de acuerdo a la cantidad de fungicidas aplicados para el control de tizón tardío en el cultivo de papa variedad Superchola, bajo efecto de la aplicación de la herramienta SAD.
- Valorar los costos de producción ante el control de tizón tardío de las estrategias evaluadas.

1.4.3. Preguntas de Investigación

¿Existe menor severidad de *Phytophthora infestans* en el cultivo de papa con la utilización de la herramienta SAD?

¿Hay disminución de impacto ambiental con los productos recomendados por la herramienta de apoyo a la decisión?

¿Existe una diferencia significativa en los costos obtenidos por cada estrategia evaluada?

¿Es posible que el uso de la herramienta de apoyo a la decisión genere menores pérdidas en la producción de papa, que la estrategia del agricultor?

II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

En la investigación “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” por Inca (2015), menciona: que el control realizado con la estrategia SAD fue más eficiente que la del agricultor, obtuvo bajos porcentajes de severidad, redujo el número de aplicaciones y coeficiente de impacto ambiental y generó mayores rendimientos que los obtenidos con la estrategia del agricultor; y concluye que el uso de los tres prototipos de SAD brindan mayor beneficio en el control de Tizón Tardío.

En la Universidad Central del Ecuador, Pozo (2015), se investigó: “Evaluación de la efectividad de estrategias convencionales y alternativas para el manejo de tizón tardío (*Phytophthora infestans* (mont.) de Bary) en papa (*Solanum tuberosum* L.), Montufar – Carchi.”; conforme a los resultados la estrategia e5 (Dimetomorf-Propineb-Mandipropamib-Fosfito) mantiene mayor control eficiente en cuanto a severidad de *P. infestans* y bajos costos de producción en variedad superchola.

Cangas (2019), en la investigación “Evaluación de la herramienta “Sistema de apoyo a la decisión” generado por el Centro Internacional de la Papa (CIP) para el Manejo Integrado de Tizón Tardío (MITT) en las comunidades de Canchaguano, Monteverde, El Chamizo y Atal del cantón Montufar provincia del Carchi.” revela que: la utilización de la herramienta logró de forma eficiente el control de severidad de tizón tardío con disminución en las variables número de aplicaciones, productos químicos aplicados, impacto ambiental generado con una reducción considerable en el costo de producción y mantuvo rendimientos análogos en las dos estrategias evaluadas.

En la Universidad Politécnica Estatal del Carchi, Quiroz (2019) investigó la “Evaluación del uso de la herramienta "Sistema de apoyo a la decisión " para el manejo integrado de *Phytophthora infestans* en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) Variedad Superchola en

las comunidades de Casa Fría, El Moral, Taya, Chapues, Calle Larga del Cantón Tulcán” indica que la estrategia SAD y el conocimiento del agricultor son semejantes ante el control de tizón tardío; los agricultores que utilizaron la herramienta bajaron el consumo de productos e impacto ambiental considerablemente mientras que los agricultores empíricos obtuvieron mejores resultados en rendimiento con menor costo.

“Durante el 2016 el CIP, en alianza con la firma privada de consultoría OFIAGRO, han realizado una investigación de estimación de pérdidas de pre y post cosecha en la cadena de papa en Ecuador. La información fue levantada a través de una encuesta geo referenciada aplicada a través de dispositivos móviles. Con encuestas específicas para cada eslabón de la cadena, se recabó información sobre pérdidas en cantidad, calidad y valor económico de la producción; esto permitió identificar, caracterizar y valorar las pérdidas en términos de: 1) tipo de pérdida; 2) factores de pérdida; 3) ubicación de la pérdida en la cadena; y 4) actor de la cadena que experimenta las consecuencias de la pérdida.” (Velasco, Taipe, Gómez, Herrera., 2016).

2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1. Sistema de apoyo a la decisión (SAD).

Según Schepers (2001): los Sistemas de Apoyo para la toma de Decisiones (DSS) en el control de *Phytophthora infestans*, apoyan el control eficiente del tizón tardío con un mínimo de aplicaciones. En Europa se desarrollan diferentes sistemas validados con la práctica, de acuerdo al número de usuarios y los resultados la herramienta SAD se viene utilizando por mayor número de agricultores y asesores para el control de Tizón Tardío.

La herramienta SAD incorpora información accesible como: epidemiología de tizón tardío, vulnerabilidad de los cultivos, fungicidas, progreso de la planta, influencia climática y presión de infección. Estos sistemas ayudan el manejo eficiente del tizón tardío con un menor número de aplicaciones. (Schepers H. , 2001)

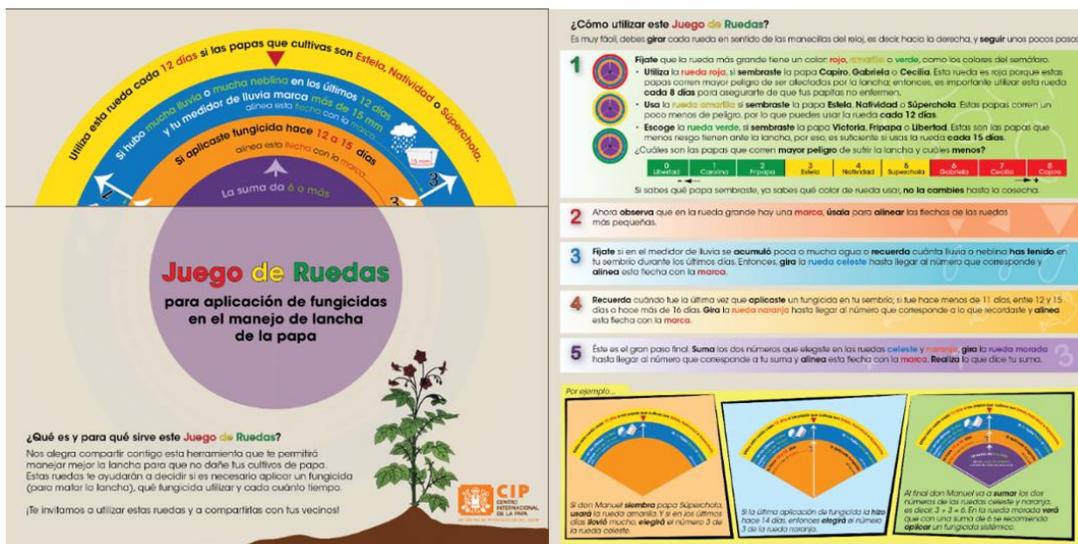


Figura 1. Sistema de Apoyo a la Decisión.
Fuente: Centro Internacional de la papa. (2017)

Frecuentemente el manejo de lancha en papa es controlado por aplicaciones de fungicidas, el SAD es la herramienta que contribuye a optimizar este control mediante factores que repercuten en la presencia de lancha en el cultivo, indicando cuando es necesaria una aplicación y qué tipo de producto aplicar basándose en la interpretación de los indicadores como: variedad, lluvia y tiempo transcurrido desde la última aplicación.

2.2.1.1. Descripción del Sistema de apoyo a la decisión (SAD).

Según Taipe (2017) la lancha de la papa se controla principalmente con la aplicación de fungicidas, esta herramienta es práctica para el control de la enfermedad, contribuye a optimizar el tipo de control e identificar cuando es necesaria una aplicación de fungicida protectante o sistémico al cultivo. Con la utilización de la herramienta el agricultor promueve una disminución de costos por fumigación, la tasa de impacto ambiental que es generado por este mismo y la disminución en las pérdidas generadas por la enfermedad en el cultivo.

Los componentes de la herramienta están basados en tres factores sencillos para que el agricultor los pueda identificar y a su vez manejar (variedad de papa y susceptibilidad, precipitación y tiempo transcurrido desde la última fumigación).

Susceptibilidad a la enfermedad en la variedad de papa. - Se toma una semaforización de acuerdo al grado de susceptibilidad en las diferentes variedades de papa utilizando los colores, rojo para las variedades que tengan mayor susceptibilidad a la enfermedad, amarillo a las de grado intermedio de susceptibilidad, y verde a las variedades que sean mayormente resistentes al ataque *de Phytophthora infestans*.



Figura 3. Ruleta de resistencia media a la lancha en variedad de papa
Fuente: Centro Internacional de la papa. (2017)

Clima: Este nivel siguiente (color azul) identifica la presencia de precipitación existente desde la primera utilización del SAD, que se representara en un bould medido al valor de 15 mm. Esta ruleta lleva una valoración acorde a la presencia de la precipitación que ayuda posteriormente a la toma de decisión.

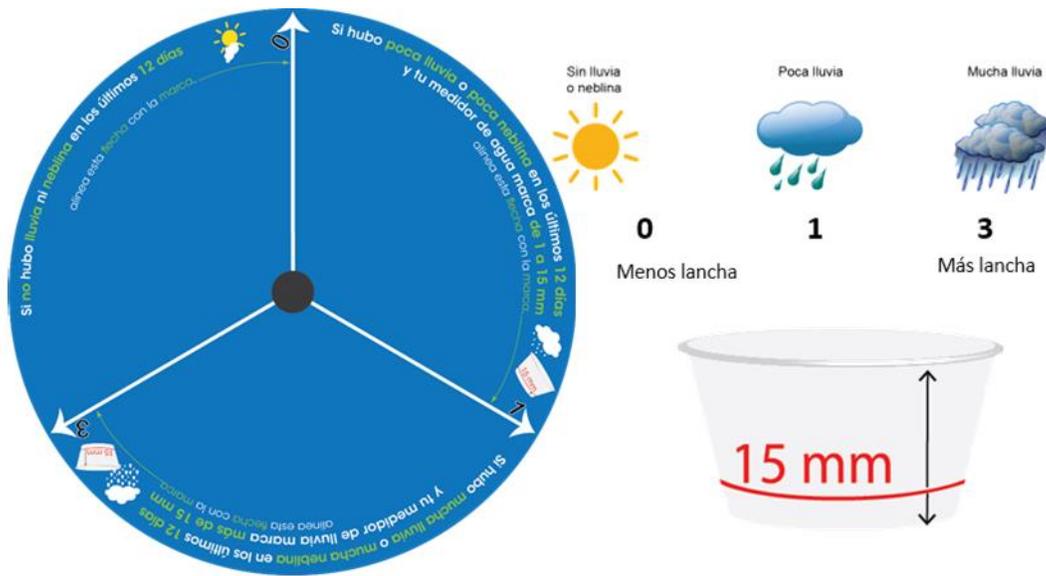


Figura 4. Ruleta para presencia de clima (neblina, precipitación).
Fuente: Centro Internacional de la papa. (2017)

Aplicación de Fungicida: El nivel de color naranja presenta la cantidad de días que transcurrieron desde la última aplicación, la valoración que lleva esta tabla es de acuerdo al número de días que pasaron de una aplicación con rangos de menos de 11 días a los 16 días, sirve para una identificación en fechas y conteo de aplicaciones en el ciclo del cultivo.

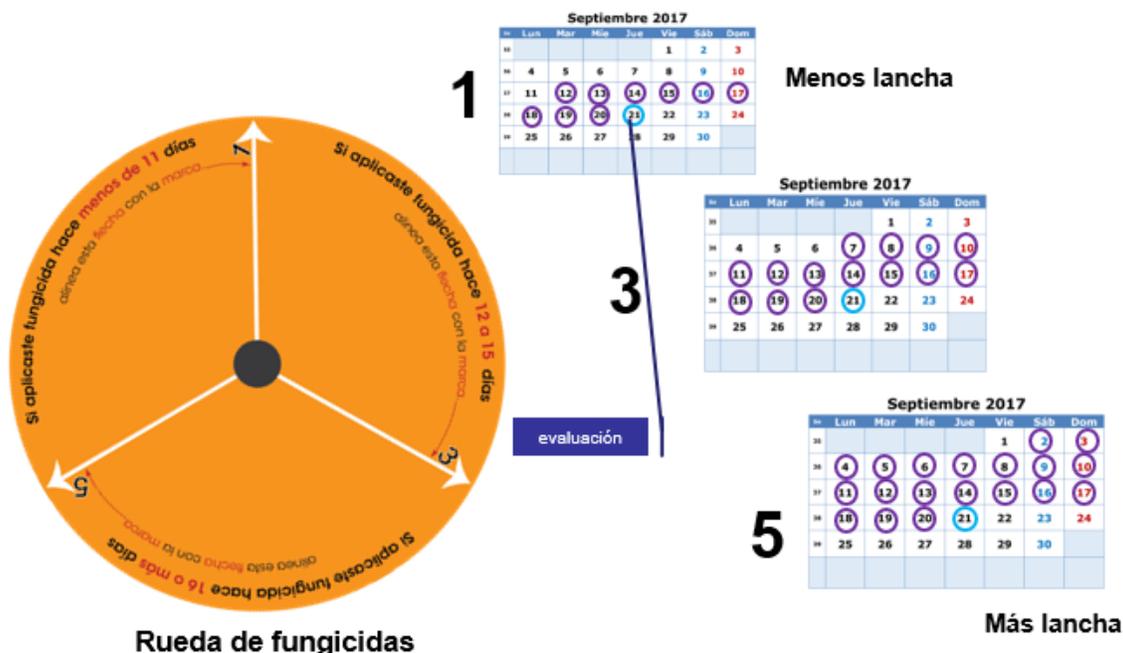


Figura 5. Ruleta de días transcurridos de aplicación de fungicidas a la parcela.

Fuente: Centro Internacional de la papa. (2017)

La herramienta cuenta con una última circunferencia (color violeta), que nos ayuda a la toma de decisión del próximo fungicida que será aplicado, según la sumatoria realizada de acuerdo a la valoración dada en los anteriores componentes este indicará si se utilizará un fungicida protectante o sistémico.



Si la suma da:

1, 2 o 3 = No aplicar – Volver a evaluar

4, 5 o 6 = Aplicar fungicida **protectante**

7 en adelante = Aplicar fungicida **sistémico**

Figura 6. Ruleta de Toma de Decisión
Fuente: Centro Internacional de la papa. (2017)

2.2.1.3. Funcionamiento de la herramienta para la toma de decisiones ante el control de Tizón Tardío

La herramienta cuenta con un sector de indicaciones de cómo ser manipulada durante el ciclo de cultivo, con el fin de que el agricultor tenga un apoyo al momento de utilizarla hasta que se vuelva una costumbre y sea de conocimiento propio la utilización.

Para ello es necesario seguir unos breves y sencillos pasos:

- 1.- Escoger una de las tres ruedas de acuerdo a la variedad que el agricultor decida sembrar.
- 2.- Ubicar la marca de la rueda grande en la parte superior para alinear las demás.
- 3.- Observar la cantidad de agua que se acumuló en el medidor de lluvia y alinear el valor correspondiente de la rueda celeste a la marca superior.
- 4.- De acuerdo a la última aplicación observar los días transcurridos y alinear la cantidad correspondiente de la rueda naranja con las demás.
- 5.- Realizar una suma de los valores obtenidos en las ruedas anteriores del factor lluvia y días transcurridos dirigidos a la marca superior, para la posterior toma de decisión del fungicida que se va a utilizar, de acuerdo a lo que el resultado de la rueda morada indique.

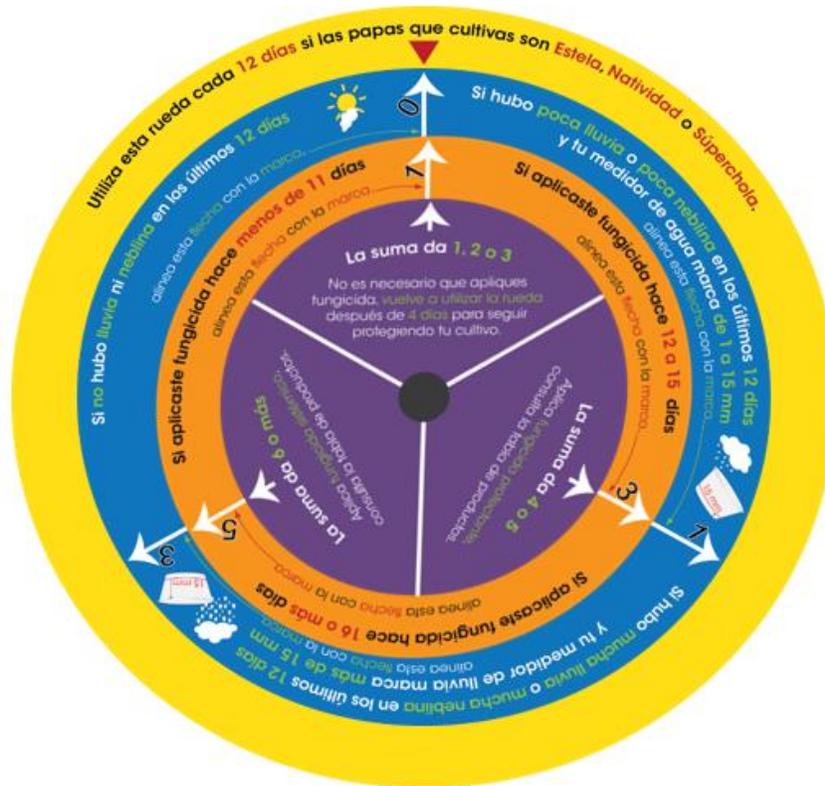


Figura 7. Rueda para las variedades Estela, Natividad y Superchola
Fuente: Centro Internacional de la papa. (2017)

2.2.1.4. Variables de la Herramienta de Apoyo a la decisión (SAD) para el control de *Phytophthora Infestans*.

2.2.1.4.1. Susceptibilidad a *Phytophthora infestans*

Siempre habrá genotipos con mayor susceptibilidad que determinarían la necesidad de una escala de correspondencia. Una opción es evaluar la susceptibilidad calculando la severidad de la enfermedad (ABCPE) que puede resultar 0 en un genotipo inmune sin síntomas de la enfermedad (Taípe, Forbes, & Andrade-Piedra, 2011). Susceptibilidad indica que, si el cultivo es o no resistente a *Phytophthora infestans*, si el cultivo no tiene ninguna resistencia al patógeno este puede contraer la enfermedad.

2.2.1.4.2. Área Bajo la curva del progreso de la Enfermedad (ABCPE)

En la parcela para el registro del progreso de la enfermedad, se toma visualmente el dato apreciando en cada una de las plantas de los surcos escogidos el grado de daño o porcentaje de follaje con daño ante la presencia de *Phytophthora infestans*, (Cambell, C., & Madden, L, 1990). Se efectúa un porcentaje promedio por cada surco visualizado para ser evaluado y ser utilizados en el cálculo estadístico de ABCPE.

Aplicando la fórmula:

$$ABCPE = L1 + [2 (L2 + L3 + \dots + Ln- 1) + Ln] \times T/2$$

En donde: L = Lectura (expresada en porcentaje).

Ln = Última lectura. Ln-1 = Penúltima lectura. T = Tiempo entre lecturas.

	A	B	C	D	E
Lectura de Severidad			7/8/2018	20/8/2018	31/8/2018
		Emer	Lec1	Lec2	Lec3
			39	52	63
	Surco 1	95	0	0	0
	Surco 2	90	0	0	0
	Surco 3	98	0	0	0
	Surco 4	90	0	0	0
	Surco 5	96	0	0	0
		93,8	0	0	0

Tiempo entre lecturas

Figura 8. Lectura de Severidad en surcos y Tiempo transcurrido entre lecturas.
Fuente: Libro de Campo Huaca- Julio Andrade. (2018)
Elaborado: Autora

2.2.1.4.3. Control químico

2.2.1.4.3.1. Fungicidas protectantes o de contacto (preventivos).

Los fungicidas protectantes de efecto preventivo son generalmente de acción múltiple, es decir, que pueden afectar varias funciones celulares, afectan tanto a la germinación de las esporas y ocasionan la muerte antes y hasta luego de la germinación. Un fungicida protectante forma barreras sobre las superficies de la planta evitando su germinación.

Cuando el hongo ha llegado hasta la pared epidermal estas moléculas ya no lo pueden alcanzar. Dicho de otro modo, los fungicidas protectantes consiguen prevenir una enfermedad pero no logran eliminar una ya existente” (Cambell, C., & Madden, L, 1990).

La herramienta recomienda aplicar los siguientes fungicidas protectantes para un volumen de 200 litros:

Tabla 1. Lista de Ingredientes Activos de fungicidas protectantes recomendados en el SAD.

PROTECTANTES	
INGREDIENTE ACTIVO	DOSIS (200 L)
Mandipropamid	0.3 litros
Propineb	0.5 kg
Hidróxido de cobre	0.4- 0.5 kg
Oxícloruro de cobre	0.8 kg
Cyazofamid	0.06 litros

Fuente: Centro Internacional de la papa. (2017)

2.2.1.4.3.2. Fungicidas sistémicos (curativos).

Un fungicida sistémico afecta a un solo sitio de la estructura de la planta, es necesario cuantificar una gama de obstáculos que el producto deberá pasar para llegar a cumplir con su propósito en el sitio de acción, es decir, este primeramente deberá atravesar barreras como: cutícula, células subcuticulares, metabolismo de la planta, absorción durante tras locación, membrana del patógeno y el metabolismo que este desarrolle.

Es significativo apuntar que técnicamente no constan fungicidas "curativos" para diversas enfermedades, en específico para el tizón tardío; los productos operan de forma sistémica, es decir contienen el progreso de la infección, alcanzan a eliminar el patógeno, aunque el tejido infectado muere. (Pumisacho y Sherwood, 2002). Los productos son absorbidos a través del

follaje o de las raíces de manera ascendente y en pocas ocasiones de forma descendente a través del xilema y el floema.

Tabla 2. Lista de Ingredientes Activos de fungicidas sistémicos sugeridos por la herramienta SAD

SISTÉMICOS	
INGREDIENTE ACTIVO	DOSIS (200 L)
Dimethomorph	0.12 kg
Fosfito de potasio	1 litro
Propamocarb	0.5 litros
Azoxistrobin	0.1 kg
Cimoxanil + Propineb	0.5 kg
Cimoxanil + Oxiclورو de cobre	0.5 kg
Cimoxanil + Hidróxido de cobre	0.5 kg
Fosetyl Al + Fenamidone	0.2 kg
Iprovalicarb + Propineb	0.35 kg
Fenamidone + Propamocarb	0.4 kg
Fluopicolide + Propamocarb	0.3 kg
Amectotradina + Dimetomorph	0.33 kg

Fuente: Centro Internacional de la papa. (2017)

Como consecuencia los fungicidas protectantes y sistémicos se traduce en la capacidad de destruir los patógenos criptogámicos durante la incubación.

2.2.1.4.4. Evaluación del impacto ambiental

2.2.1.4.4.1 Coeficiente de impacto ambiental

El departamento de manejo integrado de plagas y enfermedades de la Universidad de Cornell, creó un patrón conocido como “Coeficiente de Impacto Ambiental” (CIA). El patrón indica

los impactos de un pesticida específico para el medio ambiente y las personas (productor y consumidor) en una única estimación numérica. Para conseguir estos valores es necesario la aplicación de la ecuación que contiene los tres componentes principales de la producción agrícola: agricultor, consumidor y ecología (Kovach, J., Petzoldt, C., Degnil, J., & Tette, J., 1992)

Tabla 3. Sistema de valoración de las variables del Coeficiente de Impacto Ambiental (CIA).

Variable	Símbolo	Valoración de la Variable		
		1	2	3
Toxicidad crónica	C	Poco o nada	Posible	Definido
Toxicidad dermal aguda (mg/kg)	DT	>2.000	200 – 2.000	0 – 200
Toxicidad aves(ppm)	D	>1.000	100 -1.000	1 – 100
Toxicidad abejas	Z	Relativamente no tóxico	Modernamente tóxico	Altamente tóxico
Toxicidad artrópodos benéficos	B	Bajo impacto	Impacto Moderado	Impacto severo
Toxicidad peces(ppm)	F	>10	1 -10	<1
Persistencia en el suelo	S	<30	30 -100	>100
Persistencia en la superficie de las plantas(semanas)	P	1	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, Petzoldt, Degnil, & Tette, 1992. CIP-Quito,(2008)

La ecuación para establecer individualmente el CIA de cada pesticida se muestra a continuación. Las simbologías utilizadas en la ecuación se representan a continuación

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

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

$$\text{Efecto consumidor} = C \times [(S + P)/2 \times SY] + (L)$$

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

En comienzos el diseño de CIA, fue creado por especialistas del Manejo Integrado de Plagas (MIP) con el fin de apoyar a los productores de frutas y hortalizas del estado de Nueva York. La alternativa de control de plagas que provoque el menor impacto ambiental se seleccionó e implementó.

Tabla 4. Coeficientes de Impacto Ambiental (CIA de los ingredientes activos utilizados).

Ingrediente Activo	CIA
Azoxistrobin	26,92
Azufre	32,66
Benalaxil	30,24
Captan	15,77
Chlorotalonil	37,42
Cymoxanil	35,48
Dimetomorph	24,01
Epoxiconazole	57,70
Fluopicolide	26,00
Flutriafol	82,60
Folpet	31,73
Fosetyl Al	12,00
Fosfito de K	8,67
Hidróxido de Cu	33,2
Mancozeb	25,72
Mandipropamid	27,14
Metalaxil	19,07
Oxicloruro de Cu	33,2
Propamocarb	23,89
Propineb	16,90
Pyraclostrobin	27,01
Tebuconazole	40,33
Tridemorph	25,15

Fuente: Universidad de Cornell

Elaborado: Especialistas de Manejo Integrado de Plagas (MIP)

2.2.1.4.4.2 Tasa de impacto Ambiental

La “Tasa de Impacto Ambiental” (TIA), es la aplicación práctica del CIA, sirve para examinar con precisión los sistemas de producción o tecnologías y las estrategias de manejo

de plagas y enfermedades. Esta técnica reúne variables como: dosificación (kilos o litros por hectárea), concentración del ingrediente activo en cada producto aplicado y el número de aplicaciones que se realiza por ciclo de cultivo en cada circunstancia particular (Kovach, J., Petzoldt, C., Degnil, J., & Tette, J., 1992)

La TIA se obtiene aplicando la siguiente fórmula:

$$TIA = CIA \times Dosis / ha \times Formulación \times No. \text{ Aplicaciones}$$

Dónde: TIA = Impacto Ambiental

CIA = Coeficiente de impacto ambiental

La magnitud del CIA es el peligro potencial de un pesticida específico, mientras la magnitud del TIA es el peligro relacionado con la utilización de ese pesticida (Gavillan, Surgeoner, y Kovach, 2001).

Para analizar las diferentes estrategias de manejo de tizón tardío, los CIA del nivel de uso encampo y número de aplicaciones en todo el ciclo se determinan para cada Producto químico, y estos valores se suman para establecer el impacto ambiental estacional o TIA del tratamiento específico (Kovach, J., Petzoldt, C., Degnil, J., & Tette, J., 1992)

2.2.2. Generalidades del Cultivo

2.2.2.1. Origen de la papa

La mayor diversidad genética de papa *Solanum tuberosum* cultivada y silvestre se encuentra en las tierras altas de los Andes de América del Sur (Pumisacho y Sherwood, 2002).

Nativa de los Andes y cultivada desde la época prehispánica. La especie o variedad que ha dado origen a *Solanum tuberosum* es al parecer *Solanum andigena*, que algunos consideran una subespecie de la anterior. Los primeros vestigios de papa poseen más de 8000 años de antigüedad y fueron encontrados durante unas excavaciones realizadas en las cercanías del pueblo de Chilca, al sur de Lima, en el año de 1976. Desde ese momento y con el correr de

los siglos, la historia de la papa ha estado relacionada con el desarrollo de variedades adaptables a diversas condiciones ambientales y con su ingreso, en forma exitosa, en casi todos los países del planeta. (BOX, J. 2005) y (ONG, E. 2007).

2.2.2.2. Taxonomía

Según Trujillo (2003) la papa pertenece a las siguientes categorías taxonómicas:

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Subclase: Asteridae

Orden: Solanales

Familia: Solanaceae

Género: *Solanum* L.

Especie: *Solanum tuberosum* L.

2.2.2.3. Variedad Superchola

Esta variedad es de consumo fresco y procesamiento, son tubérculos medianos, elípticos y ovalados, de piel rosada y lisa, con ojos superficiales y en su interior la pulpa es de color amarillo pálido.



Figura 9. Tubérculos de Superchola.
Fuente: CIP, Andrade (1998)

2.2.2.3.1. Origen de la variedad

Variedad generada por el señor Germán Bastidas. Proveniente del cruzamiento de variedades (Curipamba negra y *Solanum demissum*) y (clon resistente con comida amarilla x chola seleccionada). Liberada en 1984. (Torres, Cuesta, Monteros & Rivadeneira, 2011)

2.2.2.3.2. Características Morfológicas

Es una planta de crecimiento erecto de follaje frondoso con numerosos tallos bien desarrollados de color verdoso con pigmentos purpuras, hojas abiertas de color verde intenso con tres pares de folíolos primarios, tres secundarios y cinco terciarios, floración de color morada y los tubérculos con periodo de 80 días de reposo. (Cuesta et al, 2002)

2.2.2.3.3. Características Agronómicas

Según Torres, Cuesta, Monteros & Rivadeneira (2011):

Tabla 5. Características Agronómicas de la Variedad Superchola

Zonas recomendadas:	Norte y centro desde los 2800 a 3600 msnm
Maduración:	180 días a 3000 msnm.
Rendimiento:	30 t/ha

Fuente: Centro Internacional de la Papa (2011)

Elaborado: Autora

2.2.2.3.4. Características de calidad

- ✓ Materia Seca: 24%
- ✓ Gravedad Específica: 1.098

2.2.2.3.5. Reacción a enfermedades

- ✓ Susceptible a lancha (*Phytophthora infestans*)
- ✓ Medianamente resistente a roya (*Puccinia pittieriana*)
- ✓ Tolerante al nematodo del quiste de la papa (*Globodera pallida*)

2.2.2.4. Labores culturales

Las labores culturales son actividades que se realizan después de que las plantas han nacido. En el país, las principales prácticas culturales asociadas con el manejo agronómico son: el retape, el rascadillo y los aporques.

- Rascadillo o deshierba: de 30 a 40 días después de la siembra.
- Medio aporque: entre los 60 y 80 días de la siembra.
- Aporque: entre los 90 y 105 días después de la siembra.

Estas tres labores tienen como objetivos: aflojar superficialmente al suelo para evitar la pérdida de humedad y lograr el control oportuno de malezas; dar sostén a la planta y cubrir los estolones para favorecer la tuberización. Tratar en los aporques de no dañar el follaje y las raíces. Estas labores se realizan en forma manual (azadón) o mecanizada (tractor o yunta) (Villafuerte, 2008).

Cosecha: Egúsquiza (2000) menciona: la cosecha se la realiza cuando la mayor parte de las hojas muestran un color amarillento, ha perdido la totalidad de las hojas o no muestra follaje verde. Los tubérculos están maduros cuando al hacer una ligera presión con la yema de los dedos no se desprenda su piel.

Almacenamiento: Depende del uso que se les dé a los tubérculos, después de que ha sido guardado por un determinado almacén, silo o bodega. Desde este punto de vista hay un almacenamiento de papa para consumo y otro almacenamiento de papa semilla (Lindao, 1991)

2.2.3. Tizón tardío o lancha

Es una enfermedad que afecta el cultivo de papa. Es conocida también como añublo, ranca, lancha, ranza, yanarancha, hielo, seca, candelilla, gota y kasparilla. *Phytophthora infestans*

es heterotálico con dos tipos de apareamiento, sexual y asexual, estos estimulan al grupo de apareamiento opuesto para formar esporas. En *P. infestans* los aislamientos de cada tipo son bisexuales y auto incompatibles, por lo que se han reportado diferentes grados de “masculinidad” y “femeneidad” dentro de este patógeno. Así, aislamientos que son fuertemente “masculinos” formarán más anteridios que oogonios y los que son fuertemente “femeninos” formarán más oogonios que anteridios, mientras que algunos aislamientos presentan tendencias equilibradas. (Pérez, W., & Forbes, G., 2008)

2.2.3.1. Taxonomía

Reino: Cromista (grupo Stramenophyle)

Phylum: Oomycota

Clase: Oomycete

Subclase: Peronosporomycetidae

Orden: Pythiales

Familia: Pythiaceae

Género: *Phytophthora*

Especie: *infestans* - (Mont.) de Bary 1876

Nombre científico: - *Phytophthora Infestans* (Mont.) de Bary 1876

Citado por: Jaramillo (2003)

2.2.3.2. Importancia

El tizón tardío o Lancha de la papa, ocasionado por el hongo *Phytophthora infestans* es la enfermedad más importante del cultivo de papa (Henfling, 1987).

Afecta la familia de solanáceas e infecta la planta en los diferentes órganos, raíces, tubérculos, tallos, hojas, flores y fruto, con mayor severidad en hojas y tallos al presentar mayores lesiones necróticas. Durante la fase de infección foliar disminuye la capacidad fotosintética al provocar necrosis en los tejidos y una reducción del rendimiento en la producción del tubérculo (Trujillo, 2003).

La biología de la enfermedad y los métodos de su control eran totalmente desconocidos (Henfling, 1987). En nuestro país la presencia de tizón tardío es responsable de enormes gastos en fungicidas pero muchos productores no poseen la economía suficiente para asumir el gasto y provoca pérdidas entre 450 USD/ha hasta 1350 USD/ha ocasionadas por el deficiente control de la enfermedad (INIAP/PNRP-PAPA, 2006)

2.2.3.3. Descripción del patógeno

La patogenicidad de este oomicete se presenta y preserva a través de una serie de mecanismos: mutación, recombinación sexual, anastomosis seguida de recombinación somática (Umaerus, 1970, Pérez W y Forbes 2008). La resistencia al ingrediente activo metalaxil y a otras fenilamidas ha sido reportada dentro de poblaciones de *P. infestans* a nivel mundial, la misma que está determinada por una menor sensibilidad que la normal a dichos productos, (Perez & Forbes, 2008).

A temperatura entre 12° a 15°C y 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° y 24°C (óptima 24°C) ocurre que el desarrollo de la enfermedad es más limitado con relación a la infección que se realiza por medio de zoosporas (Torres, 2011)

2.2.3.4. Ciclo de vida

P. Infestans infecta y se produce en la parte aérea de su hospedante. Se caracteriza por ser heterotálico, producir esporangios y esporas asexuales a partir de la diferenciación de su micelio vegetativo. Además de presentar dos tipos de apareamiento en su reproducción sexual. (INTAGRI, 2018)

2.2.3.3.1. Asexual

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 hospedante (Perez & Forbes, 2008).

2.2.3.3.2. Sexual

Los gametangios se forman en dos hifas separadas, por lo que *P. infestans* es heterotálico. Así, ambos tipos de apareamiento A1 y A2, deben estar presentes para que ocurra la reproducción sexual. La unión de los gametos ocurre cuando el oogonio atraviesa el anteridio y ocurre la plasmogamia. Esto conduce a la fertilización y al desarrollo de una oospora con paredes celulares gruesas. La oospora es fuerte y puede sobrevivir en los rastros. Bajo condiciones favorables, la oospora produce un tubo germinativo que forma un esporangio apical, el cual puede liberar zoosporas o formar nuevamente un tubo germinativo, los cuales sirven como inóculo primario Pérez y Forbes, (2008).

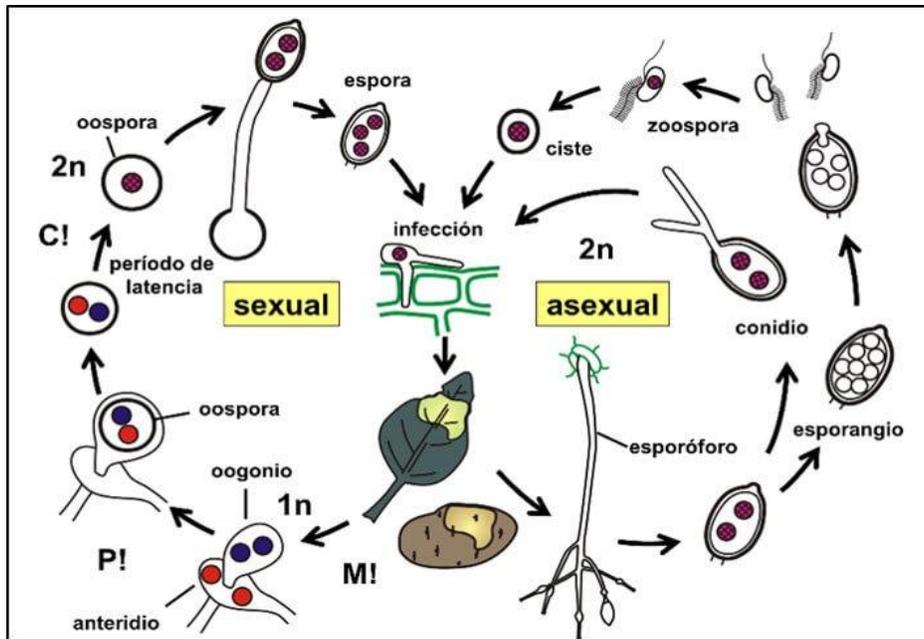


Figura 10. Esporangios mostrando pedicelo
Fuente: Intagri (2018)

La resistencia a fungicidas en el patógeno se determina por una menor sensibilidad que la normal a dichos productos. Esta resistencia es el resultado de mutaciones estables y heredables. La resistencia al ingrediente activo metalaxyl y a otras fenilaminas ha sido reportada dentro de poblaciones de *P. infestans* a nivel mundial, constituyéndose en un factor limitante en el uso de esta clase de fungicidas. La disminución temporal de la sensibilidad a un fungicida vendría a ser una adaptación del patógeno, sin embargo, por no ser heredable puede ser revertida por cambios en las estrategias de control químico.

2.2.3.4. Sintomatología

Según Realpe (2012): esta enfermedad empieza con pequeñas manchas de color café oscuro en las hojas y los tallos. En ataques fuertes, las hojas empiezan a secarse, defoliando la planta y en los tubérculos aparecen manchas semihundidas de color café, que provocan pudrición.

Los primeros síntomas de la enfermedad se presentan con frecuencia en las hojas inferiores, inician en las puntas o los bordes como pequeñas manchas de color entre verde claro y oscuro que se convierten en lesiones pardas o negras bajo condiciones de alta humedad y

temperaturas fría, expandiéndose rápidamente. La esporulación puede verse fácilmente en el envés de las hojas como un moho blanco que rodea las lesiones, en los tallos las lesiones lo debilitan hasta tener un colapso y morir de la lesión hacia arriba.

2.2.3.5. Control Químico

Involucra la utilización de productos químicos capaces de prevenir la infección o realizar algún tipo de control posterior a la infección. Los productos usados para controlar el tizón tardío son clasificados como de contacto, sistémicos y translaminares.

2.2.3.5.1. Fungicidas De contacto

Conocidos como fungicidas protectantes, residuales o de contacto y actúan sobre la superficie de la planta evitando la germinación y penetración del patógeno por consiguiente disminuye las fuentes iniciales de la enfermedad. Los productos de contacto sólo protegen las zonas donde se deposita el fungicida, las hojas producidas después de la aspersion del producto no estarán protegidas contra el patógeno. (Perez & Forbes, 2008), entre los más importantes se encuentran los cúpricos y los ditiocarbamatos.

Los fungicidas protectantes no son eficientes para el control de tizón tardío ya que estos solo previenen o protegen a la planta a diferencia de los fungicidas sistémicos, que aprovechan la sistemicidad y controlan infecciones latentes, de esta forma reducen el número de aplicaciones.

2.2.3.5.2. Fungicidas sistémicos (curativos)

Es importante anotar que técnicamente no existen fungicidas "curativos" para muchas enfermedades como *P. infestans*. En estos casos los fungicidas operan en forma sistémica, es decir solo detienen el avance de infección, pueden eliminar el patógeno pero el tejido infectado muere. (Pumisacho y Sherwood, 2002). Sin embargo, el desarrollo de la resistencia por la utilización incorrecta de los fungicidas sistémicos ha creado inestabilidad en el control de la enfermedad y la verdadera contribución de estos fungicidas no se conoce con exactitud.

2.2.3.5.3. Translimitares

Son productos que tienen la capacidad de moverse a través de la hoja, pero no de hoja a hoja; por lo que las hojas producidas después de la aspersión del producto no estarán protegidas contra el patógeno (Pérez y Forbes, 2008).

III. METODOLOGÍA

3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO

3.1.1. Enfoque

La investigación se enfocará cualitativa y cuantitativamente, se realizó la observación de los grupos se tomó en cuenta las variaciones que pueden resultar y el enfoque cuantitativo, recolectar datos, analizarlos e interpretarlos para una resolución de problemas e implementación de mejoras.

En la toma de datos se aplica la técnica de encuesta, registros que son herramientas que nos pueden ayudar a entender el fenómeno central de estudio.

3.1.2. Tipo de Investigación

Investigación descriptiva: Nos permite detallar casos como lancha para identificar como se manifiesta y de qué manera se puede obtener un manejo ante este fenómeno, relacionando las variables que serán medidas.

Investigación de Campo: ensayos o experimento de campo Permite medir en el momento y situación exacta los eventos que pueden ser explicados con la introducción de nuevas herramientas como la herramienta del Sistema de Apoyo a la Decisión (SAD).

3.2. HIPÓTESIS O IDEA A DEFENDER

H1. El adecuado uso de la herramienta “Sistema de Apoyo a la Decisión” ante el control del tizón tardío reduce el riesgo de pérdida en la economía marginal, impacto ambiental en comparación con el control del agricultor.

H0. El adecuado uso de la herramienta “Sistema de Apoyo a la Decisión” ante el control del tizón tardío no reduce el riesgo de pérdida en la economía marginal, impacto ambiental en comparación con el control del agricultor.

3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.

Tabla 6. Definición y Operalización de variables

Hipótesis	Variable	Definición conceptual de la variable	Dimensión	Indicadores	Técnica	Instrumento
El adecuado uso de la herramienta “Sistema de Apoyo a la Decisión” ante el control del tizón tardío reduce el riesgo de pérdida en la economía marginal, impacto ambiental en comparación con el control del agricultor.	V.I. Herramienta de Apoyo a la decisión para el manejo de Tizón Tardío.	La herramienta “SAD” ayuda al agricultor a tomar la decisión de cuando es oportuno aplicar un producto para el control de tizón tardío.	Selección de Productores	En enero del 2018 se seleccionó 37 productores pertenecientes a la zona productora de papa en los cantones Huaca y Tulcán de la provincia del Carchi.	Se implementó la metodología de un diseño de dos grupos relacionados.	Lista de un estudio previo con un tamaño muestral fue de 300 productores de papa de la provincia del Carchi por la empresa OFIAGRO.
			Clasificación de Productores	En enero del 2018 se otorga un listado de la clasificación de productores. Forma dos grupos: Grupo (1): productores que utilizaron el SAD. Grupo (2): Propia experiencia En manejo de TT.	Calculo de la potencia mediante la asignación aleatoria.	Formula de clasificación de diseño de dos grupos relacionados. $S_1, S_2 \dots S_{N-1}, S_N$

			Aceptación de productores	En el mes de Febrero del 2018 se inició el acercamiento con los productores del listado, para una aceptación de su colaboración en la investigación.	Visitas de campo, registro de productores colaboradores.	Registro
			Productores uso del SAD	A mediados del mes de marzo del 2018 inició las capacitaciones del uso de la herramienta a los agricultores del grupo 1.	Charlas grupales e individuales, exposiciones, Prácticas de la herramienta.	Diapositivas, Uso práctico de la herramienta.
			Productores uso tradicional	Al inicios del mes de abril se inició las explicaciones de cómo se realiza la toma de datos de acuerdo al uso tradicional que le productor le dé a Tizón Tardío.	Explicación. Conocimiento propio del agricultor.	Productos químicos, Bomba de fumigar.
			Parcela de investigación	Durante el mes de abril se entregó 2 qq a los 29 productores para la evaluación del estudio.	Instalación de las parcelas investigativas y una más como parcela testigo.	Material de labranza

	V. D. Tizón Tardío	Nombrado científicamente como <i>Phytophthora infestans</i> , debido a la incidencia y severidad se considera una de las enfermedades más importantes del cultivo de la papa.	Porcentaje de severidad de <i>P.infestans</i> en el cultivo.	Se registró la severidad cada 12 días o cuando lo indique la herramienta.	Herramienta SAD, Visualización, conteo y registro	Libro de campo, escala de evaluación de Henfling.
			Número de aplicaciones para el control de <i>P.infestans</i> .	Se llevó un registro del número de aplicaciones realizadas en el control de <i>Phytophthora infestans</i> durante todo el ciclo del cultivo.	Uso de la herramienta SAD, Observación, Registro.	Herramienta SAD, Libro del campo, Libros digitales.
			Consumo kg de producto para el control de <i>P.infestans</i> .	Se llevó el registro de la dosificación de los productos aplicados para el control de <i>P.infestans</i> . durante todo el ciclo del cultivo.	Toma de datos, Registro	Libros de campo, Libros digitales.
			Tasa de Impacto ambiental	Se registró las aplicaciones de fungicida recomendado a los 12 días luego de la primera aplicación.	Práctica, visualización y registro	Libro de campo, Libro Microsoft Excel.
			Costos empleados para el control de Tizón Tardío	Durante todo el ciclo de cultivo se registró el valor total de USD/ciclo/parcela	Visualización y registro	Libro de campo, Libro Microsoft Excel.

				generado por cada estrategia.		
			Rendimiento	Al término de cada cosecha se realizó el conteo del total en quintales por categoría (primera, segunda, tercera y semilla) de cada agricultor.	Visualización, conteo y registro	Libro de campo
			Análisis de costos de producción	Al término de la cosecha se realizó el análisis de costos de producción de las dos estrategias.	Registro, Calculo	Programa (Microsoft Excel.)

Elaborado: Autora (2018)

3.4. MÉTODOS UTILIZADOS

3.4.1. MATERIALES

3.4.1.1. Material Investigativo

- 71 quintales de semilla variedad Superchola, certificada por asociación de productores.
- 17 herramientas de apoyo a la toma de decisión.

3.4.1.2. Material de Campo

- Herramientas de labranza
- Bomba de mochila
- Fungicidas (protectantes y sistémicos)
- Fertilizantes
- Insecticida
- Herbicida
- Materiales de cosecha (sacos, gavetas, etc.)

3.4.1.3. Material de Oficina

- Libreta de apuntes
- Computador (libros de campo)
- Cámara fotográfica

3.4.2. MÉTODOS

3.4.2.1. Localización del estudio investigativo

La investigación se realizó en las comunidades de la parroquia de Julio Andrade y Huaca.

Tabla 7. Sectorización de Experimento parroquia Julio Andrade

Provincia:	Carchi
Cantón:	Tulcán
Parroquia:	Julio Andrade
Comunidades:	Santa Rosa de Chunquer Pispud

Fuente: Base de datos OFIAGRO, CIP (2018)

Elaborado: Autora

Tabla 8. Sectorización de Experimento comunidades de Huaca

Provincia:	Carchi
Cantón:	San Pedro de Huaca
Parroquia:	Huaca
Comunidades:	Guananguicho Norte El Rosal Yamba Timburay San José

Fuente: Base de datos OFIAGRO, CIP (2018)

Elaborado: Autora

Tabla 9. Listado de productores con su localidad

N°	Nombre del Productor	Localidad	Tratamiento
1	Cristian Guiz	Yamba	SAD
2	Milton Chalacama	Yamba	SAD
3	Aníbal Chapi	El Rosal	SAD
4	Emerson Ibarra	Santa Rosa de Chunquer	SAD
5	Alfonso Pérez	El Rosal	SAD
6	José Querembas	El Rosal	SAD
7	Remigio Villota	Timburay	SAD
8	Luis Villarreal	San José	SAD
9	Guillermo Chamorro	Timburay	SAD
10	Gustavo Huera	San José	SAD
11	Julio Chapi	El Rosal	SAD
12	Robiro Querembas	El Rosal	SAD
13	Carmen Pérez	Guananguicho Norte	TRADICIONAL
14	Juan Bautista Chapi	Yamba	TRADICIONAL
15	Julia Gonzales	Santa Rosa de Chunquer	TRADICIONAL
16	Carlos Gonzales	Santa Rosa de Chunquer	TRADICIONAL
17	Simón Lara	Santa Rosa de Chunquer	TRADICIONAL
18	Laura Gonzales	Santa Rosa de Chunquer	TRADICIONAL
19	Florencio Hernández	Santa Rosa de Chunquer	TRADICIONAL
20	Carlos Sierra	Timburay	TRADICIONAL
21	Samuel Sierra	Timburay	TRADICIONAL
22	Simón Villota	Timburay	TRADICIONAL
23	Guillermo Montenegro	Pispud	TRADICIONAL
24	Mardoqueo Pérez	Yamba	TRADICIONAL
25	Luis Chalacama	Yamba	TRADICIONAL
26	Álvaro Carvajal	Yamba	TRADICIONAL
27	Olger Chamorro	Santa Rosa de Chunquer	TRADICIONAL
28	José Cuasquer	Yamba	TRADICIONAL
29	Wilson Hernández	Guananguicho Norte	TRADICIONAL

Fuente: Base de datos OFIAGRO, CIP (2018)**Elaborado:** Autora

3.4.2.1.1. Características Climáticas

Tabla 10. Características climáticas Tulcán-Julio Andrade

Cantón Tulcán- Julio Andrade	
Altitud	3300-3800 msnm
Latitud	0° 0'40" N
Temperatura promedio anual	20°
Precipitación media anual	1086,4 ml
Humedad Relativa	90%

Fuente: INAMI
Elaborado: Autora

Tabla 11. Características climáticas Huaca

Cantón San Pedro de Huaca	
Altitud	2923 msnm
Latitud	0°37'49"N
Longitud	77°43'36" O
Temperatura promedio anual	12.1°C
Precipitación media anual	1100 ml
Humedad Relativa	91%

Fuente: INAMI
Elaborado: Autora

3.4.3. Estrategias

La investigación presenta la ejecución de tres tratamientos para determinar los efectos de reducción de pérdida en la producción de papa causados por tizón tardío.

Tabla 12. Descripción de las estrategias de ensayo.

Estrategias	Descripción
T0	Productores que no utilizan la herramienta de apoyo
T1	Productores que utilizan la herramienta de apoyo
Tt	Parcela Testigo

Fuente: CENTRO Internacional de la papa (2017)

Elaborado: Autora

3.4.4. Descripción y características del estudio investigativo

3.4.4.1. Asignación de Estrategias

La investigación se inició con un grupo de 40 productores de las parroquias de Huaca y Julio Andrade seleccionados en dos grupos, de los cuales por medio de comunicados y acercamientos se obtuvo el apoyo de un total de treinta y cuatro productores, y se asignaron diecisiete al grupo de intervención (uso del SAD) y diecisiete al grupo control (Sin uso del SAD), dando un total de treinta y cuatro parcelas para la evaluación, cada una con un promedio de 471 m²; En cada una de las parcelas fueron evaluados 5 surcos para la variable severidad de tizón tardío dejando los surcos de los extremos, para el resto de variables se utilizó la parcela en su totalidad.

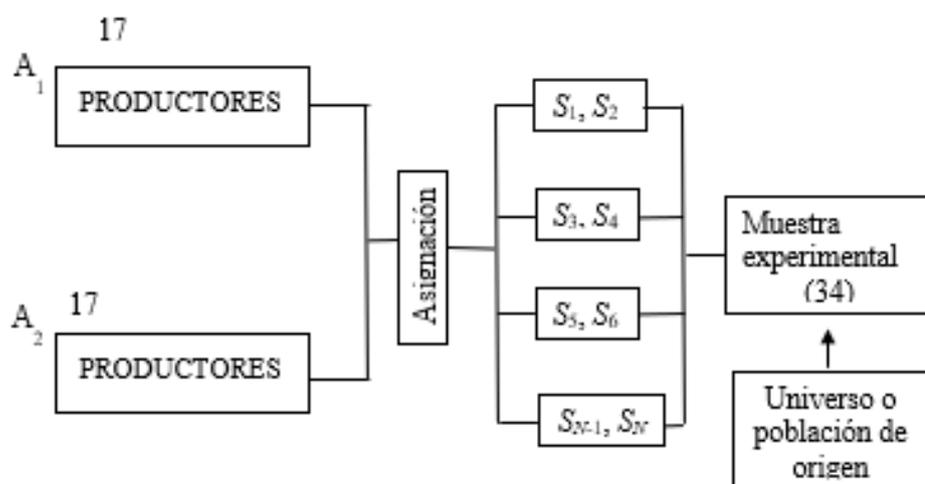


Figura 11. Diseño relacionado de estrategias

Fuente: Centro Internacional de la papa. (2008)

3.4.4.3. Selección de agricultores

El tamaño muestral de la provincia del Carchi fue de 302 agricultores productores de papa, de los cuales mediante la selección anteriormente indicada, se seleccionó un grupo de macro y micro productores de papa de las parroquias de Huaca y Julio Andrade conformando la zona 5 del proyecto con 40 productores, con el tamaño muestral se inició el proceso de búsqueda e identificación por agricultor y zona para evaluar los criterios del agricultor ante la presente investigación, terminando con acercamiento y capacitaciones grupales para los que decidieron colaborar en la investigación realizada llegando a un total de 34 productores.

3.4.4.3.1. Diseño físico utilizado en la investigación

Todo el proceso de siembra fue a criterio del agricultor, en cuanto a lo que se necesitaba para la investigación está representada mediante la siguiente gráfica que representa en cada una de las parcelas lo que se ejecutó para la presente investigación.

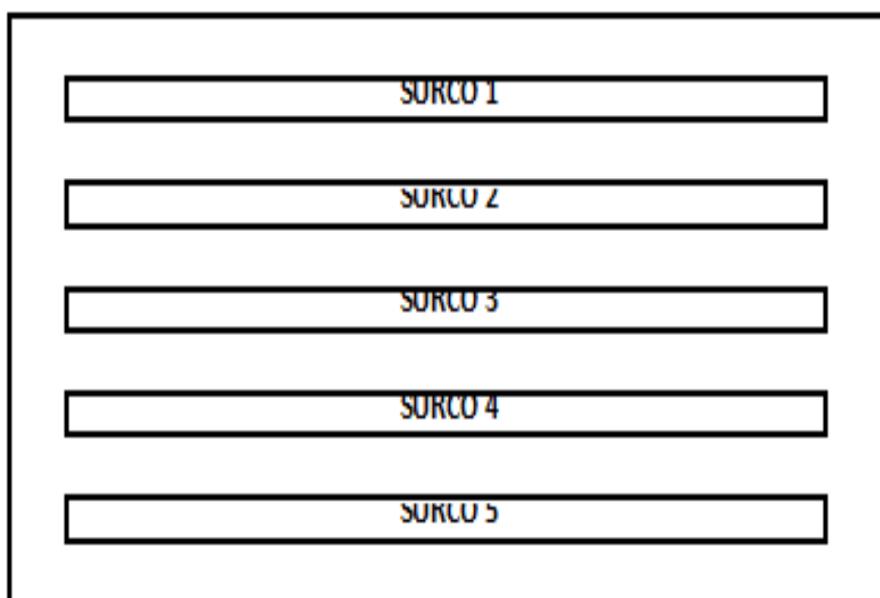


Figura 12. Diseño de surcos seleccionados para la toma de datos de las parcelas de investigación.
Elaborado: Autora.

3.4.4.3.2. Número de observaciones

Con los agricultores que utilizan la herramienta “SAD” se realizó 10 observaciones en cada parcela para la variable severidad, siendo recomendado por la herramienta un lapso

de separación de 12 días a partir de la primera aplicación, de la misma manera se recolecto la información de las demás variables.

3.4.4.3.3. Número de unidad experimental

Se instalaron 29 parcelas las cuales 12 utilizan estrategia 1(Usó de la herramienta), 17 con estrategia 0(Usó Tradicional) y 1 parcela testigo.

Tabla 13. Ubicación de parcelas en las comunidades de las parroquias de Huaca y Julio Andrade.

Julio Andrade- Tulcán- Carchi	
N° de Parcelas	Ubicación
2	Guananguicho Norte
7	Yamba
5	Timburay
1	Paja Blanca
1	Barrio Sur
2	San José
Huaca- San Pedro de Huaca- Carchi	
N° de Parcelas	Ubicación
2	Guagua Negro
8	Santa Rosa de Chunquer
1	Pispud

Fuente: Base de datos OFIAGRO (2006)

Elaborado: Autora.

3.4.4.3.4. Variables evaluadas:

a) Severidad de tizón tardío en el cultivo de papa mediante el uso de la escala de evaluación de Henfling.

La evaluación de *Phytophthora infestans*, se tomó mediante la visualización del grado de daño existente en el follaje, se realizó lecturas en intervalos de 12 días a partir de la primera aplicación hasta la madurez fisiológica de la planta, por lo que la variedad y rueda utilizadas pertenecen al nivel medio de resistencia. De cada parcela se optó por evaluar

el porcentaje de severidad de cinco surcos con la escala elaborada por el CIP, para luego calcular el área bajo la curva de progreso de la enfermedad (ABCPE) mediante la fórmula:

$$ABCPE = L1 + [2 (L2 +L3 +..... +Ln- 1) + Ln] x T/2$$

En donde:

L= Lectura (expresada en porcentaje).

Ln = Última lectura.

Ln-1 = Penúltima lectura.

T= Tiempo entre lecturas.

b) Número de aplicaciones de productos químicos, protectantes y sistémicos en el cultivo de papa para el manejo integrado de tizón tardío.

El número de aplicaciones de fungicidas protectantes y sistémicos para el control de *P. infestans* se obtuvo por criterio personal registrando datos individuales por productor de las dos estrategias. Para determinar del número de aplicaciones por estrategias evaluadas se sacó un promedio de aplicaciones por productor y luego por estrategia; para posteriormente ser comparada en los resultados.

c) Consumo de productos químicos protectantes y sistémicos en el cultivo de papa para el manejo integrado de tizón tardío.

Para determinar el consumo de productos químicos protectantes y sistémicos empleados en el manejo de *P. infestans* se realizó simultáneamente con los datos obtenidos por aplicación de cada productor, para ser promediado a un valor en Kg /parcela.

d) Costos de manejo integrado del tizón tardío con el uso de la herramienta de apoyo a la decisión.

El costo del manejo de *P. infestans* se determinó del costo generado por cada aplicación, se tomó en cuenta los fungicidas aplicados y el tiempo empleado por el productor durante todo el ciclo de cultivo para cada una de las dos estrategias evaluadas.

e) Rendimiento.

Los valores de rendimiento total se registraron en número de quintales por cada parcela evaluada con el uso del SAD y uso tradicional; conjuntamente con cada valor se obtuvo el precio correspondiente a cada categoría: primera, segunda y tercera; para posteriores análisis económicos.

f) Tasa de impacto Ambiental generado por el control de tizón tardío en el cultivo de papa bajo el sistema de apoyo a la decisión.

Por cada parcela evaluada se obtuvo el cálculo de la TIA final de cada fungicida aplicado, mediante la fórmula:

$$\text{TIA} = \text{Concentración del producto} * \text{Dosis/ha} * \text{CIA} * \text{volumen usado.}$$

Dónde:

TIA = Tasa de impacto ambiental

CIA = Coeficiente de impacto ambiental.

Para generar la “Tasa de Impacto Ambiental Total” (TIAT) se sumaron todos los valores obtenidos por cada estrategia; para luego ser evaluadas estadísticamente y determinar cuál estrategia generó menor impacto ambiental.

Tabla 14. CIA.ingredientes activos con SAD.

Ingrediente Activo	CIA
Cimoxanil + Propineb	52,38
Propamocarb	23,89
Cimoxanil + Mancoceb	61,2
Propineb	16,90
Mancoceb	25,72
Dimethomorph	24,01
Azoxistrobin	26,92
Azoxistrobin + Tebuconazole	67,25

Fuente: Universidad de Cornell

Elaborado: Especialistas de Manejo Integrado de Plagas (MIP)

Tabla 15. CIA.ingredientes activos con estrategia tradicional.

Ingrediente Activo	CIA
Cimoxanil + Mancoceb	52,38
Propamocarb	23,89
Mancoceb	25,72
Clorothalonil	37,42
Propineb	16,90
Cimoxanil + Propineb	52,38
Metalaxil + Propamocarb	48,92
Oxicloruro de Cu + Mancoceb	58,92
Dimethomorph	24,01
Azoxistrobin + Tebuconazole	67,25

Fuente: Universidad de Cornell

Elaborado: Especialistas de Manejo Integrado de Plagas (MIP)

g) Análisis económico del control de tizón tardío con y sin el uso de la herramienta de apoyo a las decisiones.

Para establecer el análisis económico se comparó el costo de producción del manejo de *P. infestans* de cada una de las estrategias evaluadas, se tomó en cuenta el precio de venta de cada categoría para obtener un promedio y calcular el beneficio bruto (BB). Para el cálculo del beneficio neto (BN), se restó al beneficio bruto el costo de producción y se identificó cuál estrategia en más provechosa.

3.4.5. Análisis Estadístico.

El análisis que se utilizó para reportar que ocurrió con el uso de la herramienta SAD para el control de Tizón Tardío y el uso Tradicional ante la reducción de pérdidas generadas en cada estrategia fue estadística descriptiva.

En las variables cuantitativas como: Severidad, Aplicaciones de fungicidas, Consumo en KG, Tasa de Impacto Ambiental y Costos, se realizó pruebas de Shapiro Wilk y T student para determinar la normalidad de los datos y así generar diagramas de barras para interpretar el comportamiento de las estrategias evaluadas.

En la variable cualitativa Área bajo la curva del progreso de la enfermedad (ABCPE) para determinar la severidad del tizón tardío, con los datos de la prueba de Shapiro Will se compararon las estrategias con la prueba no paramétrica de Kruskal y Wallis.

Los datos obtenidos de la prueba de Shapiro Wilk de las demás variables se compararon con la prueba no paramétrica de Wilcoxon para identificar diferencias estadísticas entre las dos estrategias evaluadas.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS

4.1.1. Control de Tizón Tardío (*Phytophthora infestans*) en el cultivo de papa Variedad Superchola bajo el efecto del uso de la Herramienta de apoyo a la decisión en los sectores del cantón San Pedro de Huaca y la parroquia Julio Andrade del Carchi.

4.1.1.1. Área bajo la curva del progreso de la enfermedad (*Phytophthora infestans*) en el cultivo de papa variedad Superchola bajo el efecto de la herramienta de apoyo a la decisión en los sectores del cantón San Pedro de Huaca y la parroquia Julio Andrade del Carchi.

Al realizar el test de Kruskal-Wallis (tabla 16) se determinó el estadístico $W = 10,6836$, con un valor de $P = 0,0023$ menor a $0,05$ que establece diferencias estadísticas entre las estrategias estudiadas, se observa dos rangos que difieren en el progreso de tizón tardío, colocando a la parcela de libre infestación en el primer lugar con un valor promedio de $6561,33\%$ - días, en un segundo lugar la estrategia que utilizó la herramienta con un valor promedio $47,36\%$ - días, por último la estrategia tradicional del agricultor con un valor promedio $12,85\%$ - días y se observa que las estrategias SAD y TRADICIONAL son estadísticamente iguales.

Tabla 16. Test de Kruskal-Wallis del Área Bajo la Curva del Progreso de la Enfermedad ante el control de Tizón tardío en papa variedad Superchola con la utilización de la Herramienta de Apoyo a la decisión.

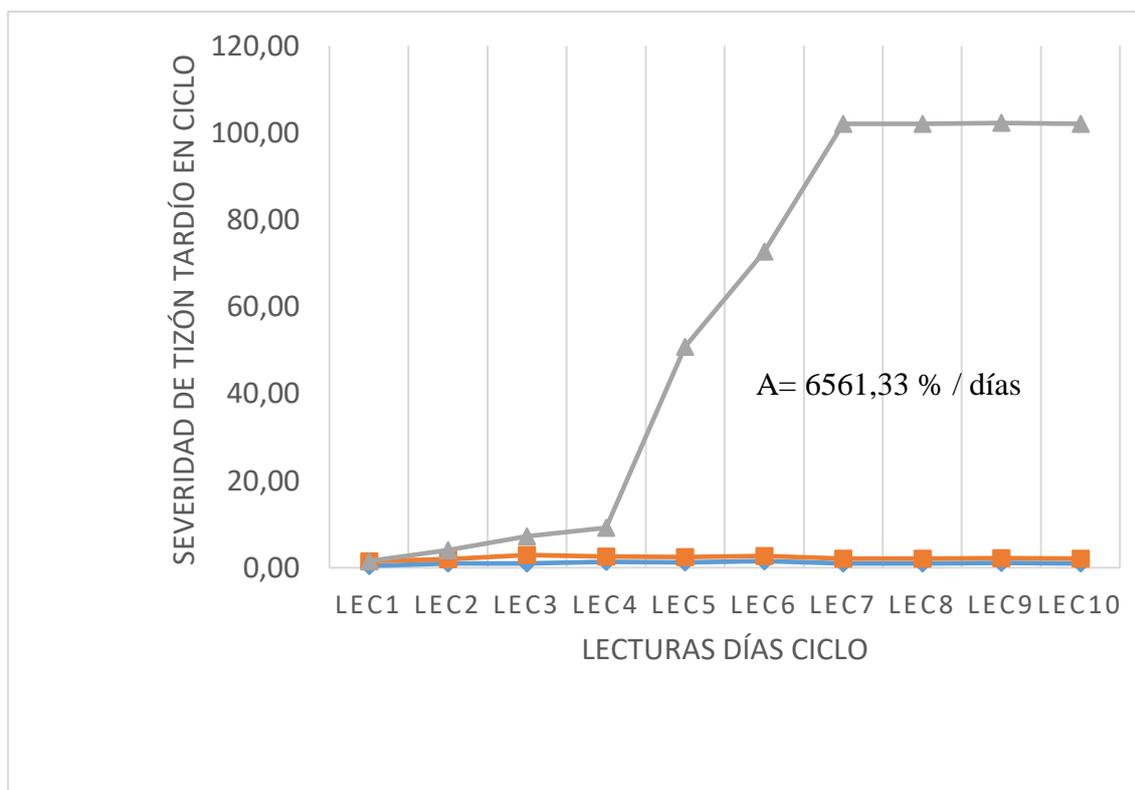
Estrategia a evaluarse	ABCPE % / días	Rangos	p valor
PARCELA LIBRE INFECCIÓN	6561,33 % / días	A	0,0023**
CON SAD	47,36% / días	B	
TRADICIONAL	12,85% / días	B	
PROMEDIO DE ESTRATEGIAS	27,13 % / días		

Fuente: Estudio de campo, Severidad de Tizón Tardío en el cultivo de papa.(2018)

Elaborado: Autora.

4.1.1.2. Severidad de Tizón Tardío (*Phytophthora infestans*) durante el ciclo de cultivo de papa variedad Superchola bajo el efecto del uso de la Herramienta de apoyo a la decisión en los sectores del cantón San Pedro de Huaca y la parroquia Julio Andrade del Carchi.

Gráfico 1. Porcentaje de Severidad con uso de la Herramienta SAD, uso Tradicional del agricultor y Estrategia de Libre Infestación en el cultivo de papa Variedad Superchola bajo el efecto del uso de la Herramienta de apoyo a la decisión.



Fuente: Estudio de campo, Severidad de Tizón Tardío en el cultivo de papa.

Elaborado: Autora.

En el gráfico 1 se observa el progreso de severidad de tizón tardío de las estrategias utilizadas durante todo el ciclo, con los siguientes porcentajes promedios de las lecturas: Uso de la Herramientas SAD 1,07%, Uso Tradicional del agricultor 0,19% y Estrategia de Libre Infestación 53,13%.

La parcela testigo mantiene un porcentaje alto de severidad debido que desde la cuarta lectura los datos son elevados por la presencia de la enfermedad terminando así con las plantas.

El test estadístico indica que no son significativas las estrategias. La parcela de uso tradicional y el uso del sistema de apoyo a la toma de decisión difieren de la parcela de libre infestación.

4.1.1.3. Aplicaciones de productos químicos para el control de Tizón Tardío (*Phytophthora infestans*) en el cultivo de papa variedad Superchola bajo el efecto de la herramienta de apoyo a la decisión en los sectores del cantón San Pedro de Huaca y la parroquia Julio Andrade del Carchi.

Tabla 17. Prueba no paramétrica de Wilcoxon Rank para la variable número de aplicaciones ante el control de Tizón tardío en papa variedad Superchola con la utilización de la Herramienta de Apoyo a la decisión.

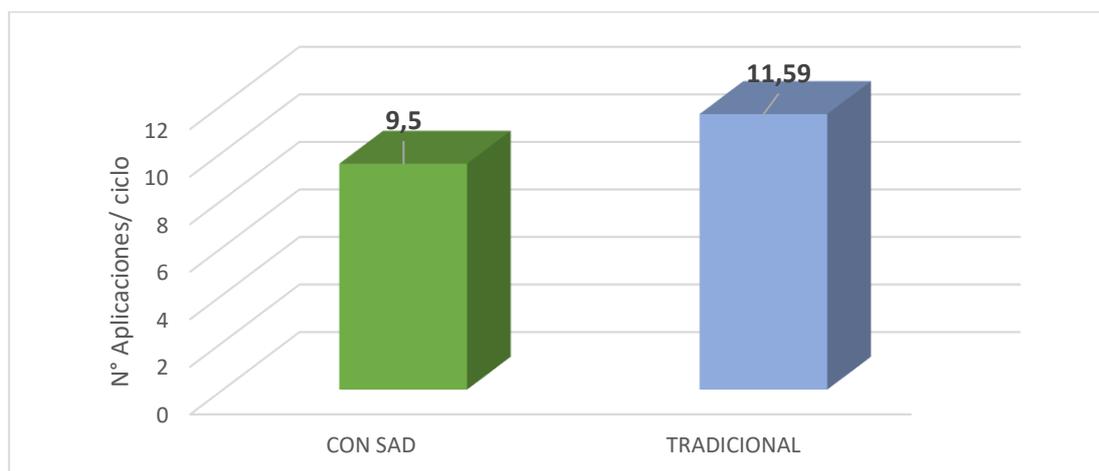
Estrategia a evaluarse	Promedio (N° aplicaciones/ciclo)	P valor
TRADICIONAL	11,59	0,0006**
CON SAD	9,50	
PROMEDIO TOTAL	10,72	

Fuente: Estudio de campo, Estrategias para el control de Tizón Tardío en el cultivo de papa.

Elaborado: Autora.

Al realizar el test de normalidad de Shapiro-Wilk (tabla 17) se determinó un valor de $P=0,0056$, que revela una distribución normal, lo que conlleva a realizar la prueba no paramétrica de Wilcoxon Rank y determinar que existe diferencia estadística significativa entre las estrategias: Uso de Herramienta SAD y Uso Tradicional del Agricultor; para la variable número de aplicaciones con un valor de $P = 0,0006$.

Gráfico 2. Porcentaje de aplicación de productos químicos para el control de Tizón Tardío con uso de la Herramienta SAD, uso Tradicional del agricultor en el cultivo de papa Variedad Superchola bajo el efecto del uso de la Herramienta de apoyo a la decisión



Fuente: Estudio de campo, Estrategias para el control de Tizón Tardío en el cultivo de papa.
Elaborado: Autora.

En el gráfico 2 se observa el porcentaje promedio del número de aplicaciones utilizados en las diferentes prácticas de manejo aplicadas en la investigación: Uso de la Herramientas SAD 9,50; Uso Tradicional del agricultor 11,59 los cuales determinan que el grupo de Uso Tradicional se ubica a 2.09 aplicaciones/ciclo del Uso de la Herramientas SAD, en cuanto al test estadístico muestra que existe una diferencia estadística significativa entre las estrategias utilizadas en la investigación.

4.1.1.4. Consumo de Productos químicos (kg/ciclo/parcela) para el control de Tizón Tardío (*Phytophthora infestans*) en el cultivo de papa variedad Superchola bajo el efecto de la herramienta de apoyo a la decisión en los sectores del cantón San Pedro de Huaca y la parroquia Julio Andrade del Carchi.

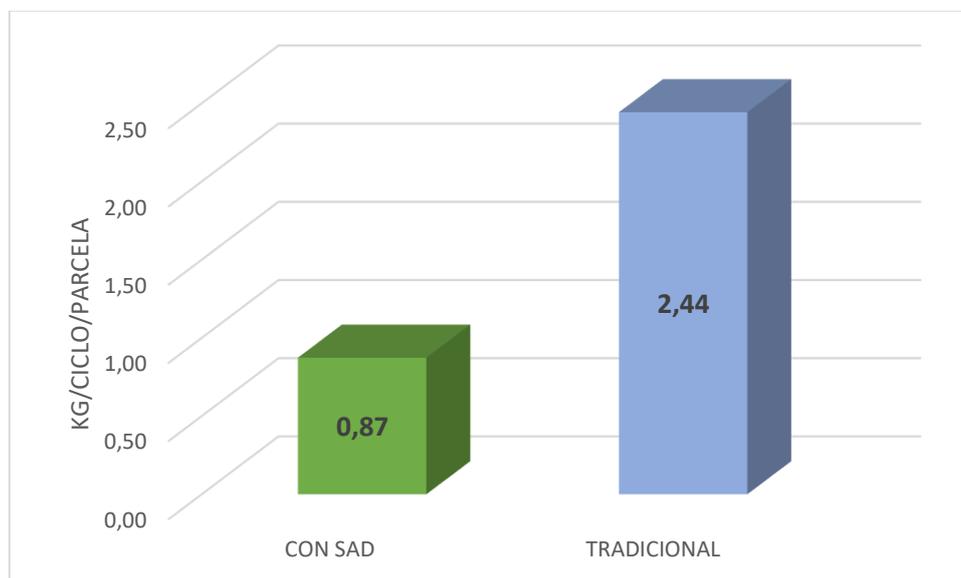
Tabla 18 Prueba de Wilcoxon Rank para el consumo de productos químicos(kg/ciclo/parcela) para el control de Tizón Tardío con uso de la Herramienta SAD, uso Tradicional del agricultor en el cultivo de papa Variedad Superchola bajo el efecto del uso de la Herramienta de apoyo a la decisión

Estrategia a evaluarse	Promedio Kg/ciclo/parcela	P valor
TRADICIONAL	2,44	0.0001**
CON SAD	0.87	
PROMEDIO TOTAL	1,79	

Fuente: Estudio de campo, Estrategias para el control de Tizón Tardío en el cultivo de papa.
Elaborado: Autora.

En el test de normalidad de Shapiro-Wilk (tabla 18) determinó que no tiene normalidad con un valor de $P=0.0032$ por lo que se procede a la prueba no paramétrica de Wilcoxon Rank la cual determina que existe diferencia estadística significativa entre las estrategias aplicadas en la investigación para la variable consumo de productos químicos(kg/ciclo/parcela) con un valor de $P= 0,0001$.

Gráfico 3. Consumo de productos químicos(kg/ciclo/parcela)para el control de Tizón Tardío con uso de la Herramienta SAD, uso Tradicional del agricultor en el cultivo de papa Variedad Superchola bajo el efecto del uso de la Herramienta de apoyo a la decisión

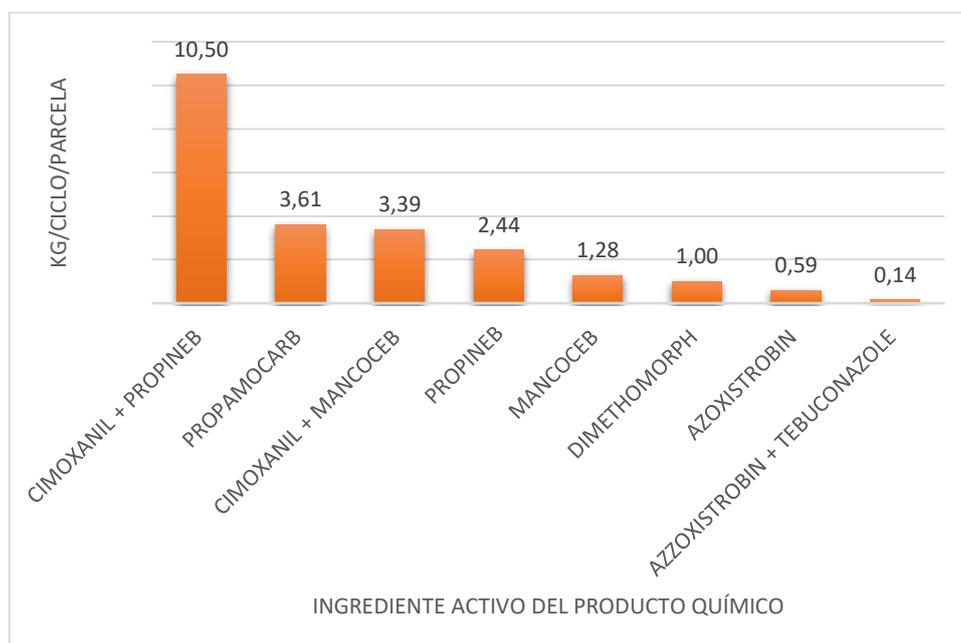


Fuente: Estudio de campo, Estrategias para el control de Tizón Tardío en el cultivo de papa.
Elaborado: Autora.

En el gráfico 3 muestra el porcentaje promedio del consumo de productos de las aplicaciones utilizados en las estrategias de la investigación: Uso de la Herramienta SAD y Uso Tradicional de agricultores que obtienen valores de 0,87 kg/ciclo/parcela y 2,44 kg/ciclo/parcela respectivamente, y establece que el Uso Tradicional está a 1,57 kg/ciclo/parcela sobre el Uso de Herramienta SAD; en la prueba no paramétrica indica que los entre los resultados de las estrategias existe una diferencia estadística significativa.

4.1.1.5. Tipos de productos químicos aplicados para el control de Tizón Tardío (*Phytophthora infestans*) en el cultivo de papa variedad Superchola bajo el efecto de la herramienta de apoyo a la decisión en los sectores del cantón San Pedro de Huaca y la parroquia Julio Andrade del Carchi.

Gráfico 4. Ingredientes activos de productos químicos aplicados para el control de Tizón Tardío bajo el uso de la herramienta en el cultivo de papa Variedad Superchola bajo el efecto del uso del Herramienta de apoyo a la decisión

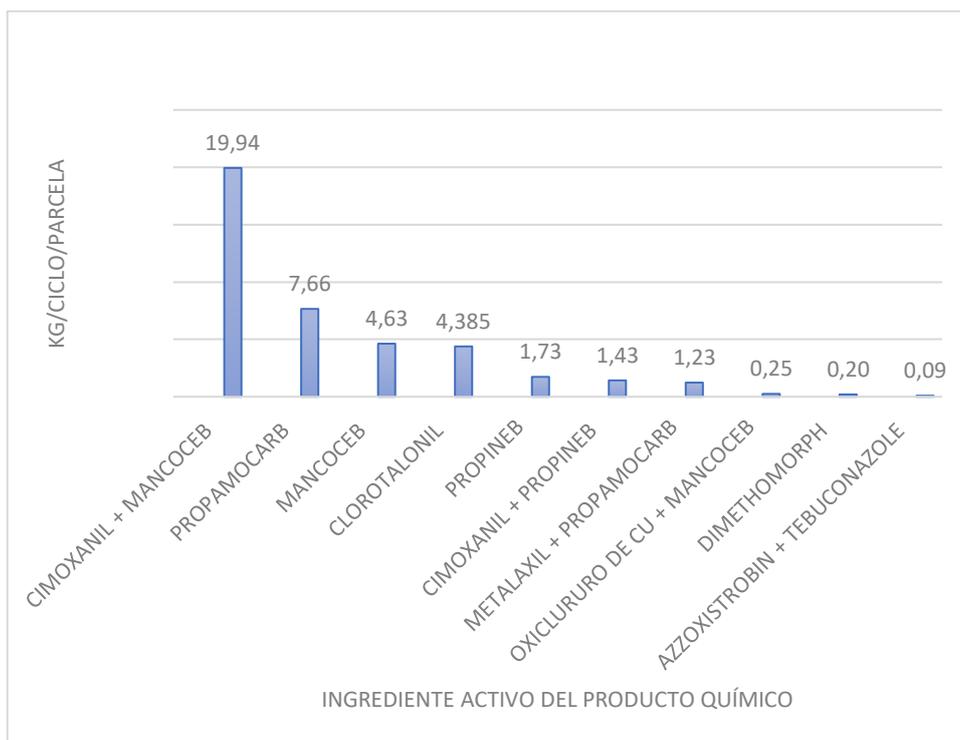


Fuente: Estudio de campo, Estrategias para el control de Tizón Tardío en el cultivo de papa.

Elaborado: Autora.

Para el tipo de productos químicos aplicados por los agricultores que utilizaron la Herramienta SAD (17 productos), en el gráfico 4 indica en un orden descendente las moléculas presentes en dichos productos respectivamente con su promedio de aplicación; siendo la de mayor aplicación Cimoxanil + Propineb con un valor promedio de 10.50 kg/ciclo/parcela, seguido de propamocarb y cimoxanil+mancozeb con 7 kg/ciclo/parcela.

Gráfico 5. Ingredientes activos de productos químicos aplicados para el control de Tizón Tardío bajo el uso Tradicional en el cultivo de papa Variedad Superchola bajo el efecto del uso del Herramienta de apoyo a la decisión



Fuente: Estudio de campo, Estrategias para el control de Tizón Tardío en el cultivo de papa.
Elaborado: Autora.

El tipo de productos químicos aplicados por los agricultores con estrategia Tradicional es de 28 productos, el gráfico 5 indica en un orden descendente las moléculas presentes en dichos productos respectivamente con su promedio de aplicación; siendo la de mayor aplicación Cimoxanil + Mancoceb con un valor promedio de 19.94 kg/ciclo/parcela, seguido de propamocarb, mancoceb y clorotalonil con un 16.675 kg/ciclo/parcela.

4.1.1.6. Tasa de Impacto Ambiental para el control de Tizón Tardío (*Phytophthora infestans*) en el cultivo de papa variedad Superchola bajo el efecto de la herramienta de apoyo a la decisión en los sectores del cantón San Pedro de Huaca y la parroquia Julio Andrade del Carchi.

Tabla 19. Prueba de Wilcoxon Rank para la tasa de impacto ambiental (Tia/ciclo/parcela) para el control de Tizón Tardío con uso de la Herramienta SAD, uso Tradicional del agricultor en el cultivo de papa Variedad Superchola bajo el efecto del uso de la Herramienta de apoyo a la decisión

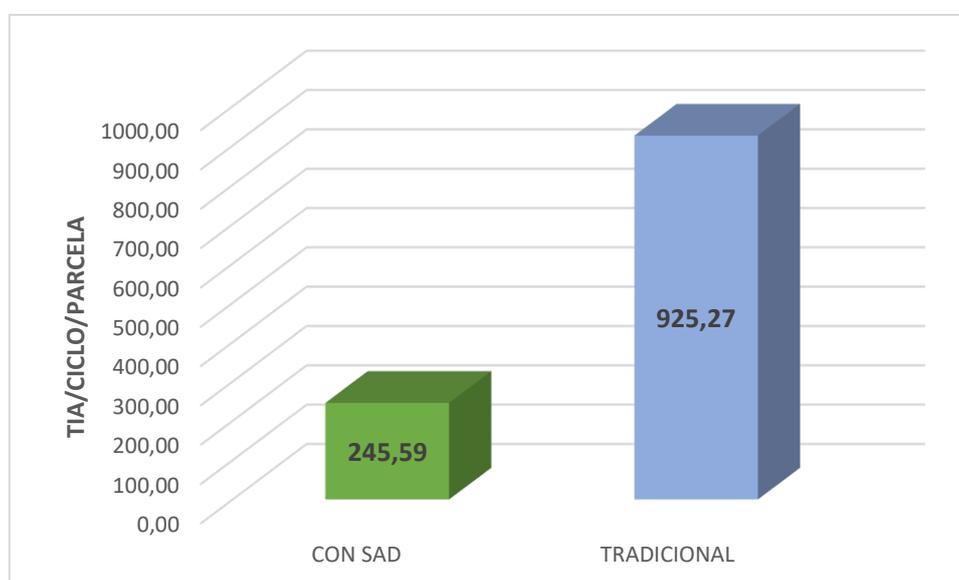
Estrategia a evaluarse	Promedio TIA /ciclo/parcela	P valor
TRADICIONAL	925,27	0.0000**
CON SAD	245,59	
PROMEDIO TOTAL	644,02	

Fuente: Estudio de campo, Estrategias para el control de Tizón Tardío en el cultivo de papa.

Elaborado: Autora.

Los datos obtenidos por el test de normalidad de Shapiro-Wilk (tabla 19) se percibió que no tiene normalidad con un valor de $P=0,0095$. Con el dato obtenido se procede a realizar la prueba de Wilcoxon Rank el cual determina que existe diferencia estadística significativa entre tratamientos para la variable Tasa de Impacto Ambiental con un valor de $P=0,0000$.

Gráfico 6. Porcentaje de Tasa de Impacto Ambiental para el control de Tizón Tardío en el cultivo de papa Variedad Superchola bajo el efecto del uso de la Herramienta de apoyo a la decisión.



Fuente: Estudio de campo, Estrategias para el control de Tizón Tardío en el cultivo de papa.

Elaborado: Autora.

La variable de Tasa de Impacto Ambiental presente en la figura 18 indica que los agricultores que utilizaron la herramienta de apoyo a la toma de decisiones fue efectiva de acuerdo a la disminución de impacto ambiental producido por el manejo en el control de tizón tardío en el cultivo de papa con un valor de 679,68% menos que la estrategia de uso Tradicional.

4.1.1.7. Costos empleados para el control de Tizón Tardío (*Phytophthora infestans*) en el cultivo de papa variedad Superchola bajo el efecto de la herramienta de apoyo a la decisión en los sectores del cantón San Pedro de Huaca y la parroquia Julio Andrade del Carchi.

Tabla 20. Prueba de T Student para costos empleados para el control de Tizón Tardío con uso de la Herramienta SAD, uso Tradicional del agricultor en el cultivo de papa Variedad Superchola bajo el efecto del uso de la Herramienta de toma de decisión.

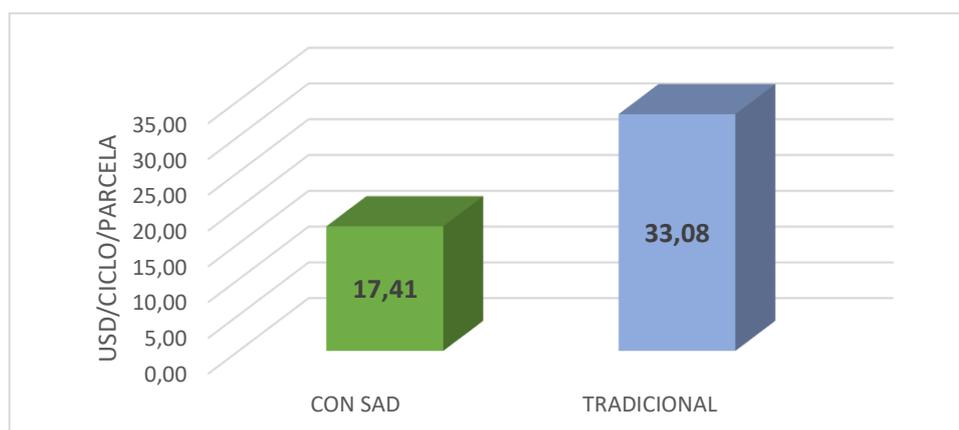
Estrategia a evaluarse	Promedio Costos/ciclo/parcela	P valor
TRADICIONAL	33,08\$	0,2251 ns
CON SAD	17,41\$	
PROMEDIO TOTAL	15,67\$	

Fuente: Estudio de campo, Estrategias para el control de Tizón Tardío en el cultivo de papa.

Elaborado: Autora.

Con los datos en el test de normalidad de Shapiro-Wilk (tabla 20) se percibe que tiene normalidad con un valor de $P=0,4770$, por lo que se procede a realizar la prueba de T Student y determina que no existe diferencia estadística significativa entre estrategias para la variable costos con un valor de $P = 0, 2251ns$

Gráfico 7. Costos empleados para el control de Tizón Tardío en el cultivo de papa Variedad Superchola bajo el efecto del uso de la Herramienta de apoyo a la decisión



Fuente: Estudio de campo, Estrategias para el control de Tizón Tardío en el cultivo de papa.

Elaborado: Autora.

Con los promedios obtenidos de la variable costos (gráfico 7) se determina que los agricultores que trabajaron con la herramienta de apoyo a la toma de decisiones obtuvo un porcentaje considerable de disminución en el costo de manejo de lancha ante los agricultores que trabajaron de forma tradicional, con valores de \$ 17,41 y \$ 33,08 respectivamente; se tiene \$15,67 de diferencia.

4.1.2. Rendimiento y análisis económico para el control de Tizón Tardío en el cultivo de papa variedad Superchola bajo el efecto del uso de la herramienta de apoyo a la decisión en los sectores del cantón San Pedro de Huaca y la parroquia Julio Andrade del Carchi.

4.1.2.1. Rendimiento en el cultivo de papa Variedad Superchola bajo el efecto del uso del Herramienta de apoyo a la decisión.

Tabla 21. Prueba de Wilcoxon Rank para rendimiento (qq/parcela) para el control de Tizón Tardío con uso de la Herramienta SAD, uso Tradicional del agricultor en el cultivo de papa Variedad Superchola bajo el efecto del uso de la Herramienta de toma de decisión.

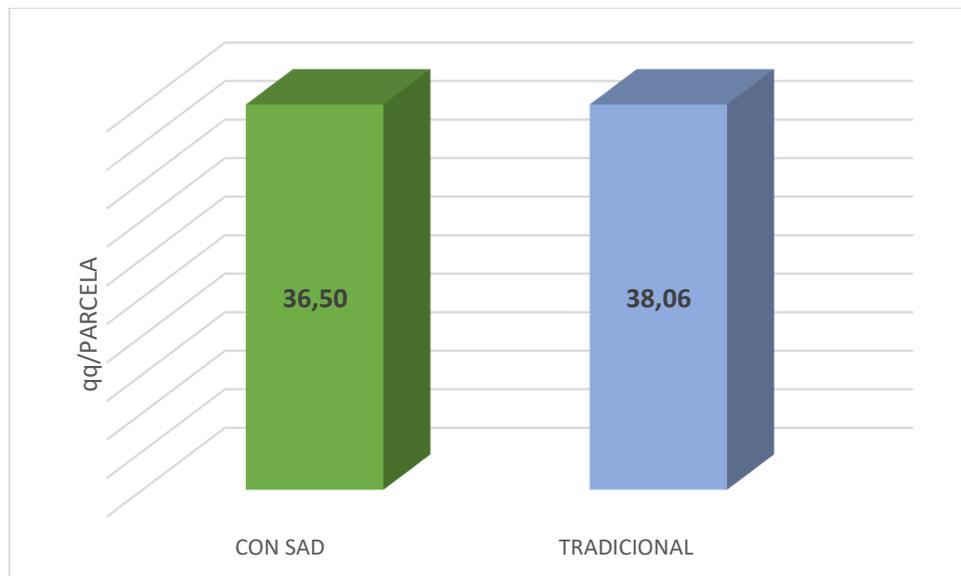
Estrategia a evaluarse	Promedio qq/parcela (445 m2)	Promedio qq/parcela 1 ha	P valor
TRADICIONAL	38,06	855,28	0.3866ns
CON SAD	36,50	820,22	
PROMEDIO TOTAL	644,02		

Fuente: Estudio de campo, Estrategias para el control de Tizón Tardío en el cultivo de papa.

Elaborado: Autora.

De acuerdo con el test de normalidad de Shapiro-Wilk (tabla 21) se obtuvo que los datos no tienen normalidad con un valor de $P=0,0384$, por lo que se procede a la prueba de Wilcoxon Rank la cual percibe que no hay diferencia estadística significativa entre las estrategias para la variable rendimiento con un valor de $P = 0.3866ns$.

Gráfico 8. Porcentaje de rendimiento en el cultivo de papa Variedad Superchola bajo el efecto del uso de la Herramienta de apoyo a la decisión



Fuente: Estudio de campo, Estrategias para el control de Tizón Tardío en el cultivo de papa.

Elaborado: Autora.

Los rendimientos de acuerdo a los promedios obtenidos determinan que los agricultores que laboraron de forma Tradicional obtuvieron mayor cantidad de producción que los agricultores que utilizaron la herramienta SAD, con valores de 38,04 qq/parcela y 36,50 qq/parcela respectivamente (gráfico 8).

4.1.2.2. Análisis económico para el control de Tizón Tardío en el cultivo de papa bajo el efecto del uso de la Herramienta de apoyo a la decisión en los sectores del cantón San Pedro de Huaca y la parroquia Julio Andrade del Carchi.

Para realizar el análisis económico se toma en cuenta la relación costo-beneficio, el que detalla el valor en dólares del costo de producción, con el promedio de parcelas utilizadas en las distintas estrategias aplicadas: Uso de Herramienta SAD y Uso Tradicional por el agricultor para el control de Tizón Tardío (*Phytophthora Infestans*) en el cultivo de papa bajo el efecto del uso de la Herramienta de apoyo a la decisión. La tabla 22 presenta las variantes aplicadas para las distintas estrategias.

Tabla 22. Variantes del análisis económico para el control de Tizón Tardío con uso de la Herramienta SAD, uso Tradicional del agricultor en el cultivo de papa Variedad Superchola bajo el efecto del uso de la Herramienta de toma de decisión

Variantes	Uso Herramienta SAD	Uso Tradicional
Costos de Productos aplicados en la estrategia + Tiempo empleado para el control de Tizón Tardío.	\$ 17,41/parcela	\$ 33.08/parcela
RENDIMIENTO	36,50 qq/parcela	38,06 qq/parcela

Fuente: Estudio de campo, Estrategias para el control de Tizón Tardío en el cultivo de papa.

Elaborado: Autora.

En la tabla 23 se observa el análisis económico de las estrategias evaluadas, en este se consideró el precio promedio de venta del producto según la categoría; primera, segunda y tercera por parcela investigativa que resulto \$16,21; \$9,65; \$3,46 respectivamente. Como se evidencia, las dos estrategias generaron rentabilidad independiente de la producción, quien obtuvo mayor utilidad resulto la estrategia tradicional del agricultor con \$1,66; seguida de la estrategia SAD con \$1,58, lo que quiere decir, que por cada dólar invertido obtenemos una ganancia de \$0.66 y \$0,58 respectivamente. La estrategia tradicional se situó únicamente con \$0,08 por encima de la estrategia aplicada con uso del SAD.

Tabla 23. Relación costo-beneficio de las dos estrategias evaluadas para el control de Tizón Tardío en el cultivo de papa Variedad Superchola.

Estrategia	Costo de producción/ estrategia (\$) (445m ²)	Producción qq/parcela	Venta (\$)	Utilidad neta (\$)	Costo/beneficio (\$)	Costo de producción/ estrategia (\$) 1 ha
Uso del SAD	195,37	36,5	532,31	336,94	1,72	4.484,46
Uso Tradicional	200,91	38,06	447,40	246,49	1,23	4.611,62

Fuente: Estudio de campo, Estrategias para el control de Tizón Tardío en el cultivo de papa.

Elaborado: Autora.

4.2. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en la variable severidad indican que no se obtuvo diferencias estadísticas entre las estrategias Tradicional del Agricultor y el uso de la Herramienta SAD, por lo que ante el control del Tizón Tardío fueron efectivas de igual manera.

En las parcelas con el uso de la estrategia SAD, se presentó un porcentaje mayor de intensidad de la enfermedad con relación a la estrategia Tradicional, aunque al realizar el control con la herramienta se muestra bajos niveles de ataque de *Phytophthora infestans* en todo el ciclo del cultivo. El mismo resultado coincide con la investigación de (Cangas, 2019) en el uso de la herramienta en la zona de San Gabriel indicando porcentajes de severidad bajos en la utilización de la misma herramienta, mismos resultados presentes en la investigación “Validación de estrategias de manejo de tizón tardío de la papa” por (Yepez, 2016), muestran que las estrategias aplicadas en la investigación mantienen bajos los niveles de severidad de *Phytophthora infestans*.

La parcela de libre infección manifiesta elevada intensidad en el progreso de la enfermedad llegando a obtener un 100% de infestación, las primeras lecturas tuvieron bajos niveles de infestación. El primer y segundo ciclo del cultivo se encuentra en crecimiento desde la emergencia hasta la floración. De esta manera se aumenta el área foliar, provocando un porcentaje bajo de la infección, esto coincide con (Barona, 2009), quien expone que en su investigación existió un bajo porcentaje de infección hasta los 55 días en sus parcelas testigo.

En cuanto a los productos químicos utilizados cabe recalcar que los agricultores que aplicaron la estrategia SAD mantuvieron grupal la aplicación de cada producto, siendo alternados tanto en el cultivo como entre el grupo zonal, utilizándolo de acuerdo a como la herramienta se lo indicaba; mientras que los agricultores con uso de estrategia Tradicional mantuvieron los productos de uso cotidiano y de recomendación comercial para el manejo de Tizón Tardío.

Los registros de consumo de productos químicos para el control de *Phytophthora infestans* presentan valores altos en la estrategia de uso Tradicional debido a que el

criterio del agricultor se basa en realidades propias de la zona y por sugerencia de Técnicos de casas comerciales. Por lo que el criterio de aplicar distintos productos con mismo ingrediente activo genera mayor impacto ambiental y mayor costo en cada aplicación.

Existen dos tipos de resistencia horizontal y vertical ante *Phytophthora infestans*, las variedades de papa con resistencia vertical son aquellas que sólo resisten a ciertas razas del patógeno. Estas plantas no muestran manchas necróticas y las plantas presentan una apariencia totalmente sana. Sin embargo, esta resistencia es de corta duración, producen mutaciones en el patógeno para vencer esta resistencia.

Las variedades de papa con resistencia horizontal son aquellas que resisten a todas las razas del patógeno y presentan pequeñas manchas necróticas en las hojas, cuyo desarrollo es restringido. Esta resistencia es más duradera y más útil que la anterior. Debido a que la enfermedad se desarrolla en forma restringida el manejo integrado del tizón tardío es más efectivo. (Forbes & Perez, 2008)

La resistencia al metalaxyl es uno de los precedentes más claros y que se ha reportado dentro de poblaciones de *P. infestans* a escala mundial, constituyéndose en un factor limitante en el uso de este fungicida (Perez & Forbes, 2008)

Los agricultores con el uso de estrategia SAD al utilizar menor número de productos y a su vez menos número de aplicaciones generan 245.59% de TIA, mientras que los de uso Tradicional con la utilización de más productos genera 925.27% interpretando que el uso correcto de la herramienta si ayuda a la disminución de Tasa de impacto ambiental, concordando con los resultados de la investigación de (Gavillan, G., Surgeoner, G., & Kovach, J., 2001) en el que ultimamente que la aplicación de un manejo integrado de plagas ayuda a disminuir el impacto ambiental frente a un manejo convencional sin importar el cultivo.

Esta investigación determina la importancia de utilizar las diferentes tecnologías para un correcto manejo integrado de plaga y enfermedades como el SAD para control de *P. infestans* o cualquier otra herramienta, por motivo indudable que la afectación a la salud del agricultor se reduce, por uso de productos químicos con menor Impacto ambiental, siendo así el cultivo más sano.

La tasa de impacto ambiental de la estrategia SAD tiene un promedio de 245,59% , mientras que la estrategia Tradicional tiene un valor elevado de 925,27%, según (Fernández, 2016) en la investigación “Valoración del impacto ambiental total por agroquímicos en la cuenca del río Mendoza” indica que la tasa de impacto ambiental TIA >250 es muy alta; en este caso las dos estrategias tienen elevado el valor de TIA, pero la estrategia SAD obtuvo una reducción considerable en comparación a la estrategia tradicional con una reducción de 644.02 % de TIA.

En la variable costos por aplicación de productos químicos para el control de *P. infestans*, los promedios de la estrategia de uso Tradicional y la estrategia de uso SAD tiene \$33,08 y \$17,41 respectivamente, resultando factible que la aplicación de la herramienta SAD para el control de Tizón Tardío disminuye ante la estrategia de uso Tradicional en un promedio de \$15,67.

En la variable rendimiento las dos variables alcanzaron cantidades similares, por lo que el uso de la estrategia SAD, se considera que no favorece a un incremento en rendimiento debido a presencia de mayor severidad durante los ciclos de crecimiento del cultivo Según la investigación (Yepez, 2016) determina que la disminución del área foliar dañada por presencia de tizón tardío influyó en parte a la reducción del rendimiento.

La aplicación de la herramienta SAD le permite al agricultor obtener un 47,37% de beneficio en la variable costos de producción a diferencia de la estrategia tradicional, con una leve disminución en el rendimiento productivo, esta disminución en algunos casos es asimilada para el productor, en otros casos el único interés de él es generar mayor utilidad, en este caso la brindada por la estrategia de uso Tradicional. Cierta número de productores si consideran la opción que al utilizar la herramienta SAD le ayuda en la disminución de costos, aplicaciones y a su vez el impacto ambiental. Sin embargo el criterio de la mayoría de productores es obtener mayor utilidad sin observar el daño de su alrededor.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- ❖ Es una nueva técnica, la herramienta SAD para el control de tizón tardío en el cultivo de papa, que al utilizarlo correctamente con las indicaciones señaladas se vuelve eficiente y eficaz para dicho control.
- ❖ El SAD, es un juego sistemático compuesto por ruedas sencillas y accesibles utilizadas por el agricultor de forma cotidiana, con las que se aprecia un control de severidad de *Phytophthora infestans* similar al del agricultor.
- ❖ Con el uso de la herramienta SAD, se obtuvo menor número de aplicaciones, por consiguiente una disminución de la tasa de impacto ambiental generado por Los fungicidas para el control de Tizón Tardío.
- ❖ El costo de producción de los fungicidas aplicados con el uso de la herramienta SAD para el control de tizón tardío, resulta menor que el registrado por el uso tradicional del agricultor.

5.2. RECOMENDACIONES

- Realizar continuos proyectos con presencia de los agricultores de zonas productoras de papa, con prácticas de campo visuales y explicativas ante el correcto uso y manejo de las diferentes herramientas de control de enfermedades para enriquecer el conocimiento.
- Tomando en cuenta los resultados de la presente investigación, presentar la herramienta como una nueva alternativa el manejo integrado para el control de Tizón Tardío en el cultivo de papa a un mayor número de agricultores, realizando parcelas demostrativas para el uso correcto de la herramienta y a su vez de los fungicidas a utilizarse.
- Elaborar herramientas únicas y específicas para cada una de las variedades de papa, tomando en cuenta el sector en donde serán aplicadas y el tipo de clima de la zona.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barona, D. (2009). *Evaluación del impacto ambiental de tecnologías para producción de papa (Solanum tuberosum) con alternativas al uso de plaguicidas peligrosos. Cutuglahua, Pichincha*. Obtenido de <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=EC2013108243>
- Cambell, C., & Madden, L. (1990). *Introduction to Plant Disease Epidemiology. Connecticut: U.S.A: John Wiley & Sons*.
- Cangas, A. (2019). Evaluación de la herramienta “Sistema de apoyo a la decisión” generado por el Centro Internacional de la Papa (CIP) para el Manejo Integrado de Tizón Tardío (MITT) en las comunidades de Canchaguano Monteverde, El Chamizo y Atal del cantón Montufar provincia . Carchi, Ecuador.
- CIP, I. P. (2017). *CIP, International Potato Center*. Obtenido de <https://cipotato.org/es/lapapa/plagas-y-enfermedades-de-la-papa/>
- Cucás, X. L. (06 de Junio de 2012). Producción y comercialización de la papa y su incidencia en el desarrollo socio económico de la parroquia de Julio Andrade en la provincia del Carchi durante el año 2008-2009. Ibarra.
- Egúsquiza, L. (2000). La Papa . *Producción. transformación y comercialización*. Lima, Perú.
- Fernández. (2016). *Valoración del impacto ambiental total por agroquímicos en la cuenca del río Mendoza*. Obtenido de <https://www.ina.gov.ar/legacy/pdf/CRA-IIIFERTI/CRA-RYD-6-Fernandez.pdf>
- Forbes & Perez. (2008). *MANEJO INTEGRADO DEL TIZÓN TARDÍO*. Obtenido de HOJA DIVULGATIVA•3.
- Freire, M. (2017). *Validación de una estrategia en el control de Tizón Tardío (Phytophthora infestans) en papa con las variedades Iniap-Libertad, Iniap- Cecilia y Superchola en la Provincia de Tungurahua*. Obtenido de <http://repo.uta.edu.ec/bitstream/123456789/25472/1/tesis-062%20Maestr%C3%ADa%20en%20Agroecolog%C3%ADa%20y%20Ambiente%20-%20CD%20481.pdf>
- Gavillan, G., Surgeoner, G., & Kovach, J. (2001). Environmental Quality. En *Pesticide risk reduction on crops in the province of Ontario*. Canada: Ontario.

- Henfling, J. (1987). El Tizón Tardío de la Papa. Lima-Perú: Boletín de Información. Técnica cuatro.
- Hualcapi, E. (2012). *Combate de Tizón Tardío(Phytophthora infestans) con activadores de defensas naturales en el cultivo de papa(Solanum tuberosum)c.v.Superchola*. Obtenido de http://repo.uta.edu.ec/bitstream/123456789/1607/1/Tesis_010agr.pdf
- Inca, A. (2015). *Validación de la herramienta circular de toma de decisiones para el control del Tizón Tardío(Phytophthora infestans) de la papa en Tunshi Provincia de Chimborazo*. Obtenido de <http://dspace.esoch.edu.ec/bitstream/123456789/4268/1/13T0812%20pdf>
- INIAP/PNRP-PAPA. (2006). Programa nacional de raíces y tubérculos rubro papa. En *Guía para el manejo y toma de datos de ensayos de mejoramiento de papa*. (pág. 24). Sin publicar.
- INTAGRI, E. E. (Diciembre de 2018). *intagri*. Obtenido de Phytophthora infestans, un Hongo Devastador para las Hortalizas.: <https://www.intagri.com/articulos/fitosanidad/phytophthora-infestans-un-hongo-devastador-para-las-hortalizas>
- Jaramillo, S. (2003). *Monografía Sobre Phytophthora infestans (MONT) de Bary*. Obtenido de Universidad Nacional de Colombia. Departamento de ciencias agronómicas: <http://www.reuna.unalmed.edu.co/temporales/memorias/Monografia.pdf>. 3-11-2008
- Kovach, J., Petzoldt, C., Degnil, J., & Tette, J. (1992). *A method to measure the enviromental impact of pesticides*. New York: Food and Life Sciences.
- Lindao, V. (1991). El manejo del cultivo de papa. En *Fundagro Fundación para el desarrollo agropecuario* (págs. 10-11). Guamate-Ecuador: Boletín N0 5,.
- Monar,C; Velasco, I y Guambuquete, I. (2007). Evaluación agronómica de cuatro clones prmisores y tres variedades de papa (Solanum tuberosum L.) con investigación participativa, en tres localidades de la provincia de Bolivar. Universidad Estatal de Bolivar, Facultad de Ciencias Agropecuarias.
- Perez & Forbes. (2008). *Manejo Integrado de Tizón Tardío*. Obtenido de ¿Qué es la resistencia genética?
- Pérez, W., & Forbes, G. (Marzo de 2008). *CIPOTATO.ORG*. Obtenido de <http://cipotato.org/wp-content/uploads/2014/08/004271.pdf>

- Pozo, M. (2015). Evaluación de la efectividad de estrategias convencionales y alternativas para el manejo de tizón tardío (*Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary) en papa (*Solanum tuberosum* L.), Montúfar - Carchi. Quito: Universidad Central Del Ecuador.
- Pumisacho y Sherwood. (2002). *El cultivo de la papa en el Ecuador*.
- Quiroz, D. (2019). *Evaluación del uso de la herramienta "Sistema de apoyo a la decisión" para el manejo integrado de *Phytophthora infestans* en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) Variedad Superchola en las comunidades de Casa Fría, El Moral, Taya, Chapues, Calle Larga del canton.*
- Realpe, E. J. (02 de Diciembre de 2012). *Evaluación de la eficiencia de fungicidas protectantes y sistémicos para el control de tizón tardío (*Phytophthora infestans*) en el cultivo de papa en San Pedro de Huaca provincia del Carchi.*
- Rivillas, C., Serna, C., Cristacho, M., & Gaitan, A. (2011). *Cenicafe*. Obtenido de <http://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/594/1/036.pdf>
- Schepers. (2001). Obtenido de https://research.cip.cgiar.org/confluence/download/attachments/37192020/3.3_Avances_en_sistemas_de_apoyo_para_la_toma_de_decisiones_en_el_controlOK.pdf?version=1&modificationDate=1273615764000
- Schepers, H. (2001). *research.cip.cgiar.org*. Obtenido de https://research.cip.cgiar.org/confluence/download/attachments/37192020/3.3_Avances_en_sistemas_de_apoyo_para_la_toma_de_decisiones_en_el_controlOK.pdf?version=1&modificationDate=1273615764000
- Taípe, A. (Diciembre de 2017). *Conferencia de capacitación para capacitadores*.
- Torres, Cuesta, Monteros & Rivadeneira. (Diciembre de 2011). *International Potato Center. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP)*. Obtenido de <https://cipotato.org/es/latinoamerica/informacion/inventario-de-tecnologias/variedades/>
- Torres, L. C. (2011). *Variedades de papa*. Obtenido de <http://cipotato.org/es/cip-quito/informacion>
- Trujillo, L. (2003). *Oficina General Del Sistema de Bibliotecas y Biblioteca Central UNMSM*. Obtenido de http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/tesis/Basic/trujillo_lg/cap8.pdf. 3-11-2008

- Umaerus, V. (1970). Studies on Field Resistance to Phytophthora infestans. Wageningen, NL. Z. Pflanzenzüchtg: Plant Pathology 10(3).
- Velasco, T. G. (2009). Perfil farmer vs HH DSS. *Documentos CIP capacitación*.
- Velasco, Taípe, Gómez, Herrera,. (2016). *Perfil farmer vs HH DSS*.
- Villafuerte, O. (Junio de 2008). *Portal Agrario Ancash*. Obtenido de <http://www.agroica.gob.pe/papas.shtml>. 3-11-2008
- Yáñez, E. (2006). *Estudio de línea base de variedades de papa en comunidades de las Provincias de Carchi, Chimborazo y Parroquia Quero en Ecuador*.
- Yepez, L. (2016). Validación de estrategias de manejo del tizón tardío. Quito.

VII. ANEXOS

7.1. Anexo Documental.

7.1.1 Escala para determinación de severidad del tizón tardío de la papa.

Valores escala del CIP	Tizón (%)		Síntomas
	Media	Limites	
1	0		No se observa tizón tardío.
2	2.5	Trazas - < 5	Tizón tardío presente. Máximo 10 lesiones por planta.
3	10	5 - < 15	Las plantas parecen sanas, pero las lesiones son fácilmente vistas al observar de cerca. Máxima área foliar afectada por lesiones o destruida corresponde a no más de 20 folíolos.
4	25	15 - < 35	El tizón fácilmente visto en la mayoría de las plantas. Alrededor del 25 % del follaje está cubierto de lesiones o destruido.
5	50	35 - < 65	La parcela luce verde, pero todas las plantas están afectadas; las hojas inferiores muertas. Alrededor del 50% de área foliar está destruido.
6	75	65 - < 85	La parcela luce verde con manchas pardas. Alrededor del 75% de cada planta está afectado. Las hojas de la mitad inferior de las plantas están destruidas.
7	90	85 - < 95	La parcela no está predominantemente verde ni parda. Solo las hojas superiores están verdes. Muchos tallos tienen lesiones extensas.
8	97.5	95 - < 100	La parcela se ve parda. Unas cuantas hojas superiores aun presentan algunas áreas verdes. La mayoría de los tallos están lesionados o muertos.
9	100		Todas las hojas y los tallos están muertos.
La descripción de síntomas se basa en plantas con 4 tallos y 10 hojas por tallo.			

Anexo 1. Escala para determinación de severidad del tizón tardío de la papa.

Fuente: (Henfling, 1987)

7.1.2. Registro de evaluaciones y toma de decisiones para la aplicación de fungicida con uso de la herramienta SAD en las comunidades del cantón Huaca.

evaluación	Fecha	Superchola (4)			aplicación de:	Uso del SAD	evaluación	Fecha	Superchola (4)			aplicación de:	Uso del SAD
		Lluvia acumulada	ultima aplic.	total					Lluvia acumulada	ultima aplic.	total		
inicio	4/8/2018	-	-	-	Sistémico	Productor	inicio	4/8/2018	-	-	-	Sistémico	Productor
1º	12/8/2018	3	1	4	Sistémico	Productor	1º	12/8/2018	3	1	4	Sistémico	Productor
2º	19/8/2018	3	1	4	Sistémico	Productor	2º	19/8/2018	3	1	4	Sistémico	Productor
3º	1/9/2018	3	1	4	Sistémico	Productor y técnico	3º	1/9/2018	3	1	4	Sistémico	Productor y técnico
4º	13/9/2018	3	3	6	Sistémico	Productor y técnico	4º	13/9/2018	3	3	6	Sistémico	Productor y técnico
5º	25/9/2018	3	3	6	Sistémico	Productor	5º	25/9/2018	3	3	6	Sistémico	Productor
6º	8/10/2018	3	3	6	Sistémico	Productor							

evaluación	Fecha	Superchola (4)			aplicación de:	Uso del SAD	evaluación	Fecha	Superchola (4)			aplicación de:	Uso del SAD
		Lluvia acumulada	ultima aplic.	total					Lluvia acumulada	ultima aplic.	total		
inicio	20/4/2018	-	-	-	Sistémico	Productor	inicio	18/5/2017	-	-	-	Sistémico	Productor
1º	26/4/2018	3	1	4	Sistémico	Productor y técnico	1º	26/5/2018	3	1	4	Sistémico	Productor y técnico
2º	1/5/2018	3	1	4	Sistémico	Productor y técnico	2º	3/6/2018	3	1	4	Sistémico	Productor y técnico
3º	8/5/2018	3	1	4	Sistémico	Productor y técnico	3º	13/6/2018	3	1	4	Sistémico	Productor y técnico
4º	17/5/2018	3	1	4	Sistémico	Productor y técnico	4º	23/6/2018	3	1	4	Sistémico	Productor y técnico
5º	29/5/2018	3	3	6	Sistémico	Productor	5º	5/7/2018	3	1	4	Sistémico	Productor
6º	10/6/2018	3	3	6	Sistémico	Productor	6º	18/7/2018	3	1	4	Sistémico	Productor
7º	22/6/2018	3	3	6	Sistémico	Productor	7º	2/8/2018	3	1	4	Sistémico	Productor
8º	4/7/2018	3	3	6	Sistémico	Productor	8º	15/8/2018	3	1	4	Sistémico	Productor y técnico
9º	19/7/2018	3	3	6	Sistémico	Productor							
10º	1/8/2018	3	3	6	Sistémico	Productor							

evaluación	Fecha	Superchola (4)			aplicación de:	Uso del SAD	evaluación	Fecha	Superchola (4)			aplicación de:	Uso del SAD
		Lluvia acumulada	ultima aplic.	total					Lluvia acumulada	ultima aplic.	total		
inicio	19/6/2018	-	-	-	Sistémico	Productor	inicio	22/7/2018	-	-	-	Sistémico	Productor y Técnico
1º	1/7/2018	3	1	4	Sistémico	Productor y Técnico	1º	4/8/2018	3	3	6	Sistémico	Productor y Técnico
2º	13/7/2018	3	3	6	Sistémico	Productor y Técnico	2º	17/8/2018	3	3	6	Sistémico	Productor y Técnico
3º	26/7/2018	3	1	4	Sistémico	Productor	3º	30/8/2018	3	3	6	Sistémico	Productor
4º	6/8/2018	3	1	4	Sistémico	Productor	4º	12/9/2018	3	3	6	Sistémico	Productor
5º	17/8/2018	3	1	4	Sistémico	productor	5º	24/9/2018	3	3	6	Sistémico	Productor
6º	30/8/2018	3	1	4	Sistémico	Productor	6º	6/10/2018	3	3	6	Sistémico	Productor y Técnico
7º	11/9/2018	3	1	4	Sistémico	productor	7º	18/10/2018	3	3	6	Sistémico	Productor y Técnico
8º	23/9/2018	3	1	4	Sistémico	Productor	8º	30/10/2018	3	3	6	Sistémico	Productor
9º	5/10/2018	3	1	4	Sistémico	Productor	9º	11/11/2018	3	3	6	Sistémico	Productor
							10º	23/11/2018	3	3	6	Sistémico	Productor

evaluación	Fecha	Superchola (4)			aplicación de:	Uso del SAD	evaluación	Fecha	Superchola (4)			aplicación de:	Uso del SAD
		Lluvia acumulada	ultima aplic.	total					Lluvia acumulada	ultima aplic.	total		
inicio	23/6/2018	-	-	-	Sistémico	productor	inicio	7/8/2018	-	-	-	Sistémico	Productor
1º	5/7/2018	3	1	4	Sistémico	Productor y Técnico	1º	20/8/2018	3	1	4	Sistémico	Productor y técnico
2º	17/7/2018	3	1	4	Sistémico	Productor y Técnico	2º	31/8/2018	3	1	4	Sistémico	Productor
3º	29/7/2018	3	1	4	Sistémico	Productor	3º	12/9/2018	3	1	4	Sistémico	Productor
4º	10/8/2018	3	1	4	Sistémico	Productor	4º	24/9/2018	3	1	4	Sistémico	Productor
5º	22/8/2018	3	1	4	Sistémico	Productor	5º	6/10/2018	3	1	4	Sistémico	Productor
6º	3/9/2018	3	1	4	Sistémico	Productor	6º	18/10/2018	3	1	4	Sistémico	Productor y técnico
7º	15/9/2018	3	1	4	Sistémico	Productor	7º	30/10/2018	3	1	4	Sistémico	Productor y técnico
8º	27/9/2018	3	1	4	Sistémico	Productor y Técnico	8º	11/11/2018	3	1	4	Sistémico	Productor
9º	9/10/2018	3	1	4	Sistémico	Productor y Técnico							
10º	21/10/2018	3	1	4	Sistémico	Productor							

evaluación	Fecha	Superchola (4)			aplicación de:	Uso del SAD	evaluación	Fecha	Superchola (4)			aplicación de:	Uso del SAD
		Lluvia acumulada	ultima aplic.	total					Lluvia acumulada	ultima aplic.	total		
Inicio	12/7/2018	-	-	-	Sistémico	Productor	Inicio	22/4/2018	-	-	-	Sistémico	Productor
1º	23/7/2018	3	1	4	Sistémico	Productor y técnico	1º	28/4/2018	3	1	4	Sistémico	Productor y técnico
2º	5/8/2018	3	1	4	Sistémico	Productor y técnico	2º	6/5/2018	3	1	4	Sistémico	Productor y técnico
3º	18/8/2018	3	1	4	Sistémico	Productor y técnico	3º	15/5/2018	3	1	4	Sistémico	Productor y técnico
4º	31/8/2018	3	1	4	Sistémico	Productor	4º	25/5/2018	3	1	4	Sistémico	Productor y técnico
5º	12/9/2018	3	1	4	Sistémico	Productor	5º	4/6/2018	3	1	4	Sistémico	Productor
6º	24/9/2018	3	1	4	Sistémico	Productor y técnico	6º	14/6/2018	3	1	4	Sistémico	Productor
7º	6/10/2018	3	1	4	Sistémico	Productor	7º	26/6/2018	3	3	6	Sistémico	Productor
8º	18/10/2018	3	1	4	Sistémico	Productor	8º	8/7/2018	3	3	6	Sistémico	Productor y técnico
9º	30/10/2018	3	1	4	Sistémico	Productor	9º	20/7/2018	3	3	6	Sistémico	productor
10º	12/11/2018	3	1	4	Sistémico	Productor	10º	2/8/2018	3	3	6	Sistémico	productor

evaluación	Fecha	Superchola (4)			aplicación de:	Uso del SAD	evaluación	Fecha	Superchola (4)			aplicación de:	Uso del SAD
		Lluvia acumulada	ultima aplic.	total					Lluvia acumulada	ultima aplic.	total		
Inicio	27/5/2018	-	-	-	Sistémico	Productor y Técnico	Inicio	19/6/2018	-	-	-	Sistémico	Productor
1º	5/6/2018	3	1	4	Sistémico	Productor y Técnico	1º	1/7/2018	3	1	4	Sistémico	Productor y técnico
2º	17/6/2018	3	3	6	Sistémico	Productor y Técnico	2º	14/7/2018	3	1	4	Sistémico	Productor y técnico
3º	25/6/2018	3	1	4	Sistémico	Productor	3º	26/7/2018	3	1	4	Sistémico	Productor y técnico
4º	5/7/2018	3	1	4	Sistémico	Productor	4º	8/8/2018	3	1	4	Sistémico	Productor y técnico
5º	17/7/2018	3	1	4	Sistémico	productor	5º	21/8/2018	3	1	4	Sistémico	Productor
6º	30/7/2018	3	1	4	Sistémico	Productor	6º	3/9/2018	3	1	4	Sistémico	Productor
7º	12/8/2018	3	1	4	Sistémico	Productor	7º	16/9/2018	3	1	4	Sistémico	Productor y técnico
8º	24/8/2018	3	1	4	Sistémico	Productor							
9º	5/9/2018	3	1	4	Sistémico	Productor							
10º	18/9/2018	3	1	4	Sistémico	Productor							

Anexo 2. Registro de evaluaciones y toma de decisiones para la aplicación de fungicida con uso de la herramienta SAD en las comunidades del cantón Huaca.
Fuente: Estudio de campo, Estrategias para el control de Tizón Tardío en el cultivo de papa.
Elaborado: Autora.

7.1.3. Promedio de lecturas de severidad en % días de las parcelas que utilizaron la herramienta SAD.

Nombre del Productor	Estrategia	PROMEDIO DE SEVERIDAD																				AUDP
		DDS	Lec1	DDS	Lec2	DDS	Lec3	DDS	Lec4	DDS	Lec5	DDS	Lec6	DDS	Lec7	DDS	Lec8	DDS	Lec9	DDS	Lec10	
Cristian Guiz	1	39	0	52	0	63	0	75	1	87	0,6	99	0,4	111	0,4	123	0,4	135	0,2	147	0,2	37,2
Milton Chalacama	1	39	0	52	0	63	0	75	1	87	0,6	99	0,6	111	0,2	123	0	136	0	146	0	34,6
Aníbal Chapí	1	46	0,4	59	2,8	70	0,4	82	0,2	94	0,8	105	1	117	0,2	129	0,4	140	0,4	153	0,2	77
Emerson Ibarra	1	50	0	61	0	73	0,6	85	0,6	96	0,2	108	0,4	120	0,8	131	0,4	143	0,2	155	0,4	46,5
Alfonso Pérez	1	47	0,4	59	0,6	71	1	84	0,4	95	0,2	107	0,6	119	0	130	0	143	0	156	0	36,4
José Querembas	1	66	0,2	79	0,6	90	1	102	0,4	114	0,6	126	0,6	138	0,8	150	0,4	162	0,6	174	1	66,8
Remigio Villota	1	41	0	53	0	66	0,6	77	0,4	89	0,6	101	0,6	113	0	125	0,2	137	0,4	149	0,2	34,6
Luis Villarreal	1	41	0	53	0,6	66	0,6	77	0,6	89	1	101	1	112	0,6	124	0,2	136	0,2	147	0,2	57,8
Guillermo Chamorro	1	56	0	68	0,4	81	0,4	92	0,6	104	0,4	116	0,6	128	0,4	140	0,4	153	0,4	166	0,6	47,6
Gustavo Huera	1	34	0	46	0	59	0,4	70	0,6	82	0,2	94	0,2	105	0,6	117	0,8	129	0,6	140	0,8	44,2
Julio Chapí	1	40	0,2	53	0,4	64	0,2	76	0,4	88	0,2	99	0,6	111	0	123	0	134	0,4	146	0,2	28,2
Robiro Querembas	1	53	0	66	1	77	0,6	89	0,4	101	1	112	0,2	124	0,6	136	0,6	147	0,4	159	0,2	57,4

Anexo 3. . Promedio de lecturas de severidad en % días de las parcelas que utilizaron la herramienta SAD.

Fuente: Estudio de campo, Estrategias para el control de Tizón Tardío en el cultivo de papa.

Elaborado: Autora.

7.1.4. Promedio de lecturas de severidad en % días de las parcelas que utilizaron forma tradicional.

Nombre del Productor	Estrategia	PROMEDIO DE SEVERIDAD																				AUDP
		DDS	Lec1	DDS	Lec2	DDS	Lec3	DDS	Lec4	DDS	Lec5	DDS	Lec6	DDS	Lec7	DDS	Lec8	DDS	Lec9	DDS	Lec10	
Carmen Perez	0	44	0	57	0	68	0	80	0	92	0	108	0	115	0	127	0	139	0	151	0	0
Juan Bautista Chapi	0	45	0	56	0	68	0	80	0	91	0	103	0	115	0	126	0	138	0	150	0	0
Julia Gonzales	0	46	0	57	0	69	0,2	81	0,2	92	0,4	104	0	116	0	127	0	139	0	151	0	9,3
Carlos Gonzales	0	46	0	57	0	69	0	81	0,2	92	0	104	0,4	116	0,4	127	0,2	139	0	151	0	14
Simon Lara	0	46	0	57	0	69	0	81	0	92	0	104	0	116	0	127	0	139	0	151	0	0
Laura Gonzales	0	44	0	56	0	68	0	80	0,4	93	0,2	104	0,2	116	0	127	0,2	138	0,2	151	0,4	16,9
Florencio Hernandez	0	44	0	56	0	68	0	80	0,4	93	0,2	104	0,2	116	0	127	0	138	0	151	0	9,7
Carlos Sierra	0	38	0,6	49	0	60	0	72	0	84	0	95	0,2	107	0,4	119	0	130	0	142	0	10,4
Samuel Sierra	0	38	0,6	49	0	60	0	72	0	84	0	95	0,4	107	0,2	119	0,2	130	0,2	142	0,2	16,1
Simon Villota	0	38	0,6	49	0,2	60	0,4	72	0	84	0,6	95	0	107	0,6	119	0,4	130	0,2	142	0	31,1
Guillermo Montenegro	0	45	0	56	0	68	0	80	0,4	91	0,2	103	0,2	116	0,2	129	0,4	143	0	157	0	17,4
Mardoque Perez	0	44	0	56	0	67	0	79	0	91	0	102	0	114	0	126	0	137	0	149	0	0
Luis Chalacama	0	46	0	57	0	70	0,2	82	0,6	95	0	106	0	118	0,2	130	0	141	0,4	153	0,2	18,2
Alvaro Carvajal	0	50	0	62	0	75	0,4	86	0	98	0,2	110	0,6	121	0,2	133	0	145	0	157	0	16,4
Olger Chamorro	0	40	0	52	0,4	65	0,4	76	0,2	88	0	100	0	110	0	122	0	135	0,6	146	0,6	22,6
Jose Cuasquer	0	48	0	60	0	73	0	83	0	95	0	108	0	119	0	131	0	143	0	154	0	0
Wilson Hernandez	0	48	0	61	0,6	72	1,4	85	0,6	97	0,2	110	0,2	121	0	133	0	145	0	157	0	36,4

Anexo 4. Promedio de lecturas de severidad en % días de las parcelas que utilizaron forma tradicional.

Fuente: Estudio de campo, Estrategias para el control de Tizón Tardío en el cultivo de papa.

Elaborado: Autora.

7.1.5. Ingredientes activos utilizados en las parcelas que utilizaron la herramienta de apoyo SAD.

G PRODUCTO CON SAD	TOTAL Kg
CIMOXANIL + PROPINEB	10,50
PROPAMOCARB	3,61
CIMOXANIL + MANCOCEB	3,39
PROPINEB	2,44
MANCOCEB	1,28
DIMETHOMORPH	1,00
AZOXISTROBIN	0,59
AZZOXISTROBIN + TEBUCONAZOLE	0,14

Anexo 5. Ingredientes activos utilizados en las parcelas que utilizaron la herramienta de apoyo SAD.
Fuente: Estudio de campo, Estrategias para el control de Tizón Tardío en el cultivo de papa.
Elaborado: Autora.

7.1.6. Ingredientes activos utilizados en las parcelas que utilizaron la herramienta de apoyo SAD.

KG PRODUCTO TRADICIONAL	TOTAL Kg
CIMOXANIL + MANCOCEB	19,94
PROPAMOCARB	7,66
MANCOCEB	4,63
CLOROTALONIL	4,385
PROPINEB	1,73
CIMOXANIL + PROPINEB	1,43
METALAXIL + PROPAMOCARB	1,23
OXICLURURO DE CU + MANCOCEB	0,25
DIMETHOMORPH	0,20
AZZOXISTROBIN + TEBUCONAZOLE	0,09

Anexo 6. . Ingredientes activos utilizados en las parcelas que utilizaron la herramienta de apoyo SAD.
Fuente: Estudio de campo, Estrategias para el control de Tizón Tardío en el cultivo de papa.
Elaborado: Autora.

7.1.7. Costo de producción de parcela con la utilización de la herramienta SAD.

COSTO DE PRODUCCIÓN POR PARCELA CON USO DE LA HERRAMIENTA SAD				
PROVINCIA: Carchi		PARROQUIAS: Huaca y Julio Andrade		
CULTIVO: Papa, variedad Superchola		SISTEMA: SEMITECNIFICADO		
FECHA: 06 / 12 / 2019				
CONCEPTO	CANTIDAD	U. M	P. U. P	TOTAL
SEMILLA				
Variedad Superchola	2	qq/Parcela	22	44
FERTILIZANTE				
Fertipapa siembra (11-32-11-3-4)	1	qq/Parcela	32	32
MANO DE OBRA				
Surcado/siembra	1	Jornal	11,75	11,75
Retape y fertilización	1	Jornal	11,75	11,75
Deshierba y segunda fertilización	1	Jornal	11,75	11,75
Aporque	1	Jornal	11,75	11,75
Fumigación	9,5	Aplicación	0,9	8,55
Cosecha/acarreo	1	Jornal	11,75	11,75
				143,30
FITOSANITARIO (control T.T.)				
CIMOXANIL + PROPINEB	0,87	Kg/Ciclo/Parcela	8,25	7,18
PROPAMOCARB	0,3	Kg/Ciclo/Parcela	15,9	4,77
CIMOXANIL + MANCOCEB	0,28	Kg/Ciclo/Parcela	5,2	1,456
PROPINEB	0,2	Kg/Ciclo/Parcela	5,5	1,1
MANCOCEB	0,11	Kg/Ciclo/Parcela	6	0,66
DIMETHOMORPH	0,08	Kg/Ciclo/Parcela	9,5	0,76
AZOXISTROBIN	0,05	Kg/Ciclo/Parcela	18,25	0,91
AZZOXISTROBIN + TEBUCONAZOLE	0,01	Kg/Ciclo/Parcela	57,5	0,575
	1,9			17,41
FITOSANITARIOS (Plagas)				
Bala (Chlorpyritos+Cypermethrin)	0,05	Kg/Ciclo/Parcela	1,7	0,085
Engeo(Tiametoxam+ Lambdacihalotrina)	0,05	Kg/Ciclo/Parcela	84,7	4,235
Eltra(Carbosulfan)	0,25	Kg/Ciclo/Parcela	20,8	5,2
Novak (thiofanato metil)	0,2	Kg/Ciclo/Parcela	4,5	0,9
Invicto(Imidacloprid)	0,1	Kg/Ciclo/Parcela	15,6	1,56
Lorsban(Clorpirifós)	0,2	Kg/Ciclo/Parcela	15,95	3,19
Trueke (Fipronil)	0,25	Kg/Ciclo/Parcela	2,45	0,6125
Abemectina (Abemectin)	0,25	Kg/Ciclo/Parcela	6,25	1,5625
Suko (Lambda-cyhalothrin)	0,3	Kg/Ciclo/Parcela	12	3,6

Curacron (Profenofos)	0,1	Kg/Ciclo/Parcela	21,65	2,165
Cañon Plus (Permetrina)	0,1	Kg/Ciclo/Parcela	7,5	0,75
Topsin (Metil-Tiofanato)	0,25	Kg/Ciclo/Parcela	6	1,5
				25,36
POSCOSECHA				
Cabuya	1	Rollo	2	2
Sacos de yute	36,5	Qq	0,2	7,3
				9,3
TOTAL COSTOS DE PRODUCCIÓN				195,37
Rendimiento (qq-prom, primera)	25	P. promedio	17,92	446,57
Rendimiento (qq-prom. segunda)	9	P. promedio	9	76,50
Rendimiento (qq-prom, tercera)	3	P. promedio	3	9,24
Ingreso Bruto (Total (\$)				532,31
Utilidad Neta Total (\$)				336,94
Relación: Beneficio/Costo(B/C)				1,72
Rentabilidad (%)				172,46
Costo de producción por unidad (\$/qq)				4,66

Anexo 7. Costo de producción de parcela con la utilización de la herramienta SAD.

Fuente: Estudio de campo, Estrategias para el control de Tizón Tardío en el cultivo de papa.

Elaborado: Autora.

7.1.8. Costo de producción de la parcela con la utilización de manera Tradicional.

COSTO DE PRODUCCIÓN POR PARCELA CON USO DE LA HERRAMIENTA SAD				
PROVINCIA: Carchi		PARROQUIAS: Huaca y Julio Andrade		
CULTIVO: Papa, variedad Superchola		SISTEMA: SEMITECNIFICADO		
FECHA: 06 / 12 / 2019				
CONCEPTO	CANTIDAD	U. M	P. U. P	TOTAL
SEMILLA				
Variedad Superchola	2	qq/Parcela	22	44
FERTILIZANTE				
Fertipapa siembra (11-32-11-3-4)	1	qq/Parcela	32	32
MANO DE OBRA				
Surcado/siembra	1	Jornal	12,18	12,18
Retape y fertilización	1	Jornal	12,18	12,18
Deshierba y segunda fertilización	1	Jornal	12,18	12,18
Aporque	1	Jornal	12,18	12,18
Fumigación	11,59	Aplicación	2,28	26,43
Cosecha/acarreo	1	Jornal	12,18	12,18
				163,33
FITOSANITARIO (control T.T.)				
CIMOXANIL + MANCOCEB	1,17	Kg/Ciclo/Parcela	15,8	18,49
PROPAMOCARB	0,45	Kg/Ciclo/Parcela	15,47	6,96

MANCOCEB	0,27	Kg/Ciclo/Parcela	6,6	1,78
CLOROTALONIL	0,26	Kg/Ciclo/Parcela	13,5	3,51
PROPINEB	0,10	Kg/Ciclo/Parcela	5,5	0,55
CIMOXANIL + PROPINEB	0,08	Kg/Ciclo/Parcela	8,5	0,68
METALAXIL + PROPAMOCARB	0,07	Kg/Ciclo/Parcela	5,8	0,41
OXICLURURO DE CU + MANCOCEB	0,01	Kg/Ciclo/Parcela	6,5	0,07
DIMETHOMORPH	0,01	Kg/Ciclo/Parcela	6,5	0,07
AZZOXISTROBIN + TEBUCONAZOLE	0,01	Kg/Ciclo/Parcela	57,5	0,58
	2,43			33,08
FITOSANITARIOS (Plagas)				
Bala (Chlorpyritos+Cypermethrin)	0,05	Kg/Ciclo/Parcela	1,7	0,085
Engeo(Tiametoxam+ Lambdacihalotrina)	0,05	Kg/Ciclo/Parcela	84,7	4,235
Eltra(Carbosulfan)	0,25	Kg/Ciclo/Parcela	20,8	5,2
Novak (thiofanato metil)	0,2	Kg/Ciclo/Parcela	4,5	0,9
Invicto(Imidacloprid)	0,1	Kg/Ciclo/Parcela	15,6	1,56
Lorsban(Clorpirifós)	0,2	Kg/Ciclo/Parcela	15,95	3,19
Trueke (Fipronil)	0,25	Kg/Ciclo/Parcela	2,45	0,6125
Abemectina (Abemectin)	0,25	Kg/Ciclo/Parcela	6,25	1,5625
Suko (Lambda-cyhalothrin)	0,3	Kg/Ciclo/Parcela	12	3,6
Curacron (Profenofos)	0,1	Kg/Ciclo/Parcela	21,65	2,165
Cañon Plus (Permetrina)	0,1	Kg/Ciclo/Parcela	7,5	0,75
Topsin (Metil-Tiofanato)	0,25	Kg/Ciclo/Parcela	6	1,5
				25,36
POSCOSECHA				
Cabuya	1	Rollo	2	2
Sacos de yute.	38,06	qq	0,2	7,612
				9,612
TOTAL COSTOS DE PRODUCCIÓN				200,91
Rendimiento (qq-prom, primera)	24	P. promedio	14,84	356,16
Rendimiento (qq-prom. segunda)	11	P. promedio	7,32	80,52
Rendimiento (qq-prom, tercera)	4	P. promedio	2,68	10,72
Ingreso Bruto (Total (\$)				447,40
Utilidad Neta Total (\$)				246,49
Relación: Beneficio/Costo(B/C)				1,23
Rentabilidad (%)				122,69
Costo de producción por unidad (\$/qq)				3,15

Anexo 8. Costo de producción de la parcela con la utilización de manera Tradicional

Fuente: Estudio de campo, Estrategias para el control de Tizón Tardío en el cultivo de papa.

Elaborado: Autora.

7.2. Anexo fotográfico.



Anexo 9. Parcelas de Investigación.

Fuente: Estudio de campo, Estrategias para el control de Tizón Tardío en el cultivo de papa en las parroquias Huaca y Julio Andrade.

Elaborado: Autora.



Anexo 10. Ciclo de crecimiento del cultivo.

Fuente: Estudio de campo, Estrategias para el control de Tizón Tardío en el cultivo de papa papa en las parroquias Huaca y Julio Andrade.

Elaborado: Autora.



Anexo 11. Presencia de lancha en el cultivo

Fuente: Estudio de campo, Estrategias para el control de Tizón Tardío en el cultivo de papa papa en las parroquias Huaca y Julio Andrade.

Elaborado: Autora.



Anexo 12. Parcelas de investigación (último trimestre del ciclo).

Fuente: Estudio de campo, Estrategias para el control de Tizón Tardío en el cultivo de papa papa en las parroquias Huaca y Julio Andrade.

Elaborado: Autora.



Anexo 13. Productores en su parcela

Fuente: Estudio de campo, Estrategias para el control de Tizón Tardío en el cultivo de papa papa en las parroquias Huaca y Julio Andrade.

Elaborado: Autora.



Anexo 14. Rendimiento del cultivo

Fuente: Estudio de campo, Estrategias para el control de Tizón Tardío en el cultivo de papa papa en las parroquias Huaca y Julio Andrade.

Elaborado: Autora.



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI
FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES
CARRERA DE DESARROLLO INTEGRAL AGROPECUARIO

ACTA

DE LA SUSTENTACIÓN DE PREDEFENSA DEL INFORME DE INVESTIGACIÓN DE:

NOMBRE: NAZATE TATICUÁN KARLA MADELEN
NIVEL/PARALELO: EGRESADA

CÉDULA DE IDENTIDAD: 0401666466
PERIODO ACADÉMICO: 10/2019 - 02/2020

TEMA DE INVESTIGACIÓN: Análisis comparativo en los efectos de reducción de pérdida en la producción de papa, con la utilización de la herramienta de apoyo "SAD" para el manejo del tizón tardío en los ectores comprendidos entre el cantón San Pedro de Huaca y la parroquia de Julio Andrade del Carchi.

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

PRESIDENTE: MSC. BENAVIDES ROSALES HERNÁN RIGOBERTO
LECTOR: MSC. MORA QUILLISMAL SEGUNDO RAMIRO
ASESOR: MSC. HERRERA RAMIRES CARLOS DAVID

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

EDIFICIO DE AULAS: 4 **AULA:** 113

FECHA: jueves, 5 de marzo de 2020

HORA: 09H00

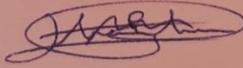
Obteniendo las siguientes notas:

1) Sustentación de la predefensa:	5,33
2) Trabajo escrito	2,40
Nota final de PRE DEFENSA	7,73

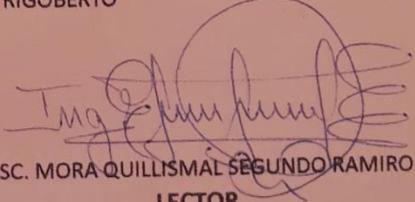
Por lo tanto: **APRUEBA CON OBSERVACIONES** ; debiendo acatar el siguiente artículo:

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

Para constancia del presente, firman en la ciudad de Tulcán el jueves, 5 de marzo de 2020


MSC. BENAVIDES ROSALES HERNÁN RIGOBERTO
PRESIDENTE


MSC. HERRERA RAMIRES CARLOS DAVID
TUTOR


MSC. MORA QUILLISMAL SEGUNDO RAMIRO
LECTOR

Adj.: Observaciones y recomendaciones