



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHYO

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Escuela de Ingeniería Agronómica

TESIS DE GRADO

**Presentada al Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias Agropecuarias como
requisito previo para optar por el título de:**

INGENIERO AGRÓNOMO

TEMA:

**“Validación del sistema de herramienta circular de toma de decisiones para el
control del Tizón tardío de la papa (*Phytophthora infestans*) en el sector de
Canchaguano, Provincia del Carchi”**

AUTOR:

JAIRO SEGUNDO PASTÁZ ZAMBRANO

DIRECTORA:

ING. MARIA LIXMANIA PITACUAR MENESES M.SC.

El Ángel – Carchi – Ecuador.

2015

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Escuela de Ingeniería Agronómica

TEMA:

“Validación del sistema de herramienta circular de toma de decisiones para el control del Tizón tardío de la papa (*Phytophthora infestans*) en el sector de Canchaguano, Provincia del Carchi”

TESIS DE GRADO

Presentada al Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias Agropecuarias como requisito previo para optar por el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

Tribunal evaluador

.....

Ing. Agr.

PRESIDENTE

.....

Ing. Agr.

VOCAL

.....

Ing. Agr.

VOCAL

.....

Ing. Agr.

VOCAL

El Ángel – Carchi – Ecuador.

2015

Los resultados y demás información obtenida en la presente investigación son de suma responsabilidad del autor, cada concepto o definición fue descrita tomando la fuente original. El diseño de la herramienta circular es propiedad del Centro Internacional de la Papa, quienes autorizaron la utilización de la herramienta circular en la presente investigación.

Jairo Segundo Pastáz Zambrano

DEDICATORIA

A todos quienes conforman mi familia, me vieron iniciar y con este trabajo me ven cumplir un sueño más en mi vida. Clarita luz mi madre, mi hermano Roberto y su esposa Maira, mi hermana Mónica y su esposo Juan y junto con todos mis sobrinos a quienes tengo la dicha de tenerlos junto a mí.

A German mi padre y mis abuelos, en especial mi abuelita Lucila, que Dios les tenga en su gloria.

A todos mis amigos y conocidos que brindaron sus valiosos aportes para poder desarrollar este trabajo de la mejor manera.

Un homenaje a ustedes, que Dios nos llene de bendiciones.

“Cuando mayor es la dificultad, ten ánimo, esfuérate y se valiente, Dios está en medio de nosotros” comparto esto que ha sido de gran ayuda para mí.

AGRADECIMIENTO

A Dios por darme la vida y la salud necesaria para poder concluir este trabajo, por todas sus bendiciones derramadas en cada momento, nunca estuve solo.

A la Universidad Técnica de Babahoyo por darme la oportunidad de crecer profesionalmente y ser una persona útil para el desarrollo de la sociedad, en especial por permitirme formarme en el campo donde se ve la grandeza de Dios.

A técnicos del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias y del Centro Internacional de la Papa, quienes colaboraron con el desarrollo de la presente investigación.

A mi directora de tesis y biometrista, gracias por todo.

A mi familia por el apoyo incondicional en todo sentido, los quiero mucho.

A todas y cada una de las personas importantes y especiales para mí, fueron parte de este valioso sueño cumplido, sin ustedes no hubiese sido posible. Bendiciones.

INDICE

I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Objetivo General.....	2
1.2. Objetivos Específicos.....	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1. Generalidades del cultivo de papa.....	4
2.2. Clasificación taxonómica de la papa.....	5
2.3. Plagas y enfermedades.....	5
2.3.1. Tizón tardío de la papa.....	6
2.3.1.1. Generalidades.....	6
2.3.1.2. Síntomas.....	7
2.3.1.3. Clasificación taxonómica.....	7
2.3.1.4. Ciclo de vida.....	8
2.3.1.5. Sistemas de control.....	9
2.3.1.5.1. Uso de variedades resistentes.....	9
2.3.1.5.2. Uso de agroquímicos.....	10
2.3.1.5.3. Control cultural.....	11
2.3.1.5.4. Sistema de apoyo a la decisión (SAD).....	12
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	19
3.1. Ubicación y descripción del área experimental.....	19
3.2. Material de siembra.....	19
3.3. Factores estudiados.....	20
3.4. Tratamientos.....	20
3.5. Método.....	21
3.6. Diseño experimental.....	21
3.6.1. Características del área experimental.....	21
3.7. Análisis de la varianza.....	22
3.8. Análisis funcional.....	22

3.9. Manejo del ensayo.....	22
3.9.1. Preparación del suelo.....	22
3.9.2. Manejo de plagas.....	22
3.9.3. Fertilización.....	23
3.9.4. Siembra.....	23
3.9.5. Manejo de enfermedades.....	23
3.9.6. Control de malezas.....	24
3.9.7. Medio aporque y aporque.....	24
3.9.8. Cosecha.....	25
3.10. Datos evaluados.....	25
3.10.1. Emergencia de plantas.....	25
3.10.2. Severidad de tizón tardío.....	25
3.10.3. Número de tubérculos por planta.....	26
3.10.4. Rendimiento.....	26
3.10.5. Impacto Ambiental.....	26
3.10.6. Análisis económico.....	28
IV. RESULTADOS.....	31
4.1. Emergencia de plantas.....	31
4.2. Severidad de tizón tardío.....	31
4.3. Número de tubérculos por planta.....	38
4.4. Rendimiento total.....	40
4.5. Impacto ambiental.....	40
4.6. Análisis económico.....	42
V. DISCUSIÓN.....	46
5.1. Emergencia de plantas.....	46
5.2. Severidad de tizón tardío.....	46
5.3. Numero de tubérculos por planta.....	49
5.4. Rendimiento total.....	49
5.5. Impacto ambiental.....	52
5.3. Análisis económico.....	54

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	56
VII. RESUMEN.....	59
SUMARY.....	61
VIII. LITERATURA CITADA.	63
APENCICE.....	67

I. INTRODUCCIÓN.

La papa es un cultivo de importancia económica en Ecuador. Hoy en día, los agricultores del país siembran anualmente cerca de 44,000 hectáreas de este cultivo (INEC, 2011). Las condiciones modernas de producción han contribuido a que el cultivo enfrente muchos problemas particularmente fitosanitarios que ponen en peligro el bienestar económico de los productores y la seguridad alimentaria del país. Además de crear toxicidad, el uso excesivo de plaguicidas ha ocasionado que las plagas se vuelvan más resistentes, lo que ha afectado la eficiencia de control (Pumisacho & Sherwood, 2002).

En muchos sentidos, las condiciones modernas resultan en una mayor inestabilidad, tanto económica como ecológica. La dependencia de los agricultores en el uso de insumos y junto con las fluctuaciones importantes de los precios causa que los agricultores pierdan frecuentemente dinero. Ecológicamente, hay reducciones en la fertilidad de los suelos y un aumento de problemas de plagas. Esta es la situación precaria actual de los agricultores en la provincia del Carchi, los efectos de la perturbación ecológica en Carchi son particularmente evidentes con la presencia de la enfermedad *Phytophthora infestans* o comúnmente conocida como lancha (Yanggen, Crissman, & Espinosa, 2003).

Las principales plagas del cultivo de papa en Ecuador son el hongo de tizón tardío (*Phytophthora infestans*) y la larva del gorgojo de los Andes (*Premnotypes vorax*) estos dos problemas están muy difundidos en los campos productores de papa, su daño es muy severo y su control es costoso (Barrera, Norton, & Ortiz, 1999).

En el Ecuador el tizón tardío (*Phytophthora infestans*), es la enfermedad que más daño causa en el cultivo de papa, se presenta cada año en las zonas paperas y ocasiona pérdidas entre el 30 y el 100 % de la producción total. La

presencia constante de inóculo y la susceptibilidad de la mayoría cultivares comerciales al patógeno, obligan al productor, a un uso intensivo de fungicidas (Oyarzún, Taipe, & Forbes, 2001).

El Centro Internacional de la Papa (CIP) en Perú, ha desarrollado una herramienta circular conocida como Sistema de Apoyo a la Decisión (SAD) que sirve de apoyo al agricultor para la toma de decisiones en el control del tizón tardío en el cultivo de papa, la misma que se relaciona con tres elementos importantes en el desarrollo de la epidemia como son: la resistencia genética del cultivar, el factor climático y el tiempo referente a la última aplicación de agroquímicos y al relacionar estos tres parámetros, esta herramienta guía en el cuándo aplicar y qué tipo de fungicida utilizar (sistémico o protectante), haciendo un control más eficiente del patógeno.

La presente investigación, se desarrolló con el objetivo de validar la herramienta circular o Sistema de Apoyo a la Decisión (SAD) dentro de las condiciones del Ecuador, para lo cual el sistema ya se encuentra adaptado y funcional para su aplicación en las principales variedades de papa que existen en el país, la información obtenida servirá de referente para continuar con la validación o modificación del sistema, para de esta manera obtener una herramienta que cumpla con los requerimientos necesarios de aplicación y funcionalidad a nivel de campo, la información obtenida en la investigación, es información práctica sobre la eficiencia o no de la herramienta en condiciones de campo, analizando su respectiva funcionalidad con los análisis ambientales y económicos.

1.1. Objetivo General.

- Validar el sistema de herramienta circular de toma de decisiones para el control del Tizón tardío de la papa (*Phytophthora infestans*) en el sector de Canchaguano, Provincia del Carchi.

1.2. Objetivos Específicos.

- Evaluar el control de Tizón tardío de la papa usando el sistema de herramienta circular de toma de decisiones y la estrategia del agricultor local.
- Determinar el impacto ambiental causado al utilizar el sistema de herramienta circular de toma de decisiones frente a la estrategia del agricultor local.
- Realizar el análisis económico de los diferentes tratamientos.

II. REVISIÓN DE LITERATURA.

2.1. Generalidades del cultivo de papa.

La papa está adaptada a climas fríos y templados, crece en temperaturas entre 12 a 24°C. Los suelos ideales son los francos y franco arenosos, fértiles, sueltos, profundos, drenados, ricos en materia orgánica y con un pH de 4.5 - 7.5. Suelos arcillosos están bien si su consistencia es suelta, así no se debe aplicar mucha agua, este cultivo se adapta a altitudes entre 2000 y 3600 msnm y requiere de una buena precipitación. El ciclo vegetativo se lleva a cabo entre 4.5 a 6 meses e incluso 7 meses, esto depende de la altitud en que sea cultivada. El rendimiento comercial está entre las 25 y 30 t/ha, siendo el tamaño predominante el tubérculo grande (Pumisacho & Sherwood, 2002).

En el Ecuador, el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) ha colectado alrededor de 350 cultivares de papa nativa en todo el país, las cuales son mantenidas por el Programa Nacional de Raíces y Tubérculos y el Departamento Nacional de Recursos Fitogenéticos, con el objetivo principal de caracterizarlas, reintroducirlas a sus lugares de origen y utilizarlas en el mejoramiento genético para el desarrollo de nuevas variedades (Montero & Reinoso, 2010).

De acuerdo a los resultados del III Censo Nacional Agropecuario, realizado entre octubre de 1999 y septiembre del 2000, el cultivo de papa, vincula a 88.130 productores, en ese año alcanzó una superficie sembrada de 49.700 ha, de la cual se cosecharon 42.550 ha, con una producción de 240 mil toneladas métricas, destinándose al comercio el 83 %. De los principales cultivos transitorios, se ubica en el quinto lugar en hectáreas de siembra después de arroz, maíz duro, maíz suave y soya. Entre los años 2000-2006, la producción creció en el orden del 69 %, debido al incremento del rendimiento en el 71 %, en cambio la superficie decreció en el 1.23 %, siendo las siembras y

cosechas de papa durante todo el año lo que permite abastecer suficientemente el consumo nacional (SICA, 2007).

2.2. Clasificación taxonómica de la papa.

La papa presenta la siguiente clasificación (Chase & Reveal, 2009)

Reino: Plantae
División: Equisetophyta
Clase: Equisetopsida
Subclase: Magnoliidae
Superorden: Asteranae
Orden: Solanales
Familia: Solanaceae
Género: *Solanum*
Especie: *Solanum tuberosum*

2.3. Plagas y enfermedades.

Dentro del cultivo de papa existen varios problemas en cuanto a enfermedades y plagas, de acuerdo a Pumisacho & Velásquez (2009), se tiene las siguientes:

Enfermedades:

- Tizón tardío (*Phytophthora infestans*)
- Tizón temprano (*Alternaria solani*)
- Pie negro (*Erwinia* spp)
- Roya (*Puccinia pittieriana*)
- Oidiosis (*Erysiphe cichoracearum*)

- Rhizoctonia (*Rhizoctonia solani*)
- Lanosa (*Rosellini* sp)
- Sarna polvorienta (*Spongospira subterranea*)
- Sarna común (*Streptomyces scabies*)

Insectos plaga y nemátodos:

- Polilla Guatemalteca (*Tecia solanivora*)
- Pulgones (*Myzus persicae*)
- Gusano blanco (*Premnotrypes vorax*)
- Pulgilla (*Epitrix spp*)
- Trips (*Frankliniella tuberosi*)
- Gusano de la hoja (*Capitarsia* sp)
- Mosca minadora (*Liriomyza huidobrensis*)
- Nematodo del quiste (*Globodera pallida*)

2.3.1. Tizón tardío de la papa.

2.3.1.1. Generalidades.

El tizón tardío de la papa es causado por el hongo de *Phytophthora infestans* (Mont de Bary), es una de las enfermedades más devastadoras de la papa a nivel mundial (Pérez & Forbes, 2008).

En el Ecuador el tizón tardío es sin duda la enfermedad que más seriamente afecta al cultivo de papa y por consiguiente, la de mayor riesgo. Generalmente, la enfermedad se presenta entre los 2.800 y los 3.400 msnm. En condiciones favorables al tizón, un cultivo sin protección puede ser destruido en una semana o menos. Es por eso que tiene mayor peso en el costo de protección. Muchas

especies silvestres y cultivadas son hospederos del patógeno, aunque al parecer se trata de taxones diferentes del hongo o formas fisiológicamente especializadas. Las condiciones climáticas en la sierra favorecen el desarrollo de epidemias, en particular temperaturas moderadas entre 12 a 18°C, alta humedad imperante en la época de temporal, niebla y lluvias matinales y sol intenso por las tardes, así como la siembra escalonada de papa durante todo el año. La situación se agrava por el uso generalizado de variedades comerciales muy susceptibles al patógeno (Oyarzún, *et al.*, 2002).

2.3.1.2. Síntomas.

Los síntomas de la enfermedad aparecen en las hojas con manchas de color marrón claro a oscuro, no limitadas por las nervaduras, de apariencia húmeda, de forma irregular, algunas veces rodeadas por un halo amarillento. Estos síntomas se presentan inicialmente en los bordes y puntas de las hojas, en los tallos se presenta con lesiones necróticas, alargadas de 5 a 10 cm de longitud, de color marrón a negro, generalmente ubicadas desde el tercio medio a la parte superior de la planta. Presentan consistencia vítrea. Cuando la enfermedad alcanza todo el diámetro del tallo éste se quiebra fácilmente y los tubérculos afectados presentan áreas irregulares, ligeramente hundidas. La piel toma una coloración marrón rojiza, al corte transversal se pueden observar unas prolongaciones delgadas que van desde la superficie externa hacia la médula a manera de clavijas (Pérez & Forbes, 2008).

2.3.1.3. Clasificación taxonómica.

Erwin & Ribeiro (1996), mencionan que Bary en 1876, describió taxonómicamente a *Phytophthora infestans* de la siguiente forma:

Reino: Protista

Clase: Omycete

Orden: Peronosporales

Familia: Pythiaceae

Género: *Phytophthora*

Especie: *infestans*

Nombre científico: *Phytophthora infestans*

2.3.1.4. Ciclo de vida.

El ciclo de la lancha involucra tanto la reproducción asexual como la reproducción sexual. La fase de reproducción asexual requiere de un hospedero. En el Ecuador, en el cultivo de papa específicamente se presenta un ciclo de reproducción asexual. En condiciones asexuales son los esporangios que realizan la infección de la papa. En agua libre y con bajas temperaturas los esporangios germinan indirectamente produciendo zoosporas, estas zoosporas se forman dentro del esporangio y debido a los cambios bruscos de temperatura y humedad son liberados cuando se rompe la pared esporangial, de esta manera las condiciones de sol y luego de lluvia que se presentan en las zonas de la serranía ecuatoriana son las condiciones de ambiente favorable para el desarrollo del patógeno y con la presencia del viento estos logran diseminarse a distancias considerables. Una vez diseminadas las zoosporas se enquistan en superficies sólidas y adquieren una forma redondeada y forman una pared celular, con presencia de humedad forman un tubo germinativo y penetran a la hoja por los estomas, o también pueden 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 y a su vez generando nuevos esporangios que aparecen principalmente en el envés de las hojas. La lancha es una enfermedad policíclica es decir, tiene varios ciclos de reproducción asexual durante el ciclo de cultivo de papa y estos pueden ocurrir

rápidamente en ausencia de reproducción sexual, por tanto, en la sierra ecuatoriana *Phytophthora infestans* puede completar un ciclo reproductivo entre 3 y 15 días, dependiendo de las condiciones climáticas de cada sector. Al presentarse una reproducción asexual es necesaria la presencia de un hospedero lo cual transforma a *Phytophthora infestans* en un parásito obligado que para sobrevivir necesita de hospederos alternos como malezas, especies silvestres y otros cultivos (Andrade-Piedra *et al.*, 2005; Pérez & Forbes, 2008).

2.3.1.5. Sistemas de control.

El control de este patógeno se lo puede realizar mediante un manejo integrado, que de ser llevado correctamente es efectivo puesto que se integran algunos métodos que ayudan a una mayor eficiencia en el control de la enfermedad, entre estos métodos se tiene:

2.3.1.5.1. Uso de variedades resistentes.

El uso de variedades resistentes representa una de las prácticas más efectivas en el manejo de tizón tardío, debido a que este tipo de variedades requiere un menor número de aplicaciones fitosanitarias para el control del patógeno, sin embargo, a esto se apega el criterio de que el agricultor debe conocer el material genético con el que trabaja, específicamente su nivel de resistencia, de esta manera el agricultor puede orientarse de forma adecuada para realizar un número de aplicaciones apropiado a cada variedad durante todo el ciclo del cultivo. Este factor solo es una parte del manejo integrado que se debe desarrollar. La clave del manejo consiste en vigilar constantemente lo que ocurre en el cultivo, en monitorear las condiciones epidemiológicas en la región y actuar a tiempo. En el caso de variedades resistentes, no se debe dejar que la epidemia alcance más del 0.5 % antes de intervenir; es decir, cuando se encuentra un par de manchas en pocas plantas en un radio de diez metros o no más de dos lesiones por diez metros de hilera (Cuadro 1). De forma general

como alternativa un sistema de control en el manejo de tizón tardío está el uso de variedades resistentes, lo cual permite reducir los costos de producción, preserva la salud del agricultor y de los consumidores, y protege el ambiente (Revelo *et al.*, 1997; Oyarzún *et al.*, 2002).

Cuadro 1. Niveles de resistencia de algunas variedades de papa en el Ecuador.

RESISTENTES	INTERMEDIAS	SUSCEPTIBLES
Escala de susceptibilidad	Escala de susceptibilidad	Escala de susceptibilidad
0 – 1 – 2	3 – 4 – 5	6 – 7 – 8 – 9 – 10
Victoria	Raymipapa	Jubaleña
Libertad	Fripapa	Gabriela
Puka shungo	Única	Calvache
Carolina	Natividad	Cecilia
	Catalina	Capiro
	Chaucha roja	Uvilla
	Superchola	Coneja negra

Fuente: Sistema de Apoyo a la Decisión (SAD).

2.3.1.5.2. Uso de agroquímicos.

En tiempos recientes las presiones poblacionales han conducido a una intensificación agrícola basada en el uso de insumos externos, especialmente de agroquímicos, mecanización agrícola, monocultivo y períodos de barbecho más cortos. El empleo de tecnologías en cuanto a la aplicación de plaguicidas y fertilizantes ha permitido un aumento en la producción de papa en muchos lugares, la provincia del Carchi no se encuentra exenta de esa tendencia y es por eso que con el uso de agroquímicos y otros elementos supera la media de producción nacional en cuanto a rendimientos, por tanto, el control de plagas y enfermedades mediante el uso de agroquímicos se ha vuelto común en agricultores de la provincia (Charles, Stephen, & David, 2003).

El control químico implica la aplicación de fungicidas (productos químicos capaces de prevenir la infección o realizar algún tipo de control posterior a la infección), para lo cual es importante conocer algunas definiciones como son: ingrediente activo, nombre comercial, modo de acción y formulación.

Identificando estos elementos podemos hacer un uso adecuado y racional de los agroquímicos. A nivel de campo se debe conocer los principales fungicidas disponibles en el mercado debido a que existen productos que poseen diferente nombre con el mismo ingrediente activo. Los agroquímicos presentan una formulación sólida o líquida, a esto se apega y se debe considerar la calidad del producto debido a que comercialmente existen productos a muy bajo costo pero que lamentablemente son poco efectivos. Cada producto para el control de tizón tardío presenta su modo de acción ya sea de contacto, sistémico y translaminar; de contacto cuando actúan sobre la superficie de la planta y evitan la germinación y penetración del patógeno; sistémico cuando el producto es absorbido a través del follaje o de la raíz, y al ser transportado a través del xilema y floema inhibe etapas específicas del metabolismo del patógeno, y translaminar cuando el producto tiene la capacidad de moverse a través de la hoja pero no de una hoja a otra. Con todos estos antecedentes se debe considerar que la enfermedad se debe tratar de forma preventiva, ciertos datos de campo como la cantidad de tizón alrededor y dentro del campo de cultivo, las condiciones ambientales, la resistencia de la variedad de papa, el estado de crecimiento del cultivo y el período desde la última aplicación de fungicida, son criterios importantes para decidir qué fungicida aplicar y la frecuencia de aplicación (Cáceres *et al.*, 2007; Pérez & Forbes, 2008).

2.3.1.5.3. Control cultural.

El control cultural involucra todas las actividades que se realizan durante el manejo agronómico del cultivo, que alteran el microclima, la condición del hospedante y la conducta del patógeno, de tal manera que evitan o reducen la actividad del patógeno (Pérez & Forbes, 2008).

Los mismos autores mencionan que son varias las prácticas que se desarrollan en ese tipo de control, cada una de ellas si se la realiza correctamente puede reducir la incidencia del patógeno. Dentro de estas prácticas se tiene: la época

de siembra donde se debe evitar las épocas de mayor incidencia del patógeno, la selección de los campos de cultivo donde sean campos que no acumulen demasiada humedad, eliminación de plantas voluntarias y malezas que pueden ser hospederos de patógenos, una adecuada selección de la variedad y de la semilla evitando mezcla de semilla y realizando una desinfección adecuada, una distancia entre plantas y surcos adecuada, realizar aporques altos para evitar el contacto de plagas y enfermedades con el tubérculo, manejar el cultivo desde el punto de vista de la nutrición, un corte oportuno de follaje antes de la cosecha, de disponer de agua para riego esta no debe ser excesiva, saneamiento adecuado y dependiendo de la extensión de cultivo realizar una cosecha oportuna eliminando tubérculos descartados y un almacenamiento adecuado, todos estos elementos son parte de un manejo integrado, sus resultados dependen del cómo y cuándo utilizar cada elemento disponible a nuestro alrededor.

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

El Centro internacional de la Papa con sede en Perú, ha desarrollado el sistema de herramienta circular para el control del tizón tardío (*Phytophthora infestans*) en el cultivo de papa o conocido también como Sistema de Apoyo a la Decisión (SAD), esta herramienta en inicios esta detallada con variedades cultivadas en Perú y para investigaciones en el Ecuador se ha adaptado la herramienta circular a las variedades de papa cultivadas en el país, entre ellas Victoria, Libertad, Natividad, Superchola, Uvilla, Capiro entre otras, cada una con distinta escala de susceptibilidad o lancha.

Esta herramienta circular está relacionada con tres factores: el cultivar estudiado, el factor climático y los días de la última aplicación, estos tres factores se relacionan directamente con el triángulo de desarrollo de una enfermedad, el cual también considera tres elementos importantes para que se desarrolle un patógeno como son: patógeno virulento, hospedante o planta

susceptible y ambiente favorable, al combinar estos elementos se puede trabajar objetivamente en determinado elemento para cortar el ciclo de desarrollo de la enfermedad, de esta manera el criterio SAD combina estos elementos para recomendar que tipo de producto se puede aplicar, ya sea sistémico o de contacto. En la Figura 1, describe los factores que determinan el desarrollo de la enfermedad y en la Figura 2, los factores que considera el criterio SAD.

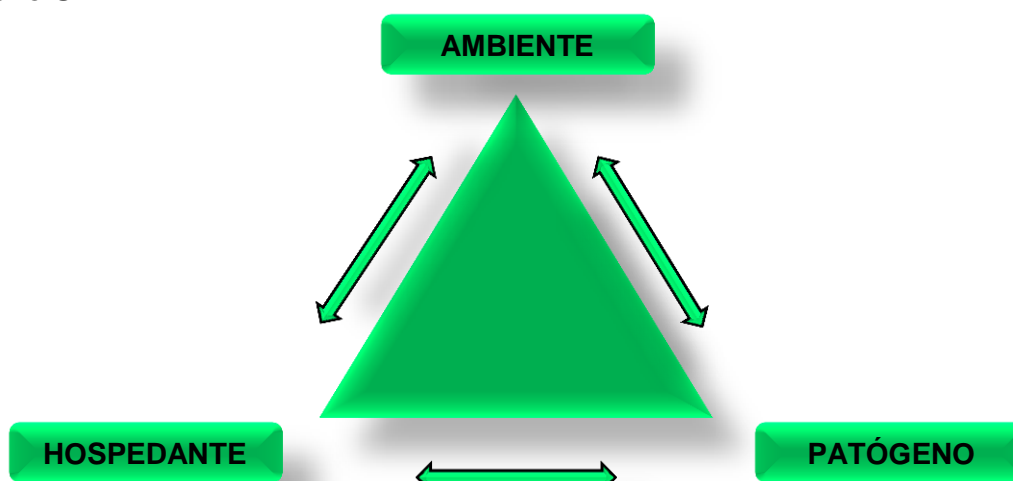


Figura 1. Factores que determinan el desarrollo de una enfermedad
Fuente: Arauz (1998).



Figura 2. Elementos de la herramienta circular.
Fuente: Centro Internacional de la Papa-Quito.

La herramienta del criterio SAD establece cuatro niveles dentro de su esquema, estos niveles se encuentran constituidos de la siguiente manera, en los tres primeros niveles se encuentran establecidos los factores que considera el criterio SAD, el cuarto nivel determina que producto se debe aplicar con base al resultado que se obtiene de los factores anteriores, dentro del segundo, tercer y cuarto nivel se dividen en tres secciones, cada sección con un número. En la Figura 3, se describe la ubicación de los niveles y de la secciones de la herramienta circular.

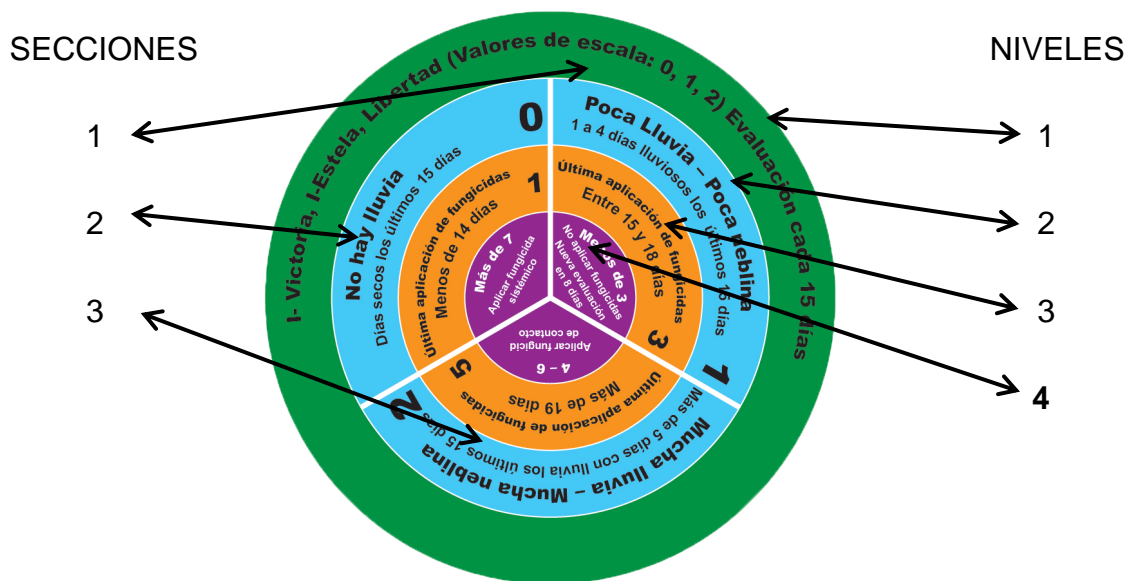


Figura 3. Secciones y niveles de la herramienta circular.

El criterio SAD establece tres diferentes herramientas, cada herramienta será usada de acuerdo a la variedad sembrada (Figura 5, Figura 6 y Figura 7), de esta manera cada herramienta dentro del primer nivel presenta un determinado color, este color puede ser; verde para las variedades con alto nivel de resistencia (escala de susceptibilidad 0, 1, 2), amarillo para las variedades con nivel de resistencia intermedio (escala de susceptibilidad 3, 4, 5) y rojo para las variedades susceptibles a lancha (escala de susceptibilidad 6, 7, 8, 9, 10). Este primer nivel representa el cultivar estudiado o la respectiva variedad sembrada (dentro del triángulo de desarrollo de una enfermedad con el hospedante), lo

cual indica la herramienta adecuada para utilizar de acuerdo a la resistencia genética del cultivar. Si se analizan los colores del primer nivel, son los de un semáforo, la lógica de esto es dar a conocer que las variedades susceptibles son las que más cuidado deben tener, las intermedias un cuidado medio y las resistentes un bajo cuidado, considerando que las aplicaciones pertinentes a realizarse son las que establece la herramienta.

En el primer nivel donde la franja sea roja, amarillo o verde se describe los días cada cuanto se debe hacer las respectivas evaluaciones de severidad y aplicación de ser el caso, cada 8 días para las variedades de franja roja, cada 12 días para las de franja amarilla y cada 15 días para las de franja verde. En el segundo nivel se encuentra el factor clima, este se relaciona con la lluvia o la neblina transcurridos desde el último día de la aplicación, este elemento se relaciona con el ambiente favorable para desarrollo del patógeno en la herramienta este factor esta descrito mediante una franja azul, esta franja es de la misma coloración en todas las tres herramientas y dentro de su forma circular se divide en tres secciones, cada sección presenta como resultado un número, este número tiene su variación de acuerdo a la herramienta utilizada, (roja, amarilla o verde). En el tercer nivel se identifica el número de días transcurridos desde la última aplicación que se realizó en el cultivo. Este nivel presenta una coloración tomate y de la misma manera que el nivel anterior se encuentra con tres secciones y un respectivo número que en cada sección varía de acuerdo a la herramienta utilizada. La evaluación se realiza como describe el criterio SAD analizando el último día en que se aplicó fungicidas para el control del patógeno. En el cuarto nivel, se encuentra la recomendación para la aplicación, esta puede ser: no aplicar, aplicar producto de contacto o aplicar un producto sistémico. Este nivel se encuentra con una coloración violeta y solamente varia en el resultado de menos de 3, donde en cada herramienta establece volver a realizar una evaluación en un determinado tiempo (Figura 4). Para poder utilizar dicha recomendación, en los niveles dos y tres encontramos en cada sección

números pertenecientes a cada estado de evaluación, los cuales se designan en sentido de las agujas del reloj. Cada rueda dará un número independiente, estos números se suman y con este resultado se puede determinar en el cuarto nivel que aplicación se realizará.

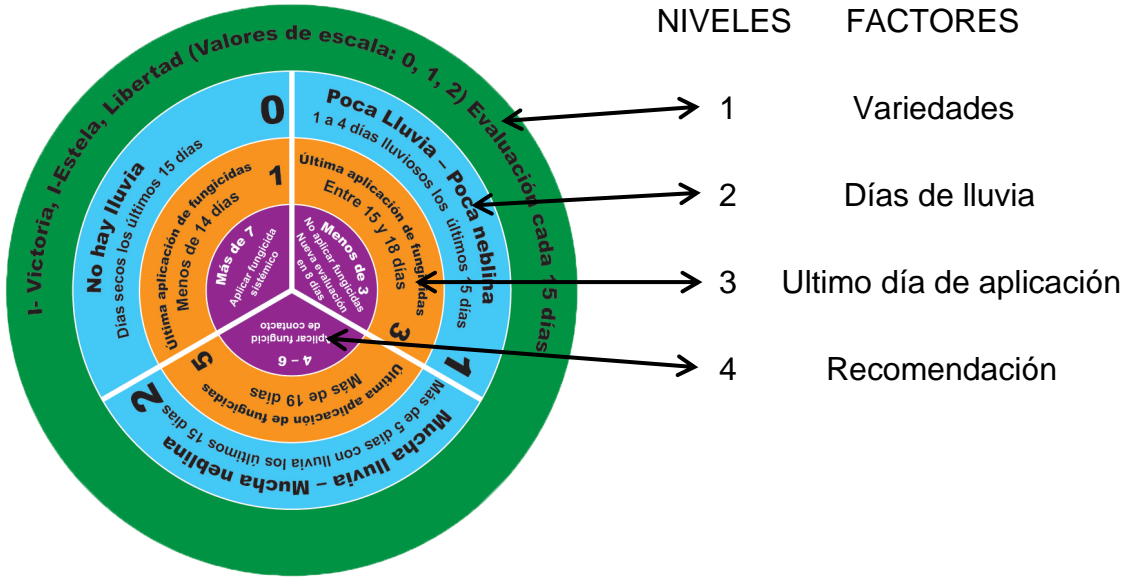


Figura 4. Factores y niveles considerados en la herramienta circular.

Para cada una de las herramientas se tomará en cuenta los mismos criterios antes mencionados, hay que considerar principalmente el nivel de resistencia de cada variedad para utilizar la herramienta adecuada y realizar las sumas correspondientes para de acuerdo al resultado aplicar el producto recomendado.

En la Figura 5, se describe la herramienta para las variedades con nivel de resistencia alto, su coloración en el primer nivel es verde. En la Figura 6, se muestra la herramienta para las variedades con nivel intermedio de resistencia, la coloración para la presente herramienta es amarilla. La Figura 7, describe la herramienta para variedades con nivel de resistencia bajo.

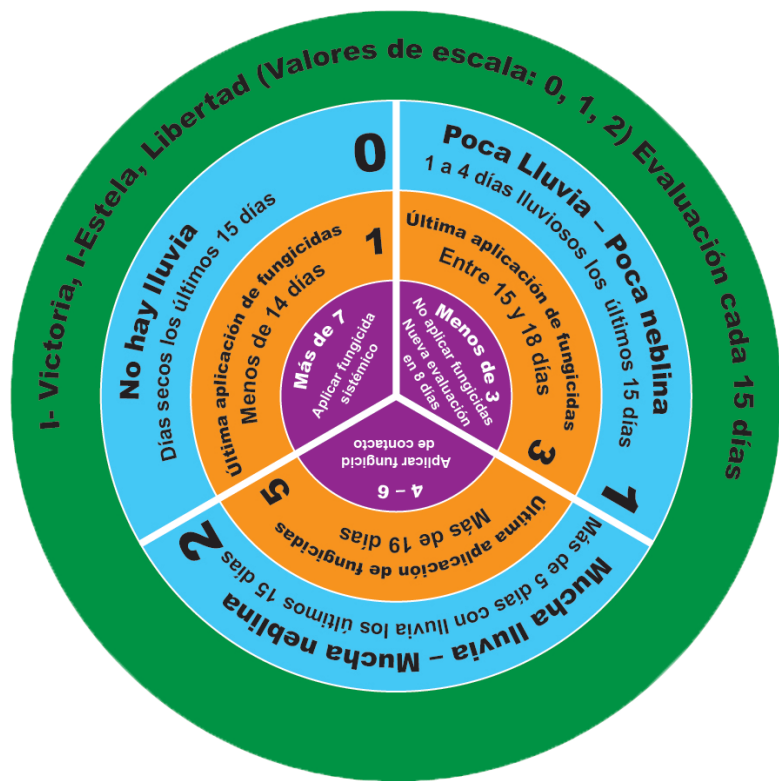


Figura 5. Herramienta circular para las variedades con escala 0, 1, 2.

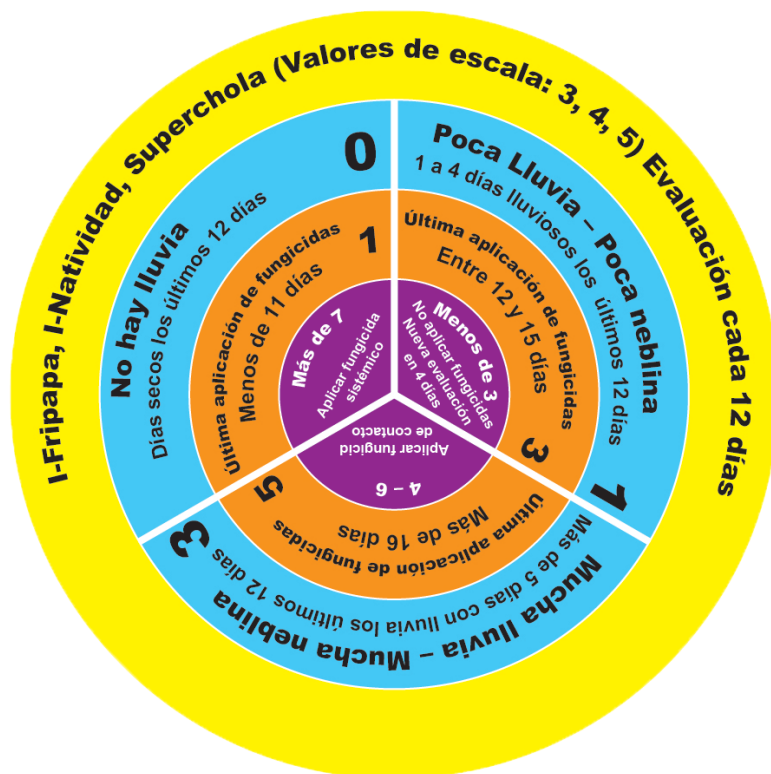


Figura 6. Herramienta circular para las variedades con escala 3, 4, 5.

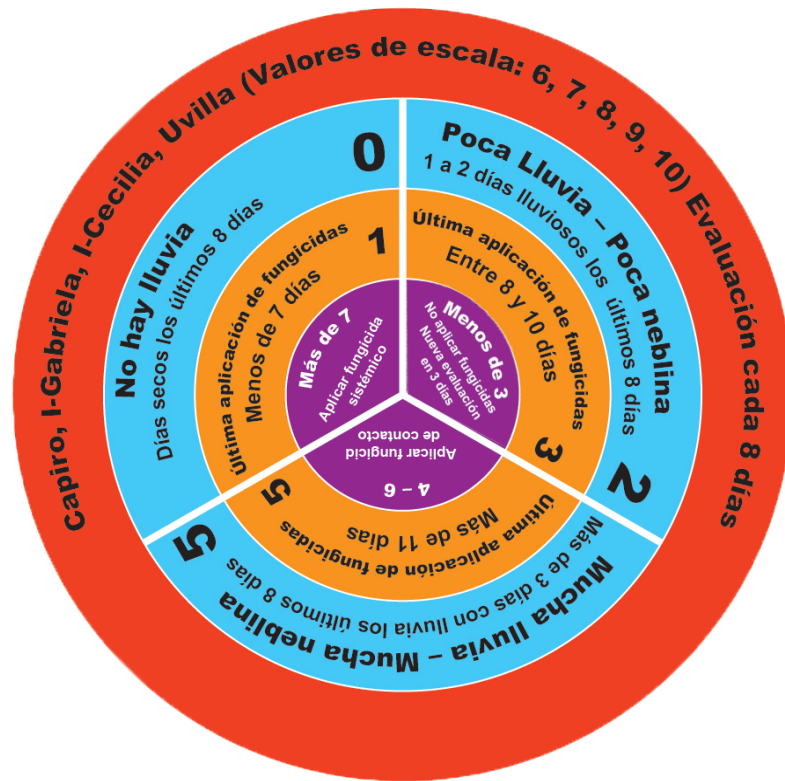


Figura 7. Herramienta circular para variedades con escala 6, 7, 8, 9, 10.

III. MATERIALES Y MÉTODOS.

3.1. Ubicación y descripción del área experimental.

La presente investigación se realizó en la Comunidad de Canchaguano, situada a 6 kilómetros en dirección sureste de la Ciudad de San Gabriel cabecera cantonal del Cantón Montúfar, Provincia del Carchi.

Sus límites son: Norte el Barrio Santa Marta de Indujel, Sur la Comunidad San Francisco de Athal, Este la Comunidad Monte Verde y Oeste la Comunidad El Capulí.

La comunidad se ubica a una altitud promedio de 2.835 msnm, cuyas coordenadas UTM son: (X) 856055 E, (Y) 10060098 N.

Presenta una temperatura promedio de 12.9 °C, una humedad relativa promedio de 85 % y una precipitación promedio mensual de 76.25 mm, ambiente que es favorable para el desarrollo de *Phytophthora infestans*.

Las características del suelo son de textura franco arcilloso, el suelo es muy fértil con una capa arable muy profunda, aunque en algunos sectores donde existe pendiente, la capa arable en su parte alta se está perdiendo por la erosión generada por el uso de mecanización agrícola para labores de preparación del terreno.

3.2. Material de siembra.

En la presente investigación se utilizó dos variedades de papa para cada nivel de resistencia genético a tizón tardío, al ser tres niveles de resistencia (bajo, medio, alto) se utilizó en total seis tipos de variedades, las cuales fueron:

Cuadro 2. Variedades de papa utilizadas en el ensayo

Variedades de papa		Nivel de resistencia
Victoria	Libertad	Alto
Superchola	Natividad	Medio
Uvilla	Capiro	Bajo

La variedad Victoria, Libertad, Superchola, Natividad y Uvilla se las obtuvo del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), la variedad Capiro fue obtenida a nivel local, del sector El Tambo específicamente.

3.3. Factores estudiados.

- Criterio para tomar decisiones en el control de Tizón tardío.
 - Criterio SAD (Sistema de Apoyo a la Decisión).
 - Criterio del agricultor.
- Variedades de papa.
 - Victoria (1) y Libertad (2)
 - Superchola (3) y Natividad (4)
 - Uvilla (5) y Capiro (6)

3.4. Tratamientos.

Son doce tratamientos desarrollados, resultado de las seis variedades a estudiar por cada criterio a evaluar, en cada tratamiento se realizó cuatro repeticiones.

Cuadro 3. Tratamientos estudiados en la investigación

Tratamientos	Variedad	Criterio
T1	Victoria(1)	Agricultor
T2	Victoria(1)	SAD
T3	Libertad(2)	Agricultor
T4	Libertad(2)	SAD
T5	Superchola(3)	Agricultor
T6	Superchola(3)	SAD
T7	Natividad(4)	Agricultor
T8	Natividad(4)	SAD
T9	Uvilla (5)	Agricultor
T10	Uvilla(5)	SAD
T11	Capiro(6)	Agricultor
T12	Capiro(6)	SAD

SAD=Sistema de Apoyo a la Decisión.

3.5. Método.

Se empleó el método: Inductivo - deductivo y análisis - síntesis; y el método empírico denominado experimental.

3.6. Diseño experimental.

Los tratamientos se ubicaron siguiendo una disposición en Diseño de Bloques Completos al Azar con cuatro repeticiones.

3.6.1. Características del área experimental.

Número de parcelas : 48 parcelas

Área total del ensayo : 1708 m²

Área de la parcela : 22 m² (4 m x 5.5 m)

Numero de repeticiones : 4

Densidad de siembra : 0.30 m x 1.10 m

Distancia de caminos : 1.50 m

Número de tubérculos por sitio : 1 tubérculo

3.7. Análisis de la varianza.

Las variables evaluadas se sometieron al análisis de la varianza para determinar la significancia estadística entre los tratamientos.

3.8. Análisis funcional.

Para determinar la diferencia estadística entre tratamientos, las medias se compararon con la prueba de Tukey al 5 % de significancia.

3.9. Manejo del ensayo.

3.9.1. Preparación del suelo.

Se realizó una labor de arado y una de rastra, una vez listo el suelo se realizó la delimitación de las parcelas de acuerdo a lo establecido en las características del área experimental, esta separación se la realizó mediante piolas. Una vez delimitado, se realizó los surcos de forma manual considerando la densidad de siembra de 1.10 metros entre surcos.

3.9.2. Manejo de plagas.

Para prevenir el ataque de Gusano blanco (*Premnotrypes vorax*), se realizó una desinfección de la semilla al momento de la siembra, y se realizó una aplicación química de forma preventiva a los 40 días después de la siembra, además se realizó una aplicación de insecticidas cuando fue necesario para el control de minador y de polilla guatemalteca (Ingredientes activos utilizados por separado: Clorpirifos y Profenofos).

3.9.3. Fertilización.

Se realizó una aplicación de 5 sacos de fertilizante químico, de estos; 1.5 sacos fueron del fertilizante “Papa siembra” de la empresa Agripac y 0.5 saco de “Urea” los cuales fueron aplicados al momento de la siembra, y al momento del medio aporque se aplicó 3 sacos del fertilizante “Papa aporque” de la empresa Fertiandino. El fertilizante químico se lo aplicó de forma uniforme en todas las 48 parcelas del ensayo, utilizando una recomendación general.

3.9.4. Siembra.

En el fondo del surco se colocó un tubérculo semilla desinfectado a cada 0.3 metros, dando un total de 13 golpes por surco, y siendo en total 65 plantas sembradas por parcela.

Para evitar el efecto de las aplicaciones entre unidades experimentales se sembró avena en los caminos de 1.50 metros de distancia, esto se realizó alrededor de cada parcela.

3.9.5. Manejo de enfermedades.

De acuerdo a la variedad en su respectivo tratamiento, se utilizó la herramienta adecuada, es decir, cada una de las herramienta fue utilizada de acuerdo a la variedad sembrada lo cual determinaba los periodos de evaluación, para la variedad Victoria y Libertad (T2 y T4 respectivamente) las evaluaciones se realizaron cada 15 días, para la variedad Superchola y Natividad (T6 y T8 respectivamente) las evaluaciones fueron cada 12 días y para la variedad Uvilla y Capiro (T10 y T12 respectivamente) las evaluaciones fueron cada 8 días.

Durante la investigación no se presentó ningún otro tipo de enfermedad foliar, por lo tanto, no se aplicó ningún tipo de fungicida adicional que no sea para el control de tizón tardío, a los 40 días se realizó de forma preventiva la aplicación

de un producto con ingrediente activo de Tiofanato Metil para el control de pudriciones radiculares.

Los fungicidas que se utilizaron dentro del Criterio SAD (Sistema de Apoyo a la Decisión) fueron sistémicos y de contacto, dentro de los sistémicos se utilizó: Dimethomorph, Fosfito de potasio y Propamocarb, cada uno en las dosis comerciales recomendadas. Dentro de los de contacto se utilizó; Propineb, Mancozeb, Cimoxanil + Mancozeb y Cimoxanil + Propineb, cada uno de estos de acuerdo a la recomendación de dosificación establecida.

La primera aplicación fue uniforme para todas las 24 parcelas que se manejó bajo el criterio SAD, en este caso se utilizó Dimethomorph, a partir de esta aplicación se realizaron el resto de controles fitosanitarios de acuerdo a los resultados y recomendaciones del criterio SAD.

Los productos fitosanitarios utilizados según la estrategia local del agricultor, dependió completamente de su criterio y disponibilidad, únicamente se pidió registrar todas las dosificaciones y productos utilizados en cada una de sus aplicaciones para realizar el análisis correspondiente.

3.9.6. Control de malezas.

El control de malezas se los realizó de forma manual, y uniforme en todas las 48 parcelas y en la misma fecha.

3.9.7. Medio aporque y aporque.

Estas labores se las realizó de forma manual, arrimando la tierra a las plantas formando camellones, en el medio aporque fue donde se realizó la complementación de la fertilización y el aporque realizado fue alto para evitar el contacto más directo de plagas y enfermedades con los tubérculos. Esta práctica también se la efectuó en las 48 parcelas de forma uniforme y en la misma fecha.

3.9.8. Cosecha.

La cosecha se la efectuó de forma manual y en un solo día, se pidió a los trabajadores el cosechar los tubérculos por cada planta de manera independiente, todo esto para no mezclar las cantidades cosechadas y poder contabilizar el número de tubérculos por planta. Una vez contabilizado se procedió a realizar la clasificación en tres categorías: de primera (tubérculos mayores a 60 g), de segunda (tubérculos entre 31 a 60 g) y de tercera (tubérculos menores a 30 g), luego se colocaron en sacos y posteriormente se tomó el peso respectivo para los datos de rendimiento.

3.10. Datos evaluados.

3.10.1. Emergencia de plantas.

A los 60 días de la siembra se realizó una evaluación del porcentaje de emergencia de cada parcela, para lo cual se contó el número de plantas emergidas en relación al número de plantas sembradas, este valor se lo transformó a porcentaje.

3.10.2. Severidad de tizón tardío.

Se realizaron evaluaciones visuales del porcentaje de severidad del tizón tardío en cada parcela de acuerdo al siguiente cronograma:

- Variedades con nivel de resistencia alto: cada 8 días.
- Variedades con nivel de resistencia medio: cada 12 días.
- Variedades con nivel de resistencia bajo: cada 15 días.

En cada evaluación se describió el porcentaje de estimación del área afectada del follaje y tallos desde el apareamiento de los primeros síntomas de la enfermedad, hasta la madurez fisiológica de la planta.

Las lecturas fueron tomadas en las fechas establecidas y se calculó el Área Bajo la Curva de Progreso de la Enfermedad (AUDPC).

$$\text{AUDPC} = L_1 + [2 (L_2 + L_3 + \dots + L_{n-1}) + L_n] \times T/2$$

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

L_n = Última lectura.

L_{n-1} = Penúltima lectura.

T = Tiempo entre lecturas.

3.10.3. Número de tubérculos por planta.

Se contabilizó el número de tubérculos de 5 plantas por surco al azar de cada parcela, luego se sumó los respectivos valores por cada tratamiento y se obtuvo el respectivo promedio, de esta manera se expresó el valor en “número de tubérculos por planta”.

3.10.4. Rendimiento.

Se pesó el total de cada unidad experimental de todos los tratamientos y de las cuatro repeticiones, se sumó los respectivos valores y se obtuvo el valor de rendimiento en quintales, luego se realizó las respectivas transformaciones para expresar los respectivos valores en toneladas/hectárea. Dentro de estos valores se obtuvo los pesos de las respectivas categorías, de primera, de segunda y de tercera, datos importantes para los respectivos análisis económicos.

3.10.5. Impacto Ambiental.

El impacto ambiental es el resultado de una determinada acción humana sobre el ambiente y sus diferentes aspectos, la acción humana cumple diversos fines, los cuales generan efectos colaterales sobre la naturaleza siendo estos positivos o negativos (Montaño & Frers, 2005).

Entendiendo esto; la metodología utilizada fue desarrollada por la Universidad de Cornell (Kovach *et al.*, 2004), para lo cual se calculó la Tasa de Impacto Ambiental (TIA) y posterior a eso se determinó el Impacto Ambiental (IA) generado por los tratamientos en estudio, de acuerdo a la metodología mencionada, se llevó un registro completo de los productos con su respectivo ingrediente activo, dosificación, número de la aplicación y el valor numérico de coeficiente de impacto ambiental por cada producto utilizado, la respectiva multiplicación de estos elementos nos genera como resultado la Tasa de Impacto Ambiental (TIA), la fórmula utilizada es la siguiente:

$TIA = \text{Concentración del producto} \times \text{Dosis/ha} \times \text{Número de aplicaciones} \times CIA.$

Dónde: TIA = Tasa de impacto ambiental

CIA = Coeficiente de impacto ambiental

De esta manera el valor de CIA es un valor numérico para cada ingrediente activo ya sea insecticida, fungicida o herbicida. Los valores que se utilizaron en la investigación se encuentran disponibles en la siguiente página web: <http://www.nysipm.cornell.edu/publications/eiq/equation.asp#table2>.

El cálculo del CIA se basa en una metodología de ponderación para evaluar el riesgo ambiental y de salud de un esquema de aplicación de un pesticida en particular, este modelo usa datos toxicológicos e información de parámetros químicos para calcular el riesgo a los agricultores, consumidores y organismos ambientales y, de esta manera, generar un coeficiente compuesto del impacto ambiental para cada pesticida. Para muchos pesticidas los valores ya han sido calculados y son esos valores numéricos los que se usan para la obtención de la Tasa de Impacto Ambiental y entre más alto es el valor numérico más severo es el daño generado por dicho pesticida al ambiente (Ortiz & Pradel, 2009).

De forma general, la Tasa de Impacto Ambiental es la aplicación práctica del CIA, donde mediante la tasa se puede valorar ambientalmente cual sistema de

producción, tecnología o estrategia de manejo de plagas o enfermedades es menos agresiva (Kovach, *et al.*, 1992).

Una vez que por cada tratamiento se obtuvo los valores de la Tasa de Impacto Ambiental (TIA), los tratamientos que obtuvieron el valor más alto son los que mayor Impacto Ambiental (IA) generaron, dentro del ensayo son los que se consideran más contaminantes o peligrosos, a estos tratamientos se les asignó un valor de 100 %. Luego conforme disminuye el valor de la Tasa de Impacto Ambiental se realiza reglas de tres simples para obtener el valor proporcional en porcentaje de los demás tratamientos, de esta manera se realiza un análisis de las tecnologías utilizadas y se determinan las tecnologías que menor impacto ambiental generaron dentro del experimento.

3.10.6. Análisis económico.

Los cálculos para el análisis económico se basaron en la metodología del presupuesto parcial del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, (CIMMYT, 1988). El presupuesto parcial de esta metodología significa que no utiliza todos los costos que intervienen en la investigación si no únicamente los costos que varían al implementar una nueva tecnología. Esta metodología utiliza los siguientes elementos “beneficios brutos”, “costos que varían”, “beneficios netos”, “análisis de dominancia”, “tasa de retorno marginal” y la “gráfica de la tasa de retorno marginal”.

Este tipo de análisis es útil para hacer recomendaciones a productores y para seleccionar tecnologías alternativas. Las recomendaciones tecnológicas a los productores no deben basarse solamente en la premisa de que una tecnología es rentable, también debe satisfacer el criterio de que la tasa marginal de retorno debe estar por encima de la tasa de retorno mínima aceptable. Las tecnologías que satisfagan este tipo de criterio son las que tienen más posibilidad de ser adoptadas.

De esta manera se determinó los “beneficios brutos” de cada tratamiento, para esto; se obtuvo los valores de venta en el mercado de cada una de las variedades sembradas y de acuerdo a sus categorías (Primera, Segunda y Tercera) y con los datos de rendimiento ajustados a quintales/hectárea se realizó la multiplicación correspondiente y se obtuvo el beneficio bruto. Los costos que varían son aquellos valores donde existió variación entre tratamientos, es decir aquellas actividades que fueron diferenciadas para cada tratamiento. Dentro de la investigación se determinó que solo los costos de los insumos, y de los jornales para para la aplicación de dichos insumos de cada tratamiento fueron los que variaron, el resto de actividades fue uniforme para todos los tratamientos. Los beneficios netos se los obtuvo restando los costos que varían de los beneficios brutos, cabe destacar que ese valor no representa la ganancia neta puesto que solo considera costos que varían más no costos totales de producción por cada tratamiento.

Con los valores de beneficios netos, se realizó el análisis de dominancia, para esto, se toma los tratamientos con su respectivo valor de “costos que varían” y se los ordena de menor a mayor y una vez que todos los tratamientos se encuentran ordenados con sus respectivos valores de “costos que varían” y de “beneficios netos”, moviéndose del tratamiento de menor al de mayor costo que varía, la tecnología que cueste más que el anterior pero que obtenga menor beneficio neto se dice que es una tecnología dominada y es excluida del análisis final.

Con este análisis se eliminan los tratamientos dominados y se calcula la tasa de retorno marginal, para esto; lo hacemos entre pares de tecnologías que queden como no dominadas, para lo cual tomamos la primera y segunda, luego segunda y tercera y así sucesivamente de ser el caso, de esta manera la diferencia de los costos netos de la segunda con la primera tecnología se la divide para la diferencia de los costos que varían de la segunda con la primera, el resultado se lo multiplica por 100 y queda expresado como porcentaje. La

misma lógica se la desarrollo entre los otros pares de tecnologías. Independientemente del resultado si se obtiene como resultado en la tasa de retorno marginal 345 % significa que al cambiar de una tecnología 1 a una tecnología 2, por cada dólar invertido en la nueva tecnología, el productor puede recobrar el dólar invertido más un retorno adicional de 3.45 USD.

Con todos los datos de la tasa de retorno marginal (TRM) se realizó la curva de beneficios netos, lo cual permitió comparar todos los tratamientos no dominados de una forma gráfica para tener una mejor visualización de su significado.

IV. RESULTADOS.

4.1. Emergencia de plantas.

De acuerdo al análisis de varianza realizado para la variable emergencia de plantas a los 60 días de la siembra, se detectó diferencias altamente significativas al 1 % de probabilidad estadística entre los tratamientos. El coeficiente de variación fue de 3.45 % y el promedio general fue de 92.28 %, en el Cuadro 4 se muestra los promedios de la variable de emergencia a los 60 días después de la siembra de cada uno de los tratamientos.

La prueba de Tukey al 5 % de probabilidad estadística para los diferentes tratamientos determinó cinco rangos de significación; del grupo, los tratamientos que conforman el primer rango fueron T10 (Uvilla + SAD) y T9 (Uvilla + Agricultor), estos tratamientos se comportaron estadísticamente iguales entre sí, pero superiores y diferentes estadísticamente al resto de tratamientos, los mayores porcentajes promedio de emergencia registrados fueron para T10 (Uvilla + SAD) con un valor de 98.07 % y para T9 (Uvilla + Agricultor) con un valor de 96.54 %. El menor valor promedio y con el quinto rango de significancia fue para T12 (Capiro + SAD) el cual registró un valor del 85.00 %.

4.2. Severidad de tizón tardío.

Dentro del análisis de varianza realizado para la variable severidad de tizón tardío expresado en AUDPC (Área bajo la curva del progreso de la enfermedad) detectó diferencias altamente significativas al 1 % de probabilidad estadística entre los tratamientos. El Cuadro 5 muestra los valores promedios de la presente variable expresado en AUDPC. El coeficiente de variación es de 18.85 % y presenta una media general de 24.62 AUDPC.

Al realizar la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad estadística para los diferentes tratamientos se observó que existen tres rangos de significancia estadística para esta variable, es importante mencionar que los valores más

Cuadro 4. Emergencia de plantas de papa, en la validación del sistema de herramienta circular de toma de decisiones para el control del Tizón tardío de la papa (*Phytophthora infestans*) en el sector de Canchaguano, Provincia del Carchi. FACIAG, UTB. 2015.

Tratamientos	Variedad	Criterio	Promedio (%)
T10	Uvilla	SAD	98.08 a
T9	Uvilla	Agricultor	96.54 a
T8	Natividad	SAD	96.15 a b
T3	Libertad	Agricultor	94.62 a b c
T4	Libertad	SAD	94.23 a b c
T7	Natividad	Agricultor	93.08 a b c d
T5	Superchola	Agricultor	92.70 a b c d e
T1	Victoria	Agricultor	91.92 a b c d e
T6	Superchola	SAD	90.77 a b c d e
T11	Capiro	Agricultor	87.31 c d e
T2	Victoria	SAD	86.92 c d e
T12	Capiro	SAD	85.00 e
Promedio			92.28
Coeficiente de Variación (%)			3.4
Significancia estadística			**

Promedios que comparten la misma letra no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 5 %.

SAD: Sistema de Apoyo a la Decisión.

** : Significativo al 1 %.

bajos de AUDPC y que presenten el último rango son los tratamientos que mejor se comportaron ante el desarrollo de la epidemia, y los tratamientos con mayor valor de AUDPC y con el mejor rango son los que más infección presentaron del patógeno, la lógica en este tipo de variables es que entre menor es la incidencia del patógeno mejor es su comportamiento ante determinada variable. Con este antecedente, el tratamiento con el mayor valor de AUDPC fue para T6 (Superchola + SAD) siendo este el que mayor incidencia del patógeno presentó. En el tercer rango y sin presentar diferencia estadística lo ocupan los tratamientos T3 (Libertad + Agricultor), T8 (Natividad + SAD), T7 (Natividad + Agricultor), T9 (Uvilla + Agricultor), T2 (Victoria + SAD),

T1 (Victoria + Agricultor), T11 (Capiro + Agricultor), T4 (Libertad + SAD) y T12 (Capiro + SAD); estos tratamientos no difieren estadísticamente entre sí, y al presentar el menor valor de AUDPC y el rango más bajo, significa que son los que mejor se comportaron ante el desarrollo de la epidemia.

Cuadro 5. Severidad de lancha en AUDPC, en la validación del sistema de herramienta circular de toma de decisiones para el control del Tizón tardío de la papa (*Phytophthora infestans*) en el sector de Canchaguano, Provincia del Carchi. FACIAG, UTB. 2015.

Tratamientos	Variedad	Criterio	AUDPC
T6	Superchola	SAD	57,11 a
T5	Superchola	Agricultor	39,18 b
T10	Uvilla	SAD	38,56 b
T12	Capiro	SAD	23,93 c
T4	Libertad	SAD	20,36 c
T11	Capiro	Agricultor	18,47 c
T1	Victoria	Agricultor	17,66 c
T2	Victoria	SAD	17,55 c
T9	Uvilla	Agricultor	16,39 c
T7	Natividad	Agricultor	16,11 c
T8	Natividad	SAD	15,85 c
T3	Libertad	Agricultor	14,25 c
Promedio			24,62
Coeficiente de Variación (%)			18,85
Significancia estadística			**

Promedios que comparten la misma letra no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 5 %.

SAD: Sistema de Apoyo a la Decisión.

** : Significativo al 1 %.

En los siguientes gráficos se puede observar las curvas de progreso de la enfermedad de los diferentes tratamientos. En la Figura 8 y 9, se observa el progreso de la enfermedad en las variedades Victoria y Libertad cuyo nivel de resistencia al tizón tardío fue alto y se compara con la evolución de la enfermedad de acuerdo a cada criterio (Agricultor y SAD). Las evaluaciones en estas variedades fueron realizadas cada 15 días y los valores tomados en el

porcentaje de severidad son los respectivos promedios de acuerdo a las lecturas tomadas en el porcentaje de severidad.

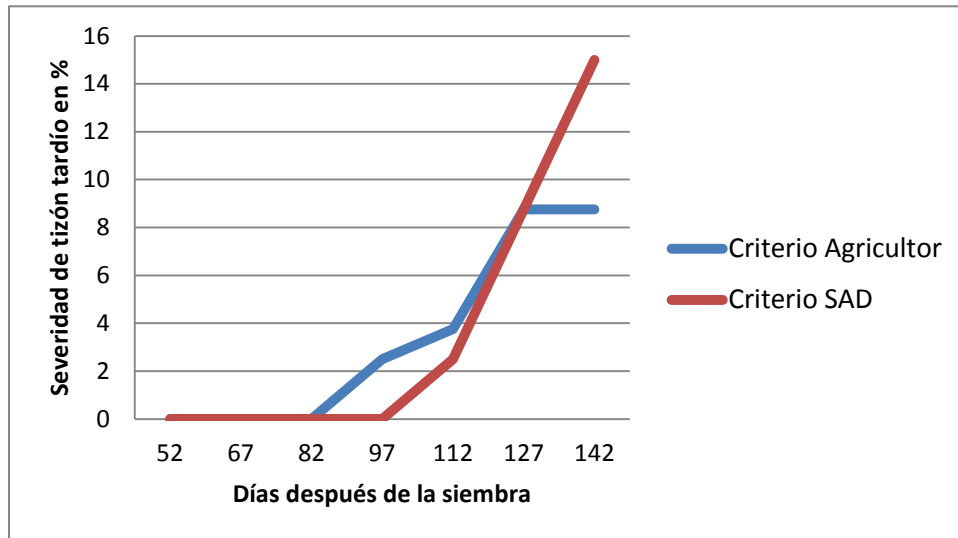


Gráfico 8. Curvas de progreso de la enfermedad, en la variedad de papa Victoria. Canchaguano-Carchi, 2015.

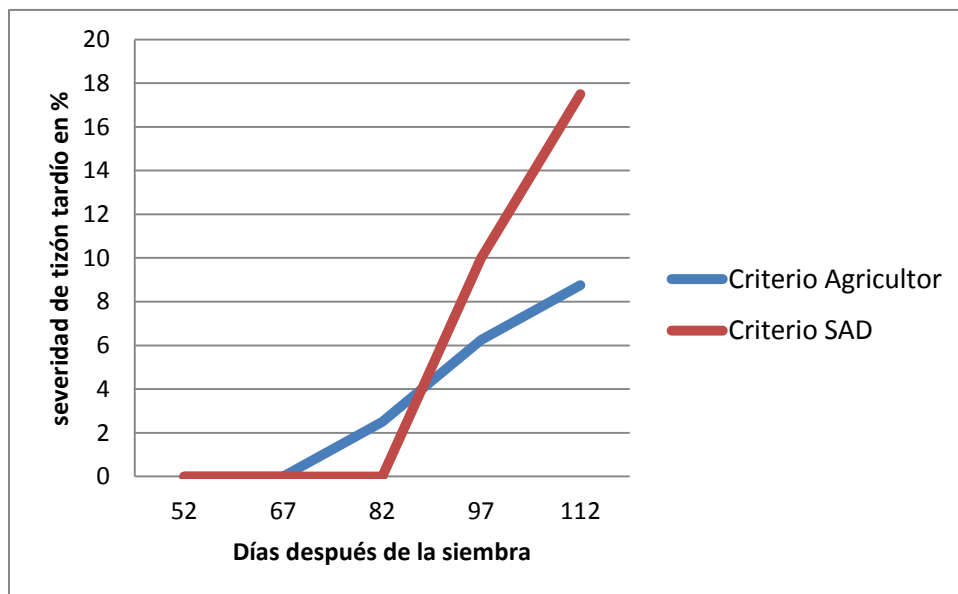


Gráfico 9. Curvas de progreso de la enfermedad, en la variedad de papa Libertad. Canchaguano-Carchi, 2015.

En las Figuras 10 y 11, de la misma manera se compara la evolución de la enfermedad de acuerdo a cada criterio (Agricultor y SAD). En este caso se observa las variedades con nivel medio de resistencia a tizón tardío como son Superchola y Natividad. Las evaluaciones en estas variedades fueron realizadas cada 12 días.

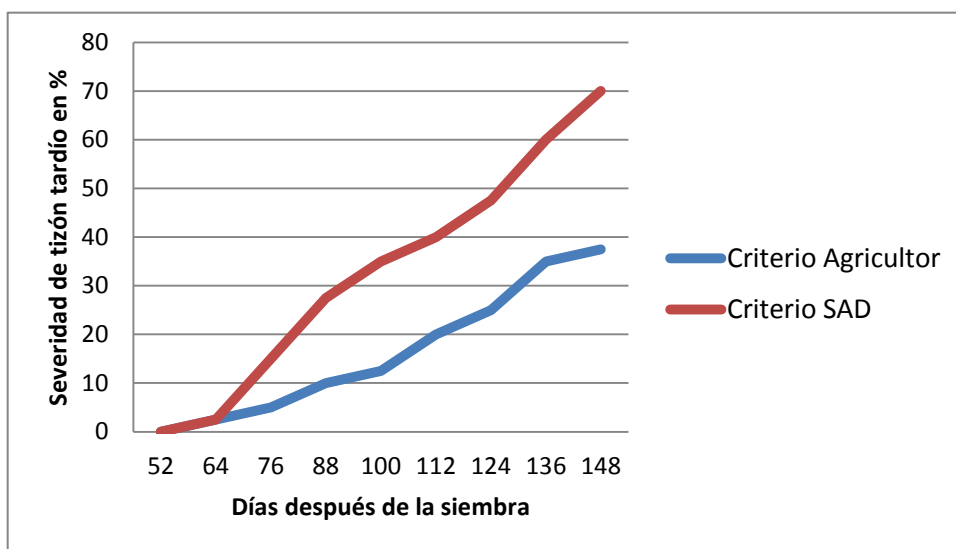


Figura 10. Curvas de progreso de la enfermedad, en la variedad de papa Superchola. Canchaguano-Carchi, 2015.

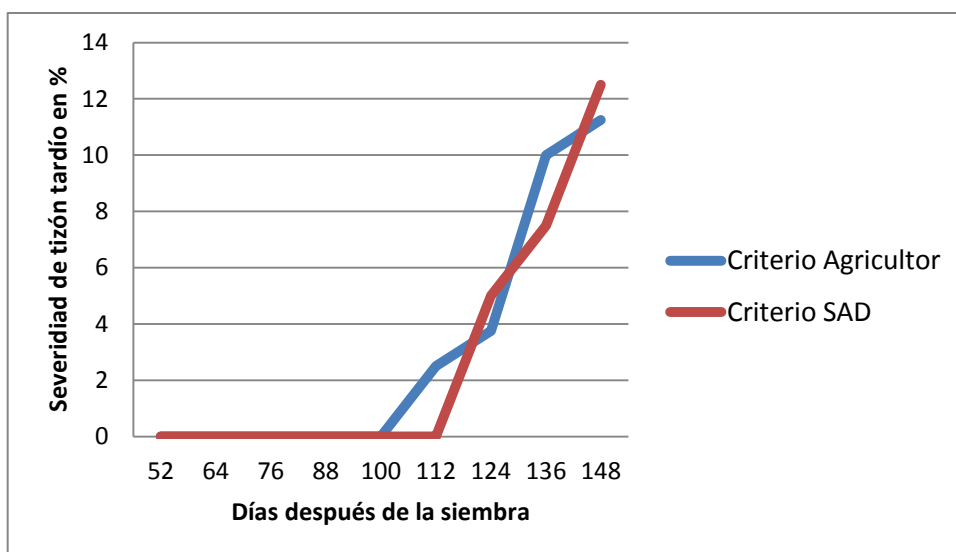


Figura 11. Curvas de progreso de la enfermedad, en la variedad de papa Natividad. Canchaguano-Carchi, 2015.

Dentro de la Figura 12 y 13, se expresa el desarrollo de tizón tardío en las variedades de nivel susceptible, las variedades utilizadas en este caso fueron Uvilla y Capiro. La evaluación realizada para estas variedades fue cada 8 días y de la misma manera se compara el desarrollo de la enfermedad de acuerdo a los dos criterios evaluados (Agricultor y SAD).

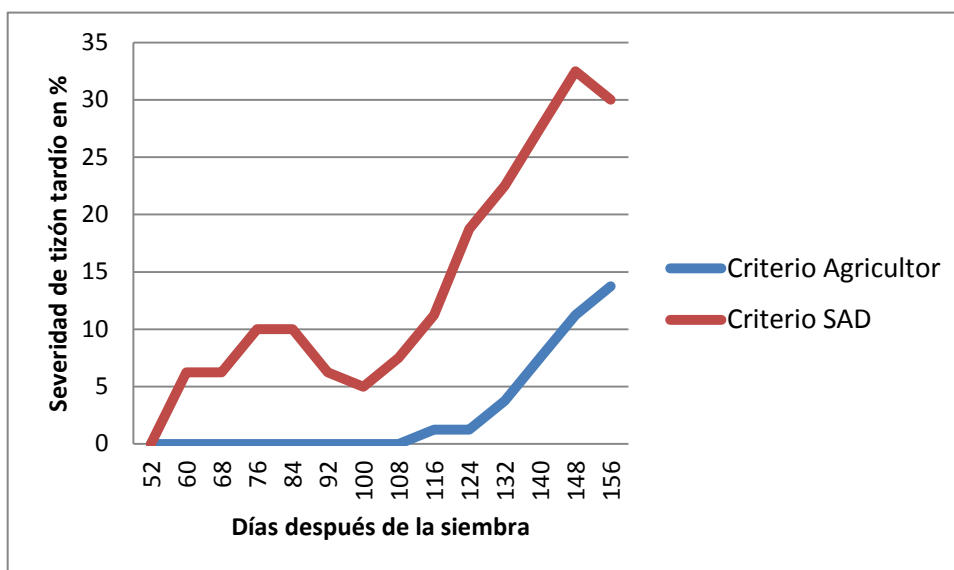


Figura 12. Curvas de progreso de la enfermedad, en la variedad de papa Uvilla. Canchaguano-Carchi, 2015

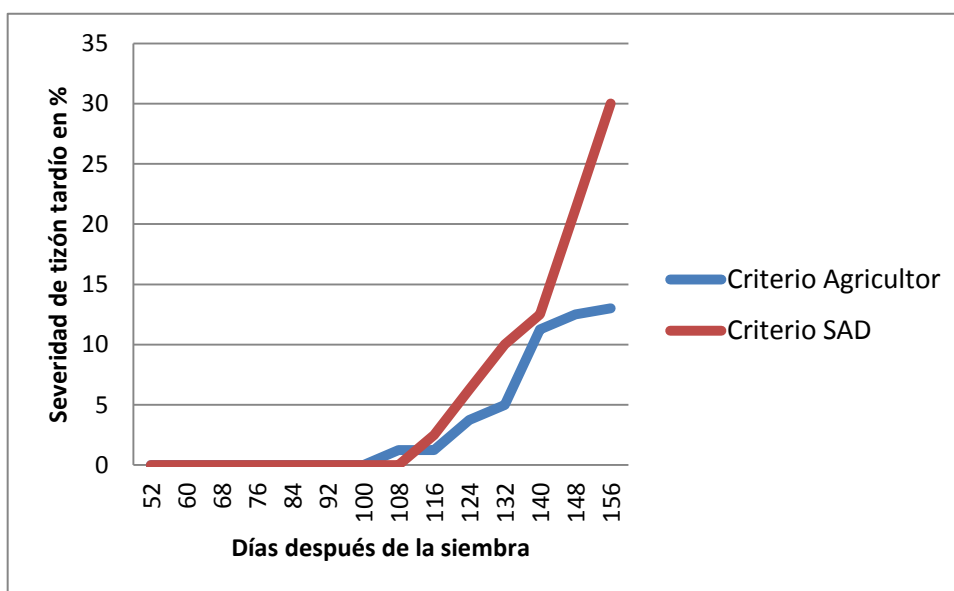


Figura 13. Curvas de progreso de la enfermedad, en la variedad de papa Capiro. Canchaguano-Carchi, 2015.

Las valores de temperatura, humedad relativa y precipitación se encuentran en las Figuras 14, 15 y 16 respectivamente, de esta manera se observa que el ambiente presentado dentro del sector fue un ambiente favorable para el desarrollo de la enfermedad en estudio, de forma general *Phytophthora infestans*, necesita temperaturas de entre 10 °C a 22 °C, con una humedad relativa que sea superior al 75 % y precipitaciones mensuales que sean superiores a 20 mm mensuales (Erwin & Ribeiro, 1996), de esta manera se determina que todos los requerimientos climáticos se cumplieron dentro del área experimental donde se realizó el ensayo. Dentro de temperatura se presentó un promedio de 12.2 °C, la humedad relativa que se presentó en promedio fue de 85 % y las precipitaciones de forma diaria registraron en promedio 2.5 mm diarios, por lo tanto, la precipitación mensual en promedio estaría en 76.25 mm.

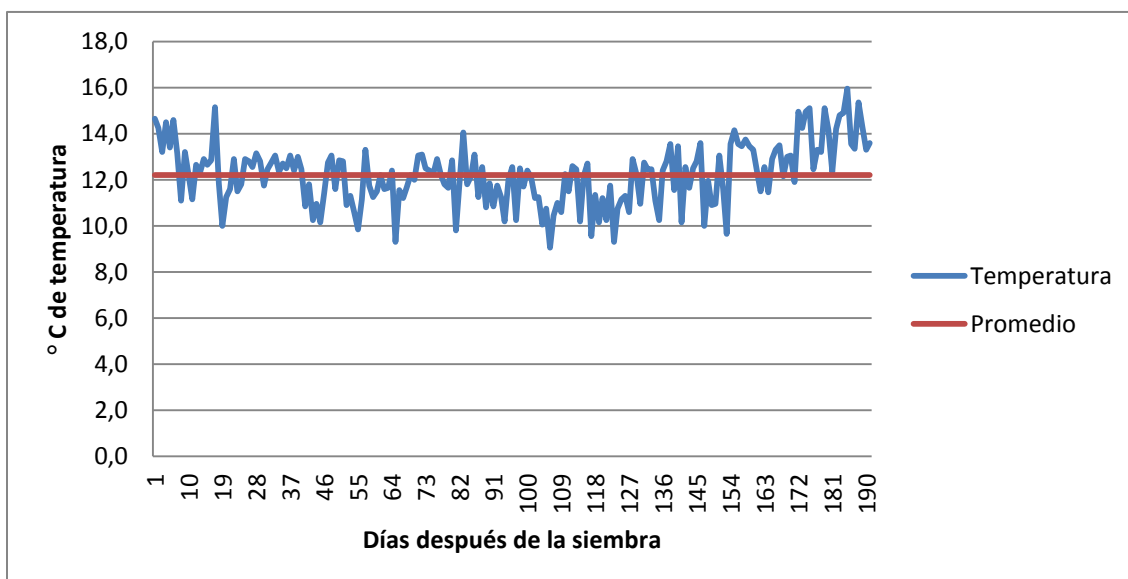


Figura 14. Temperatura registrada durante el periodo del ensayo. Canchaguano-Carchi, 2015.

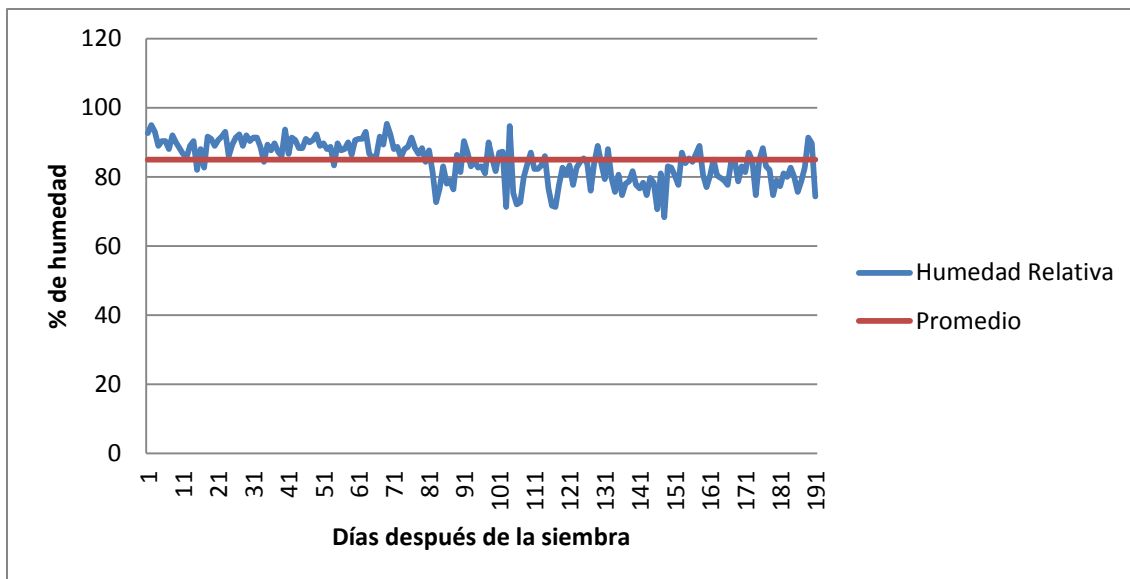


Figura 15. Humedad Relativa registrada durante el periodo del ensayo. Canchaguano-Carchi, 2015.

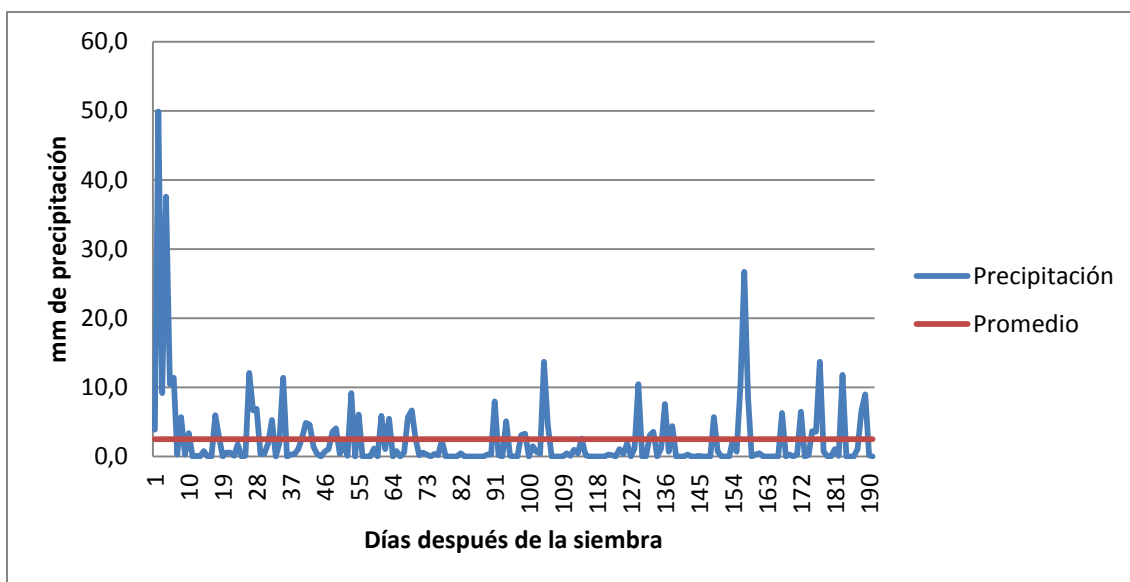


Figura 16. Precipitación caída durante el periodo del ensayo. Canchaguano-Carchi, 2015.

4.3. Número de tubérculos por planta.

El Cuadro 6, muestra los valores promedio del número de tubérculos por planta de cada uno de los tratamientos y de acuerdo al análisis de varianza realizado para la presente variable, se registró diferencias altamente significativas al 1 %

de probabilidad estadística, con un promedio general de 16.48 tubérculos y cuyo coeficiente de variación fue de 10.72 %.

En la prueba de Tukey realizada para esta variable, se determinó que existen cinco rangos de significancia. El primer rango lo ocupó T9 (Uvilla + Agricultor) y T7 (Natividad + Agricultor), siendo estos tratamientos estadísticamente diferentes al resto, los valores registrados para estos tratamientos son de 23.70 y 22.63 tubérculos, respectivamente, mientras que el menor promedio y con el quinto rango de significancia fue para T6 (Superchola + SAD) cuyo valor fue de 11.69 tubérculos.

Cuadro 6. Número de tubérculos, en la validación del sistema de herramienta circular de toma de decisiones para el control del Tizón tardío de la papa (*Phytophthora infestans*) en el sector de Canchaguano, Provincia del Carchi. FACIAG, UTB. 2015.

Tratamientos	Variedad	Criterio	Número de tubérculos
T9	Uvilla	Agricultor	23.70 a
T7	Natividad	Agricultor	22.63 a
T8	Natividad	SAD	21.67 a b
T5	Superchola	Agricultor	17.18 c
T1	Victoria	Agricultor	16.11 c d
T3	Libertad	Agricultor	15.53 c d e
T11	Capiro	Agricultor	15.38 c d e
T10	Uvilla	SAD	15.11 c d e
T4	Libertad	SAD	14.15 c d e
T2	Victoria	SAD	12.81 c d e
T12	Capiro	SAD	11.80 d e
T6	Superchola	SAD	11.69 e
Promedio			16.48
Coeficiente de Variación (%)			10.72
Significancia estadística			**

Promedios que comparten la misma letra no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 5 %.

SAD: Sistema de Apoyo a la Decisión.

** : Significativo al 1 %.

4.4. Rendimiento total.

El análisis de varianza realizado para la variable de rendimiento total determinó que existen diferencias altamente significativas al 1 % de probabilidad estadística, para los diferentes tratamientos. El coeficiente de variación registrado es de 11 % y el promedio general de 45.20 t/ha. En el Cuadro 7 se muestra los valores promedio por cada uno de los tratamientos.

Al realizar la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad estadística, se determinó que existen ocho rangos de significancia, se registra una diferencia significativa estadística al 5 % en cuanto a repeticiones y establece diferencia altamente significativas al 1 % en los diferentes tratamientos. El primer rango de significancia lo ocupa T7 (Natividad + Agricultor) y T8 (Natividad + SAD), siendo estos tratamientos los que reportaron mejor nivel de producción en toneladas por hectárea y con valores promedio de 72.02 y 70.42 t/ha, respectivamente, mientras que dentro del octavo rango y con los valores más bajos de rendimientos se ubicó T6 (Superchola + SAD) con un valor de 17.14 t/ha, siendo este tratamiento el que menor valor de rendimiento por hectárea registro.

4.5. Impacto ambiental.

Los análisis respectivos de la Tasa de Impacto Ambiental (TIA) y de Impacto Ambiental (IA) se observan en el Cuadro 8. De esta manera los tratamientos que obtuvieron la Tasa de Impacto Ambiental (TIA) más alta fueron los tratamientos que el agricultor manejó bajo su criterio y que obtuvieron un valor de 70.74, este valor no presenta unidad y representa un valor numérico que permite los cálculos para determinar la reducción del Impacto Ambiental (IA) entre tratamientos en estudio. Para este caso, fueron T1 (Victoria + Agricultor), T3 (Libertad + Agricultor), T5 (Superchola + Agricultor), T7 (Natividad + Agricultor), T9 (Uvilla + Agricultor) y T11 (Capiro + Agricultor) los tratamientos que presentaron la Tasa de Impacto Ambiental más alta y a los cuales se les asignó un valor del Impacto Ambiental del 100 %.

Cuadro 7. Rendimiento total (t/ha) en la validación del sistema de herramienta circular de toma de decisiones para el control del Tizón tardío de la papa (*Phytophthora infestans*) en el sector de Canchaguano, Provincia del Carchi. FACIAG, UTB. 2015.

Tratamientos	Variedad	Criterio	t/ha
T7	Natividad	Agricultor	72.02 a
T8	Natividad	SAD	70.42 a
T1	Victoria	Agricultor	63.39 a b
T2	Victoria	SAD	51.66 b c
T9	Uvilla	Agricultor	50.52 c d
T3	Libertad	Agricultor	43.81 c d e
T11	Capiro	Agricultor	42.07 c d e
T4	Libertad	SAD	39.00 d e f
T10	Uvilla	SAD	34.18 e f g
T12	Capiro	SAD	34.14 e f g
T5	Super chola	Agricultor	24.08 g h
T6	Super chola	SAD	17.14 h
Promedio			45.20
Coeficiente de Variación (%)			11.00
Significancia estadística			**

Promedios que comparten la misma letra no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 5 %.

SAD: Sistema de Apoyo a la Decisión.

** : Significativo al 1 %.

En las variedades Uvilla y Capiro manejadas bajo el criterio SAD en T10 y T12 respectivamente se obtuvo un valor de 20.42 en la Tasa de Impacto Ambiental y para estas variedades el valor del Impacto Ambiental se lo obtuvo de acuerdo a reglas de tres simple entre el valor de TIA más alto y el obtenido en los tratamientos mencionados, de esta manera tenemos un valor de 28.86% en lo que corresponde al valor del Impacto Ambiental (IA). Las variedades Superchola y Natividad manejadas en T6 (Superchola + SAD) y T8 (Natividad + SAD) obtuvieron un valor de 19.17 en lo que corresponde a TIA (Tasa de Impacto Ambiental) y cuyo valor de IA (Impacto Ambiental) corresponde a 27.09 %. Las Variedades Victoria y Libertad bajo el criterio SAD fueron manejadas T2

y T4 respectivamente, donde en la Tasa de Impacto Ambiental se obtuvo un valor de 14.99 y el valor que corresponde al Impacto Ambiental es de 21.19 %. En el Cuadro 12, también se detalla el número de aplicaciones realizadas para el control de Tizón Tardío y además el número de aplicaciones de insecticidas realizadas durante todo el ensayo.

Cuadro 8. Número de aplicaciones, Tasa de Impacto Ambiental e Impacto Ambiental de la investigación. Canchaguano-Carchi, 2015.

Tratamientos	Variedad	Criterio	Nro. Aplicaciones		TIA	IA %
			Fungicidas	Insecticidas		
T1	Victoria	Agricultor	15	6	70.74	100
T3	Libertad	Agricultor			70.74	100
T5	Superchola	Agricultor			70.74	100
T7	Natividad	Agricultor			70.74	100
T9	Uvilla	Agricultor			70.74	100
T11	Capiro	Agricultor			70.74	100
T12	Capiro	SAD	14	3	20.42	28.86
T10	Uvilla	SAD			20.42	28.86
T8	Natividad	SAD	9	3	19.17	27.09
T6	Superchola	SAD			19.17	27.09
T4	Libertad	SAD	7	3	14.99	21.19
T2	Victoria	SAD			14.99	21.19

SAD: Sistema de Apoyo a la Decisión

TIA= Tasa de Impacto Ambiental

IA= Impacto Ambiental

4.6. Análisis económico.

De acuerdo a la metodología del CIMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo) se identificó los costos que varían, para lo cual en el presente ensayo fue únicamente la mano de obra utilizada para las aplicaciones, y los insumos utilizados en cada aplicación, los demás elementos fueron constantes en todos los tratamientos. En el Cuadro 9 se detallan los costos que varían por cada tratamiento, estos costos se encuentran ya considerados por hectárea. Dentro del Cuadro 10 se expresa los rendimientos por hectárea en quintales de cada variedad sembrada y por cada una de sus

categorías. En el Cuadro 11 se observa los precios de comercialización de cada una de las variedades sembradas y de acuerdo a sus categorías (Primera, segunda y tercera), esta información fue obtenida del mercado de papa que se realiza en la ciudad de San Gabriel (cabecera cantonal del Cantón Montúfar, Provincia del Carchi), los días viernes y tomada a la semana siguiente de la cosecha del cultivo.

Cuadro 9. Costos que varían, por tratamiento dentro de la investigación. Canchaguano-Carchi, 2015.

Variedad	Criterio	Tratamientos	Costos que varían (USD)		
			Jornales	Pesticidas	Total/ha
Victoria	Agricultor	T1	1704.55	1186.26	2890.81
Victoria	SAD	T2	909.09	390.45	1299.54
Libertad	Agricultor	T3	1704.55	1186.26	2890.81
Libertad	SAD	T4	909.09	390.45	1299.54
Superchola	Agricultor	T5	1704.55	1186.26	2890.81
Superchola	SAD	T6	1136.36	464.89	1601.25
Natividad	Agricultor	T7	1704.55	1186.26	2890.81
Natividad	SAD	T8	1136.36	464.89	1601.25
Uvilla	Agricultor	T9	1704.55	1186.26	2890.81
Uvilla	SAD	T10	1704.55	668.18	2372.73
Capiro	Agricultor	T11	1704.55	1186.26	2890.81
Capiro	SAD	T12	1704.55	668.18	2372.73

SAD: Sistema de Apoyo a la Decisión

En el Cuadro 12, se muestra el análisis de dominancia entre pares de tecnologías continuas, de esta manera siguiendo la metodología del CIMMYT, se presentan 9 tecnologías dominadas, estas resultaron dominadas debido a que presentaron un mayor costo que varía que la anterior y se obtuvo un menor beneficio neto, por lo tanto la tecnología que presentaba dicha característica se excluía del análisis final, para dicho análisis resultaron 3 tecnologías no dominadas con las cuales se realizó el análisis de la tasa de retorno marginal que se muestra en el Cuadro 13. La Figura 17, permite visualizar la curva de beneficios netos de los tratamientos no dominados, donde se muestra la

rentabilidad de pasar de una tecnología a otra y analizar gráficamente cuál de las tecnologías es la más rentable para el agricultor. En nuestro caso se determinó que T8 (Natividad + Agricultor) es la más rentable.

Cuadro 10. Rendimientos por categorías de la investigación. Canchaguano-Carchi, 2015.

Variedad	Criterio	Tratamientos	Rendimiento qq/ha		
			Rend 1ra	Rend 2da	Rend 3ra
Victoria	Agricultor	T1	1,312.04	75.97	9.50
Victoria	SAD	T2	1,033.40	85.91	19.64
Libertad	Agricultor	T3	863.18	70.36	32.19
Libertad	SAD	T4	762.96	73.01	23.93
Superchola	Agricultor	T5	373.48	111.58	45.70
Superchola	SAD	T6	256.97	75.06	45.88
Natividad	Agricultor	T7	1,342.03	204.00	41.62
Natividad	SAD	T8	1,344.37	174.92	33.07
Uvilla	Agricultor	T9	722.22	301.32	90.28
Uvilla	SAD	T10	573.12	122.56	57.89
Capiro	Agricultor	T11	741.12	169.30	16.92
Capiro	SAD	T12	651.81	84.99	15.81

SAD: Sistema de Apoyo a la Decisión

Cuadro 11. Costos de venta por quintal en la investigación. Canchaguano-Carchi, 2015.

Variedad	Criterio	Tratamientos	Costos de venta por quintal (USD)		
			Primera	Segunda	Tercera
Victoria	Agricultor	T1	13	7	3
Victoria	SAD	T2	13	7	3
Libertad	Agricultor	T3	13	7	3
Libertad	SAD	T4	13	7	3
Superchola	Agricultor	T5	26	17	6
Superchola	SAD	T6	26	17	6
Natividad	Agricultor	T7	13	7	3
Natividad	SAD	T8	13	7	3
Uvilla	Agricultor	T9	17	10	4
Uvilla	SAD	T10	17	10	4
Capiro	Agricultor	T11	22	15	5
Capiro	SAD	T12	22	15	5

SAD: Sistema de Apoyo a la Decisión

Cuadro 12. Análisis de dominancia en la investigación. Canchaguano-Carchi, 2015.

Variedad	Criterio	Tratamiento	Beneficio Bruto	Costos que varían	Beneficio Neto	Dominancia
Libertad	SAD	T4	10,501.30	1299.54	9,201.76	ND
Victoria	SAD	T2	14,094.55	1299.54	12,795.01	ND
Superchola	SAD	T6	8,232.50	1601.25	6,631.25	D
Natividad	SAD	T8	18,800.49	1601.25	17,199.24	ND
Uvilla	SAD	T10	11,200.29	2372.73	8,827.56	D
Capiro	SAD	T12	15,693.66	2372.73	13,320.93	D
Libertad	Agricultor	T3	11,810.42	2890.81	8,919.61	D
Superchola	Agricultor	T5	11,881.44	2890.81	8,990.63	D
Uvilla	Agricultor	T9	15,652.06	2890.81	12,761.25	D
Victoria	Agricultor	T1	17,616.82	2890.81	14,726.01	D
Capiro	Agricultor	T11	18,928.74	2890.81	16,037.93	D
Natividad	Agricultor	T7	18,999.24	2890.81	16,108.43	D

SAD: Sistema de Apoyo a la Decisión

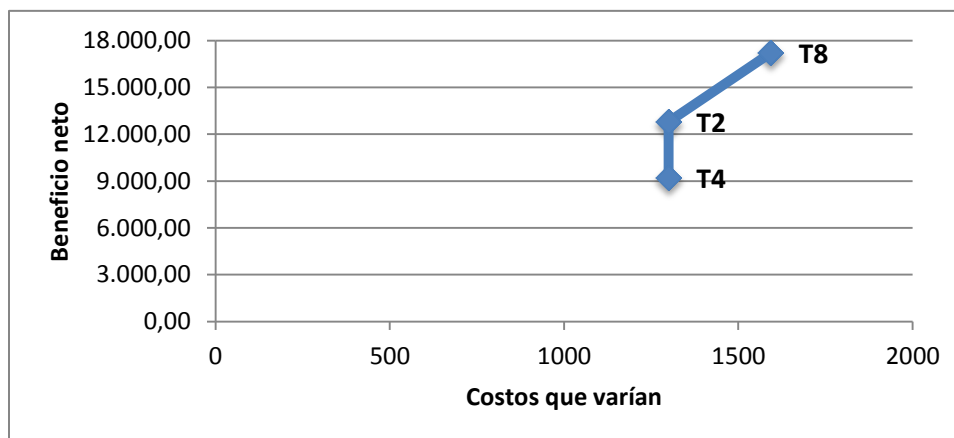
D: Tratamiento Dominado

ND: Tratamiento No Dominado

Cuadro 13. Tasa de retorno marginal para los tratamientos no dominados en la investigación. Canchaguano-Carchi, 2015.

Variedad	Criterio	Tratamientos	Beneficio bruto	Costos que varían	Beneficio neto	Tasa de retorno marginal (%)
Libertad	SAD	T4	10,501.30	1300	9,201.30	
Victoria	SAD	T2	14,094.55	1300	12,794.55	
Natividad	SAD	T8	18,800.49	1593.18	17,207.31	1505.14

Figura 17. Curva de beneficios netos para tratamientos no dominados en la investigación. Canchaguano-Carchi, 2015.



V. DISCUSIÓN.

5.1. Emergencia de plantas.

En la variable emergencia, se obtuvo un promedio del 92.28 %, lo que representa un buen margen de emergencia para todo el ensayo, sin embargo los tratamientos que registraron mayor porcentaje de emergencia fueron: T10 (Uvilla + SAD) y T9 (Uvilla + Agricultor). Con relación al resultado obtenido Montesdeoca (2005) menciona que el periodo de latencia de cada variedad de semilla de papa es diferente y que además influyen factores como la variedad, condiciones del cultivo, temperatura de almacenamiento, daños mecánicos en tubérculos y la madurez del tubérculo, por lo tanto, conociendo esta diversidad de factores que influyen dentro de una semilla de papa, era difícil obtener todas las seis variedades bajo las mismas condiciones ideales para la siembra. Sin embargo, la variedad Uvilla fue la que se encontraba en mejores condiciones para la siembra; el tratamiento con el menor valor de emergencia registrado fue T12 (Capiro + SAD), asimismo los tratamientos T11 (Capiro + Agricultor) y T2 (Victoria + SAD) presentaron los valores más bajos del porcentaje de emergencia, para este análisis es importante conocer que Núñez (2011) menciona que la variedad Capiro presenta una germinación tardía de hasta tres meses, de esta manera en el ensayo la semilla utilizada todavía presentaba brotes muy pequeños, lo cual retardó aún más su germinación ubicándose dentro de los valores más bajos de emergencia. En los demás tratamientos, las condiciones de la semilla debido a la influencia de los factores ya mencionados presentaron un diferente porcentaje de emergencia y de forma general estos promedios no bajaron más del 85%.

5.2. Severidad de tizón tardío

De los resultados obtenidos para la variable de severidad de tizón tardío se identifica que T6 (Superchola + SAD), fue el tratamiento que mayor ataque

recibió de *Phytophthora infestans*, variedad que no fue efectiva al manejo desarrollado bajo el criterio SAD con los controles y recomendaciones establecidas, y pese a que el agricultor cultivó la misma variedad de acuerdo a su criterio, T5 (Superchola + Agricultor) presentó niveles altos de severidad de lancha, en este experimento Superchola tuvo un problema particular, una posible causa es que la semilla de esta variedad estuvo infectada por una nueva enfermedad, la cual está siendo investigada en el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), durante el ciclo del cultivo se apreciaron en Superchola, síntomas como amarillamiento del follaje, formación de tubérculos aéreos, bordes de las hojas de color morado y algunos enrollamientos de las hojas, síntomas similares a los causados por *Rhizoctonia*, sin embargo, no se observó presencia de costras negras en los tubérculos al momento de la cosecha, adicionalmente, Técnicos del INIAP y colaboradores en el ensayo, en una visita técnica realizaron un muestreo de las parcelas afectadas, correspondientes a Superchola, para el respectivo análisis molecular, mediante comunicación personal mencionaron que en pruebas preliminares se identificó la presencia de un Fitoplasma, causante de la enfermedad Punta morada de la papa, sin embargo, es necesario realizar pruebas de confirmación para estar seguros del diagnóstico; además, mencionaron que este tipo de enfermedad se encuentra muy distribuida en la provincia de Carchi y hay algunos reportes en el centro del país donde disminuye los rendimientos y su diseminación es a través de insectos o por semilla, por lo tanto, se aduce que la semilla utilizada en el ensayo estuvo infectada con este patógeno, lo cual volvió a esta variedad mayormente susceptible a *Phytophthora infestans*, cabe destacar que estos criterios emitidos aún no se encuentran en reportes oficiales, este tipo de problema se identificó únicamente en la variedad Superchola. De esta manera, no se puede aseverar que el control bajo la herramienta no fue efectivo para esta variedad, el análisis de la herramienta debe corroborarse en otros ensayos y en condiciones de semilla adecuada y sin infección de este patógeno de ser el caso.

De manera general, en las variedades Victoria y Libertad manejadas bajo el criterio de Sistema de Apoyo a la Decisión (SAD) y bajo el criterio del agricultor, no presentaron diferencia estadística, lo que implica que el manejo con la herramienta circular (SAD) fue efectivo para estas variedades logrando controlar la incidencia del patógeno. En este tipo de variedades con el criterio SAD se realizó siete aplicaciones frente a quince aplicaciones realizadas por el agricultor en las parcelas manejadas bajo su criterio, las evaluaciones bajo el criterio SAD se realizaron cada 15 días.

De la misma manera en la variedad Natividad manejada bajo los dos criterios no se presentó una diferencia estadística, lo que representa que el manejo con la herramienta circular (SAD) fue efectivo, en esta variedad se realizó nueve controles y se evaluó cada 12 días.

En la variedad Capiro manejada bajo los dos criterios no registró diferencias estadísticas, con esto se determina que para esta variedad el control mediante el criterio SAD también fue efectivo, las evaluaciones se realizaron cada 8 días y se realizó 14 controles fitosanitarios.

La variedad Uvilla presentó diferencias estadísticas, esta variedad es muy susceptible y requiere de un mayor cuidado, lo que significa que el manejo realizado bajo el criterio del agricultor fue más efectivo que el desarrollado con el criterio SAD. Cabe mencionar, que las aplicaciones de agroquímicos en los tratamientos desarrollados con la herramienta fueron a los 52 días y al reportar la variedad Uvilla los mejores niveles de emergencia, esta variedad presentaba ya un mayor desarrollo foliar y al ser una variedad susceptible el desarrollo del patógeno fue más temprano. En esta variedad el agricultor inicio sus aplicaciones a partir de los 40 días controlando con más eficiencia el desarrollo de la epidemia.

En las figuras de severidad de lancha para cada una de las variedades, de forma general se observa que el agricultor obtiene menor incidencia del

patógeno, sin embargo es evidente el exceso de aplicaciones de productos fitosanitarios juntamente con la mezcla y la sobre dosificación de los mismos, además de realizar la aplicación de abonos foliares, lo cual pudo haber incidido de forma considerable dentro de los tratamientos manejados bajo su criterio.

5.3. Numero de tubérculos por planta.

De los resultados obtenidos se determinó que los tratamientos con mayor número y un buen desarrollo de tubérculos fueron T9 (Uvilla + Agricultor) y T7 (Natividad + Agricultor), esto no implica que sean los tratamientos que mayor rendimiento presentan, estos valores pueden variar de acuerdo al manejo realizado y la fertilización aplicada. Mientras que el tratamiento T6 (Superchola + SAD) reportó las cantidades más bajas de tubérculos, lo que seguramente influyó en los rendimientos.

5.4. Rendimiento total.

En los análisis respectivos de esta variable, se determinó que los tratamientos T7 (Natividad + Agricultor) y T8 (Natividad + SAD) fueron los que mejores niveles de producción registraron, así como bajos niveles de severidad de lancha, resultados que concuerdan con Morales (1994) quien indica e que la severidad de tizón tardío es inversamente proporcional a los rendimientos. De forma general fue el agricultor quien obtuvo los niveles más altos de rendimiento, básicamente por la cantidad de productos fitosanitarios aplicados, sin embargo, la presente investigación se basa en el control eficiente de *Phytophthora infestans* comparando el control realizado bajo el criterio del agricultor con el criterio SAD, lo cual al aplicar el agricultor una serie de productos que no únicamente eran para el control de tizón tardío ubicaba en ventaja a los tratamientos que el manejaba.

La variedad Victoria también obtuvo niveles altos de rendimiento, con el criterio del agricultor alcanzó rendimientos de 63.39 t/ha y, con el criterio SAD se

obtuvo rendimientos de 51.66 t/ha, en estos tratamientos de la misma forma se registraron niveles bajos de severidad de tizón tardío, lo que corrobora la relación inversa que existe entre severidad de tizón tardío con rendimientos. Con los resultados obtenidos se determina que para esta variedad el manejo desarrollado con la herramienta fue eficiente y aunque hubo diferencia en cuanto a sus niveles de rendimiento, en este caso con las recomendaciones establecidas por la herramienta se aplicó menos productos y se obtiene resultados favorables. La diferencia puede darse en que los tratamientos manejados bajo el criterio SAD no se sometieron a una misma aplicación de abonos foliares.

La variedad Superchola fue la variedad que más severidad de tizón tardío registró, alcanzado los niveles de rendimiento más bajos con relación a las demás variedades. Para este tipo de variedad el manejo con la herramienta no fue efectivo. El hecho de que en esta variedad se detectó la presencia de la enfermedad punta morada según reportes no oficiales este elemento fue un factor determinante para que los rendimientos alcanzados por el agricultor fueran de 24.08 t/ha y los rendimientos alcanzados en base al criterio SAD de 17.14 t/ha, cabe destacar que el Ing. Fabián Montesdeoca (Técnico del programa nacional de papa del INIAP en el año 2012) manifiesta que los rendimientos de la variedad Superchola en promedio alcanzan 550 a 600 quintales, de esta manera en el mejor de los casos equivale a 27.21 t/ha (considerando que de acuerdo a las conversiones pertinentes una tonelada equivale a 22.046 quintales), por lo tanto, en la presente investigación se determinó que el agricultor bajo su criterio alcanzó un 88.5% (27,1 t/ha) de producción en la variedad Superchola, valor muy cercano a la media general de producción del cultivo (30 t/ha), en cuanto a la variedad Superchola manejada bajo el criterio SAD, en comparación con la media general de producción de la variedad alcanzó un 63% de la producción.

La variedad Libertad alcanzó un rendimiento de 43.81 t/ha con el criterio del agricultor y un rendimiento de 39.00 t/ha con el criterio SAD. Según versiones del Ing. Arturo Taipe (Técnico del Centro Internacional de la Papa en Quito) esta variedad alcanza en promedio 40 t/ha, además de ser una variedad precoz (de 90 a 120 días), considerando este factor se realizaron evaluaciones hasta los 112 días, debido a que la toma posterior de severidad ya tenía relación con la senescencia del cultivo. De forma general la variedad Libertad bajo los dos criterios alcanzó buenos rendimientos en comparación con el promedio general de producción característico de la variedad.

En las variedades Uvilla y Capiro manejadas por el agricultor, los rendimientos fueron superiores a las manejadas bajo el criterio SAD, estas dos variedades están consideradas con bajo nivel resistencia a tizón tardío, de esta manera la variedad Uvilla manejada con el criterio SAD alcanzó un rendimiento promedio de 34.18 t/ha, mientras que bajo el criterio del agricultor logró 50.52 t/ha; según Monteros et al., (2011) la producción de la variedad Uvilla es de 1.1 kg/planta y ponderando este valor la producción es de 32.5 t/ha, con este valor se observa que los rendimientos bajo el criterio SAD superaron la producción media de la variedad, lo que relativamente es bueno, sin embargo la variedad Uvilla manejada con el criterio del agricultor alcanzó un buen rendimiento superando la media general en un 55.45 % de producción.

La variedad Capiro manejada bajo el criterio del agricultor alcanzó un rendimiento de 42.07 t/ha, este rendimiento superó la media general de producción de la variedad que de acuerdo a Núñez (2011) registra en el mejor de los casos un rendimiento de 40 t/ha. El rendimiento obtenido mediante el criterio SAD logró los 34.14 t/ha, que dentro de todos los tratamientos estuvo dentro de los más bajos, sin embargo llegó al 85.35% de la media general de producción de la variedad y comparando con los datos de la media general de producción de papa a nivel nacional según el informe situacional de la cadena de la papa generado por el MAGAP (2012) es de 8 t/ha, todos los rendimientos

obtenidos fueron superiores pese a que el patógeno en algunos tratamientos fue más severo.

5.5. Impacto ambiental.

Los tratamientos que más impacto generaron durante el desarrollo del experimento fueron los que se desarrollaron bajo el criterio del agricultor, y paulatinamente el Impacto Ambiental generado por los tratamientos que se manejaron bajo el criterio SAD fue disminuyendo de acuerdo al nivel de resistencia que cada variedad posee a *Phytophthora infestans*, es decir, las variedades Victoria y Libertad con un alto nivel de resistencia a tizón tardío fueron las que menos impacto ambiental generaron, de la misma manera las variedades Uvilla y Capiro de nivel bajo de resistencia a tizón tardío fueron las que presentaron un porcentaje mayor de Impacto Ambiental que las variedades Superchola y Natividad de nivel medio de resistencia a tizón tardío, sin embargo el impacto ambiental generado por estas variedades manejadas bajo el criterio SAD fue considerablemente menor a las manejadas por el agricultor. De esta manera, se entiende la importancia de trabajar con variedades genéticamente resistentes, mientras mayor sea la resistencia de la variedad a tizón tardío menor será el impacto ambiental generado por el menor número de aplicaciones de fungicidas que requieren. Andrade-Piedra, *et al.*, (1997) mencionaron la importancia de la generación de variedades genéticamente resistentes como una alternativa sostenible al manejo de tizón tardío, debido a que se reduce el número de aplicaciones y también contribuye a la preservación de la seguridad alimentaria de los pequeños agricultores, además al presentar un menor desarrollo de la epidemia, es favorable para los agricultores ya que muchos no poseen recursos necesarios para implantar algún tipo de control cuando identifican la presencia del patógeno.

Existe una reducción considerable del impacto generado entre los tratamientos manejados bajo el criterio del agricultor y los manejados bajo el criterio SAD, se

realiza una comparación entre cada una de las variedades de acuerdo con el número de aplicaciones realizadas y la disminución de impacto ambiental generada.

Dentro de las variedades Uvilla y Capiro de acuerdo al criterio del agricultor se realizó 15 aplicaciones para el control de tizón tardío, siendo los tratamientos que más impacto generaron. Con el manejo bajo el criterio SAD para las mismas variedades se realizaron 14 aplicaciones para el control de lancha, logrando reducir el Impacto Ambiental en un 69.92 %, principalmente se debe a que dentro de este criterio se aplicó los productos fitosanitarios de acuerdo a la recomendación establecida por el criterio SAD sin aplicar mezcla de productos ni sobre dosificar la recomendación, logrando así reducir considerablemente el Impacto Ambiental generado.

Al comparar las variedades Superchola y Natividad, con el criterio SAD se logró reducir un 71.47 % con relación al resto de tratamientos de la misma variedad manejados con el criterio del agricultor, en estos tratamientos bajo el criterio SAD se realizó la aplicación de 9 controles fitosanitarios, mientras que el agricultor de la misma manera que los tratamientos anteriores realizó 15 controles fitosanitarios.

Para las variedades Victoria y Libertad, dentro del criterio SAD se realizó el control del patógeno mediante 7 controles fitosanitarios, mientras que en las mismas variedades manejadas bajo el criterio del agricultor se realizó en total 15 aplicaciones fitosanitarias para el control de tizón tardío, dentro de estas variedades con el criterio SAD se logró reducir en un 78.81 % el Impacto Ambiental.

Es evidente la contaminación que se presenta en los campos agrícolas, que es un tipo de contaminación silenciosa, que está allí y no se la observa, sin embargo las consecuencias de este tipo de contaminación se presenta a largo plazo, pese a eso en la actualidad existe informes graves de la contaminación

presente en la provincia del Carchi, de acuerdo a un informe de veeduría ciudadana realizado sobre los derechos de los agricultores en el 2010 recopila información sorprendente del impacto generado por agroquímicos en la provincia del Carchi, entre algunos datos se tiene que las dos terceras partes de la población rural de la provincia del Carchi para el año 2000 presentaba un considerable deterioro en su sistema neurológico, equivalente a individuos con discapacidad moderada en países de altos ingresos (Cole *et al.*, 1997; Yangenn *et al.*, 2003), además de que el uso de pesticidas de alta toxicidad para el ser humano se ha incrementado en un 200 % en los últimos 10 años (Proyecto Ecosalud II, 2008), lo cual al existir un uso permanente e intensivo de este tipo de productos se traduce en síntomas que afectan localidad de vida de la familia agricultora en múltiples sentidos.

De esta manera, se determina la importancia del desarrollo permanente de este tipo de tecnologías, como se apreció en los cuadros anteriores la reducción del impacto ambiental generado durante el ensayo fue superior al 70 %, lo cual indudablemente mejora la salud del agricultor, se oferta un producto más sano y se genera un menor impacto ambiental.

5.3. Análisis económico.

Resultaron nueve tecnologías dominadas, para poder discutir cuál de estas tecnologías representa la mayor rentabilidad es necesario realizar el análisis de la tasa de retorno marginal entre los tres tratamientos que resultaron no dominados, sin embargo al presentar T4 (Libertad + SAD) y T2 (Victoria + SAD) los mismos costos que varían, se representa como un solo análisis y al pasar de T2 (Victoria + SAD) a T8 (Natividad + SAD) se puede observar una tasa de retorno marginal de 1505.14 dólares con este valor se indica que el agricultor por cada dólar invertido, recupera el dólar y obtiene una rentabilidad de 15.05 dólares adicionales, de esta manera un factor importante que determinó estos valores fueron los rendimientos, los tratamientos T2 (Victoria + SAD), T4

(Libertad + SAD) y T8 (Natividad + SAD) alcanzaron muy buenos rendimientos y pese a estas variedades tener un menor costo en el mercado fueron muy rentables en términos económicos, y más aún si pasa de T2 (Victoria + SAD) a T8 (Natividad + SAD), de esta manera, se determina que la implementación de estas tecnologías bajo el criterio SAD son rentables para el agricultor.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Conclusiones:

1. El mayor porcentaje de emergencia de plantas lo registró la variedad Uvilla y el más bajo la variedad Capiro.
2. El Sistema de Apoyo a la Decisión fue efectivo para las variedades de papa Victoria, Libertad, Natividad y Capiro, los niveles de epidemia se mantuvieron controlados de una manera eficiente mediante el uso del SAD, con el que se logró minimizar el número de aplicaciones en comparación con las prácticas realizadas por el agricultor.
3. El número de tubérculos no fue una variable muy representativa, debido a que puede existir un número elevado de tubérculos en determinado tratamiento que pueden ser de segunda o tercera categoría como se evidenció en la variedad Superchola manejada bajo el criterio del agricultor.
4. Todos los tratamientos manejados bajo el criterio del agricultor fueron los que presentaron la más alta Tasa de Impacto Ambiental y por consiguiente el mayor Impacto Ambiental dentro de la investigación.
5. En todas las variedades en estudio (Victoria, Libertad, Superchola, Natividad, Uvilla y Capiro) manejadas bajo el Sistema de Apoyo a la Decisión (SAD) se registró una considerable reducción en el Impacto Ambiental de entre 69.92 % al 78.81 %, lo que implica que el Criterio SAD es mucho más amigable con el ambiente.
6. Económicamente, los tratamientos que presentaron mayor rentabilidad fueron las variedades Victoria, Libertad y Natividad manejados bajo el Criterio de Sistema de Apoyo a la Decisión (SAD), siendo la variedad Natividad la más rentable, debido a sus altos rendimientos, presentando

costos bajos con altos beneficios netos, y una Tasa de Retorno Marginal (TRM) del 1505.15 %.

7. El Sistema de Apoyo a la Decisión (SAD), es una herramienta fácil de utilizar, práctico y eficiente para el control de tizón tardío, que puede ser manejada sin dificultad por los agricultores, con una adecuada capacitación.

Recomendaciones:

1. Utilizar el criterio de Sistema de Apoyo a la Decisión para las variedades de papa Victoria, Libertad, Natividad y Capiro utilizar el criterio de Sistema de Apoyo a la Decisión, debido a que el sistema realiza un control eficiente de *Phytophthora infestans*.
2. Realizar una nueva investigación en la variedad Superchola, debido a que las condiciones de semilla que se presentaron en el presente estudio no fueron las apropiadas, lo cual influyó en el desarrollo de *Phytophthora infestans* y por lo cual no se puede aseverar si el Criterio de Sistema de Apoyo a la Decisión fue eficiente o no en esta variedad
3. Usar del Sistema de Apoyo a la Decisión (SAD), debido a que es mucho más amigable con el ambiente.
4. Realizar investigaciones similares en otro tipo de localidades donde las condiciones de clima sean más favorables para el desarrollo de *Phytophthora infestans*, y determinar la funcionalidad del Sistema de Apoyo a la Decisión (SAD) sometido a condiciones de clima mucho más adversas.
5. Para la aplicación a nivel de campo del Sistema de Apoyo a la Decisión se recomienda capacitar a los agricultores en el uso de la herramienta y en la interpretación de los resultados que le permitan tomar las mejores decisiones en el cultivo de acuerdo a las condiciones imperantes en el sitio.

VII. RESUMEN.

La presente investigación se realizó en la Comunidad de Canchaguano, Cantón Montúfar, Provincia del Carchi, en la cual se planteó la validación de un sistema de herramienta circular de toma de decisiones para el control de Tizón tardío de la papa, donde se evaluó las siguientes variables: emergencia, severidad de Tizón tardío, número de tubérculos y rendimiento total, además del impacto ambiental generado por todos los tratamientos durante la investigación y el análisis económico de acuerdo a la metodología del CIMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo).

Se utilizó seis variedades de papa, la variedad Victoria y Libertad con nivel alto de resistencia a lanchar; la variedad Superchola y Natividad con nivel medio de resistencia, y la variedad Uvilla y Capiro con nivel bajo de resistencia, cada una de estas variedades se sometió a dos criterios, el criterio del agricultor local y el criterio de Sistema de Apoyo a la decisión (SAD).

En total se estudiaron 12 tratamientos, con 4 repeticiones, el diseño experimental utilizado fue Bloques Completos al Azar (DBCA). Las variables se sometieron a la prueba de tukey al 5% de probabilidad estadística.

En cada variable se presentaron diferencias altamente significativas al 1% entre los tratamientos. De forma general no hubo problemas con la emergencia de las variedades, aunque la variedad Uvilla registró los mejores niveles y la variedad Capiro se encontró dentro de los niveles más bajos, en cuanto a severidad de tizón tardío bajo las condiciones de la localidad se recomienda el uso del criterio de Sistema de Apoyo a la Decisión (SAD), debido a que no existió diferencia estadística frente al manejo que desarrolló el agricultor local en las variedades Victoria, Libertad, Superchola, Natividad y Capiro.

El criterio SAD resulta amigable con el ambiente debido a su reducción considerable en el impacto ambiental, todos los tratamientos manejados bajo el

criterio del agricultor fueron los de mayor impacto ambiental causado, y con la herramienta circular se logró reducir hasta el 78.81 % en el mejor de los casos.

El tratamiento que reportó mayor rentabilidad económica de acuerdo a la metodología del CIMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo) fue el de la variedad Natividad bajo el criterio SAD, donde presentó una Tasa de Retorno Marginal (TIA) 1505 %, lo que significa que por cada dólar invertido en ese tratamiento recuperó el dólar y se obtiene 15.05 dólares adicionales, esto debido a los altos rendimientos que se registraron en esta variedad.

SUMMARY.

This current research was conducted in the Community of Canchaguano, Canton Montufar, Carchi Province, in which the validation of a system of circular tool-making for the control of late blight of potato, where the following was assessed raised variables: emergency, severity of late blight, tuber number and total performance, besides the environmental impact generated by all treatments during the research and economic analysis according to the methodology of CIMMYT (International Maize and Wheat Improvement Center).

Six varieties of potatoes , Victoria and Libertad variety with high resistance to the plagues was used; the Superchola and Natividad variety with a medium level of resistance, and Uvilla and Capiro variety with low resistance level, each of these varieties was submitted to two criteria, the criterion of local farmer and criterion of the System Decision Support (SAD).

A total of 12 treatments were studied, with 4 repetitions, the experimental design was complete blocks at random (DBCA). The variables were submitted to Tukey test at 5 % statistical probability.

In each variable highly significant differences between treatments 1 % occurred. In general there were no problems with the emergence of varieties, although the Uvilla variety got the best levels and the Capiro variety was found in the lowest levels in terms of severity of late blight under the conditions of the location, it is recommended the use of the criterion of the System Decision Support (DSS), because there was no statistical difference from the management that developed the local farmer in the Victoria, Freedom, Superchola, Natividad and Capiro varieties.

The SAD criterion is environmentally friendly due to its significant reduction considerably in the environmental impact, all the treatments handled at the

discretion of the farmer were the most environmental impact, and the circular tool was reduced to 78.81 % at best cases.

The treatment that reported greater economic profitability according to the methodology of CIMMYT (International Maize and Wheat Improvement Center) was the Natividad variety under the criteria SAD, which presented a marginal rate of return (TIA) 1505 %, which means that for every dollar invested in this treatment recovered the dollar and an additional of \$ 15.05 is obtained, this is due to the high performances registered in this variety.

VIII. LITERATURA CITADA.

- Proyecto Gobernanza con Capital Social. Informe Final de Veeduría Ciudadana al Cumplimiento de los Derechos de los Agricultores.* (2010). Carchi-Ecuador: INIAP-CPCCS. 45 pp
- Andrade-Piedra, J., Jaramillo, R., & Revelo, J. (1997). *Evaluación de la eficiencia de fungicidas protectantes y sistémicos y su interacción con el fertilizante foliar Stimufol, el control de Phytophthora infestans en papa.* Quito: INIAP-PNRT-FORTIPAPA.
- Andrade-Piedra, J. L., Hijmans, R. J., Forbes, G. A., Fry, W. E., & Nelson, R. J. (2005). *Simulation of potato late blight in the Andes. II: Validation of the LATEBLIGHT model.* *Phytopathology* 95: 1200-1208.
- Arauz, C. L. (1998). *Fitopatología: un enfoque agroecológico.* Costa Rica: Editorial de la Universidad de Costa Rica. 462pp
- Barrera, V. H., Norton, G., & Ortiz, O. (1999). *Manejo de las principales plagas y enfermedades de la papa por los agricultores en la provincia del Carchi.*
- Cáceres, P., Pumisacho, M., Forbes, G., & Andrade-Piedra, J. (2007). *Guía para facilitar el aprendizaje sobre control de tizón tardío de la papa.* Quito: CIP-INIAP-SENACYT. 142
- Charles, C., Stephen, S., & David, Y. (2003). *Introducción. En: Los Plaguicidas, Impactos en producción, salud y medio ambiente en Carchi,* Yanggen, D., Crissman, C., & Espinosa, P. (eds). *Ecuador.* Quito: CIP e INIAP.
- Chase, M., & Reveal, J. (2009). *A phylogenetic classification of the land plants to accompany APG III.* *Botanical Journal of the Linnean Society*, 161, 122-127.
- CIMMYT. (1988). *La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: Un manual metodológico de evaluación económica. Edición completamente revisada.* . Mexico D. F. : CIMMYT.
- Cole, D., Carpio, F., Julian J, Leon, N., & Carbotte, R. (1997). *Neurobehavioral outcomes among farm and nonfarm rural Ecuadorians.* *Neurotoxicology & Teratology.* 19(4) 277-286.
- Erwin, & Ribeiro. (1996). *Phytophthora Diseases Worldwide.* 562pp

- Kovach, J., Petzoldt, C., Degni, J., & Tette, J. (2004). *A Method to measure the environmental impact of pesticides. IPM Program, Cornell University, New York State Agricultural Experiment Station Geneva*. New York.
- Kovach, J., Petzoldt, C., Degnil, J., & J., T. (1992). *A method to measure the environmental impact of pesticides. New York's Food and Life Sciences Bulletin(139): 1-8*.
- Ministerio de Agricultura Ganaderia Acuacultura y Pesca, (2012). *Informe Situacional de la Cadena de la Papa*. Quito.
- Montaño, E., & Frers, C. (2005). *Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente: Evaluación del Impacto Ambiental, problema de la contaminación*.
- Montero, C., & Reinoso, I. (2010). *Biodiversidad y oportunidades de mercado para papas nativas ecuatorianas*. Quito: INIAP-FONTAGRO.
- Monteros, C., Yumisaca, F., Andrade-Piedra, J., & Reinoso, I. (2011). *Papas Nativas de la Sierra Centro y Norte del Ecuador: Catálogo etnobotánico, morfológico, agronómico y de calidad*. Quito: INIAP-CIP. 144pp.
- Montesdeoca, F. (2005). *Guía para la producción, comercialización y uso de semilla de papa de calidad*. Quito: PNRT-INIAP-Proyecto Fortipapa.40pp.
- Morales H, R. (1994). *Relación entre la epidemia de Phytophthora infestans y la producción en el cultivo de papa (Solanum tuberosum)*. Tesis Ing. Agr. Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas. Quito.
- Ñústez, C. (2011). *Varietades colombianas de papa*. Bogota: Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Agronomía. 46pp
- Ortiz, O., & Pradel, W. (2009). *Guía introductoria para la evaluación de impactos en programas de manejo integrado de plagas (MIP)*. Lima: CIP.
- Oyarzún, P., Gallegos, P., Asaquibay, C., Forbes, G., Ochoa, J., Paucar, B., y otros. (2002). *Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades. En: El cultivo de la papa en el Ecuador. Pumisacho, M. y Sherwood, S. (eds.)*. Quito: INIAP-CIP.
- Oyarzún, P., Taípe, A., & Forbes, G. (2001). *Phytophthora infestans su actividad y particularidades en el Ecuador*.

- Pérez, W., & Forbes, G. (2008). *Manual Técnico El tizón tardío de la papa*. Lima: CIP. 40pp
- Proyecto Ecosalud II. (2008). *Manejo de pesticidas e impactos a la salud humana en agricultores de pequeña escala en Carchi: Reporte final de investigación*. Los Andes.
- Pumisacho, M., & Sherwood, S. (2002). *El Cultivo de papa en el Ecuador*. Quito: INIAP-CIP. 229pp.
- Pumisacho, M., & Velásquez, J. (2009). *Manual del cultivo de papa para pequeños productores*. Quito: INIAP-COSUDE. 98pp.
- Revelo, J., Andrade-Piedra, J., & Garcés, S. (1997). Revelo, J., Andrade-Piedra, J. y Garcés, S. 1997. *El tizón tardío o lancha de la papa problema permamente de los agricultores. En: Memorias del Curso "Manejo integrado de las principales plagas y enfermedades del cultivo de papa"*. Quito. INIAP-EESC.
- SICA. (2007). *Importancia de la papa en el Ecuador*. Quito.
- Yanggen, D., Crissman, C., & Espinosa, P. (2003). *Los Plaguicidas, Impactos en producción, salud y medioambiente en Carchi Ecuador*. Quito: CIP- INIAP.199pp

PAGINAS WEB CONSULTADAS

Cultivo de la Papa. Disponible en: www.fedepapa.com/?page_id=401

INIAP Promueve variedades de papa precoces y con alto rendimiento.

Disponible en: www.conocimiento.gob.ec/iniap-promueve-variedades-de-papa-precoces-y-con-alto-rendimiento/

Variedades Colombianas de papa. Disponible en:

[www.papaunc.com/2011_flipbook Variedades colombianas de papa/index.html](http://www.papaunc.com/2011_flipbook_Variedades_colombianas_de_papa/index.html)

Inec, 2011. Portal de Estadísticas. Disponible en: <http://www.inec.gob.ec/home/>

“Manejo de lancha”. Quito Ecuador. Disponible en <http://cipotato.org/region-quito/informacion/inventario-de-tecnologias/manejo-de-tizon-tardio-o-lancha>.

Desarrollo fisiológico de tubérculos - Semilla de papa. Disponible en <http://cipotato.org/wp-content/uploads/2014/09/TIBes20926.pdf>

Manejo del tubérculo - Semilla. Disponible en: <http://cipotato.org/uncategorized/manejo-del-tuberculo-semilla-de-la-papa/>

Manejo de semilla de papa. Disponible en: http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas_tec/FonaiapDivulga/fd10/texto/manejo_desemilla.htm

Bases fisiológicas del crecimiento y desarrollo del cultivo de papa. Disponible en: http://www.fagro.edu.uy/~fisveg/docencia/curso%20fisiologi%20cultivos/material_es%20teoricos/Repartido_Fisiologia_Papa.pdf

Estados fenológicos de la Patata. Disponible en: www.tecnicoagricola.es/estados-fenologicos-de-la-patata/

INIAP – VICTORIA, Nueva variedad de papa. Disponible en: http://www.iniap.gob.ec/nsite/index.php?option=com_content&view=article&id=232:iniap-victoria-nueva-variedad-de-papa-con-mejores-caracteristicas-que-la-variedad-super-chola&catid=97&Itemid=208

List of Pesticides. Disponible en: <http://www.nysipm.cornell.edu/publications/eiq/equation.asp#table2>

APENDICE

Cuadro 14. Valores promedio de emergencia, en la validación del sistema de herramienta circular de toma de decisiones para el control del Tizón tardío de la papa (*Phytophthora infestans*) en el sector de Canchaguano, Provincia del Carchi. FACIAG, UTB. 2015.

Tratamiento	Variedad	Criterio	Evaluación a los 60 días			
			Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3	Repetición 4
1	Victoria	Agricultor	90,77	90,77	87,69	98,46
2	Victoria	SAD	89,23	89,23	81,54	87,69
3	Libertad	Agricultor	96,92	93,85	92,31	95,38
4	Libertad	SAD	96,92	93,85	92,31	93,85
5	Superchola	Agricultor	93,85	93,85	92,31	90,77
6	Superchola	SAD	89,23	93,85	86,15	93,85
7	Natividad	Agricultor	89,23	95,38	93,85	93,85
8	Natividad	SAD	95,38	96,92	96,92	95,38
9	Uvilla	Agricultor	96,92	95,38	96,92	96,92
10	Uvilla	SAD	98,46	100,00	98,46	95,38
11	Capiro	Agricultor	84,62	90,77	84,62	89,23
12	Capiro	SAD	90,77	83,08	89,23	76,92

SAD: Sistema de Apoyo a la Decisión.

Cuadro 15. Análisis de varianza para emergencia a los 60 días, en la validación del sistema de herramienta circular de toma de decisiones para el control del Tizón tardío de la papa (*Phytophthora infestans*) en el sector de Canchaguano, Provincia del Carchi. FACIAG, UTB. 2015.

FV	SC	GL	CM	F cal	F tab 5%	F tab 1%
Total	1104.93	47				
Repeticiones	28.55	3	9.52	0.94 ns	2.92	4.51
Tratamientos	742.19	11	67.47	6.66 **	2.12	2.9
Error	334.19	33	10.13			
CV	3.40 %					

Cuadro 16. Valores promedio de severidad de lancha en AUDPC, en la validación del sistema de herramienta circular de toma de decisiones para el control del Tizón tardío de la papa (*Phytophthora infestans*) en el sector de Canchaguano, Provincia del Carchi. FACIAG, UTB. 2015.

Tratamiento	Variedad	Criterio	Severidad de lancha (AUDPC)			
			Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3	Repetición 4
1	Victoria	Agricultor	20,36	20,36	11,61	18,32
2	Victoria	SAD	19,37	17,20	13,25	20,36
3	Libertad	Agricultor	29,72	26,98	16,00	29,72
4	Libertad	SAD	36,71	36,71	36,71	36,71
5	Superchola	Agricultor	35,64	32,94	32,94	55,22
6	Superchola	SAD	56,86	58,45	57,92	55,22
7	Natividad	Agricultor	16,49	10,49	11,95	25,49
8	Natividad	SAD	17,43	13,25	14,42	18,32
9	Uvilla	Agricultor	16,49	15,14	11,00	22,91
10	Uvilla	SAD	35,64	36,21	46,17	36,21
11	Capiro	Agricultor	15,42	13,65	17,73	27,08
12	Capiro	SAD	29,98	19,97	23,80	21,98

SAD: Sistema de Apoyo a la Decisión.

Datos transformados para esta variable

Cuadro 17. Análisis de varianza para severidad de lancha en AUDPC, en la validación del sistema de herramienta circular de toma de decisiones para el control del Tizón tardío de la papa (*Phytophthora infestans*) en el sector de Canchaguano, Provincia del Carchi. FACIAG, UTB. 2015.

FV	SC	GL	CM	F cal	F tab 5%	F tab 1%
Total	8755.31	47				
Repeticiones	278.1	3	92.7	4.31 *	2.92	4.51
Tratamientos	7766.77	11	706.07	32.79 **	2.12	2.9
Error	710.44	33	21.53			
CV	18.85 %					

Cuadro 18. Valores promedio de número de tubérculos, en la validación del sistema de herramienta circular de toma de decisiones para el control del Tizón tardío de la papa (*Phytophthora infestans*) en el sector de Canchaguano, Provincia del Carchi. FACIAG, UTB. 2015.

Tratamiento	Variedad	Criterio	Número de tubérculos			
			Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3	Repetición 4
1	Victoria	Agricultor	14,64	15,28	18,36	16,16
2	Victoria	SAD	14,04	12,2	11,68	13,32
3	Libertad	Agricultor	15,64	15,08	14,92	16,48
4	Libertad	SAD	14,8	13,72	13,56	14,52
5	Superchola	Agricultor	14,48	20,08	16,36	17,8
6	Superchola	SAD	11,16	10,88	9,68	15,04
7	Natividad	Agricultor	24,4	21,36	23,08	21,68
8	Natividad	SAD	18,84	25,4	21,96	20,48
9	Uvilla	Agricultor	23,24	23	24,28	24,28
10	Uvilla	SAD	13,32	16,64	14,8	15,68
11	Capiro	Agricultor	14,84	19,6	14,92	12,16
12	Capiro	SAD	11,36	12,32	11,28	12,24

SAD: Sistema de Apoyo a la Decisión.

Cuadro 19. Análisis de varianza para número de tubérculos, en la validación del sistema de herramienta circular de toma de decisiones para el control del Tizón tardío de la papa (*Phytophthora infestans*) en el sector de Canchaguano, Provincia del Carchi. FACIAG, UTB. 2015.

FV	SC	GL	CM	F cal	F tab 5%	F tab 1%
Total	854.09	47				
Repeticiones	10.2	3	3.4	1.09 ns	2.92	4.51
Tratamientos	740.99	11	67.36	21.59 **	2.12	2.9
Error	102.9	33	3.12			
CV	10.72 %					

Cuadro 20. Valores promedio de número de tubérculos, en la validación del sistema de herramienta circular de toma de decisiones para el control del Tizón tardío de la papa (*Phytophthora infestans*) en el sector de Canchaguano, Provincia del Carchi. FACIAG, UTB. 2015.

Tratamiento	Variedad	Criterio	Rendimiento total (t/ha)			
			Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3	Repetición 4
1	Victoria	Agricultor	52,96	67,65	71,18	61,77
2	Victoria	SAD	52,04	51,19	52,04	51,37
3	Libertad	Agricultor	38,08	49,87	50,09	37,18
4	Libertad	SAD	39,35	49,21	39,99	27,46
5	Superchola	Agricultor	23,95	25,72	23,56	23,07
6	Superchola	SAD	19,43	18,16	14,06	16,92
7	Natividad	Agricultor	71,69	72,63	72,84	70,90
8	Natividad	SAD	68,74	79,77	67,22	65,93
9	Uvilla	Agricultor	50,20	47,86	60,84	43,18
10	Uvilla	SAD	28,69	37,94	31,41	38,69
11	Capiro	Agricultor	44,60	49,87	39,54	34,25
12	Capiro	SAD	31,49	38,39	30,42	36,25

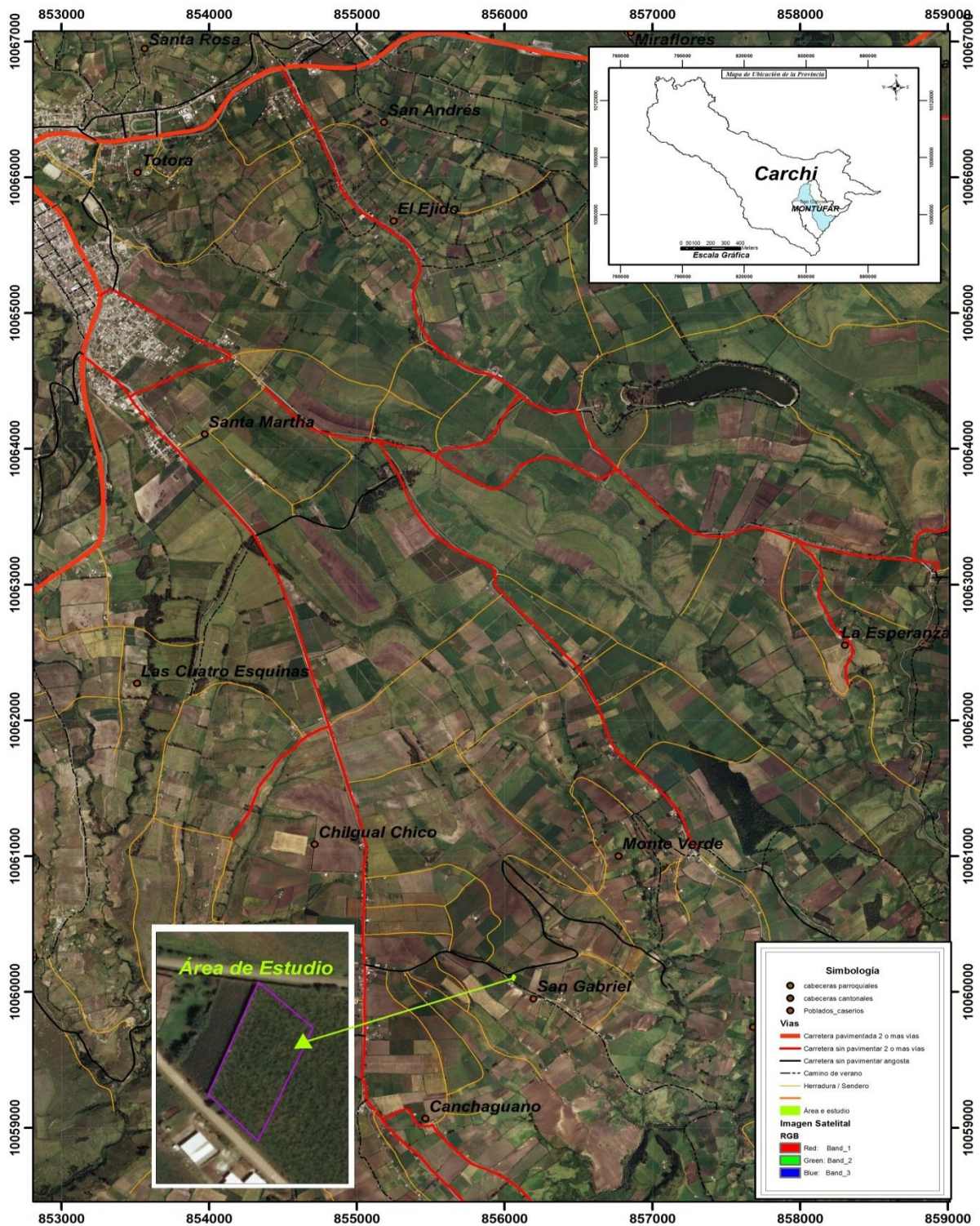
SAD: Sistema de Apoyo a la Decisión.

Cuadro 21. Análisis de varianza para número de tubérculos, en la validación del sistema de herramienta circular de toma de decisiones para el control del Tizón tardío de la papa (*Phytophthora infestans*) en el sector de Canchaguano, Provincia del Carchi. FACIAG, UTB. 2015.

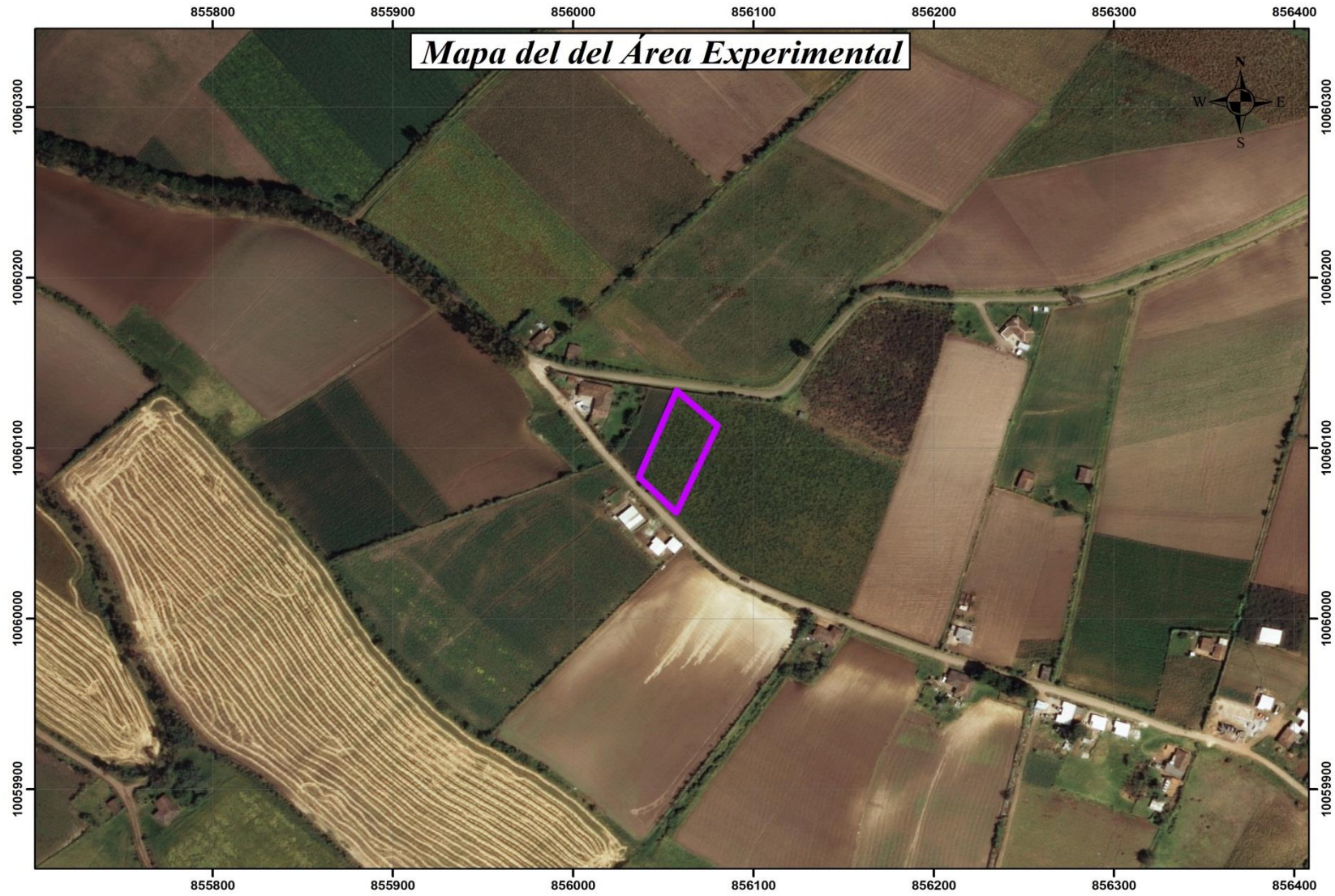
FV	SC	GL	CM	F cal	F tab 5%	F tab 1%
Total	14275.93	47				
Repeticiones	326.95	3	108.98	4.41 *	2.92	4.51
Tratamientos	13132.74	11	1193.89	48.28 **	2.12	2.9
Error	816.24	33	24.73			
CV	11.00 %					

Ubicación del área experimental, fotografía aérea de la ubicación de la investigación. Canchaguano-Carchi, 2015.

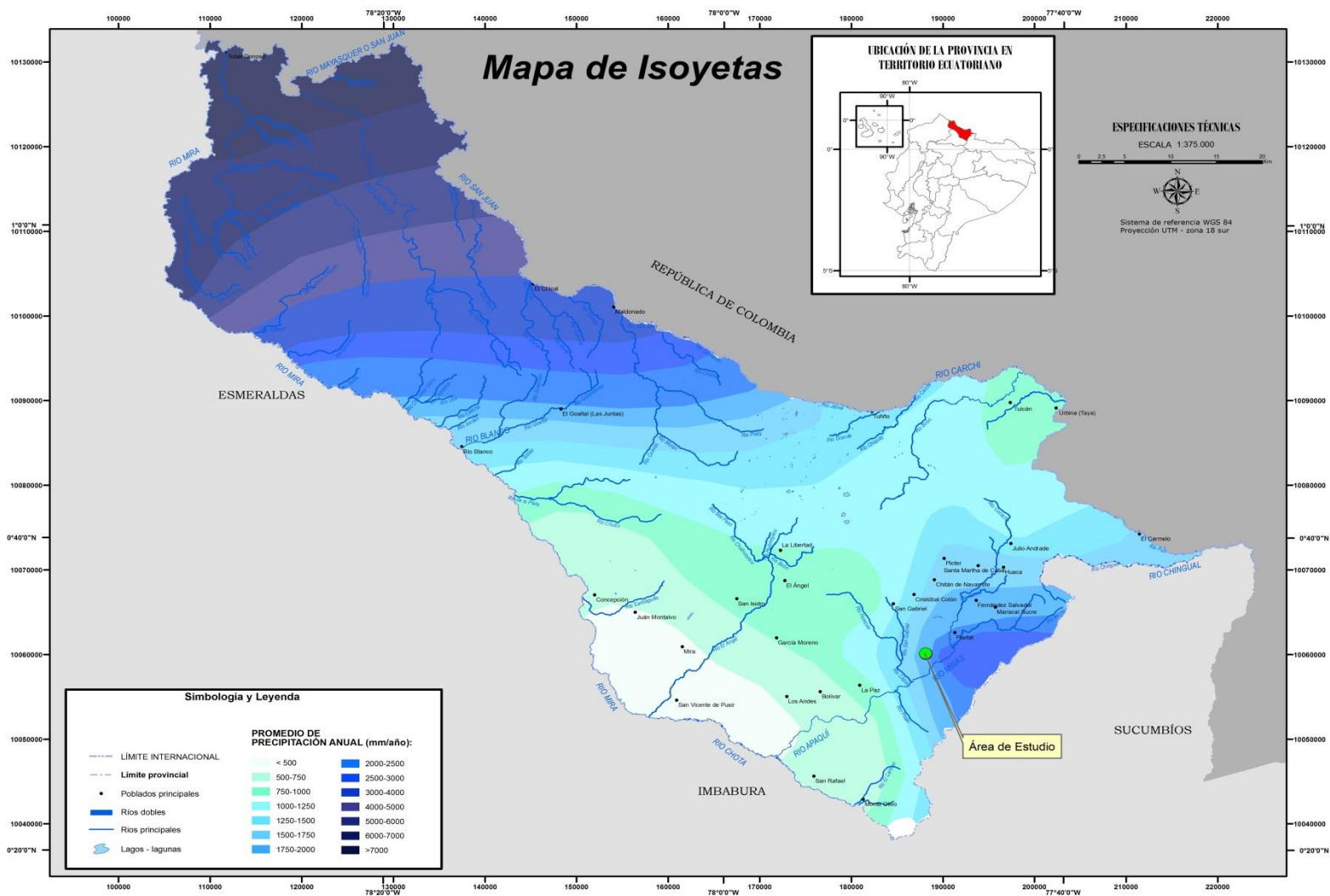
Mapa de Ubicación del Área Experimental



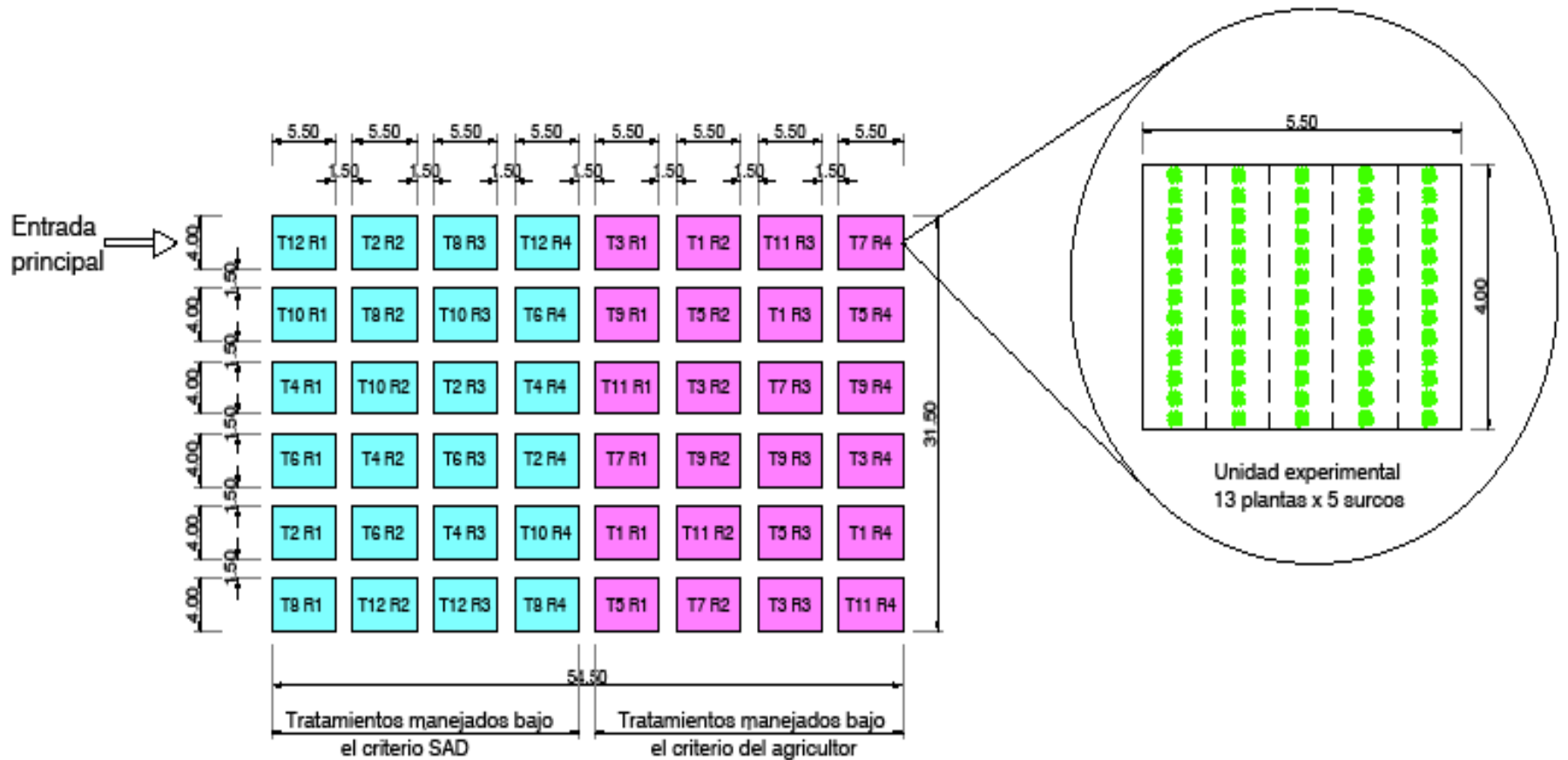
Ubicación del área experimental, fotografía aérea de la ubicación de la investigación. Canchaguano-Carchi, 2015.



Mapa de izoyetas de la Provincia del Carchi y ubicación geográfica de la investigación. Canchaguano-Carchi, 2015.



Plano de ubicación de los diferentes tratamientos con sus respectivas repeticiones en la investigación.
 Canchaguano-Carchi, 2015.



Registro de datos de severidad de tizón tardío, en la investigación. Canchaguano-Carchi, 2015.

TRATAMIENTO	REPETICIÓN	LECTURAS DE SEVERIDAD DE LANCHA EN %													
		Lec 1	Lec 2	Lec 3	Lec 4	Lec 5	Lec 6	Lec 7	Lec 8	Lec 9	Lec 10	Lec 11	Lec 12	Lec 13	Lec 14
1	1	0	0	0	5	5	10	10							
2	1	0	0	0	0	5	10	15							
3	1	0	0	5	10	10									
4	1	0	0	0	10	30									
5	1	0	0	0	5	10	20	20	30	30					
6	1	0	10	20	30	40	40	40	50	60					
7	1	0	0	0	0	0	0	5	10	10					
8	1	0	0	0	0	0	0	5	10	15					
9	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	10	10	10
10	1	0	5	5	10	10	5	5	5	5	10	20	20	30	40
11	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	10	10	2
12	1	0	0	0	0	0	0	0	0	5	10	20	20	30	40
1	2	0	0	0	5	5	10	10							
2	2	0	0	0	0	0	10	15							
3	2	0	0	0	5	10									
4	2	0	0	0	10	30									
5	2	0	0	0	5	5	10	20	30	30					
6	2	0	0	20	30	40	40	50	60	70					
7	2	0	0	0	0	0	0	5	5	5					
8	2	0	0	0	0	0	0	5	5	5					
9	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	10	20
10	2	0	5	5	10	10	5	5	5	10	15	20	20	30	30
11	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	10	10
12	2	0	0	0	0	0	0	0	0	5	5	10	15	20	20

Lec= Lectura.

Registro de datos de severidad de tizón tardío, en la investigación. Canchaguano-Carchi, 2015. (Continuación)

TRATAMIENTO	REPETICION	LECTURAS DE SEVERIDAD DE LANCHA EN %													
		Lec 1	Lec 2	Lec 3	Lec 4	Lec 5	Lec 6	Lec 7	Lec 8	Lec 9	Lec 10	Lec 11	Lec 12	Lec 13	Lec 14
1	3	0	0	0	0	0	5	5							
2	3	0	0	0	0	0	5	10							
3	3	0	0	0	0	5									
4	3	0	0	0	10	30									
5	3	0	0	0	0	5	10	20	30	40					
6	3	0	0	10	30	30	40	50	70	80					
7	3	0	0	0	0	0	0	0	5	10					
8	3	0	0	0	0	0	0	5	5	10					
9	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	5	5
10	3	0	10	10	15	15	10	5	10	20	30	30	40	40	40
11	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	5	10	10	10
12	3	0	0	0	0	0	0	0	0	5	5	10	10	20	30
1	4	0	0	0	0	5	10	10							
2	4	0	0	0	0	5	10	20							
3	4	0	0	5	10	10									
4	4	0	0	0	10	30									
5	4	0	10	20	30	30	40	40	50	50					
6	4	0	0	10	20	30	40	50	60	70					
7	4	0	0	0	0	0	10	10	20	20					
8	4	0	0	0	0	0	0	5	10	20					
9	4	0	0	0	0	0	0	0	5	5	5	10	10	20	20
10	4	0	5	5	5	5	5	5	10	10	20	20	30	30	10
11	4	0	0	0	0	0	0	0	5	5	10	10	20	20	30
12	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	5	10	20	30

Lec= Lectura.

Cuadro de aplicaciones de agroquímicos, tratamientos manejados bajo el criterio del agricultor.

ORDEN DE APLICACIÓN	INSECTICIDA FUNGICIDA	INGREDIENTE ACTIVO	CONCENTRACIÓN	CANTIDAD/HA	Nro. APLICACIÓN	CIA	IA
1	Eltra	Carbosulfan	0.48	0.4	1	23.3	4.4736
	Curalancha	Cimoxanil	0.08	0.75	1	8.7	0.522
		Mancoceb	0.64	0.75	1	25.7	12.336
	Novak	Tiofanato metil	0.5	0.3	1	22.4	3.363
2	Antracol	Propineb	0.7	0.6	1	16.9	7.098
	Cipermetrina	Cipermetrina	0.25	0.3	1	27.3	2.0475
3	Antracol	Propineb	0.7	0.6	1	14.6	6.132
	Dovex	Propamocarb	0.72	0.3	1	21.5	4.644
	Engeo	Tiametoxam	0.141	0.4	1	33.3	1.8781
		Lambdacyalotrina	0.106	0.4	1	43.5	1.8444
4	Procymox	Cimoxanil	0.08	0.6	1	8.7	0.4176
		Mancoceb	0.64	0.6	1	25.7	9.8688
	Dovex	Propamocarb	0.72	0.3	1	23.9	5.1624
5	Procymox	Cimoxanil	0.08	0.9	1	8.7	0.6264
		Mancoceb	0.64	0.9	1	25.7	14.803
	Dovex	Propamocarb	0.72	0.5	1	23.9	8.604
6	Antracol	Propineb	0.7	0.9	1	16.9	10.647
	Curzate	Cimoxanil	0.08	0.75	1	8.7	0.522
		Mancoceb	0.64	0.75	1	25.7	12.336
	Cipermetrina	Cipermetrina	0.25	0.4	1	27.3	2.73
7	Preventor	Propamocarb	0.722	1	1	21.5	15.523
8	Curzate	Cimoxanil	0.08	0.75	1	8.7	0.522
		Mancoceb	0.64	0.75	1	25.7	12.336
	Preventor	Propamocarb	0.722	0.5	1	23.9	8.627

Cuadro de aplicaciones de agroquímicos, tratamientos manejados bajo el criterio del agricultor (Continuación).

ORDEN DE APLICACIÓN	INSECTICIDA FUNGICIDA	INGREDIENTE ACTIVO	CONCENTRACIÓN	CANTIDAD/HA	Nro. APLICACIÓN	CIA	IA
9	Preventor	Propamocarb	0.722	0.5	1	23.9	8.6279
	Procymox	Cimoxanil	0.08	1	1	8.7	0.696
		Mancoceb	0.64	1	1	25.7	16.448
	Dovex	Propamocarb	0.72	0.5	1	23.9	8.604
10	Procymox	Cimoxanil	0.08	1.2	1	8.7	0.8352
		Mancoceb	0.64	1.2	1	25.7	19.737
	Preventor	Propamocarb	0.722	0.6	1	23.9	10.353
11	Curzate	Cimoxanil	0.08	1	1	8.7	0.696
		Mancoceb	0.64	1	1	25.7	16.448
	Preventor	Propamocarb	0.722	0.6	1	23.9	10.353
12	Antracol	Propineb	0.7	1.2	1	16.9	14.196
	Preventor	Propamocarb	0.722	0.6	1	23.9	10.353
	Procymox	Cimoxanil	0.08	1.2	1	8.7	0.8352
		Mancoceb	0.64	1.2	1	25.7	19.737
13	Dithane	Mancoceb	0.8	2	1	25.7	41.12
	Dovex	Propamocarb	0.72	0.6	1	23.9	10.324
14	Preventor	Propamocarb	0.722	0.6	1	23.9	10.353
	Procymox	Cimoxanil	0.08	1.2	1	8.7	0.8352
		Mancoceb	0.64	1.2	1	25.7	19.737
	Lorsban	Clorpirifos	0.48	0.6	1	43.5	12.528
15	Dithane	Mancoceb	0.8	2	1	25.7	41.12
	Cipermetrina	Cipermetrina	0.25	0.5	1	27.3	3.4125
Al ser seis tratamientos manejados bajo el criterio del agricultor, el valor total del impacto ambiental lo dividimos para seis y obtenemos el valor de impacto ambiental generado por los tratamientos (T1, T3, T5, T7, T9, T11) dentro de la investigación. Canchaguano-Carchi, 2015.							424.41
							70.736

Cuadro de aplicaciones de agroquímicos, tratamientos manejados bajo el criterio SAD, con variedades susceptibles Uvilla y Capiro en la investigación. Canchaguano-Carchi, 2015.

ORDEN DE APLICACIÓN	INSECTICIDA FUNGICIDA	INGREDIENTE ACTIVO	CONCENTRACIÓN	CANTIDAD/HA	Nro. APLICACIÓN	CIA	IA
	Engeo	Tiametoxam	0.141	0.1	1	33.3	0.4695
		Lambdacyalotrina	0.106	0.1	1	43.5	0.4611
	Novak	Tiofanato metil	0.5	0.1	1	22.4	1.121
1	Forum	Dimetomorf	0.5	0.05	1	24	0.6
2	Dovex	Propamocarb	0.72	0.2	1	23.9	3.4416
3	Fosfito de potacio	Fosfito de potacio	0.45	0.3	1	7.33	0.9895
4	Fosfito de potacio	Fosfito de potacio	0.45	0.3	1	7.33	0.9895
	Lorban	Clorpirifos	0.48	0.1	1	43.5	2.088
5	Antracol	Propineb	0.7	0.17	1	16.9	2.0111
6	Dovex	Propamocarb	0.72	0.2	1	23.9	3.4416
7	Fosfito de potacio	Fosfito de potacio	0.45	0.4	1	7.33	1.3194
8	Forum	Dimetomorf	0.5	0.08	1	24	0.96
9	Dovex	Propamocarb	0.72	0.3	1	23.9	5.1624
	Curafeno	Profenofos	0.5	0.2	1	41.7	4.17
10	Fosfito de potacio	Fosfito de potacio	0.45	0.5	1	7.33	1.6492
11	Forum	Dimetomorf	0.5	0.08	1	24	0.96
12	Dovex	Propamocarb	0.72	0.3	1	23.9	5.1624
13	Fitoraz	Propineb	0.7	0.34	1	16.9	4.0222
		Cimoxanil	0.06	0.34	1	8.7	0.1774
14	Fosfito de potacio	Fosfito de potacio	0.45	0.5	1	7.33	1.6492
							40.845
Al ser dos tratamientos manejados bajo el criterio SAD, el valor total de impacto ambiental lo dividimos para dos y obtenemos el valor de impacto ambiental generado por los tratamientos (T10 y T12) dentro de la investigación. Canchaguano-Carchi 2015.							20.42

Cuadro de aplicaciones de agroquímicos, tratamientos manejados bajo el criterio SAD, con variedades susceptibles Superchola y Natividad. Canchaguano-Carchi, 2015.

ORDEN DE APLICACIÓN	INSECTICID FUNGICIDA	INGREDIENTE ACTIVO	CONCENTRACIÓN	CANTIDAD/HA	Nro. APLICACIÓN	CIA	IA
	Engeo	Tiametoxam	0.141	0.1	1	33.3	0.4695
		Lambdacyalotrina	0.106	0.1	1	43.5	0.4611
	Novak	Tiofanato metil	0.5	0.1	1	22.42	1.121
1	Forum	Dimetomorf	0.5	0.05	1	24	0.6
2	Fitoraz	Propineb	0.7	0.17	1	16.9	2.011
		Cimoxanil	0.06	0.17	1	8.7	0.0887
3	Curzate	Cimoxanil	0.08	0.17	1	8.7	0.1183
		Mancoceb	0.64	0.17	1	25.7	2.7961
	Lorsban	Clorpirifos	0.48	0.1	1	43.5	2.088
4	Antracol	Propineb	0.7	0.17	1	16.9	2.0111
5	Fitoraz	Propineb	0.7	0.17	1	16.9	2.0111
		Mancoceb	0.06	0.34	1	25.7	0.5242
6	Curzate	Cimoxanil	0.08	0.34	1	8.7	0.2366
		Mancoceb	0.64	0.34	1	25.7	5.5923
7	Antracol	Propineb	0.7	0.34	1	16.9	4.0222
	Curafeno	Profenofos	0.5	0.2	1	41.7	4.17
8	Fitoraz	Propineb	0.7	0.34	1	16.9	4.0222
		Cimoxanil	0.06	0.34	1	8.7	0.1774
9	Curzate	Cimoxanil	0.08	0.34	1	8.7	0.2366
		Mancoceb	0.64	0.34	1	25.7	5.5923
Al ser dos tratamientos manejados bajo el criterio SAD, el valor total de impacto ambiental lo dividimos para dos y obtenemos el valor de impacto ambiental generado por los tratamientos (T6 y T8) dentro de la investigación. Canchaguano-Carchi 2015.							38.350
							19.175

Cuadro de aplicaciones de agroquímicos, tratamientos manejados bajo el criterio SAD, con variedades susceptibles Victoria y Libertad en la investigación. Canchaguano-Carchi, 2015.

ORDEN DE APLICACIÓN	INSECTICIDA FUNGICIDA	INGREDIENTE ACTIVO	CONCENTRACIÓN	CANTIDAD/HA	Nro. APLICACIÓN	CIA	IA
	Engeo	Tiametoxam	0.141	0.1	1	33.3	0.4695
		Lambdacyalotrina	0.106	0.1	1	43.5	0.4611
	Novak	Tiofanato metil	0.5	0.1	1	22.42	1.121
1	Forum	Dimetomorf	0.5	0.05	1	24	0.6
2	Fitoraz	Propineb	0.7	0.17	1	16.9	2.0111
		Cimoxanil	0.06	0.17	1	8.7	0.0887
3	Antracol	Propineb	0.7	0.17	1	16.9	2.0111
	Lorsban	Clorpirifos	0.48	0.1	1	43.5	2.088
4	Curzate	Cimoxanil	0.08	0.17	1	8.7	0.1183
		Mancoceb	0.64	0.17	1	25.7	2.7961
5	Antracol	Propineb	0.7	0.34	1	16.9	4.0222
6	Fitoraz	Propineb	0.7	0.34	1	16.9	4.0222
		Cimoxanil	0.06	0.34	1	8.7	0.17748
	Curafeno	Profenofos	0.5	0.2	1	41.7	4.17
7	Curzate	Cimoxanil	0.08	0.34	1	8.7	0.23664
		Mancoceb	0.64	0.34	1	25.7	5.59232
Al ser dos tratamientos manejados bajo el criterio SAD, el valor total de impacto ambiental lo dividimos para dos y obtenemos el valor de impacto ambiental generado por los tratamientos (T2 y T4) dentro de la investigación. Canchaguano-Carchi 2015.							29.9858
							14.9929

Cuadro de costos que varían dentro de los tratamientos manejados bajo el criterio del agricultor en la investigación. Canchaguano-Carchi, 2015.

ACTIVIDAD	MANO DE OBRA			INSUMOS				
	Jornales	Cst Unitario	Sub total	Producto	Cantidad	Unidad	Cst Unitario	Sub total
Aplicación de agroquímicos, 1ra	1	6	6	Novak	30	cc	0.018	0.54
				Fijador	10	cc	0.015	0.15
				Eltra	40	cc	0.036	1.44
				Curalanca	75	gr	0.009	0.675
Aplicación de agroquímicos, 2da	1	6	6	Antracol	60	gr	0.015	0.9
				Fijador	10	cc	0.015	0.15
				Alga 600	30	cc	0.025	0.75
				Cipermetrina	30	cc	0.024	0.72
Aplicación de agroquímicos, 3ra	1	6	6	Antracol	60	gr	0.015	0.9
				Dovex	30	cc	0.016	0.48
				Agrostemin	30	gr	0.036	1.08
				Engeo	40	cc	0.088	3.52
				Fijador	10	cc	0.015	0.15
Aplicación de agroquímicos 4ta	1	6	6	Procymox	60	gr	0.009	0.54
				Dovex	30	cc	0.016	0.48
				Fijador	10	cc	0.015	0.15
				Razormin	30	cc	0.048	1.44
Aplicación de agroquímicos 5ta	1	6	6	Procymox	90	gr	0.009	0.81
				Dovex	50	cc	0.016	0.8
				Fijador	20	cc	0.015	0.3
				Evergreen	75	cc	0.02	1.5
Aplicación de agroquímicos 6ta	1	6	6	Antracol	90	gr	0.015	1.35
				Curzate	75	gr	0.013	0.975
				Fijador	20	cc	0.015	0.3
				Evergreen	75	cc	0.02	1.5
				Cipermetrina	40	cc	0.012	0.48
Aplicación de agroquímicos 7ma	1	6	6	Preventor	100	cc	0.018	1.8
				Fijador	20	cc	0.015	0.3
				Evergreen	75	cc	0.02	1.5
Aplicación de agroquímicos 8va	1	6	6	Curzate	75	gr	0.013	0.975
				Preventor	50	cc	0.018	0.9
				Fijador	20	cc	0.015	0.3
				Evergreen	75	cc	0.02	1.5

Cuadro de costos que varían dentro de los tratamientos manejados bajo el criterio del agricultor en la investigación. Canchaguano-Carchi, 2015. (Continuación)

ACTIVIDAD	MANO DE OBRA			INSUMOS				
	Jornales	Cst Unitario	Sub total	Producto	Cantidad	Unidad	Cst Unitario	Sub total
Aplicación de agroquímicos 9na	1	6	6	Preventor	50	cc	0.018	0.9
				Procymox	100	gr	0.009	0.9
				Dovex	50	cc	0.016	0.8
				Evergreen	100	cc	0.02	2
				Fijador	20	cc	0.015	0.3
Aplicación de agroquímicos 10ma	1	6	6	Procymox	120	gr	0.009	1.08
				Preventor	60	cc	0.018	1.08
				Calcio Boro	100	cc	0.009	0.9
				Fijador	20	cc	0.015	0.3
Aplicación de agroquímicos 11va	1	6	6	Curzate	100	gr	0.013	1.3
				Preventor	60	cc	0.018	1.08
				Calcio Boro	100	cc	0.009	0.9
				Fijador	20	cc	0.015	0.3
Aplicación de agroquímicos 12va	1	6	6	Antracol	120	gr	0.015	1.8
				Preventor	60	cc	0.018	1.08
				Procymox	120	gr	0.009	1.08
				Metalosate	50	cc	0.022	1.1
				Calcio Boro	100	cc	0.009	0.9
Aplicación de agroquímicos 13va	1	6	6	Fijador	20	cc	0.015	0.3
				Dithane	200	gr	0.0065	1.3
				Dovex	60	cc	0.016	0.96
				Calcio Boro	100	cc	0.009	0.9
				Metalosate	80	cc	0.022	1.76
Aplicación de agroquímicos 14va	1	6	6	Fijador	20	cc	0.015	0.3
				Preventor	60	cc	0.018	1.08
				Procymox	120	gr	0.009	1.08
				Lorsban	60	cc	0.015	0.9
				Metalosate	100	cc	0.022	2.2
Aplicación de agroquímicos 15va	1	6	6	Fijador	20	cc	0.015	0.3
				Dithane	200	cc	0.0065	1.3
				Cipermetrina	50	cc	0.012	0.6
				Metalosate	100	gr	0.022	2.2
			Fijador	20	cc	0.015	0.3	
TOTAL MANO DE OBRA			90	TOTAL INSUMOS				62.635

Al ser seis tratamientos manejados por el agricultor, dividimos el valor total para seis y realizamos una regla de tres para obtener el valor por hectárea, el valor obtenido lo relacionamos con 88m2 debido a ser el área total de trabajo y de aplicación. Este valor representa en los tratamientos (T1, T3, T5, T7, T9, T11).

Cuadro de costos que varían dentro de los tratamientos manejados bajo el criterio SAD para variedades resistentes Victoria y Libertad (T2 y T4 respectivamente) en la investigación. Canchaguano-Carchi, 2015.

ACTIVIDAD	MANO DE OBRA			INSUMOS				
	Jornales	Cst Unitario	Sub total	Producto	Cantidad	Unidad	Cst Unitario	Sub total
Aplicación de insecticida y enraizante	1	2	2	Engeo	10	cc	0.088	0.88
				Agrostemin	7	gr	0.036	0.252
				Novak	10	cc	0.018	0.18
				Fijador	10	cc	0.015	0.15
Aplicación de agroquímicos, 1ra	1	2	2	Forum	5	gr	0.067	0.335
				Fijador	10	cc	0.015	0.15
Aplicación de agroquímicos 2da	1	2	2	Fitoraz	17	gr	0.017	0.289
				Fijador	10	cc	0.015	0.15
				Goteo	20	cc	0.016	0.32
Aplicación de agroquímicos 3ra	1	2	2	Antracol	17	gr	0.015	0.255
				Lorsban	10	cc	0.015	0.15
				Fijador	10	cc	0.015	0.15
Aplicación de agroquímicos 4ta	1	2	2	Curzate	17	gr	0.013	0.221
				Fijador	10	cc	0.015	0.15
Aplicación de agroquímicos 5ta	1	2	2	Antracol	34	gr	0.015	0.51
				Fijador	10	cc	0.015	0.15
Aplicación de agroquímicos 6ta	1	2	2	Fitoraz	34	gr	0.017	0.578
				Calcibor	30	cc	0.01	0.3
				Curafeno	20	cc	0.016	0.32
				Fijador	10	gr	0.015	0.15
Aplicación de agroquímicos 7ma	1	2	2	Curzate	34	gr	0.013	0.442
				Kalibre	40	cc	0.016	0.64
				Fijador	10	cc	0.015	0.15
TOTAL MANO DE OBRA			16	TOTAL INSUMOS				6.872

Al ser dos tratamientos manejados bajo el criterio SAD, dividimos el valor total para dos y realizamos una regla de tres para obtener el valor por hectárea, el valor obtenido lo relacionamos con 88m2 debido a ser el área total de trabajo y de aplicación. Este valor representa en los tratamientos (T2, T4).

Cuadro de costos que varían dentro de los tratamientos manejados bajo el criterio SAD para las variedades intermedias Superchola y Natividad (T6 y T8 respectivamente) en la investigación. Canchaguano-Carchi, 2015.

ACTIVIDAD	MANO DE OBRA			INSUMOS				
	Jornales	Cst Unitario	Sub total	Producto	Cantidad	Unidad	Cst Unitario	Sub total
Aplicación de insecticida y enraizante	1	2	2	Engeo	10	cc	0.088	0.88
				Agrostemin	7	gr	0.036	0.252
				Novak	10	cc	0.018	0.18
				Fijador	10	cc	0.015	0.15
Aplicación de agroquímicos, 1ra	1	2	2	Forum	5	gr	0.067	0.335
				Fijador	10	cc	0.015	0.15
Aplicación de agroquímicos 2da	1	2	2	Fitoraz	17	gr	0.017	0.289
				Fijador	10	cc	0.015	0.15
				Goteo	20	cc	0.016	0.32
Aplicación de agroquímicos 3ra	1	2	2	Curzate	17	gr	0.013	0.221
				Lorsban	10	cc	0.015	0.15
				Fijador	10	cc	0.015	0.15
Aplicación de agroquímicos 4ta	1	2	2	Antracol	17	gr	0.015	0.255
				Fijador	10	cc	0.015	0.15
Aplicación de agroquímicos 5ta	1	2	2	Fitoraz	34	gr	0.017	0.578
				Fijador	10	cc	0.015	0.15
Aplicación de agroquímicos 6ta	1	2	2	Curzate	34	gr	0.013	0.442
				Fijador	10	cc	0.015	0.15
Aplicación de agroquímicos 7ma	1	2	2	Antracol	34	gr	0.015	0.51
				Curafeno	20	cc	0.016	0.32
				Fijador	10	cc	0.015	0.15
Aplicación de agroquímicos 8va	1	2	2	Fitoraz	34	gr	0.017	0.578
				Fijador	10	cc	0.015	0.15
Aplicación de agroquímicos 9na	1	2	2	Curzate	34	gr	0.013	0.442
				Calcibor	30	cc	0.01	0.3
				Fijador	10	cc	0.015	0.15
				Kalibre	30	cc	0.016	0.48
				Fijador	10	cc	0.015	0.15
TOTAL MANO DE OBRA							20	
			TOTAL INSUMOS					8.182

Al ser dos tratamientos manejados bajo el criterio SAD, dividimos el valor total para dos y realizamos una regla de tres para obtener el valor por hectárea, el valor obtenido lo relacionamos con 88m² debido a ser el área total de trabajo y de aplicación. Este valor representa en los tratamientos (T6, T8).

Cuadro de costos que varían dentro de los tratamientos manejados bajo el criterio SAD con variedades susceptibles Uvilla y Capiro (T10 y T12 respectivamente) en la investigación. Canchaguano-Carchi, 2015.

ACTIVIDAD	MANO DE OBRA			INSUMOS					
	Jornales	Cst Unitario	Sub total	Producto	Cantidad	Unidad	Cst Unitario	Sub total	
Aplicación de insecticida y enraizante	1	2	2	Engeo	10	cc	0.088	0.88	
				Agrostemin	30	gr	0.036	1.08	
				Novak	10	cc	0.018	0.18	
				Fijador	10	cc	0.015	0.15	
Aplicación de agroquímicos, 1ra	1	2	2	Forum	5	gr	0.067	0.335	
				Fijador	10	cc	0.015	0.15	
Aplicación de agroquímicos 2da	1	2	2	Dovex	20	cc	0.016	0.32	
				Goteo	20	cc	0.016	0.32	
				Fijador	10	cc	0.015	0.15	
Aplicación de agroquímicos 3ra	1	2	2	Fosfito de potasio	30	cc	0.009	0.27	
				Goteo	20	cc	0.016	0.32	
				Fijador	10	cc	0.015	0.15	
Aplicación de agroquímicos 4ta	1	2	2	Fosfito de potasio	30	cc	0.009	0.27	
				Lorban	10	cc	0.015	0.15	
				Fijador	10	cc	0.015	0.15	
Aplicación de agroquímicos 5ta	1	2	2	Antracol	17	gr	0.015	0.255	
				Fijador	10	cc	0.015	0.15	
Aplicación de agroquímicos 6ta	1	2	2	Dovex	20	cc	0.016	0.32	
				Fijador	10	cc	0.015	0.15	
Aplicación de agroquímicos 7ma	1	2	2	Fosfito de potasio	40	cc	0.009	0.36	
				Fijador	10	cc	0.015	0.15	
Aplicación de agroquímicos 8va	1	2	2	Forum	8	gr	0.067	0.536	
				Fijador	10	cc	0.015	0.15	
Aplicación de agroquímicos 9na	1	2	2	Dovex	30	cc	0.016	0.48	
				Curafeno	20	cc	0.016	0.32	
				Fijador	10	cc	0.015	0.15	
Aplicación de agroquímicos 10ma	1	2	2	Fosfito de potasio	50	cc	0.009	0.45	
				Fijador	10	cc	0.015	0.15	
Aplicación de agroquímicos 11va	1	2	2	Forum	8	gr	0.067	0.536	
				Fijador	10	cc	0.015	0.15	
Aplicación de agroquímicos 12va	1	2	2	Dovex	30	cc	0.016	0.48	
				Calcibor	20	cc	0.01	0.2	
				Fijador	10	cc	0.015	0.15	
Aplicación de agroquímicos 13va	1	2	2	Fitoraz	34	cc	0.017	0.578	
				Calcibor	10	cc	0.01	0.1	
				Fijador	10	cc	0.015	0.15	
Aplicación de agroquímicos 14va	1	2	2	Fosfito de potasio	50	cc	0.009	0.45	
				Kalibre	20	cc	0.016	0.32	
				Fijador	10	cc	0.015	0.15	
TOTAL MANO DE OBRA			30	TOTAL INSUMOS					11.76

Al ser dos tratamientos manejados bajo el criterio SAD, dividimos el valor total para dos y realizamos una regla de tres para obtener el valor por hectárea, el valor obtenido lo relacionamos con 88m² debido a ser el área total de trabajo y de aplicación. Este valor representa en los tratamientos (T10, T12).

Cuadro de resultados y recomendaciones del criterio SAD para variedades susceptibles Uvilla y Capiro (T10 y T12 respectivamente) dentro de la investigación. Canchaguano-Carchi, 2015.

EVALUACIÓN	DÍAS DE LLUVIA	RESULTADO SAD	ULTIMA APLICACION	RESULTADO SAD	SUMA DE RESULTADOS	RECOMENDACIÓN
1	4 días	5	8 días	3	8	Aplicar fungicida sistémico
2	4 días	5	8 días	3	8	Aplicar fungicida sistémico
3	4 días	5	8 días	3	8	Aplicar fungicida sistémico
4	2 días	2	8 días	3	5	Aplicar fungicida de contacto
5	3 días	5	8 días	3	8	Aplicar fungicida sistémico
6	4 días	5	8 días	3	8	Aplicar fungicida sistémico
7	4 días	5	8 días	3	8	Aplicar fungicida sistémico
8	4 días	5	8 días	3	8	Aplicar fungicida sistémico
9	3 días	5	8 días	3	8	Aplicar fungicida sistémico
10	4 días	5	8 días	3	8	Aplicar fungicida sistémico
11	4 días	5	8 días	3	8	Aplicar fungicida sistémico
12	1 días	2	8 días	3	5	Aplicar fungicida de contacto
13	3 días	5	8 días	3	8	Aplicar fungicida sistémico

La primera evaluación corresponde en la segunda aplicación de agroquímicos, debido a que en la primera aplicación se realizó una aplicación uniforme a todos los tratamientos bajo el criterio SAD.

Cuadro de resultados y recomendaciones del criterio SAD para variedades intermedias Superchola y Natividad (T6 y T8 respectivamente) dentro de la investigación. Canchaguano-Carchi, 2015.

EVALUACIÓN	DÍAS DE LLUVIA	RESULTADO SAD	ULTIMA APLICACION	RESULTADO SAD	SUMA DE RESULTADOS	RECOMENDACIÓN
1	6 días	3	12 días	3	6	Aplicar fungicida de contacto
2	6 días	3	12 días	3	6	Aplicar fungicida de contacto
3	2 días	1	12 días	3	4	Aplicar fungicida de contacto
4	7 días	3	12 días	3	6	Aplicar fungicida de contacto
5	6 días	3	12 días	3	6	Aplicar fungicida de contacto
6	5 días	3	12 días	3	6	Aplicar fungicida de contacto
7	6 días	3	12 días	3	6	Aplicar fungicida de contacto
8	3 días	1	12 días	3	4	Aplicar fungicida de contacto

Cuadro de resultados y recomendaciones del criterio SAD para variedades resistentes Victoria y Libertad (T2 y T4 respectivamente) dentro de la investigación. Canchaguano-Carchi, 2015.

EVALUACIÓN	DÍAS DE LLUVIA	RESULTADO SAD	ULTIMA APLICACION	RESULTADO SAD	SUMA DE RESULTADOS	RECOMENDACIÓN
1	8 días	2	15 días	3	5	Aplicar fungicida de contacto
2	6 días	2	15 días	3	5	Aplicar fungicida de contacto
3	5 días	2	15 días	3	5	Aplicar fungicida de contacto
4	8 días	2	15 días	3	5	Aplicar fungicida de contacto
5	6 días	2	15 días	3	5	Aplicar fungicida de contacto
6	7 días	2	15 días	3	5	Aplicar fungicida de contacto

Cronograma establecido de visitas, durante el desarrollo de la investigación. Canchaguano-Carchi, 2015. (Fase de campo en el año 2014)

Días \ Mes	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre
1							
2						12	8
3				3			
4							
5							
6			1				
7	Siembra			5			
8					9	6	
9							
10			1			13	
11					5		
12				3			
13			1				
14			2				Cosecha
15				6	4		
16					10		
17							
18							
19							
20					7		
21							
22			3	2			
23				7			
24					11		
25							
26					6		
27				5	4		
28				2			
29							
30			4				
31				8			

■ Día de evaluación variedades susceptibles
■ Día de evaluación variedades resistentes
■ Día de cosecha del ensayo

■ Día de evaluación variedades intermedias
■ Día de siembra del ensayo

Percepción de días de lluvia registrados por el agricultor durante la investigación. Canchaguano-Carchi, 2015. (Fase de campo en el año 2014)

Día \ Mes	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre
1			■				
2			■			■	
3			■	■		■	
4				■	■		
5				■	■		
6							
7			■		■		
8			■	■			
9				■	■	■	
10							
11			■		■		
12			■	■	■		
13				■			
14						■ Fin de registro	
15			■	■	■		
16			■	■	■		
17							
18				■	■		
19				■			
20			■		■		
21			■		■		
22			■				
23							
24				■			
25							
26				■			
27			■	■			
28		■ Aplicación 1		■	■		
29							
30		■					
31							

■ Día de lluvia registrado por el agricultor ■ Primera aplicación e inicio de registro de lluvia
 ■ Fin de registro de días de lluvia y última aplicación de agroquímicos

Fotografías del área de investigación



Fig 1. Materiales utilizados



Fig 2. Trazado de parcelas



Fig 3. Área de investigación



Fig 4. Insumos utilizados



Fig 5. Semilla utilizada



Fig 6. Siembra del cultivo

Fotografías del área de investigación



Fig 7. Siembra del cultivo



Fig 8. Siembra del cultivo



Fig 9. Desarrollo del cultivo



Fig 10. Estado del cultivo



Fig 11. Evaluación de severidad



Fig 12. Evaluación de severidad

Fotografías del área de investigación



Fig 13. Evaluación de severidad



Fig 14. Evaluación de severidad



Fig 15. Desarrollo del cultivo



Fig 16. Evaluación de severidad



Fig 17. Evaluación de severidad



Fig 18. Control fitosanitario

Fotografías del área de investigación



Fig 19. Desarrollo del cultivo



Fig 20. Desarrollo del cultivo



Fig 21. Fitoplasmas



Fig 22. Fitoplasmas



Fig 23. Cosecha



Fig 24. Cosecha

Fotografías del área de investigación



Fig 25. Cosecha



Fig 26. Cosecha



Fig 27. Recolección de tubérculos



Fig 28. Recolección de tubérculos



Fig 29. Evaluación de rendimiento



Fig 30. Evaluación de rendimiento