

**“VALIDACIÓN DE LA HERRAMIENTA CIRCULAR DE TOMA DE  
DECISIONES PARA EL CONTROL DEL TIZÓN TARDÍO (*Phytophthora  
infestans*) (Mont.) De Bary DE LA PAPA (*Solanum tuberosum* L.) EN TUNSHI,  
PROVINCIA DE CHIMBORAZO”**

**ÁLVARO LUIS INCA PAUCAR**

**TESIS**

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
INGENIERO AGRÓNOMO**

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES**

**ESCUELA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**RIOBAMBA – ECUADOR**

**2015**

## HOJA DE CERTIFICACIÓN

**EL TRIBUNAL DE TESIS CERTIFICA QUE:** el trabajo de investigación titulado “VALIDACIÓN DE LA HERRAMIENTA CIRCULAR DE TOMA DE DECISIONES PARA EL CONTROL DEL TIZÓN TARDIO (*Phytophthora infestans*) (Mont.) De Bary DE LA PAPA (*Solanum tuberosum* L.) EN TUNSHI, PROVINCIA DE CHIMBORAZO”, de responsabilidad del Sr. Egresado Álvaro Luis Inca Paucar ha sido prolijamente revisada, quedando autorizada su presentación.

**EL TRIBUNAL DE TESIS**

ING. DAVID CABALLERO.

\_\_\_\_\_

**DIRECTOR**

ING. ANDREA ROMÁN.

\_\_\_\_\_

**MIEMBRO**

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO  
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES  
ESCUELA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA  
RIOBAMBA – ECUADOR**

**2015**

## **DEDICATORIA**

*A Dios por ser la luz que guía mi camino.*

*A mis padres por todo su amor y consejos brindados*

*A mis hermanos por su apoyo incondicional en todo momento*

*Y a toda mi familia por ser mi soporte para cumplir mis sueños.*

## **AGRADECIMIENTO**

Al Ing. David Caballero por brindarme su amistad sincera y ser guía y apoyo esencial en esta sustancial investigación.

A la Ing. Andrea Román por su valioso aporte en desarrollo y mejora de esta investigación.

Al Centro Internacional de la Papa, especialmente al Ing. Arturo Taipe por la confianza depositada en mí y toda la ayuda ofrecida en el desarrollo de la presente investigación

A la Dra. Susana Villacreses por permitirme ser parte de Proyecto de Innovación para la Seguridad y Soberanía Alimentaria en los Andes (IssAndes).

A los Catedráticos de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Recursos Naturales, Escuela de Ingeniería Agronómica, por brindarme sus conocimientos científicos y valores humanos.

A todos mis compañeros, amigos y todas las personas que de una u otra forma estuvieron presentes con sus consejos y aportes durante la presente investigación.

## TABLA DE CONTENIDOS

CAPITULO		PÁG.
	LISTA DE CUADROS	i
	LISTA DE TABLAS	iii
	LISTA DE GRÁFICOS	iv
	LISTA DE ANEXOS	vi
I	TITULO	1
II	INTRODUCCIÓN.....	1
III	REVISIÓN DE LITERATURA.....	6
IV.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	31
V	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	44
VI	CONCLUSIONES.....	74
VII	RECOMENDACIONES .....	75
VIII	RESUMEN .....	76
IX	ABSTRACT .....	77
X	BIBLIOGRAFÍA .....	78
XI	ANEXOS .....	84

## LISTA DE CUADROS

Nº	DESCRIPCIÓN	PÁG.
1	Análisis de varianza para el porcentaje de emergencia de seis variedades de papa en la validación de tres sistemas de apoyo a la decisión para el control de tizón tardío en Tunshi, Chimborazo. 2014.	46
2	Análisis de varianza de la severidad en dos variedades de papa en la validación del prototipo SAD (verde) para el control de tizón tardío en Tunshi, Chimborazo. 2014.	47
3	Severidad en dos variedades de papa en la validación del prototipo SAD (verde) para el control de tizón tardío en Tunshi, Chimborazo. 2014. (DMS al 5%).	47
4	Análisis de varianza de la severidad en dos variedades de papa en la validación del prototipo SAD (amarillo) para el control de tizón tardío en Tunshi, Chimborazo. 2014.	50
5	Severidad en la validación del prototipo SAD (amarillo) para el control de tizón tardío en Tunshi, Chimborazo. 2014. (DMS al 5%).	51
6	Análisis de varianza de la severidad en dos variedades de papa en la validación del SAD (rojo) para el control de tizón tardío en Tunshi, Chimborazo. 2014.	53
7	Severidad en dos variedades de papa en la validación del prototipo SAD (rojo) para el control de tizón tardío en Tunshi, Chimborazo. 2014. (DMS al 5%).	54
8	Análisis de varianza del rendimiento total ( $T \cdot ha^{-1}$ ) en la validación del prototipo SAD (verde) para el control de tizón tardío en Tunshi, Chimborazo. 2014.	56
9	Rendimiento total ( $T \cdot ha^{-1}$ ) en la validación del prototipo SAD (verde) para el control de tizón tardío en Tunshi, Chimborazo. 2014. (DMS al 5%)	57



10	Análisis de varianza del rendimiento total ( $T.ha^{-1}$ ) en la validación del prototipo SAD (amarillo) para el control de tizón tardío en Tunshi, Chimborazo. 2014.	58
11	Rendimiento total ( $T.ha^{-1}$ ) en la validación del prototipo SAD (amarillo) para el control de tizón tardío en Tunshi, Chimborazo. 2014. (DMS al 5%).	59
12	Análisis de varianza del rendimiento total ( $T.ha^{-1}$ ) en la validación del prototipo SAD (rojo) para el control de tizón tardío en Tunshi, Chimborazo. 2014.	60
13	Rendimiento total ( $T.ha^{-1}$ ) en la validación del prototipo SAD (rojo) para en el control de tizón tardío en Tunshi, Chimborazo. 2014. (DMS al 5%).	61
14	Impacto ambiental en la validación del prototipo SAD (verde) para el control de tizón tardío en Tunshi, Chimborazo. 2014.	63
15	Tasa de Impacto Ambiental en la validación del prototipo SAD (amarillo) para la aplicación de fungicidas en el control de tizón tardío en Tunshi, Chimborazo. 2014.	65
16	Tasa de Impacto Ambiental en la validación del prototipo SAD (rojo) para la aplicación de fungicidas en el control de tizón tardío en Tunshi, Chimborazo. 2014.	67
17	Tasa de Retorno Marginal en dos variedades de papa en la validación del prototipo SAD (verde) para el control de tizón tardío en Tunshi, Chimborazo. 2014.	70
18	Tasa de Retorno Marginal de dos variedades en la validación del prototipo SAD (amarillo) para el control de tizón tardío en Tunshi, Chimborazo. 2014.	71
19	Tasa de Retorno Marginal de dos variedades en la validación del prototipo SAD (rojo) para el control de tizón tardío en Tunshi, Chimborazo. 2014.	73

## LISTA DE TABLAS

N°	DESCRIPCIÓN	PÁG.
1	Variedades de papa sembradas por zonas de cultivo en Ecuador.	9
2	Escala para estimación de lancha en el follaje.	17
3	Valores de la escala de susceptibilidad a <i>Phytophthora infestans</i> (VES) de variedades nativas y mejoradas en el periodo 2010-2014.	24
4	Sistema de valoración de las variables del coeficiente de impacto ambiental (CIA).	30
5	Variedades de papa evaluadas en la validación de tres prototipos de SAD para el control de tizón tardío en Tunshi, Chimborazo, 2014.	34
6	Estrategias utilizadas en la validación de tres prototipos de sistemas de ayuda a la toma de decisiones para el control de tizón tardío en Tunshi, Chimborazo, 2014.	34
7	Experimento 1, para la validación del prototipo SAD (verde) en dos variedades de papa para el control de tizón tardío en Tunshi, Chimborazo. 2014..	35
8	Experimento 2, para la validación del prototipo SAD (amarillo) en dos variedades de papa para el control de tizón tardío en Tunshi, Chimborazo. 2014.	35
9	Experimento 3, para la validación del prototipo SAD (rojo) en dos variedades de papa para el control de tizón tardío en Tunshi, Chimborazo. 2014.	35
10	Esquema de análisis de varianza (ADEVA) utilizado en la validación de tres prototipos de sistemas de ayuda a la decisión en Tunshi, Chimborazo. 2014.	36

## LISTA DE GRÁFICOS

Nº	DESCRIPCIÓN	PÁG.
1	Severidad en la validación del prototipo SAD (verde) para el control de tizón tardío en Tunshi, Chimborazo. 2014.	48
2	Desarrollo de la epidemia natural de dos variedades de papa en la validación del prototipo SAD (verde) para el control de tizón tardío en Tunshi, Chimborazo. 2014.	49
3	Severidad de la variedad I-Fripapa en la validación del prototipo SAD (amarillo) para el control de tizón tardío en Tunshi, Chimborazo. 2014.	52
4	Desarrollo de la epidemia natural de de dos variedades de papa en la validación del prototipo SAD (amarillo) para el control de tizón tardío en Tunshi, Chimborazo. 2014.	52
5	Severidad en dos variedades de papa en la validación del prototipo SAD (rojo) para el control de tizón tardío en Tunshi, Chimborazo. 2014.	55
6	Desarrollo de la epidemia natural de dos variedades de papa en la validación del prototipo SAD (rojo) para el control de tizón tardío en Tunshi, Chimborazo. 2014.	55
7	Rendimiento Total (T.ha. <sup>-1</sup> ) de la variedad I-Victoria en la validación del prototipo SAD (verde) para el control de tizón tardío en Tunshi, Chimborazo. 2014.	57
8	Rendimiento Total de la variedad I-Fripapa en la validación del prototipo SAD (amarillo) para el control de tizón tardío en Tunshi, Chimborazo. 2014.	59
9	Rendimiento Total de la variedad Uvilla en la validación del prototipo SAD (rojo) para el control de tizón tardío en Tunshi, Chimborazo. 2014.	61
10	Tasa de Impacto Ambiental de las variedades Libertad e I-Victoria en la validación del prototipo SAD (verde) para el control de tizón tardío en Tunshi, Chimborazo. 2014	64

- |    |  |    |
|----|--|----|
| 11 | Tasa de Impacto Ambiental de dos variedades de papa en la validación del prototipo SAD (amarillo) para el control de tizón tardío en Tunshi, Chimborazo. 2014.   | 66 |
| 12 | Tasa de Impacto Ambiental (TIA) de dos variedades de papa en la validación del prototipo SAD (rojo) para el control de tizón tardío en Tunshi, Chimborazo. 2014. | 68 |

## LISTA DE ANEXOS

N°	DESCRIPCIÓN	PÁG.
1	Plano de distribución de tratamientos de validación de tres prototipos SAD para el control de tizón tardío en Tunshi, Chimborazo. 2014.	84
2	Prototipos de sistemas de apoyo a la decisión validados para el control de tizón tardío en Tunshi, Chimborazo. 2014.	85
3	Análisis químico del suelo para el ensayo de validación de tres prototipos SAD en Tunshi, Chimborazo. 2014.	86
4	Recomendación de fertilización edáfica para el ensayo de validación de tres prototipos de SAD en Tunshi, Chimborazo. 2014..	87
5	Condiciones climáticas durante el proceso experimental de validación de tres prototipos SAD en Tunshi, Chimborazo. 2014.	88
6	Porcentaje de emergencia en la validación de tres prototipos SAD para el control de tizón tardío en Tunshi, Chimborazo. 2014.	89
7	Severidad (AFA) en la validación de tres prototipos SAD en Tunshi, Chimborazo. 2014.	91
8	Área bajo la curva del progreso de la enfermedad en la validación de tres prototipos de SAD en Tunshi, Chimborazo. 2014.	94
9	Datos registrados de variables auxiliares para el cálculo de rendimiento por hectárea en la validación de tres prototipos SAD en Tunshi, Chimborazo. 2014.	96
10	Rendimiento total y ajustado por hectárea en tres experimentos simultáneos en la validación de tres prototipos SAD en Tunshi, Chimborazo. 2014.	98
11	Coeficiente de Impacto Ambiental de los diferentes pesticidas usados en la validación de tres prototipos SAD en Tunshi, Chimborazo.	100
12	Datos de evaluaciones y toma de decisiones según el sistema de apoyo a la toma de decisiones "SAD" para la aplicación de fungicidas en Tunshi, Chimborazo. 2014.	101
13	Tasa de Impacto Ambiental de la aplicación de fungicidas en la	102

validación del SAD (verde) en Tunshi, Chimborazo. 2014.

14	Tasa de Impacto Ambiental de la aplicación de fungicidas la validación del SAD (amarillo) en Tunshi, Chimborazo. 2014.	103
15	Tasa de impacto ambiental de la aplicación de fungicidas en la validación del prototipo del SAD (rojo) en Tunshi, Chimborazo. 2014.	104
16	Tasa de impacto ambiental de fungicidas aplicados por el agricultor local en validación tres prototipos SAD en Tunshi, Chimborazo. 2014..	105
17	Aplicaciones de insecticidas en la validación tres prototipos SAD en Tunshi, Chimborazo. 2014	106
18	Beneficio bruto en la validación de tres prototipos SAD para el control de tizón tardío Tunshi, Chimborazo. 2014.	107
19	Costos que varían en la validación de tres prototipos SAD para el control de tizón tardío en Tunshi, Chimborazo. 2014.	108
20	Cálculo de costos de fungicidas con la estrategia del agricultor en la validación de tres prototipos SAD en Tunshi, Chimborazo. 2014.	109
21	Cálculo de costos de fungicidas en la validación del prototipo SAD (verde) para en Tunshi, Chimborazo. 2014.	111
22	Cálculo de costo de fungicidas en la validación del prototipo SAD (amarillo) en Tunshi, Chimborazo. 2014	112
23	Cálculo de costo de fungicidas en la validación del prototipo SAD (rojo) en Tunshi, Chimborazo. 2014	113
24	Aplicaciones de fungicidas realizadas por el agricultor en la validación de tres prototipos SAD para el control del tizón tardío	115
25	Aplicaciones de fungicidas con los prototipos SAD validados para el control del tizón tardío.	117

# **I. VALIDACIÓN DE LA HERRAMIENTA CIRCULAR DE TOMA DE DECISIONES PARA EL CONTROL DEL TIZÓN TARDIO (*Phytophthora infestans*) (Mont.) De Bary DE LA PAPA (*Solanum tuberosum* L.) EN TUNSHI, PROVINCIA DE CHIMBORAZO**

## **II. INTRODUCCIÓN**

La papa representa el 7 % de la canasta básica familiar nacional del Ecuador. En la sierra ecuatoriana la papa es el segundo cultivo más importante después del maíz. Constituye la base de la alimentación de gran parte de la población ecuatoriana (Chehab & Jácome, 2013).

El tizón tardío de la papa es la enfermedad más devastadora reportada en la historia de la humanidad, es sin duda la enfermedad que más seriamente afecta a éste cultivo en nuestro país y por consiguiente, la de mayor riesgo. Por otra parte, las condiciones ambientales al ser óptimas para el desarrollo del patógeno, determinan que los sembríos de papa pueden ser destruidos en 10 a 15 días. Esto es lo que ocurre en algunas zonas paperas del Ecuador y en otros países del mundo, donde las pérdidas pueden ser totales (Torres, 2002).

El control del tizón tardío con productos químicos comienza en los Andes a mediados del siglo XX. Desde entonces, el consumo de pesticidas, entre ellos, los fungicidas ha aumentado continuamente y hoy en día es el principal método de control para el tizón. Sin embargo preguntas como: ¿cuánto saben los agricultores sobre los fungicidas? ¿Cuál es el uso actual de fungicidas para controlar esta enfermedad? y ¿Es posible mejorar el uso actual? Aún no han sido respondidos (Ortiz, Thiele & Forbes, 2002).

Con el fin de implementar prácticas oportunas y eficaces para el control de éste patógeno y de explorar alternativas productivas que reduzcan la cantidad de agroquímicos con el fin de respetar al medioambiente, seres humanos y que permitan satisfacer las exigencias de los consumidores se están validando actualmente en todo el mundo distintos Sistemas de Apoyo para la toma de decisiones (SAD) o DSS (siglas del inglés: Decision Support System) para el control de tizón tardío (Lucca & Huarte, 2012).

Cada vez son más los agricultores y técnicos que en Europa y varios países latinoamericanos desarrollando, validando y utilizando los SAD en el control integrado del tizón tardío. Los SAD pueden incluir información meteorológica, el ciclo de la enfermedad, el estado fenológico del cultivo y las aplicaciones de fungicidas, para generar un cronograma óptimo de control químico que coincida con los períodos de alto riesgo para el desarrollo de la enfermedad (Schepers, 2001).

El desempeño conveniente de los actuales SAD, se lograría obteniendo información sobre, (1) epidemiología de la nueva población de *Phytophthora infestans*, (2) características de nuevos fungicidas, (3) descripciones estándares de la resistencia del cultivo y (4) datos confiables sobre los pronósticos del clima e historial climatológico (Fernández-Northcote & Navia, 2001).

En la actualidad están disponibles en todo el mundo, sistemas de predicción de la presencia de plagas o enfermedades de la papa. Sin embargo, el uso de estos sistemas en los Andes y particularmente en el Ecuador es muy limitado, principalmente debido a las complejidad de la ecología en la que ocurre el cultivo de papa (Pumisacho & Sherwood, 2002).

Muchos productores de papa aplican fungicidas para controlar el tizón tardío y evitar pérdidas en la producción. En este caso la toma de decisiones para la aplicación de fungicidas es compleja debido a varios factores e interacciones como las condiciones climáticas, dosis, tipo de fungicida, resistencia del cultivar y la población del patógeno. Esta complejidad determina la necesidad de desarrollar un SAD como respuesta ante éste problema (Juárez, Ávila & Hijmans, 2003).

Las pruebas de validación y experiencias en la práctica demuestran que los SAD pueden ser una herramienta útil para controlar efectivamente al tizón con una utilización mínima de fungicidas. Es por ello que investigadores del Centro Internacional de la Papa han diseñado un prototipo de un Sistema de Apoyo a la Decisión para la aplicación de fungicidas. Este prototipo integra la información meteorológica, niveles de susceptibilidad de las variedades al patógeno y temporalidad de las aplicaciones de fungicidas.

## **A. JUSTIFICACIÓN**

Los sistemas de apoyo para la toma de decisiones (SAD) no son programas sencillos de aplicación, porque consideran diversos factores acerca del patógeno para tomar una decisión acertada sobre las aplicaciones; además contrasta con la idiosincrasia del agricultor andino, especialmente en zonas en las que ésta enfermedad ha hecho que reste su importancia y los ha llevado a una agricultura de subsistencia y frecuentemente a la emigración de las zonas afectadas.

En nuestro país el control de tizón tardío generalmente es ineficiente, debido a varios motivos, sobre todo relacionados con resistencia del patógeno a ciertos fungicidas como fenilamidas y al uso exagerado de ciertas moléculas cuyo costo reducido está en relación directa a su peligrosidad, al cambio climático, sobre todo en régimen de precipitación y temperatura y al desconocimiento de los diferentes niveles de susceptibilidad de las variedades cultivadas. Por ello la necesidad de implementar nuevos enfoques y herramientas para el control de la lancha, entre ellos se han desarrollado sistemas de apoyo para la toma de decisiones (SADs) en todo el mundo.

En Latinoamérica el desarrollo, validación y uso de los sistemas de apoyo a la decisión son aún escasos. A pesar de ello en países vecinos como Bolivia, Perú y Argentina ya se están desarrollando y validando SADs que ayudan al control eficaz del tizón tardío. Por este motivo se plantea el presente trabajo de investigación, con la finalidad de validar tres prototipos SAD para el control de lancha desarrollados por investigadores del Centro Internacional de la Papa, lo cual permitirá aclarar ciertas perspectivas sobre éstos modelos y tal vez se constituyan en una metodología de capacitación en epidemiología para entes de transferencia de tecnología y de docencia en cursos de manejo de enfermedades en carreras de ingeniería agronómica. Luego de un riguroso proceso de evaluación y adaptación podrían llegar a convertirse en nuevas alternativas eficientes y económicas para agricultores locales contribuyendo de ese modo a preservar la seguridad alimentaria del país y practicar una agricultura sustentable.

## **B. OBJETIVOS**

### **1. General**

Validar la aplicación de la Herramienta Circular de Toma de Decisiones para el control de tizón tardío en papa frente a la estrategia del agricultor local.

### **2. Específicos**

- a. Comparar la utilización de tres prototipos de sistema de apoyo a la decisión para la aplicación de fungicidas con la estrategia del agricultor local en el control de tizón tardío en seis variedades de papa.
- b. Evaluar el impacto ambiental de los productos utilizados con la aplicación de un prototipo de sistema de apoyo a la decisión y la estrategia del agricultor local en el control de tizón tardío.
- c. Diferenciar el beneficio económico entre la aplicación de un prototipo de apoyo a la decisión y el manejo convencional del agricultor local en el control de tizón tardío.

## **C. HIPÓTESIS**

1. **Ho:** La aplicación de un prototipo de sistema de apoyo a la decisión no contribuye al control de tizón tardío.
2. **Ha:** La aplicación de un prototipo de sistema de apoyo a la decisión contribuye al control de tizón tardío.
3. **Ho:** La aplicación del sistema de apoyo a la decisión no tiene influencia sobre el impacto ambiental frente a la estrategia del agricultor local para el control de tizón tardío.

4. **Ha:** La aplicación del sistema de apoyo a la decisión tiene influencia sobre el impacto ambiental frente a la estrategia del agricultor local para el control de tizón tardío.
5. **Ho:** El uso del sistema de apoyo a la decisión no tiene influencia sobre los beneficios económicos que obtiene el agricultor con su forma de control de tizón tardío de la papa.
6. **Ha:** El uso del sistema de apoyo a la decisión tiene influencia sobre los beneficios económicos que obtiene el agricultor con su forma de control de tizón tardío de la papa.

### III. REVISIÓN DE LITERATURA

#### A. GENERALIDADES DEL CULTIVO DE PAPA

##### a) Origen

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

##### b) Clasificación taxonómica

La papa pertenece a las siguientes categorías taxonómicas:

Reino	Vegetal
División	Fanerógama
Subdivisión	Angiospermas
Clase	Dicotiledóneas
Subclase	Simpétala
Orden	Solanales
Familia	Solanaceae
Género	<i>Solanum</i>
Especie	<i>Solanum tuberosum</i> L. NCBI, (citado por Trujillo, 2003).

##### c) Importancia

La papa es uno de los cuatro alimentos más importantes del mundo junto al maíz, el trigo y el arroz, por lo que se constituye en el principal alimento de origen no cereal para la humanidad. La FAO (2010) reporta un área cultivada mundial de 18.192.405 hectáreas con una producción de 314.407.107 toneladas para el año 2008. El Centro Internacional de la Papa reporta más de 4.000 variedades comestibles de papa, más de 4.300 variedades de papas nativas y unas 180 especies silvestres de papa en el mundo; en unos 100 países se cultiva papa en alturas comprendidas entre 0 y 4.700 msnm, en zonas tropicales, intertropicales y en zonas templadas (FEDEPAPA, 2014).

**d) Cultivo de papa en Ecuador**

La papa representa el 70% de la canasta básica familiar nacional del Ecuador. En la sierra ecuatoriana la papa es el segundo cultivo más importante después del maíz. Representa la base de la alimentación de gran parte de la población ecuatoriana (Mancero, 2008).

La papa es uno de los rubros importantes de los sistemas de producción de la Sierra Ecuatoriana, así también constituye una fuente importante de alimentación e ingresos para la familia campesina. El cultivo de papa se realiza en alturas comprendidas entre los 2700 a 3400 msnm, a lo largo del callejón interandino; sin embargo, los mejores rendimientos se presentan en zonas ubicadas entre los 2900 y 3300 msnm, donde las temperaturas fluctúan entre 9 y 11°C (EDIFARM, 2013).

En el Ecuador, un total de 0.4% del territorio de uso agropecuario se dedica a la producción de papa, lo que corresponde a 49719 ha. Esta actividad concentra a 88 130 productores, que corresponde al 10.46% de los productores agrícolas del país. De este total, el 32.24 % son productores pequeños, con unidades menores a 1 hectárea; el 29.54 % producen papa como cultivo solo y el 2.7 % la cultivan en asociación con otros productos (Pumisacho & Velásquez, 2009).

En promedio la superficie cosechada fluctúa alrededor de 49.000 hectáreas, la que origina una producción total promedio de 307 mil toneladas métricas anuales. Las provincias de Carchi, Pichincha, Cotopaxi, Tungurahua y Chimborazo, aportan el 79.5 % de la producción, las mayores extensiones de cultivo de papa corresponden en su orden a Chimborazo (20.2 %), Carchi (17.0 %), Cotopaxi (13.87 %), Tungurahua (13.14 %) y Pichincha (10.14 %) (Mancero, 2008).

**e) Cultivo de papa en la provincia de Chimborazo**

La provincia de Chimborazo tiene la mayor superficie dedicada al cultivo de la papa a nivel nacional. Sin embargo, los rendimientos son relativamente bajos (11 T/ha). El clima de la provincia es muy heterogéneo. Los vientos cálidos de la zona amazónica afectan la franja de la Cordillera Oriental, suavizando el clima, específicamente en el

área ubicada en el Cantón Chambo. Como resultado de fuertes variaciones de altitud (entre 2200 a 3600 msnm.), temperaturas medias entre 6 ° y 15 °C, topografía y lluvias entre 250 a 2000 mm anuales hacen que ésta provincia presente una amplia diversidad de zonas ecológicas distinguiéndose dos estaciones: invierno lluvioso de octubre a mayo y verano seco de junio a septiembre (Pumisacho & Velásquez, 2009).

Existen tres zonas productoras de papa en la provincia de Chimborazo: occidente, nororiente y cordillera central. La región occidental comprende los cantones Riobamba y Colta, donde la siembra ocurre entre octubre y diciembre. La parte nororiental comprende el cantón Chambo, donde se siembra desde mayo a junio. En la cordillera central comprende el cantón Guano, donde es posible sembrar durante todo el año (EDIFARM, 2013).

f) **Variedades de papa cultivadas en Ecuador**

Andrade (1998) manifiesta que las variedades de papa se clasifican en dos grupos: nativas y mejoradas. Las variedades nativas son el resultado de un proceso de domesticación, selección y conservación ancestral. Las variedades mejoradas son el resultado de un proceso de mejoramiento genético. Estas variedades poseen mayor potencial de rendimiento, resistencia a enfermedades y buena calidad culinaria.

g) **Plagas y Enfermedades**

Las plagas más importantes del cultivo de papa por daño económico en su orden son: gusano blanco (*Premnotrypes vorax*), pulguilla (*Epitrix sp.*) y las tres clases de polilla (*Tecia solanivora*, *Symmetrischema tangolias* y *Phthorimae spp.*) (Pumisacho & Velásquez, 2009).

**Tabla 1.** Variedades de papa sembradas por zonas de cultivo en Ecuador

<b>Zona Norte provincia de:</b> Carchi
INIAP-Fripapa, INIAP-Estela, Superchola, Yema de huevo (Chauchas), Chola, ICA-Capiro, Carolina y Libertad, Unica* y Rubi*.
<b>Zona Centro provincias de:</b> Pichincha, Cotopaxi, Tungurahua, Bolívar y Chimborazo
INIAP-Santa Catalina, INIAP-Esperanza, INIAP-Gabriela, INIAP-María, INIAP-Rosita, INIAP-Santa Isabel, INIAP-Fripapa 99, INIAP-Cecilia, INIAP-Natividad, INIAP-Suprema, INIAP-Estela, Superchola, Chola, Uvilla, Yema de huevo, Leona, Carolina, Libertad, ICA-Única, Chaucha Roja**, Chaucha Amarilla**.
<b>Zona Sur provincias de:</b> Cañar, Azuay y Loja
INIAP-Santa Catalina, INIAP-Gabriela, INIAP-Esperanza, INIAP-Soledad Cañari, INIAP-Santa Ana, Uvilla, Bolona, Jubaleña**

**Fuente:** Pumisacho, M. y Sherwood, S., (2002)

\* Taipe, 2014 (comunicación personal)

\*\* Yumisaca, 2014 (comunicación personal)

Las enfermedades principales en el cultivo de papa son las siguientes: lancha tardía (*Phytophthora infestans*), lancha temprana (*Alternaria solani*), rizoctonia o sarna negra (*Rhizoctonia solani*), sarna polvorienta (*Spongospora subterranea*), roya (*Puccinia pitteriana*), lanosa (*Rosellinia sp.*), pata negra (*Pectobacterium spp.*), sarna común (*Streptomyces scabies*), virus de mosaico leve, virus de mosaico severo, virus de mosaico rugoso, virus de enrollamiento (EDIFARM, 2013).

## **B. TIZÓN TARDIO DE LA PAPA**

### **1. Clasificación taxonómica**

Jaramillo (2003) presenta la siguiente ubicación taxonómica de tizón tardío.

Reino	Chromista (grupo Stramenophyle)
Phylum	Oomycota
Clase	Oomycetes
Subclase	Peronosporomycetidae
Orden	Phythiales

Familia	Phythiaceae
Género	<i>Phytophthora</i>
Especie	<i>infestans</i>

## 2. Descripción del patógeno

### a. Morfología

El micelio es cenocítico y septado; los esporangios son ovoides, elipsoidales a limoniformes, ahusados en la base, caducos, con un pedicelo menor de 3mm y semipapilados. Su tamaño varía de 36 x 22  $\mu\text{m}$  a 29 x 19  $\mu\text{m}$ . Los esporangióforos son de crecimiento continuo, con un pequeño hinchamiento justo debajo del esporangio (Pérez & Forbes, 2008).

Los esporangios son estructuras asexuales que se desarrollan sobre pedúnculos llamados esporangióforos. Éstas estructuras son hialinas cuyo tamaño oscilan entre 19 a 29  $\mu\text{m}$  por 19 a 31  $\mu\text{m}$ . Cada esporangio tiene de seis a diez núcleos. Su forma se parece a la de un limón. Los esporangios pueden germinar directa, emitiendo su tubo germinativo o indirectamente mediante la salida de los esporangióforos (Kirk, Wharton, Hammerschmidt, Abu-El; Samen & Douches, 2004).

El aparato flagelar de las zoosporas posee dos flagelos uno en forma de látigo y el otro en forma de pluma. La zoospora está conformada por varias partes: el kinetosoma (cuerpo basal de la zoospora), la zona de transición que une el flagelo con el kinetosoma y el sistema del microtúbulo, que permite anclar el flagelo a la zoospora (Edwin & Ribeiro, 1996).

### b. Biología

#### 1. Reproducción asexual

En agua libre y con bajas temperaturas, entre tres y diez días después de la infección los esporangios germinan indirectamente produciendo alrededor de 8 a 12 zoosporas uninucleadas y biflageladas. Las zoosporas se forman dentro del esporangio, son

liberadas cuando se rompe la pared esporangial a nivel de su papila, lo cual permite a las zoosporas nadan libremente. Al exterior las zoosporas tienen dos flagelos diferentes: uno de los flagelos es largo y en forma de látigo, en tanto que el otro es más corto y ornamentado, con dos filas laterales de pelos en el extremo. Las zoosporas se enquistan sobre superficies sólidas y adquieren una forma redondeada y forman una pared celular. Luego, en presencia de humedad, pueden desarrollar un tubo germinativo y penetrar a la hoja por los estomas, o formar el apresorio, de tal manera que la hifa de penetración ingresa directamente a través de la cutícula. Una vez dentro de la planta, el micelio se desarrolla intercelularmente formando haustorios dentro de las células. Ocasionalmente se forman haustorios en forma extracelular (Torres, 2002).

Cuando la temperatura es mayor a 15 °C, los esporangios pueden germinar directamente, formando un tubo germinativo que penetra la epidermis de la hoja e infecta al hospedante (Pérez & Forbes, 2008).

## **2. Reproducción sexual**

*P. infestans* es heterotálico con dos tipos de apareamiento, A1 y A2. Estos tipos de compatibilidad difieren en la producción y respuesta hormonal, más que en dimorfismo sexual. Se propuso que las hormonas A1 y A2 producidas por los grupos de compatibilidad A1 y A2 respectivamente, estimulan al grupo de apareamiento opuesto para formar oosporas. En *P. infestans* los aislamientos de cada tipo son bisexuales y auto incompatibles, por lo que se han reportado diferentes grados de masculinidad y femineidad dentro de este patógeno. Así, aislamientos que son fuertemente masculinos formarán más anteridios que oogonios y los que son fuertemente femeninos formarán más oogonios que anteridios, mientras que algunos aislamientos presentan tendencias equilibradas. Las oosporas formadas en las hojas tienen un diámetro promedio de 30 µm (24 a 35 µm) y las formadas en medio de cultivo, entre 24 a 56 µm de diámetro (Torres, 2002)..

Pérez & Forbes (2008) afirman que los gametangios se forman en dos hifas separadas, por lo que *P. infestans* es heterotálico. Así, ambos tipos de apareamiento A1 y A2, deben estar presentes para que ocurra la reproducción sexual. La unión de los gametos ocurre cuando el oogonio atraviesa el anteridio y ocurre la plasmogamia. Esto conduce

a la fertilización y al desarrollo de una oospora con paredes celulares gruesas. La oospora es fuerte y puede sobrevivir en los rastrojos. Bajo condiciones favorables, la oospora produce un tubo germinativo que forma un esporangio apical, el cual puede liberar zoosporas o formar nuevamente un tubo germinativo, los cuales sirven como inóculo primario.

### **c. Variabilidad genética**

Las posibles fuentes de variación de *P. infestans* son reproducción sexual, mutación, recombinación mitótica, parasexualidad, migración y selección. Actualmente se conoce de la presencia de 13 razas de *P. infestans*, debido a la diseminación de los aislamientos del grupo A2 iniciada a partir de 1980, ya que la unión de los dos grupos de apareamiento A1 y A2 para formar estructuras sexuales, han dado lugar a la aparición de aislamientos más agresivos tanto del grupo A1 como del A2. Además estudios llevados a cabo por Andrivon (1995), sugieren que la mutación y la migración del patógeno son los factores más influyentes en la evolución de las razas patogénicas (Torres, 2002).

## **3. La enfermedad**

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

### **a. Signo**

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

## **b. Síntomas**

### **1) En hojas**

En el campo, los primeros síntomas de la enfermedad se presentan con frecuencia en las hojas inferiores. Estos síntomas consisten en pequeñas manchas de color entre verde claro y verde oscuro que se convierten en necrosis según la humedad del ambiente. Las lesiones se inician frecuentemente en las puntas y los bordes de las hojas (Torres, Taipe, & Andrade-Piedra, 2011).

Si la presión de inóculo es alta se pueden presentar varias manchas en un mismo foliolo debido a diferentes puntos de infección, los cuales al desarrollarse se unen y abarcan toda la superficie de la hoja, hasta ocasionarle la muerte. En cambio, cuando la presión de inóculo es baja, las manchas son escasas y grandes (EDIFARM, 2013).

### **2) En tallos**

Las lesiones son 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 (Torres et al., 2011).

En condiciones de alta humedad también hay esporulación sobre estas lesiones pero no muy profusa como se presenta en las hojas (Revelo et al., 1997)

### **3) En tubérculos**

En la superficie aparecen manchas de color marrón claro, ligeramente hundidas. Al partir los tubérculos se ven manchas secas de color marrón claro. Los tubérculos con tizón tardío no presentan mal olor (Cáceres et al., 2007).

En los países andinos del sur, el tizón comúnmente afecta el tubérculo en el suelo, causando una pudrición seca de color café oscuro. La infección de tubérculos no es

usual en el Ecuador, probablemente debido al alto contenido de aluminio en los suelos andisoles y la práctica de altos aporques (Pumisacho, M. & Sherwood, 2002).

### **c. Epidemiología**

El ciclo de la lancha involucra tanto la reproducción asexual y sexual. La fase de reproducción asexual requiere de un hospedero. Es así que, en ausencia de reproducción sexual, *P. infestans* es esencialmente un parásito obligado. 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. Así, en la sierra ecuatoriana *P. infestans* puede completar un ciclo reproductivo entre 3 y 15 días (Kirk et al., 2004).

Cáceres et al. (2007) refiere que las fuentes de infección son las siguientes:

- Los tubérculos semilla infectados
- Las pilas de tubérculos descartados
- Los cultivos de papa vecinos
- Otras plantas hospederas.

Bajo condiciones asexuales, la infección de las plantas de papa se realiza por medio de los esporangios. Estos esporangios se liberan con cambios bruscos de humedad y son transportados por el viento a distancias considerables. La penetración del patógeno ocurre entre 10 y 29 °C y el máximo crecimiento de lesión ocurre a 22.5 °C; el periodo de latencia (es decir, el periodo entre infección y esporulación) mínimo ocurre a 23 °C y la máxima esporulación ocurre a 13.7 °C (Torres, 2002).

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

## **4. Manejo Integrado de tizón tardío**

El manejo integrado es el empleo de diferentes métodos de control de las enfermedades. Se realiza con la finalidad de disminuir o evitar las pérdidas que ocasionan, de tal manera que el agricultor logre una mayor rentabilidad. Además de evitar daños a la salud humana y al medio ambiente es necesario tener en consideración que los distintos métodos de control no se excluyen entre sí. Los principales componentes del manejo del tizón tardío comprenden varios métodos de control como: genético, químico, cultural y biológico (Pumisacho & Sherwood, 2002).

## **C. EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA A TIZÓN TARDIO**

### **1. Estimación de Tizón Tardío en follaje bajo condiciones de campo**

Estimar la severidad de tizón tardío de la papa es crucial para estudiar su epidemiología. Las evaluaciones periódicas de severidad son usadas para graficar curvas de progreso de la enfermedad y para calcular descriptores de la epifitía tales como el área bajo la curva de progreso de la enfermedad (AUDPC) y la tasa de infección aparente (Pérez & Forbes, 2008).

#### **a. Método a usar**

El Centro Internacional de la Papa (CIP) recomienda estimar el porcentaje de área foliar afectada por tizón tardío. Guías ilustradas para plantas completas pueden ser usadas como referencia. Las evaluaciones durante el ciclo de un determinado experimento deben ser hechas por la misma persona para evitar variabilidad entre evaluadores (Andrade & Forbes, 2006).

Se debe observar con cuidado si los síntomas realmente se deben al tizón tardío o quizás a otras causas, como tizón temprano, heladas o quema por herbicidas. Con sol intenso, puede ser difícil distinguir las causas y el grado de daño, por ello las evaluaciones deben iniciarse en la mañana y ser completadas antes de las 11:00 am (Andrade & Forbes, 2006).

La severidad de la enfermedad es estimada varias veces durante el ciclo de cultivo en cada unidad experimental. Dependiendo del tamaño de la unidad experimental y de la variabilidad de la enfermedad, se puede tomar más de una lectura por unidad y luego usar el promedio para el cálculo de descriptores. Es recomendable registrar las lecturas independientemente, es decir, sin saber el valor de la lectura anterior, ya sea con la ayuda de una persona que anote en el libro de campo o con una grabadora (Yuen & Forbes, 2009).

#### **b. Cuando empezar con las lecturas**

El momento de empezar las lecturas de severidad depende del objetivo del experimento y de las condiciones atmosféricas. Éstas deben empezar antes del inicio de la enfermedad o tan pronto como los síntomas aparezcan (Pérez & Forbes, 2008).

Torres et al. (2011) indica que se puede utilizar el sistema modificado de evaluación de tizón tardío (Tabla 2) si se requiere mayor precisión.

Para la evaluación de tratamientos para controlar tizón tardío, las lecturas de severidad deben empezar también con la aparición de los síntomas. De otra manera, los tratamientos menos afectados no serán considerados como parte de la curva de progreso de la enfermedad y los descriptores de epidemia, tales como AUDPC, podrían estar sesgados. En condiciones atmosféricas favorables y en presencia de inóculo, el tizón tardío puede aparecer pocos días después de la emergencia de las plantas. Por lo tanto, es recomendable iniciar las lecturas de severidad tan pronto las plantas emerjan (Torres., 2011).

**Tabla 2.** Escala para estimación de lancha en el follaje.

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

**Fuente:** Oyarzún et al. (citado por Torres et al., 2011).

### c. Número de lecturas

Andrade & Forbes (2006) indican que el número de lecturas de severidad depende del objetivo del experimento y de la velocidad de la epidemia. Si el objetivo del experimento es evaluar resistencia de varios genotipos de papa contra *Phytophthora*

*infestans* y el AUDPC es usado como descriptor de epidemia, entonces el número de lecturas podrá ser mínimo dos.

En experimentos donde se esperan curvas de progreso no-sigmoideas (por ejemplo, en experimentos para probar fungicidas), o en aquellos donde una estimación precisa de las curvas de proceso de la enfermedad es necesaria (por ejemplo, en la validación de un modelo de enfermedad), el número de lecturas de severidad depende de la velocidad esperada de la epifitía. Por lo tanto condiciones atmosféricas muy favorables para tizón tardío y en genotipos susceptibles de papa, la severidad debe ser evaluada frecuentemente (cada 5 a 7 días). En condiciones atmosféricas menos favorables o con genotipos de papa resistentes, el intervalo entre las evaluaciones puede ser más largo (10 a 14 días) (Yuen & Forbes, 2009).

#### **d. Cuando terminar**

Pérez & Forbes (2008) consideran que en experimentos en los que la eficacia de cierto tratamiento (por ejemplo, genotipo de papa, fungicidas, etc.) se debe evaluar mediante la producción de papa, En el caso de validar un modelo de enfermedad, es recomendable continuar las lecturas de severidad hasta que las plantas en tratamientos libres de tizón tardío empiecen a madurar. Estos tratamientos son obtenidos usualmente con aplicaciones continuas de fungicidas.

## **2. Área bajo la curva de la enfermedad**

Para evaluar la resistencia de un determinado material genético a este tipo de enfermedad se recomienda utilizar el parámetro conocido como área bajo la curva del progreso de la enfermedad (AUDPC, por sus siglas en inglés: area under disease progress curve) (Pérez & Forbes, 2008).

El AUDPC se calcula con los porcentajes (promedios) del área foliar afectada versus el tiempo. Este valor está comúnmente expresado como la proporción del área debajo de la curva de infección en relación (%) al área máxima posible (área foliar 100 % afectada a partir del día de la siembra o del día 0). Para obtener este parámetro se utiliza la siguiente ecuación, según el método de integración trapezoidal:

$$AUDPC = \sum_{i=1}^{n-1} [(x_i + x_{i+1}) / 2](t_{i+1} - t_i)$$

Donde,

$n$  es el número de evaluaciones

$x$  es la cantidad de enfermedad

$(t_{i+1}-t_i)$  es el intervalo entre dos evaluaciones consecutivas (Yuen & Forbes, 2009).

#### **a. Ventajas y Desventajas de usar el AUDPC.**

La ventaja de usar el AUDPC es su simplicidad para realizar los cálculos, pues usa múltiples evaluaciones y no necesita realizar transformación de datos. Un inconveniente de usar el AUDPC se manifiesta cuando se pretende comparar los resultados entre diferentes experimentos, porque estos valores no son siempre comparables por varias razones. Otra inconveniencia es que puede subestimar la diferencia entre materiales resistentes y susceptibles cuando las evaluaciones son realizadas en intervalos de tiempo prolongado, o el inicio de las evaluaciones se realiza después que la enfermedad ha afectado severamente a los genotipos susceptibles (Pérez & Forbes, 2008).

#### **b. Consideraciones para la evaluación del AUDPC**

Andrade & Forbes (2006) manifiestan las siguientes consideraciones para la evaluación del AUDPC:

- 1) Las evaluaciones del porcentaje de área foliar enferma por el tizón deben iniciarse inmediatamente después que la epifitía ha empezado.
- 2) Los intervalos de tiempo para realizar los registros de la enfermedad no deben ser prolongados por lo que se recomienda que éstos sean menores si las condiciones climáticas son favorables para el desarrollo de la enfermedad.
- 3) Las evaluaciones deben culminar de inmediato cuando los genotipos susceptibles estén severamente afectados.

- 4) Se debe registrar la fecha de cada evaluación para determinar los días después de la siembra en el que se están realizando estas evaluaciones.
- 5) Se debe usar el AUDPC relativo (rAUDPC) para comparar experimentos. Esta medida es mejor que el AUDPC, pero puede también introducir unos sesgos en la comparación entre experimentos.

### **c. Interpretación de resultados del AUDPC**

El AUDPC calcula el área bajo la curva del desarrollo de la enfermedad. Esta es expresada en porcentaje - días, que es la acumulación de los valores diarios del porcentaje de infección interpretados directamente sin realizar alguna transformación. Los valores más altos corresponderán a los genotipos más susceptibles y los valores más bajos a los más resistentes (Andrade & Forbes, 2006).

Los resultados pueden ser mostrados en gráficos a los cuales se les pueden agregar valores de desviación estándar que pueden ser calculados si se tienen varias repeticiones. Es recomendable tener siempre genotipos o variedades con resistencia conocida que sirvan como indicadores de la susceptibilidad o resistencia al tizón tardío de los genotipos probados. El AUDPC, al ser un valor numérico, no nos explicará por sí solo cómo ha sido el comportamiento de los clones durante toda la epidemia, por ello es necesario graficar la curva del progreso de la enfermedad con los datos de las evaluaciones del área foliar enferma y el tiempo de evaluación (Yuen & Forbes, 2009).

## **D. SISTEMAS DE APOYO PARA LA APLICACIÓN DE FUNGICIDAS EN EL CONTROL DE TIZÓN TARDIO**

### **1. Sistemas de Ayuda a la decisión (SAD)**

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

Los sistemas de apoyo a la decisión en el control de *P. infestans* ayudan en el control eficiente del tizón tardío con un mínimo de aplicaciones. Estos modelos se utilizan para incrementar la eficacia en el control del tizón, pero los SAD también se están utilizando ampliamente porque encajan en el concepto de control integrado y apoyan también la justificación de las aplicaciones de fungicidas (Lucca & Huarte, 2012).

La toma de decisión para la aplicación de fungicidas para el control de tizón tardío en países en desarrollo ha estado influenciada por el conocimiento de la epidemiología del tizón, la cual es diferente. Las aplicaciones han seguido un patrón generalmente calendarizado, posteriormente se ha dado importancia al nivel de resistencia disponible en los cultivares para un ajuste en el periodo de aplicaciones o dosis del fungicida, finalmente se están desarrollando, validando y poniendo en práctica modelos de predicción del tizón, para apoyar la toma de decisiones de la aplicación de fungicidas (Schepers, 2001).

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

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

### **1. Susceptibilidad a *Phytophthora infestans* en genotipos de papa**

El uso de variedades con susceptibilidad 1 y 2 representa una de las prácticas más efectivas en el manejo de la lancha. Las variedades resistentes requieren menor número de aspersiones de fungicidas. Esto reduce costos de producción, preserva la salud del agricultor y consumidores, y protege el medio ambiente (Oyarzún et al. (citado por Torres et al., 2011).

Resistencia y susceptibilidad de las plantas a los patógenos son términos estrechamente relacionados pero que difieren en sus supuestos y cuantificación. La resistencia se ha estimado con escalas cuyos valores ascendentes corresponden a cantidades decrecientes de enfermedad (menor susceptibilidad) (Tabla 3). En teoría siempre existirán genotipos más susceptibles que determinarían que una nueva escala de correspondencia sea necesaria. Una alternativa es estimar la susceptibilidad midiendo la severidad de la enfermedad (AUDPC) que puede ser 0 en un genotipo inmune sin síntomas de la enfermedad (Taibe, Forbes & Andrade-Piedra, 2011).

Yuen & Forbes (2009) proponen una metodología para estimar una escala de susceptibilidad a *Phytophthora infestans* en genotipos de papa, esta metodología ha sido replicada por científicos del CIP con variedades del Ecuador.

Las variedades cultivadas que se encuentran entre 0 y 3 se pueden sembrar sin mayores contratiempos, aunque es necesario tener en cuenta que la presencia de genes R confieren una resistencia efímera a algunas de ellas, las variedades 4 a 8 deben cultivarse con ayuda de algún medio de control de la enfermedad y para variedades mayores a 8 el riesgo de pérdida total del cultivo es altísimo (Taibe et al., 2011).

## **2. Control químico de tizón tardío**

Los ingredientes activos más usados para controlar la lancha son clasificados según su modo de acción como sistémicos, translaminares y de contacto (o protectantes).

### **1) Fungicidas sistémicos**

Estos productos son absorbidos a través del follaje o de las raíces. La translocación se realiza en forma ascendente (acropétala) y a veces descendente (basipétala), por vía interna a través del xilema y floema. Inhiben algunas o varias etapas específicas del metabolismo del patógeno. Con ciertos productos, su uso continuo ha generado la aparición de cepas resistentes a estos fungicidas (Pumisacho & Sherwood, 2002).

Algunos fungicidas sistémicos especialmente del grupo de las difenilamidas (incluye a metalaxil, mefenoxam, oxadaxil, ofurace, etc.) tienen una desventaja notoria, es que su uso constante tiene un alto riesgo de inducir en el patógeno el desarrollo de poblaciones resistentes que hacen prácticamente inefectivo el producto. Afortunadamente, dicha resistencia no es hereditaria y se puede revertir cambiando las estrategias de control químico, por ejemplo, cambiando a otros químicos de distinto mecanismo de acción, como: dimetomorf, Azoxistrobina, etc. (Rivera, 2014).

Los fosfitos son compuestos capaces de controlar enfermedades en campo a través de la acción directa o indirecta sobre el patógeno, son comercializados como fungicidas sistémicos, fertilizantes foliares o estimulantes de resistencia. Actualmente se ha demostrado que su combinación con distintos elementos (Ca, Cu, Mg, Mn, Zn o K) pueden potencializar la eficiencia de control y pueden tener un efecto positivo en el crecimiento y desarrollo del cultivo (Lobato, M. et al (citado por Núñez, Alba & Galvis, 2014).

Los fosfitos de potasio han mostrado niveles de eficacia de control del tizón tardío similar a los fungicidas tradicionales mancozeb y clorotalonil. A pesar de que la eficacia de los fosfitos no parece ser afectada por el nivel de resistencia genética de la variedad de papa, la dosis que se aplica puede ser ajustada según la variedad de papa cultivada en el caso de variedades resistentes se puede bajar la dosis que reducen los costos de producción pero en general se necesita una dosis de 2.5 g de ingrediente activo de fosfito de potasio por litro de agua para obtener una eficiencia de control similar a los fungicidas convencionales en variedades susceptibles. El CIP sigue investigando el mejor uso de fosfitos para el control del tizón tardío y otras enfermedades de la papa. Por el momento se recomienda usar los fosfitos en las primeras etapas del cultivo, y en variedades susceptibles alternar con otros fungicidas de bajo impacto ambiental y no aplicar cantidades altas de fosfitos después de la floración. Varios estudios indican que los fosfitos son de bajo riesgo para la salud humana y para el medioambiente. Por lo que tienen un gran potencial para convertirse en un instrumento eficiente para manejar el tizón tardío (Kromann, Taipe & Andrade-Piedra, 2013).

**Tabla 3.** Valores de la escala de susceptibilidad a *Phytophthora infestans* (VES) de variedades nativas y mejoradas en el periodo 2010-2014.

Año	Promedio	2010		2012		2013		2014	
Variedad	VES	AUDPCR	VES	AUDPCR	VES	AUDPCR	VES	AUDPCR	VES
Coneja Negra	10	.	.	0.37	13	0.65	8	0.45	8
Uvilla	9	.	.	0.32	11	0.66	8	0.49	8
Tushpa	9	.	.	.	.	0.69	9	0.53	9
Puña Negra	8	.	.	0.23	8	0.64	8	0.49	8
Leona Negra	8	.	.	0.23	8	0.66	8	0.49	8
Chiwila Negra	8	.	.	.	.	0.68	8		
Diacol-Capiro <sup>*R</sup>	8	.	.	0.22	8	0.65	8	0.48	8
I-Cecilia	8	0.73	8	0.28	10	0.59	7	0.30	5
I-Lila Shungo	7	.	.	.	.	0.55	7	0.41	7
I-Gabriela <sup>R</sup>	7	0.70	8	0.23	8	0.61	8	0.15	3
Calvache	7	.	.	.	.	0.60	7	0.37	6
Jubaleña	6	.	.	.	.	0.47	6	0.41	7
Roja Nariño *	6	0.57	7	0.20	7	0.44	5	0.32	5
Superchola	5	0.63	7	0.15	5	0.47	6	0.22	4
I-Yana Shungo	5	.	.	0.17	6	0.45	6	0.22	4
Wantiva	5							0.29	5
Betina *	5	0.55	6	0.10	4	0.22	3	0.31	5
I-Natividad	4	0.41	5	0.11	4	0.31	4	0.29	5
Única *	4	0.50	6	0.10	3	0.38	5	0.15	3
I-Catalina	4	.	.	0.08	3	0.37	5	0.23	4
Chaucha Roja	4							0.22	4
I-Estela	3	0.38	4	0.07	3	0.16	2	0.26	4
I-Raymipapa	3	.	.	0.15	5	0.27	3	0.11	2
I-Fripapa	3	0.49	6	0.04	2	0.20	3	0.04	1
Nova CC*	3	0.45	5	0.03	1	0.14	2		
Pastusa Suprema*	2	0.34	4	0.04	2	0.05	1	0.17	3
I-Victoria	2	.	.	0.03	1	0.15	2	0.22	4
Carolina	2	0.49	6	0.01	0	0.06	1	0.04	1
I-Puka Shungo	1	.	.	0.02	1	0.03	0	0.21	3

Libertad	1	.	.	0.00	0	0.13	2	0.01	0
----------	---	---	---	------	---	------	---	------	---

**Fuente:** (Taípe, A. email, noviembre 16, 2014).

VES= Valor en la escala de susceptibilidad.

AUDPCR= Area Bajo la Curva del Progreso de la Epidemia Relativo.

\*= Variedades Colombianas.

<sup>R</sup>= Variedades de referencia.

## 2) Fungicidas traslaminares

Son productos que tienen la capacidad de moverse a través de la hoja, pero no de hoja a hoja, por lo que las hojas producidas después de la aspersión del producto no estarán protegidas contra el patógeno (Torres, 2002).

Los fungicidas translimitares de uso común para el control de tizón tardío incluyen a Fenamidone, Fluopicolide y Cymoxani (Rivera, 2014).

## 3) Fungicidas protectantes

Actúan sobre la superficie de la planta y evitan la germinación y penetración del patógeno, disminuyendo las fuentes de la enfermedad. Son conocidos como fungicidas protectantes, residuales o de contacto. Entre los más importantes se encuentran los cúpricos y los ditiocarbamatos. Sólo protegen la zona donde se deposita el fungicida, de ahí que su efectividad se ve reducida por factores como la lluvia, el crecimiento del follaje, una mala aplicación, etc. (Forbes & Pérez, 2008).

Los fungicidas protectantes más comúnmente utilizados incluyen productos a base de cobre (oxicloruro, hidróxido, óxido), ditiocarbamatos (mancozeb, maneb, metiram, propineb), clorotalonilo, famoxadona y fluazinam (Rivera, 2014).

## 3. Recomendaciones para el uso de fungicidas

Pérez & Forbes (2008) recomiendan que en el caso de variedades susceptibles no se debe dejar que la epifitía alcance más del 0.5 % de severidad antes de intervenir; es decir, cuando se encuentra un par de manchas en pocas plantas en un radio de 10 metros o no más de dos lesiones por 10 m de hilera. Si hay lluvias o neblina iniciar con una

aplicación cuando el cultivo haya alcanzado 80 % de emergencia y las plántulas tengan de 8 a 10 cm de altura.

Si se trata de variedades resistentes o moderadamente resistentes, iniciar la protección con sistémicos y usarlos hasta dos veces durante la estación alternando el ingrediente activo para evitar el desarrollo de formas resistentes del patógeno (Torres, et al., 2011).

Recordar que el número total de aplicaciones para un nivel dado de resistencia es directamente proporcional a la cantidad de tiempo que el cultivo permanece en el campo, es decir, variedades precoces van a necesitar menos aplicaciones que variedades tardías (Pumisacho & Sherwood, 2002).

### **3. Desarrollo del sistema de Apoyo a la Decisión**

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

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

Tomando en consideración que la mayoría de sistemas de simulación y pronóstico de tizón tardío requieren de computadoras que además no están disponibles en el área rural, se diseñó un SAD alternativo consistente en cuatro discos concéntricos cada uno de ellos con niveles de diferentes factores como 1) susceptibilidad varietal a *Phytophthora infestans*; 2) clima que propicia la enfermedad y 3) tiempo transcurrido desde la última fumigación y 4) clave para tomar la decisión (no se aplica fungicidas, se

aplica un protectante o se aplica un sistémico). Las diferentes combinaciones de los tres círculos concéntricos guían al productor respecto al riesgo del desarrollo de la enfermedad y la necesidad de aplicación de fungicidas (Batista, Lima, Haddad, Maffia & Mizubuti, 2006).

Utilizando un esquema de colores similar al de las luces de tráfico (semáforo) se diseñaron 3 prototipos, cada uno para un diferente nivel de susceptibilidad: verde para variedades con susceptibilidad de 0 hasta 2, amarillo para variedades con susceptibilidad de 3 hasta 5 y rojo para variedades con susceptibilidad mayor a 6. Taïpe et al. (citado por Pérez et al., 2014).

"De esta manera se trata de aprovechar el conocimiento que está en el inconsciente colectivo de asociar el color rojo del semáforo con peligro (de perderlo todo), amarillo con precaución (vigilar la parcela pero no de forma exhaustiva) y verde con cierta tranquilidad y permisividad de llevar el cultivo sin muchos sobresaltos" (Taïpe, comunicación personal).

Cada prototipo se complementa con dos círculos adicionales, uno representa las condiciones climáticas y el otro representa el tiempo desde el último control químico. En los Andes la mayoría de productores son capaces de identificar claramente las condiciones que favorecen el desarrollo del tizón tardío pero ellos no conocen que la enfermedad es causada por un microorganismo y por lo tanto tienden a realizar un diagnóstico errado de la enfermedad Ortiz et al. (citado por Pérez et al., 2014).

Cada factor considerado en los prototipos tuvieron valores predeterminados desde 0 hasta 5 (donde 0 es el mínimo y 5 el máximo). El tercer círculo representa la suma de los valores predeterminados elegidos para cada factor, de esta manera la sumatoria indica una de tres posibilidades 1) no aplicar, 2) aplicar solamente un fungicida de contacto y 3) aplicar un fungicida sistémico (INIAP & CIP, 2014).

**a. Experimentos preliminares para determinar la susceptibilidad y los regímenes de aplicaciones.**

Entre noviembre, 2010 y marzo, 2011, se efectuó en Paucartambo (Pasco-Perú) un experimento para los intervalos de aplicación de fungicidas más apropiados para variedades con diferentes niveles de susceptibilidad. Las frecuencias de aplicación de fungicida de contacto clorotalonil en un grupo de variedades susceptibles fue de 0, 5, 8 y días; para las variedades moderadas los intervalos fueron cada 0, 7, 10 y 13 días, con variedades resistentes se usó intervalos de 0, 9, 12 y 15 días. Los resultados sugieren que para variedades susceptibles los intervalos de aplicación de clorotalonil más adecuados van de 5 a 8 días pues permiten un eficiente control de tizón tardío. Las variedades moderadas requieren un intervalo de 7 y 13 días, las variedades resistentes mostraron excelente control de tizón tardío aún en las parcelas sin ninguna aplicación de fungicidas (Pérez et al., 2014).

## **E. IMPACTO AMBIENTAL DE PESTICIDAS**

Los plaguicidas son compuestos que se utilizan para prevenir, mitigar, repeler o controlar alguna plaga de origen animal o vegetal. Se aplican durante la producción, el almacenamiento, el transporte, la distribución y la elaboración de productos agrícolas y sus derivados (Jiménez, 2012).

La principal fuente de contaminación del ambiente por la utilización de plaguicidas es el residuo que resulta de su aplicación. Aunque su aplicación se restrinja a zonas determinadas, su dispersión es universal. El factor más importante que influye sobre la persistencia de un compuesto es la naturaleza química del mismo. Estas propiedades son: solubilidad en agua, volatilidad, estabilidad química y biológica (Olga, 2011).

Los pesticidas como son sustancias poco degradables en agua se evaporan pasando al aire o uniéndose a las partículas del suelo, como vapor o polvo. Pueden ser transportados a grandes distancias y nuevamente ser depositados a través de lluvias sobre la tierra o aguas superficiales. Desde las aguas superficiales, estas sustancias tienden a ser absorbidas por pequeños organismos llamados plancton entrando de esta manera en los niveles más bajos de la cadena alimentaria. Como los animales superiores y los peces comen a estos pequeños animales los contaminantes pasan a lo más alto de la cadena trófica (Jiménez, 2012).

El último eslabón de la misma puede ser el hombre cuando se alimenta de peces contaminados. Como estas sustancias se acumulan en las grasas de un organismo su concentración va aumentando en cada etapa de la cadena. (Olga, 2011).

### **1. El Coeficiente de Impacto Ambiental**

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

El CIA es un modelo o método fácilmente aplicable y una herramienta de gran ayuda para técnicos agrónomos de diferentes ramas. Este puede ser utilizado eficientemente para comparar diferentes estrategias o programas de manejo de plagas y enfermedades de un cultivo (Muhammetoglu & Uslu, 2007).

### **2. Ecuación del coeficiente de impacto ambiental**

La ecuación para determinar individualmente el coeficiente de impacto ambiental (CIA) de cada pesticida se presenta a continuación. Los símbolos utilizados en la ecuación se describen en la Tabla 4.

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

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

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

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

### **3. Tasa de impacto ambiental**

La “Tasa de Impacto Ambiental” (TIA), es la aplicación práctica del CIA, sirve para valorar exactamente los sistemas de producción o tecnologías y las estrategias de manejo de plagas y enfermedades. Este método incorpora variables como: dosificación (kilos o litros por hectárea), concentración del ingrediente activo en cada pesticida

aplicado y el número de aplicaciones que se realiza por ciclo de cultivo en cada situación específica (Kovach, J. *et al.*, 1992). El TIA se obtiene aplicando la siguiente fórmula:

$$\text{TIA} = \text{CIA} \times \text{Dosis/ ha} \times \text{Formulación} \times \text{Número de aplicaciones}$$

Dónde:

TIA = Impacto Ambiental

CIA = Coeficiente de impacto ambiental

**Tabla 4.** Sistema de valoración de las variables del coeficiente de impacto ambiental (CIA).

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

**Fuente:** Kovach et al. (1992)

Luego, estas TIA finales de cada pesticida, son sumadas dando como resultados la “Tasa de Impacto Ambiental Total” (TIAT) de cada estrategia de manejo o sistema de producción (tecnología), la cual se utiliza para comparar los TIAT por medio de un método estadístico y de esta manera determinar cuál es la tecnología o estrategia que genera menos contaminación (Kovach et al., 1992). La magnitud del CIA es el riesgo potencial de un pesticida determinado, mientras la magnitud del TIA es el riesgo asociado con el uso de ese pesticida (Gavillan, Surgeoner & Kovach, 2001).

## **IV. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **A. CARACTERÍSTICAS DEL SITIO EXPERIMENTAL**

#### **1. Localización**

La presente investigación se llevó a cabo en la Estación Experimental Tunshi de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, ubicada en la parroquia Licto, cantón Riobamba, provincia de Chimborazo.

#### **2. Ubicación Geográfica<sup>1</sup>**

Coordenadas proyectadas UTM zona 17 S, Datum WGS84

x = 764053 E

y = 9806405 N

Altura: 2 742

#### **3. Condiciones Meteorológicas<sup>2</sup>**

Temperatura promedio anual: 13.4 °C

Precipitación promedio anual: 421.2 mm

Humedad promedio anual : 66.4%

#### **4. Clasificación Ecológica**

Según Holdrige (citado por Cañadas, 1983), el sitio experimental corresponde a Estepa Espinosa, Montano Bajo (ee MB).

---

<sup>1</sup>Datos tomados con GPS, 2014

<sup>2</sup>Datos tomados del Centro de Acopio Guaslán (MAGAP, CHIMBORAZO). 2014

## 5. Características del suelo<sup>3</sup>

### a. Físicas

Textura	Franco limoso
Estructura	Suelta
Pendiente	Plana (< 2%)
Drenaje	Bueno
Permeabilidad	Bueno

### b. Químicas

pH: 7.45	Neutro
Materia Orgánica: 2.90 %	Bajo
Contenido de N: 51 ppm	Alto
Contenido de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> : 24 ppm	Alto
Contenido de K <sub>2</sub> O: 0.89 ppm	Alto

## B. MATERIALES

### 1. Materiales y equipos de campo

Tractor, azadas, rastrillo, estacas, piolas, cinta métrica, flexómetro, bomba a motor, balanza, traje de protección para aplicaciones de pesticidas: guantes, mascarilla, gafas, botas de caucho; rótulos de identificación de tratamientos, libreta de campo, cámara fotográfica, tanque (100 litros), baldes (10 litros) sacos, sensores de clima para temperatura y humedad relativa (Hobo PRO series Model H08 032 08) y para precipitación (WatchDog rain gauge model 120) Barreno, GPS.

---

<sup>3</sup>Laboratorio del Departamento de Manejo de Suelos y Aguas. EE-SC, INIAP, 2013

## 2. Materiales de oficina

Computadora, Impresora, papel bond, flash memory, calculadora, Internet, Lápiz.

## 3. Materiales de Investigación

Tubérculos semilla de seis variedades de papa y tres prototipos de sistema de ayuda a la toma de decisiones.

## 4. Insumos

Semilla de avena, fertilizantes, fungicidas, insecticidas, fijador.

## C. METODOLOGÍA

### 1. Tratamientos en estudio

#### a) **Materiales de experimentación**

Para la presente investigación se utilizó tres prototipos de sistema de ayuda para la toma de decisiones para el control de tizón tardío y tubérculos semilla de seis variedades de papa.

#### b) **Factores en estudio**

##### 1) **Variedades**

Se utilizaron seis variedades de papa con distintos VES (Valor en la escala de susceptibilidad a *Phytophthora infestans*) (Tabla 5).

**Tabla 5.** Variedades de papa evaluadas en la validación de tres prototipos SAD para el control de tizón tardío en Tunshi, Chimborazo, 2014.

VARIEDAD	CÓDIGO	VES <sup>1</sup>	PROTOTIPO
I-Victoria	V1	2	Prototipo 1 (color verde)
Libertad	V2	1	
I-Natividad	V3	4	Prototipo 2 (color amarillo)
I-Fripapa	V4	4	
I-Gabriela	V5	8	Prototipo 3 (color rojo)
Uvilla	V6	10	

**Fuente:** (Taipe, A.email, noviembre 16, 2014)

**Elaborado:** Inca, A. 2014

<sup>1</sup>Valor en la escala de susceptibilidad a *Phytophthora infestans*

## 2) Estrategias

Se utilizaron dos estrategias para el control de lancha; la primera fue la práctica de agricultor local en función de su experiencia y la segunda se basó en el uso de tres prototipos SAD para la aplicación de fungicidas, conforme se especifica en la Tabla 6.

**Tabla 6.** Estrategias utilizadas en la validación de tres prototipos de sistemas de ayuda a la toma de decisiones para el control de tizón tardío en Tunshi, Chimborazo, 2014.

ESTRATEGIAS	CÓDIGO
Agricultor local	A
Prototipos de toma de decisiones (verde, amarillo y rojo)	X

**Elaborado:** Inca, A. 2014

## c) Unidad de Observación

Cada tratamiento estuvo constituido por una variedad de papa y dos estrategias de control de tizón tardío. Se realizaron tres experimentos simultáneos y en cada uno se utilizaron dos variedades con similar nivel de susceptibilidad a *P. infestans* en combinación con el SAD y la práctica del agricultor, tal como se puede observar en las tablas 7, 8 y 9.

**Tabla 7.** Experimento 1, para la validación del prototipo SAD (verde) en dos variedades de papa para el control de tizón tardío en Tunshi, Chimborazo. 2014.

VARIEDAD	VES <sup>1</sup>	ESTRATEGIA	TRATAMIENTOS
I-Victoria (A)	2	SAD (verde) (X)	AX; AY
Libertad (B)	1	Práctica del agricultor (Y)	BX; BY

**Elaborado:** Inca, A. 2014.

<sup>1</sup>Valor en la escala de susceptibilidad a *Phytophthora infestans*

**Tabla 8.** Experimento 2, para la validación del prototipo SAD (amarillo) en dos variedades de papa para el control de tizón tardío en Tunshi, Chimborazo. 2014

VARIEDAD	VES <sup>1</sup>	ESTRATEGIA	TRATAMIENTOS
I-Fripapa (A)	4	SAD (amarillo) (X)	AX; AY
I-Natividad (B)	4	Práctica del agricultor (Y)	BX; BY

**Elaborado:** Inca, A. 2014.

<sup>1</sup>Valor en la escala de susceptibilidad a *Phytophthora infestans*

**Tabla 9.** Experimento 3, para la validación del prototipo SAD (rojo) en dos variedades de papa para el control de tizón tardío en Tunshi, Chimborazo. 2014.

VARIEDAD	VES <sup>1</sup>	ESTRATEGIA	TRATAMIENTOS
I-Gabriela (A)	8	SAD (rojo) (X)	AX; AY
Uvilla (B)	10	Práctica del agricultor (Y)	BX; BY

**Elaborado:** Inca, A. 2014.

<sup>1</sup>Valor en la escala de susceptibilidad a *Phytophthora infestans*

### 3) Tipo de diseño experimental

El diseño experimental utilizado en cada experimento fue el de Bloques Completos al Azar (DBCA) unifactorial, con un tratamiento y cuatro repeticiones.

### a. Análisis estadístico

En la tabla 10, se presenta el esquema de análisis de varianza (ADEVA) que se utilizó en cada experimento.

**Tabla 10.** Esquema de análisis de varianza (ADEVA) utilizado en la validación de tres prototipos de sistemas de ayuda a la decisión en Tunshi, Chimborazo. 2014.

FUENTE DE VARIACIÓN	FÓRMULA	GRADOS DE LIBERTAD
r (variedad)	$r-1$	3
E (Estrategia)	$E-1$	1
Error	$(r-1)*(E-1)$	3
Total	$(r * E) - 1$	7

Elaborado: Inca, A. 2014.

### b. Análisis funcional

Para la separación de medias se aplicó la prueba de Diferencia Mínima Significativa (DMS) al 5%. Para la variable severidad, la DMS para las estrategias se registró en rango “a” los valores bajos y “b” los valores altos del Área Bajo la Curva de Desarrollo de la Enfermedad, ya que indica menor y mayor severidad, respectivamente.

### c. Análisis Económico

Para el análisis económico se utilizó la metodología de presupuesto parcial del Centro Internacional de Mejoramiento del Maíz y el Trigo (CIMMYT, 1988), para lo cual se consideró como Costos que Varían (CV), aquellos concernientes al costo de los fungicidas utilizados para el control del tizón, los costos de la semilla y aquellos ocasionados por la mano de obra (jornales) empleados para la aplicación de los productos.

Para el caso de la semilla se consideraron los precios referenciales por quintal del mercado local; así, para Libertad 15 USD, I-Victoria 22 USD, I-Fripapa 28 USD, I-Natividad 15 USD, I-Gabriela 18 USD y para Uvilla 12 USD.

Para el cálculo de los costos de fungicidas en los tratamientos, se tomó en cuenta el volumen de agua utilizada en cada aplicación y experimento y se relacionó al volumen por hectárea, cabe recalcar que para el cálculo de éste volumen se tomó en cuenta el número de aplicaciones necesarias de acuerdo a la zona, ciclo de cultivo y resistencia de la variedad, pudiendo variar de acuerdo a la presión de la enfermedad y la región. En el caso del costo de los jornales se consideró un promedio nacional de 10 USD el jornal.

Para las variedades I-Victoria y Libertad se empleó un volumen total de aplicación de 1650 l/ha, 6 aspersiones de los productos y 8 jornales/ha durante el ciclo del cultivo (Anexo 21).

Para las variedades I-Natividad e I-Fripapa se empleó un volumen total de aplicación de 3050 l/ha, 10 aspersiones de los productos y 15 jornales/ha durante el ciclo del cultivo (Anexo 22).

Para la variedad I-Gabriela y Uvilla se empleó un volumen total de aplicación de 4600 l/ha, 4600 l/ha de los productos y 23 jornales/ha durante el ciclo del cultivo (Anexo 23).

### **3. Especificaciones del campo experimental**

#### **a) Parcela**

Forma:	rectangular
Largo:	4 m
Ancho:	5.5 m
Distancia de siembra entre surcos:	1.1 m
Área total de la parcela:	22 m <sup>2</sup>
Área neta de la parcela:	11.22 m <sup>2</sup>
Distancia de siembra entre tubérculos:	0.30 m
Número de surcos por parcela:	5
Número de tubérculos por parcela:	33
Número de tubérculos por surco:	13
Número de plantas por unidad experimental:	65
Tipo de siembra:	a golpe 1 tubérculo por sitio

## b) **Campo experimental**

Número de tratamientos:	2 por variedad
Número de repeticiones:	4
Número de unidades experimentales:	48
Distancia entre bloques:	1 m
Área neta del ensayo:	1 645 m <sup>2</sup>
Área total del ensayo:	2 000 m <sup>2</sup>

## D. **MÉTODOS DE EVALUACIÓN Y DATOS REGISTRADOS**

### 1. **Variables fenológicas**

#### a. **Porcentaje de emergencia**

Se realizó a los 15 y 35 días después de la siembra. Se contó el número de plantas emergidas. El valor se expresó en porcentaje en relación al número de tubérculos sembrados. Se registró la fecha de cada una de las lecturas (Anexo 6).

### 2. **Variables agronómicas**

En la presente investigación se evaluó como variables agronómicas la severidad y el rendimiento.

#### a. **Severidad**

La severidad de tizón tardío se determinó visualmente evaluando la cantidad de área foliar afectada (AFA) por *Phytophthora infestans*. Se usó una escala desarrollada por el Centro Internacional de la Papa, donde 0% corresponde a una planta sana y 100 % a una planta totalmente enferma. Para las variedades I-Victoria y Libertad se realizaron evaluaciones cada 13 días y se registraron 10 lecturas; para las variedades I-Fripapa y I-Natividad cada 11 días y se registraron 11 lecturas, y para las variedades I-Gabriela y Uvilla cada 9 días y se registraron 13 lecturas (Anexo 7).

Se tomaron algunas consideraciones para la toma de datos y el cálculo de severidad. En todas las variedades en estudio la primera evaluación se realizó a los 20 días después de la siembra (dds). Para las variedades I-Victoria y Libertad culminó a los 112 días después de la siembra debido a su precocidad y para el resto de las variedades las evaluaciones concluyeron a los 118 días después de la siembra.

La severidad se determinó mediante el cálculo del Área Bajo la Curva de Desarrollo de la Enfermedad (AUDPC por sus siglas en inglés) de las lecturas realizadas (Anexo 8), mediante la siguiente fórmula:

$$\text{AUDPC} = L1 + [2 (L2 + L3 + \dots + Ln-1) + Ln] \times t / 2$$

Dónde:

L1 = Primera lectura (expresada en porcentaje)

Ln = Última lectura

Ln-1 = Penúltima lectura

t = Tiempo entre lecturas

#### **b. Plantas cosechadas de la parcela neta**

Se contó el número de plantas cosechadas en cada parcela neta. Esta variable sirvió para el cálculo del rendimiento general de cada tratamiento en los tres experimentos.

#### **c. Rendimiento total**

Se registró el peso de tubérculos de todas las plantas cosechadas de la parcela neta (Anexo 9) de cada tratamiento, considerando tres categorías de tamaño de tubérculos: comercial (< 60 g), semilla (> 60 y < 30 g) y desecho (> 30 g). Esta variable sirvió para el cálculo del rendimiento por hectárea de cada tratamiento en los tres experimentos y se expresó en T.ha<sup>-1</sup>

#### **d. Tasa de impacto ambiental**

De cada tratamiento se llevó un inventario de las aplicaciones realizadas con las dos estrategias en las seis variedades de papa evaluadas (cantidad de solución, ingrediente activo y número de aplicaciones). El coeficiente de impacto ambiental (CIA) de cada

pesticida utilizado se tomó del cuadro del programa de manejo integrado de plagas de la Universidad Cornell de New York. Cabe indicar que los valores del CIA son cambiantes en el tiempo debido a las fluctuaciones que pueden tener cada una de las variables de la ecuación del CIA (Tabla 4).

Con los valores del CIA de cada pesticida utilizado se calculó la tasa de impacto ambiental total sumando los valores de impacto ambiental parciales de cada aplicación de cada estrategia. Los tratamientos que tienen los valores más altos de la TIA se los consideran más peligrosos y contaminantes y se les asignó un valor de 100 % de impacto ambiental, luego se realizaron reglas de tres simples para calcular el porcentaje de disminución en el impacto ambiental de cada estrategia evaluada. Los valores del cálculo del impacto ambiental fueron definidos por hectárea.

## **E. MANEJO DEL ENSAYO**

### **1. Labores pre culturales**

#### **a) Muestreo**

El muestreo de suelo del lote experimental se realizó en forma de zigzag y se extrajo 10 sub-muestras a una profundidad de 30 cm con la ayuda de un barreno, éste procedimiento se repitió dos veces, luego se mezclaron las sub-muestras obtenidas y se extrajo 1 kilogramo de suelo como muestra representativa y se envió a su respectivo análisis químico.

#### **b) Preparación de suelo**

Se realizó en forma mecanizada que consistió en un pase de arado y dos de rastra la que se realizó con finalidad de incorporar restos de cultivos anteriores y dejar el suelo bien mullido.

### c) **Trazado de la parcela**

Se lo realizó con la ayuda de estacas y piolas, siguiendo las especificaciones del campo experimental (Anexo 1).

### d) **Surcado**

Se realizó con ayuda del tractor a una distancia de 1.1 m entre surco y a 1 m entre cada bloque.

## 2. **Labores culturales**

### 1. **Obtención y selección de semilla**

La semilla se obtuvo de las bodegas del Centro Internacional de la Papa, la selección de la semilla se realizó en la Granja Experimental Tunshi. Para la selección de la semilla se tomó en cuenta el número de tubérculos necesarios para cada tratamiento, así como el estado de brotación y condiciones fitosanitaria de los mismos.

### 2. **Siembra**

Se colocó tubérculos semilla brotados y previamente seleccionados en cada uno de los surcos. A una distancia de 0.30 m una de otra, se empleó 13 tubérculos por surco y 65 en cada bloque experimental. Luego se tapó los tubérculos a una profundidad de 10 a 12 cm. Se sembró 1 metro de avena al contorno de cada parcela para evitar afectación entre parcelas del experimento.

### 3. **Fertilización**

Se fertilizó de acuerdo a las recomendaciones del análisis de suelo efectuados por el Laboratorio de Manejo de Suelos y Aguas de la Estación Experimental Santa Catalina, cuyos niveles son 120 Kg. de nitrógeno (N), 300 Kg. de fósforo ( $P_2O_5$ ), 60 Kg. de potasio ( $K_2O$ ) y 30 Kg. de azufre (S) por hectárea (Anexo 4), cabe indicar que se cambió la fuente de fósforo por fosfato diamónico (18-46-00), por facilidad de compra.

Se aplicó todo el 18-46-00 (650 Kg/ha) y sulpomac (135 Kg/ha) al momento de la siembra al fondo del surco a chorro continuo. El muriato de potasio (50 Kg/ha) y la úrea (125 Kg/ha) se colocaron a los 45 dds en banda lateral.

#### **4. Deshierba**

La deshierba se realizó a los 30 días después de la siembra de forma manual en todo el ensayo, se eliminó todo tipo de malezas que podrían ser focos de infección o a su vez perjudiciales para el cultivo.

#### **5. Medio aporque y aporque**

El medio aporque se realizó a los 45 días después de la siembra en forma manual con la ayuda de un azadón en las variedades I.Fripapa, I-Victoria, I-Natividad y Libertad y en Gabriela y Uvilla a los 53 días después de la siembra. En todas las variedades el aporque se realizó a los 68 días después de la siembra.

#### **6. Controles fitosanitarios**

Para prevenir el ataque de gusano blanco, trips y minador se aplicó alternadamente insecticidas para su control. No hubo ataque de polilla.

Para el control de Tizón Tardío se usó los tres prototipos SAD para la aplicación de fungicidas.

Para el control de Oídio (*Erysiphe sp.*) se aplicó penconazol a dosis de 1 ml p.c/litro en época de floración.

#### **7. Cosecha**

La variedad Libertad se cosechó a los 140 días después de la siembra, aún con el follaje verde debido a la precocidad de dicha variedad. Para las demás variedades se cosechó cuando el follaje estaba completamente seco y no existía desprendimiento de la epidermis del tubérculo. Así, la variedad I-Victoria se cosechó a los 151 días después de la siembra, las variedades I-Natividad e I-Fripapa a los 161 días después de la siembra y

las variedades I-Gabriela y Uvilla a los 175 días después de la siembra. Finalmente se clasificó y pesó los tubérculos en tres categorías: comercial, semilla y desecho.

### **3. Registro climático**

En éste ensayo los datos de los agentes meteorológicos como precipitación, temperatura y humedad relativa se registraron mediante sensores especiales que procesan y transfieren esta información a los usuarios mediante un software electrónico denominado Specware 6.0 (Watchdog Rain meter) y BoxCar Pro 4.3 (HOBO Pro Series Temp & RH). Los registros se hicieron a partir de la calibración de los sensores a intervalos de 1 hora.

## **V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **A. VARIABLES FENOLÓGICAS.**

#### **a. Porcentaje de emergencia.**

De acuerdo al análisis de varianza para el porcentaje de emergencia (Cuadro 1), se observa que en las seis variedades en estudio no existieron diferencias significativas para las estrategias por lo tanto no influyeron en el porcentaje de emergencia, esto se evidenció, al existir una emergencia uniforme en todas las repeticiones del experimento (Anexo 6). Tal uniformidad se debió a la adecuada brotación de los tubérculos semilla al momento de la siembra y a la adecuada humedad en el suelo.

### **B. VARIABLES AGRONÓMICAS**

#### **a. Severidad**

Es importante indicar que en la época en la que se desarrolló el experimento no se presentaron condiciones climáticas apropiadas para el desarrollo de la enfermedad ya que según Torres (2002) se necesitan temperaturas entre 10 a 24 °C, humedad mayor a 90 % y precipitaciones frecuentes, para un apropiado desarrollo de la epifitía. Esto contrasta con las condiciones climatológicas del sitio del experimento durante el desarrollo de la presente investigación, ya que pese a que la temperatura promedio fue de 14.2 °C, la humedad relativa fue de 78.8 % y la precipitación acumulada desde la siembra hasta la cosecha fue de apenas 223 mm (Anexo 5). Lo indicado dificultó realizar un análisis apropiado del ataque de lancha ya que a pesar de que la temperatura y la humedad relativa fueron favorables para el desarrollo de la epifitía, probablemente la sequía no permitió que ésta se establezca y avance normalmente, concluyendo que la posible causa de no haber tenido una epifitía agresiva fue la falta de cantidad adecuada de inóculo (Taipe, A., 2014, comunicación personal).

Por lo expuesto anteriormente, se trató de favorecer artificialmente éstas condiciones para lo cual se aplicaron riegos frecuentes, obteniendo las condiciones propicias cuando

el cultivo estuvo cubriendo totalmente el terreno, esto fue cerca del final del ciclo, razón por la cual la severidad se incrementó a partir de los 80 días después de la siembra.

### 1. Experimento 1

En el Cuadro 2, se observa que para las variedades I-Victoria y Libertad el análisis de varianza para la severidad (expresada en valores de AUDPC) detectó diferencias significativas para las estrategias. Sus coeficientes de variación fueron de 48.47 % y 45.44 %, con un promedio general de 1.53 y 0.96 y un  $R^2$  de 0.87 y 0.90, respectivamente para cada variedad.

La prueba de Diferencia Mínima Significativa al 5% para severidad en las variedades I-Victoria y Libertad (Cuadro 3) detectó dos rangos. En rango “a” con 0.55 y 0.23, respectivamente, está la estrategia SAD (verde) y en rango “b” con 2.53 y 1.70, respectivamente se ubica la estrategia del agricultor local. Esto significa que la mejor estrategia para el control de tizón tardío fue la del SAD (verde).

Cabe indicar que éstas variedades al momento en que se realizó el ensayo tenían un VES de 2, pero de acuerdo a la última medición de susceptibilidad a *Phytophthora infestans* (Tabla 3), indica que I-Victoria cambió de un VES de 2 a 4, esto significa que paso de ser resistente a moderadamente resistente. En cambio Libertad pasó de un VES 2 a 0, lo que indica que actualmente es una variedad altamente resistente al patógeno. Ésta situación coincide con lo sucedido en el campo (Anexo 7), sobre todo en la parcelas del agricultor local, mientras, que en las del SAD (verde) debido al control eficiente del tizón tardío no presentó mayor diferencia.

**Cuadro 1.** Análisis de varianza para el porcentaje de emergencia de seis variedades de papa en la validación de tres sistemas de apoyo a la decisión para el control de tizón tardío en Tunshi, Chimborazo. 2014.

Fuente de Variación	GL <sup>a</sup>	Cuadrados Medios Experimento 1		Cuadrados Medios Experimento 2		Cuadrados Medios Experimento 3	
		I-VICTORIA (VES= 2)	LIBERTAD (VES= 1)	I-NATIVIDAD (VES= 4)	I-FRIPAPA (VES= 4)	I-GABRIELA (VES= 8)	UVILLA (VES= 10)
		Total	7				
Repetición	3	7.40 <sup>ns</sup>	0.58 <sup>ns</sup>	251.91 <sup>ns</sup>	9.76 <sup>ns</sup>	61.93 <sup>ns</sup>	106.11 <sup>ns</sup>
Estrategia	1	0.30 <sup>ns</sup>	40.50 <sup>ns</sup>	13.64 <sup>ns</sup>	7.39 <sup>ns</sup>	118.3 <sup>ns</sup>	302.96 <sup>ns</sup>
Error	3	4.24	0.81	281.78	10.55	13.41	57.59
C.V <sup>b</sup> (%)		2.20	0.93	1.73	3.51	4.05	9.82
Promedio (%)		93.65	96.87	96.54	92.5	90.38	77.31
R-cuadrado		0.64	0.70	0.48	0.54	0.88	0.78

**Elaborado:** Inca, A. 2014

VES= Valor en la escala de susceptibilidad a *Phytophthora infestans*

<sup>a</sup>= Grados de libertad

<sup>b</sup>= Coeficiente de variación

<sup>ns</sup> = No significativo

**Cuadro 2.** Análisis de varianza de la severidad de dos variedades de papa en la validación del prototipo SAD (verde) para el control de tizón tardío en Tunshi, Chimborazo. 2014.

Fuente de Variación	GL <sup>a</sup>	Cuadrados Medios	
		I-VICTORIA (VES= 2)	LIBERTAD (VES= 1)
Total	7		
Repetición	3	1.00 <sup>ns</sup>	0.31 <sup>ns</sup>
Estrategia	1	7.80 <sup>*</sup>	4.35 <sup>*</sup>
Error	3	0.56	0.19
C.V <sup>b</sup> (%)		48.47	45.44
Promedio		1.53	0.96
R-cuadrado		0.87	0.90

Elaborado: Inca, A. 2014

VES = Valor en la escala de susceptibilidad a *Phytophthora infestans*

<sup>a</sup> = Grados de libertad

<sup>b</sup> = Coeficiente de variación

<sup>ns</sup> = No significativo

\* = Significativo

**Cuadro 3.** Severidad en dos variedades de papa en la validación del prototipo SAD (verde) para el control de tizón tardío en Tunshi, Chimborazo. 2014. (DMS al 5%).

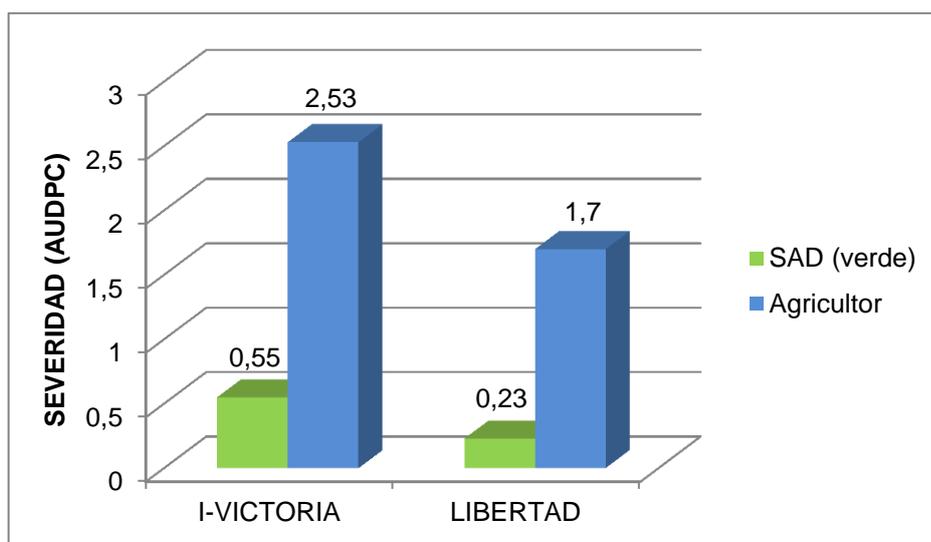
Estrategia	I-VICTORIA (VES=2)		LIBERTAD (VES=1)	
	Promedio	Rango DMS (5%)	Promedio	Rango DMS (5%)
SAD (verde)	0.55	a	0.23	a
Agricultor	2.53	b	1.70	b

Elaborado: Inca, A. 2014

VES = Valor en la escala de susceptibilidad a *Phytophthora infestans*

A pesar de no haber tenido una epifitias agresiva de tizón tardío, con la aplicación del prototipo SAD (verde) se logró un control eficiente de la enfermedad frente a la estrategia del agricultor local (Gráfico 1). Esto se debió principalmente a que el agricultor para realizar las aplicaciones se basa en su experiencia es por ello que aplicó

la misma mezcla a todas las variedades en estudio, sin tomar en cuenta al clima y manifestó que en la mayoría de veces aplica productos que las casas comerciales recomiendan. Para el agricultor ello hace que en cada aplicación mezcle productos con diferente nombres comerciales de igual ingrediente activo, generalmente mancoceb y otro principio activo como metalaxil sin alternar productos de contacto y sistémicos con distinto mecanismo de acción, aplicando hasta tres veces seguidas estos últimos, además la dosis que usó fue mayor a la recomendada (Anexo 24).

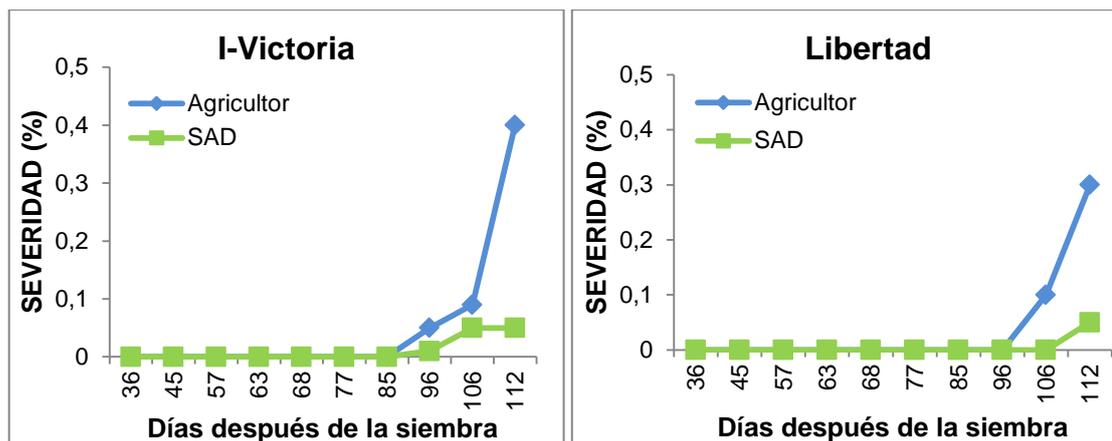


**Gráfico 1.** Severidad en la validación del prototipo SAD (verde) para el control de tizón tardío en Tunshi, Chimborazo. 2014.

**Elaborado:** Inca, A. 2014

Con el SAD (verde) se tuvo en cuenta todos los factores involucrados en el desarrollo de la epifitia; por ello que el control de la lancha fue más eficiente, como (Anexo 25).

En el Gráfico 2, se observa que con la aplicación de las dos estrategias para ambas variedades hasta los 85 dds el porcentaje de AFA fue cero. Esto pudo deberse al alto nivel de resistencia de las dos variedades y además durante éste período no existieron condiciones favorables para el normal desarrollo de la enfermedad. Para el final de sus ciclos vegetativos existió un ligero incremento en el AFA en la estrategia del agricultor que paulatinamente se incrementó, mientras que el AFA del SAD (verde) subió levemente, demostrando de ésta manera que para el final de sus ciclos vegetativos el control con la aplicación del SAD (verde) fue más eficiente.



**Gráfico 2.** Desarrollo de la epidemia natural de dos variedades de papa en la validación del prototipo SAD (verde) para el control de tizón tardío en Tunshi, Chimborazo. 2014.

**Elaborado:** Inca, A. 2014

## 2. Experimento 2

De acuerdo al Cuadro 3, se detectó diferencias significativas para las estrategias de control de tizón tardío en la variedad I-Fripapa. Su coeficiente de variación fue de 59.45 %, con un promedio general de 25.07, en cambio, no se detectó diferencias significativas para la variedad I-Natividad, siendo su coeficiente de variación 48.30 %, con un promedio general de 7.53. El coeficiente de diferenciación fue de 0.83 y 0.77, respectivamente, esto significa que el modelo estadístico es adecuado. En este caso el control de lancha tanto con la aplicación del SAD (amarillo) y con la estrategia del agricultor local fue similar.

La ausencia de diferencia estadística entre las dos estrategias para el control de lancha en la variedad I-Natividad posiblemente se debe a la resistencia que tiene, esto coincide con lo que manifiesta Silva (2012) en su estudio en el que concluyó que la variedad I-Natividad constituye una fuente potencial de resistencia a *Phytophthora infestans* y además obtuvo un VES de 5 por lo que posiblemente la aplicación de productos tanto con el SAD (amarillo) y con la estrategia del agricultor local proporcionó el mismo efecto en el control del tizón tardío. Para la variedad I-Fripapa, donde existió diferencias estadísticas para las estrategias, el autor antes mencionado obtuvo un VES de 4 contrario al que muestra la Tabla 3, donde para el año 2014 se encuentra en el grupo de variedades resistentes.

**Cuadro 4.** Análisis de varianza de la severidad en dos variedades de papa en la validación del prototipo SAD (amarillo) para el control de tizón tardío en Tunshi, Chimborazo. 2014.

Fuente de Variación	GL <sup>a</sup>	Cuadrados Medios	
		I-NATIVIDAD (VES= 4)	I-FRIPAPA (VES= 4)
Total	7		
Repetición	3	7.05 <sup>ns</sup>	245.06 <sup>ns</sup>
Estrategia	1	114.84 <sup>ns</sup>	2563.28 <sup>*</sup>
Error	3	13.21	222.29
C.V <sup>b</sup> (%)		48.30	59.45
Promedio		7.53	25.07
R-cuadrado		0.77	0.83

**Elaborado:** Inca, A. 2014

VES = Valor en la escala de susceptibilidad a *Phytophthora infestans*

<sup>a</sup> = Grados de libertad

<sup>b</sup> = Coeficiente de variación

<sup>ns</sup> = No significativo

<sup>\*</sup> = Significativo

La prueba de Diferencia Mínima Significativa al 5% para severidad de la variedad I-Fripapa (Cuadro 5) ubica en rango “a” con el valor más bajo de 7.18 a la estrategia del SAD (amarillo) y en rango “b” con 42.08 a la estrategia del agricultor local.

A pesar de no haber tenido una epifitía de tizón tardío, en la variedad I-Fripapa con la aplicación del prototipo SAD (amarillo) el control fue más eficiente que la estrategia del agricultor local (Gráfico 3), esto indica que el prototipo de SAD usado en ésta variedad es válido, mientras que el control de la enfermedad con la estrategia del agricultor local fue deficiente. Además, aplicó la misma mezcla de productos en cada aspersion a todas las variedades, por igual, sin diferenciarlas (Anexo 24). Cabe indicar que para realizar las aplicaciones se basó en su experiencia, mientras que con el prototipo de SAD si se tomó en cuenta todos los factores involucrados en el desarrollo de la epidemia y es por ello que el control fue más eficiente (Anexo 25).

**Cuadro 5.** Severidad en la validación del prototipo SAD (amarillo) para el control de tizón tardío en Tunshi, Chimborazo. 2014. (DMS al 5%).

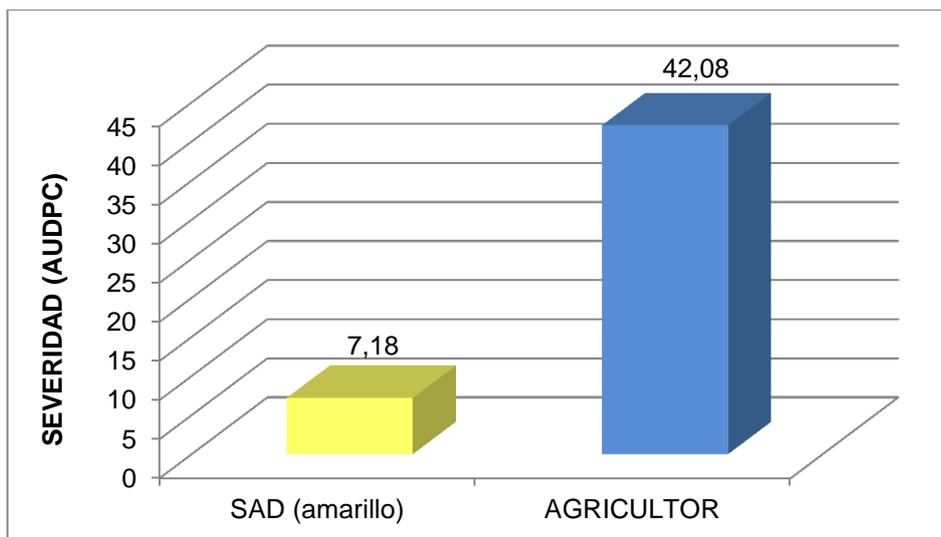
Estrategia	I-FRIPAPA (VES=4)	
	Promedio	Rango DMS (5%)
SAD (amarillo)	7.18	a
AGRICULTOR	42.08	b

**Elaborado:** Inca, A. 2014

VES = Valor en la escala de susceptibilidad a *Phytophthora infestans*

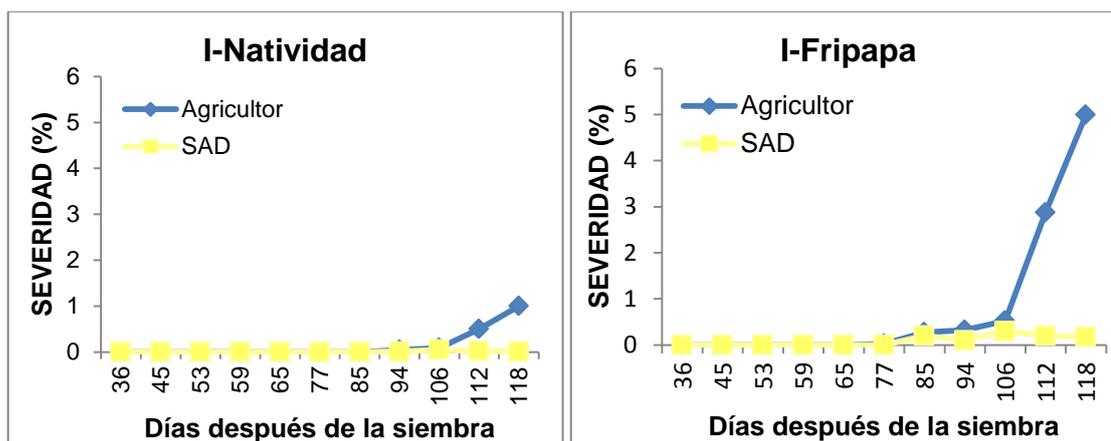
El Gráfico 4, muestra que tanto en la variedad I-Natividad como en I-Fripapa, el porcentaje de AFA desde el inicio de la siembra hasta los 94 dds fue cero con la aplicación de las dos estrategias. Esto pudo deberse al nivel de resistencia de las dos variedades y a los periodos de sequia que hubo en este intervalo de tiempo lo que dificultó el normal desarrollo de la epifitía. A partir de esa fecha se observa un ligero incremento del AFA en las dos estrategias.

En el caso de la variedad I-Fripapa en las tres últimas lecturas la severidad de la estrategia del agricultor local sube drásticamente, mientras que el AFA del prototipo del SAD (amarillo) apenas se eleva. Por lo tanto para el final de sus ciclos vegetativos, el control con la aplicación del SAD fue más eficiente que la estrategia utilizada por el agricultor local.



**Gráfico 3.** Severidad de la variedad I-Fripapa en la validación del prototipo SAD (amarillo) para el control de tizón tardío en Tunshi, Chimborazo. 2014.

**Elaborado:** Inca, A. 2014



**Gráfico 4.** Desarrollo de la epifiticia natural de las variedades de dos variedades de papa en la validación del prototipo SAD (amarillo) para el control de tizón tardío en Tunshi, Chimborazo. 2014.

**Elaborado:** Inca, A. 2014

### 3. Experimento 3

En el Cuadro 6, correspondiente al análisis de varianza para la severidad (expresada en valores de AUDPC) de la variedad I-Gabriela se observa diferencias significativas para las estrategias, mientras que para la variedad Uvilla existe diferencias altamente significativas. Sus coeficientes de variación fueron de 67.08 % y 31.52 %, con un promedio general de 226.98 y 789.78 y un  $R^2$  de 0.84 y 0.92, respectivamente.

**Cuadro 6.** Análisis de varianza de la severidad en dos variedades de papa en la validación del prototipo SAD (rojo) para el control de tizón tardío en Tunshi, Chimborazo. 2014.

Fuente de Variación	GL <sup>a</sup>	Cuadrados Medios	
		I-GABRIELA (VES= 8)	UVILLA (VES= 10)
Total	7		
Repetición	3	20881.36 <sup>ns</sup>	33835.41 <sup>ns</sup>
Estrategia	1	304395.03 <sup>*</sup>	2095923.38 <sup>**</sup>
Error	3	23190.92	61953.23
C.V <sup>b</sup> (%)		67.08	31.52
Promedio		226.98	789.78
R-cuadrado		0.84	0.92

**Elaborado:** Inca, A. 2014

VES = Valor en la escala de susceptibilidad a *Phytophthora infestans*

<sup>a</sup> = Grados de libertad

<sup>b</sup> = Coeficiente de variación

<sup>ns</sup> = No significativo

\* = Significativo

\*\* = Altamente significativo

La prueba de Diferencia Mínima Significativa al 5% tanto para la variedad I-Gabriela y Uvilla (Cuadro 7) ubica en rango “a” la estrategia del SAD (rojo) con valores promedio más bajos de AUDPC equivalentes a 31.90 y 277.90, respectivamente para las dos variedades, y en rango “b” con los valores promedios más altos de 422.10 y 1301.60, respectivamente, para las dos variedades, en la estrategia del agricultor local.

Estas variedades al ser susceptibles a *P. infestans* permitieron observar notoriamente la diferencia entre las dos estrategias. En la variedad Uvilla que es muy susceptible a *P. infestans* con un promedio de AUDPC de 277.90 con la aplicación del SAD (rojo) frente a 1301.60 que obtuvo la estrategia del agricultor (Gráfico 5). Se puede determinar que el agricultor pese a que conocía la susceptibilidad de estas variedades no las diferenció y realizó aplicaciones del mismo tratamiento a todas las variedades (Anexo 24).

**Cuadro 7.** Severidad en dos variedades de papa en la validación del prototipo SAD (rojo) para el control de tizón tardío en Tunshi, Chimborazo. 2014. (DMS al 5%).

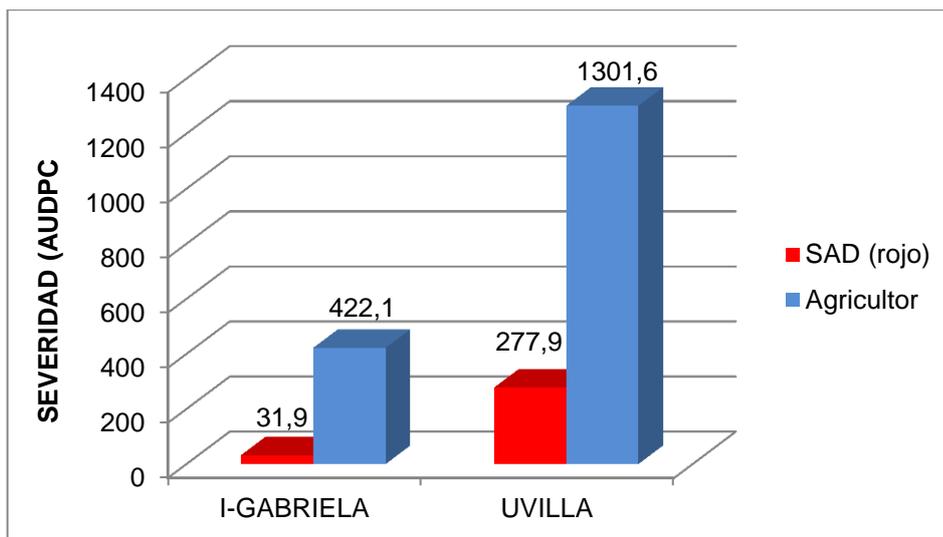
Estrategia	I-GABRIELA (VES= 8)		UVILLA (VES= 10)	
	Promedio	Rango DMS (5%)	Promedio	Rango DMS (5%)
SAD (rojo)	31.90	a	277.90	a
AGRICULTOR	422.10	b	1301.60	b

Elaborado: Inca, A. 2014

VES = Valor en la escala de susceptibilidad a *Phytophthora infestans*

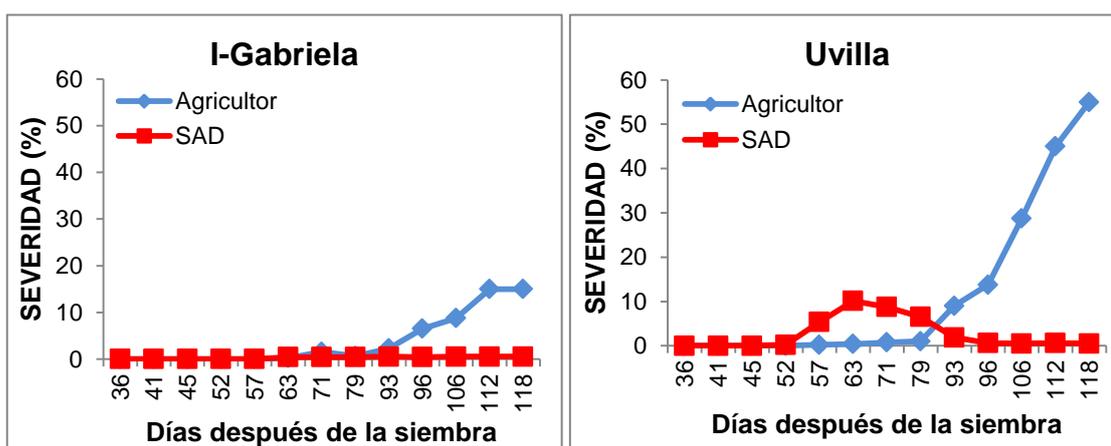
Para realizar las aplicaciones, el agricultor se basó en su experiencia sin tomar en cuenta el clima y manifestó que en la mayoría de veces aplica productos que las casas comerciales recomiendan, mientras que con el SAD se tomó en cuenta todos los factores involucrados en el desarrollo de la epidemia, así se alternó productos de contacto y sistémicos, (fosfitos de potasio, propamocarb y dimetomorf) y las aplicaciones se hicieron en las épocas apropiadas dando como resultado un control más eficiente evidenciado por valores bajos de AFA. (Anexo 7).

En el Gráfico 6, se observa, que el desarrollo de la epifitía en la variedad I-Gabriela inició a los 79 dds con un ligero incremento en el AFA en la estrategia del agricultor, mientras que el AFA del SAD (rojo) no existió variación. En cambio, en la variedad Uvilla la epifitía se presentó a partir de los 52 dds en la estrategia SAD (rojo) luego decayó y se mantuvo constante hasta el final, del experimento demostrando un control eficiente. Por el contrario, con la estrategia del agricultor existió un incremento drástico a partir de los 79 dds. En ésta variedad la severidad alcanzó los niveles más altos detectados debido a que es una variedad muy susceptible al tizón tardío.



**Gráfico 5.** Severidad en dos variedades de papa en la validación del prototipo SAD (rojo) para el control de tizón tardío en Tunshi, Chimborazo. 2014.

Elaborado: Inca, A. 2014



**Gráfico 6.** Desarrollo de la epidemia natural de dos variedades de papa en la validación del prototipo SAD (rojo) para el control de tizón tardío en Tunshi, Chimborazo. 2014.

Elaborado: Inca, A. 2014

## b. Rendimiento

### 1. Experimento 1

En el Cuadro 8, se observa que del análisis de varianza para el rendimiento para la variedad Libertad no presentó diferencias significativas para las estrategias. Su

coeficiente de variación fue de 6.21% con un promedio general de 43.45 T.ha<sup>-1</sup> y un R<sup>2</sup> de 0.91. En consecuencia las dos estrategias no influyeron en el rendimiento total. A pesar que existió diferencias estadísticas en severidad; el grado de daño no incidió en el rendimiento. Además esta es una variedad precoz y debido a que la infección se produjo al final de su ciclo no afectó significativamente el su rendimiento. En otros estudios realizados como Colcha, E., (2009) el rendimiento promedio alcanzado en ésta variedad fue mayor al obtenido por las dos estrategias a pesar de haber realizado aplicaciones similares con el SAD (verde). Cabe recalcar que éste rendimiento pudo estar influenciado por las condiciones climáticas y el sitio donde se desarrolló dicho experimento. Para el caso de la variedad I-Victoria existió diferencias estadísticas significativas en el rendimiento para las estrategias (Cuadro 8). Su coeficiente de variación fue de 8.07 % con un promedio general de 53.64 T.ha<sup>-1</sup> y un R<sup>2</sup> de 0.64. En consecuencia la aplicación de las dos estrategias si influyen en su rendimiento total.

**Cuadro 8.** Análisis de varianza del rendimiento total (T.ha<sup>-1</sup>) en la validación del prototipo SAD (verde) para el control de tizón tardío en Tunshi, Chimborazo. 2014.

Fuente de Variación	GL <sup>a</sup>	Cuadrados Medios	
		I-VICTORIA (VES= 2)	LIBERTAD (VES= 1)
Total	7		
Repetición	3	8.14 ns	18.77 ns
Estrategia	1	200.91 *	42.15 ns
Error	3	7.28	18.71
C.V <sup>b</sup> (%)		6.21	8.07
Promedio (T.ha <sup>-1</sup> )		43.45	53.64
R-cuadrado		0.91	0.64

**Elaborado:** Inca, A. 2014

VES = Valor en la escala de susceptibilidad a *Phytophthora infestans*

<sup>a</sup> = Grados de libertad

<sup>b</sup> = Coeficiente de variación

ns = No significativo

\* = Significativo

En el Cuadro 9, se aprecia que la prueba DMS al 5% para las estrategias en la variedad I-Victoria ubica en el rango “a” la estrategia del SAD (verde) con un rendimiento

promedio de 48.47 T.ha<sup>-1</sup> mientras que la estrategia del agricultor se situó en rango “b” con un rendimiento promedio de 38.44 T.ha<sup>-1</sup>

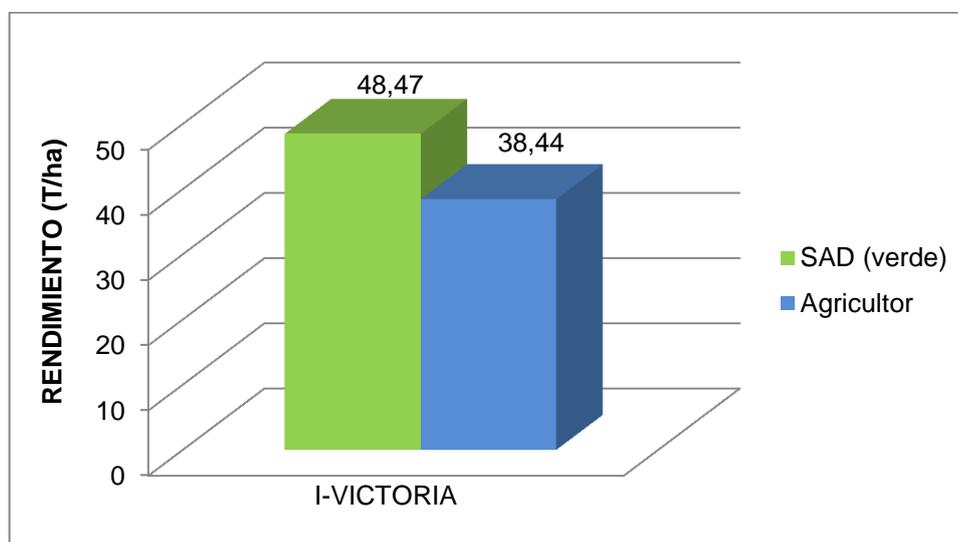
**Cuadro 9.** Rendimiento total (T.ha<sup>-1</sup>) en la validación del prototipo SAD (verde) para el control de tizón tardío en Tunshi, Chimborazo. 2014. (DMS al 5%).

Estrategia	I-VICTORIA (VES=2)	
	Promedio	Rango DMS (5%)
SAD (verde)	48.47	a
AGRICULTOR	38.44	b

**Elaborado:** Inca, A. 2014

VES = Valor en la escala de susceptibilidad a *Phytophthora infestans*

El Gráfico 7, resalta que la estrategia SAD (verde) permitió obtener mayor rendimiento que la aplicación de la estrategia del agricultor local. En éste tratamiento la severidad del tizón afectó ligeramente su rendimiento ya que es una variedad ligeramente más tardía que Libertad.



**Gráfico 7.** Rendimiento total de la variedad I-Victoria en la validación del prototipo SAD (verde) para el control de tizón tardío. Tunshi, Chimborazo. 2014.

**Elaborado:** Inca, A. 2014

## 2. Experimento 2

En el Cuadro 10, se observa que el rendimiento total ( $T\cdot ha^{-1}$ ) de la variedad I-Natividad no presentó diferencias estadísticas significativas. Su coeficiente de variación fue de 10.97% con un promedio general de  $48.86 T\cdot ha^{-1}$  y un  $R^2$  de 0.64. Por lo tanto las dos estrategias no influyen en su rendimiento, es decir que la aplicación tanto de la estrategia SAD (amarillo) y la del agricultor local tuvo el mismo efecto en el control del tizón tardío. Este efecto fue consecuencia de la resistencia al patógeno y porque no hubo las condiciones climáticas favorables para que se desarrolle la enfermedad en forma severa.

En cambio para I-Fripapa el análisis de varianza del rendimiento total ( $T\cdot ha^{-1}$ ) presentó diferencias estadísticas significativas para las estrategias. Su coeficiente de variación fue de 7.05% con un promedio general de  $36.27 T\cdot ha^{-1}$  y un  $R^2$  de 0.77, esto significa que la aplicación de las dos estrategias influye en su rendimiento total.

**Cuadro 10.** Análisis de varianza del rendimiento total ( $T\cdot ha^{-1}$ ) en la validación del prototipo SAD (amarillo) para el control de tizón tardío en Tunshi, Chimborazo. 2014.

Fuente de Variación	GL <sup>a</sup>	Cuadrados Medios	
		I-NATIVIDAD (VES= 4)	I-FRIPAPA (VES= 4)
Total	7		
Repetición	3	25.22 ns	6.32 ns
Estrategia	1	75.03 ns	47.08 *
Error	3	28.73	6.55
C.V <sup>b</sup> (%)		10.97	7.05
Promedio ( $T\cdot ha^{-1}$ )		48.86	36.27
R-cuadrado		0.64	0.77

**Elaborado:** Inca, A. 2014

VES = Valor en la escala de susceptibilidad a *Phytophthora infestans*

<sup>a</sup> = Grados de libertad

<sup>b</sup> = Coeficiente de variación

ns = No significativo

\* = Significativo

La prueba de DMS al 5% para las estrategias de I-Fripapa (Cuadro 11), ubica en rango “a” con un  $38.70 \text{ T.ha}^{-1}$  a la estrategia SAD (amarillo) mientras que la estrategia del agricultor local se situó en rango “b” con  $33.85 \text{ T.ha}^{-1}$ .

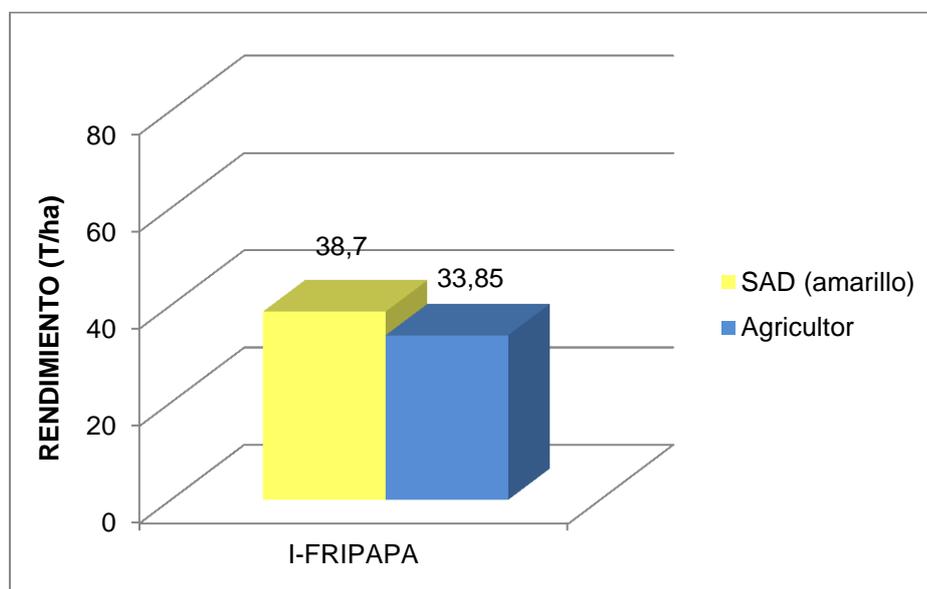
**Cuadro 11.** Rendimiento total ( $\text{T.ha}^{-1}$ ) en la validación del prototipo SAD (amarillo) para el control de tizón tardío en Tunshi, Chimborazo. 2014. (DMS al 5%).

Estrategia	I-FRIPAPA	
	(VES=2)	
	Promedio	Rango DMS (5%)
SAD (amarillo)	38.70	a
AGRICULTOR	33.85	b

Elaborado: Inca, A. 2014

VES = Valor en la escala de susceptibilidad a *Phytophthora infestans*

En el Gráfico 8, se aprecia que el rendimiento total obtenido con la aplicación del SAD (amarillo) en la variedad I-Fripapa logró un incremento de  $4.85 \text{ T.ha}^{-1}$  frente al conseguido con la práctica del agricultor; tal contraste fue resultado de un control eficiente del tizón tardío con la aplicación del SAD (amarillo). Cabe indicar que al ser una variedad mejorada es de alta productividad lo que se reflejó en altos rendimientos.



**Gráfico 8.** Rendimiento Total de la variedad I-Fripapa en la validación del prototipo SAD (amarillo) para el control de tizón tardío en Tunshi, Chimborazo. 2014.

Elaborado: Inca, A. 2014

### 3. Experimento 3

En el Cuadro 12, observamos que en el rendimiento total de I-Gabriela no presentó diferencias estadísticas significativas para las estrategias. Su coeficiente de variación fue de 67.08% con un promedio general de 38.93 T.ha<sup>-1</sup> y un R<sup>2</sup> de 0.84. Esto quiere decir que las estrategias aplicadas no influyeron en su rendimiento final; éste resultado contrasta con el obtenido en la variable severidad, donde si hubo diferencias estadísticas entre las estrategias. Esto significa que el rendimiento no se ve afectado por la severidad, lo cual se podría interpretar como un factor de tolerancia de dicha variedad. Además no existieron condiciones ambientales para un fuerte ataque de la enfermedad como para que afecte significativamente su rendimiento.

Para la variedad Uvilla, también existió diferencias estadísticas significativas en el rendimiento entre las estrategias. Su coeficiente de variación fue de 5.62 % con un promedio general de 19.32 T.ha<sup>-1</sup> y un R<sup>2</sup> de 0.97. Esto significa que la aplicación de las dos estrategias utilizadas en el control del tizón tardío influyó notablemente en su rendimiento.

**Cuadro 12.** Análisis de varianza del rendimiento total (T.ha<sup>-1</sup>) en la validación del SAD (rojo) para el control de tizón tardío en Tunshi, Chimborazo. 2014.

Fuente de Variación	GL <sup>a</sup>	Cuadrados Medios	
		I-GABRIELA (VES= 8)	UVILLA (VES= 10)
Total	7		
Repetición	3	37.09    ns	1.42    ns
Estrategia	1	57.29    ns	128.36    **
Error	3	73.08	1.18
C.V <sup>b</sup> (%)		21.95	5.62
Promedio (T.ha <sup>-1</sup> )		38.93	19.32
R-cuadrado		0.42	0.97

**Elaborado:** Inca, A. 2014

VES = Valor en la escala de susceptibilidad a *Phytophthora infestans*

<sup>a</sup> = Grados de libertad

<sup>b</sup> = Coeficiente de variación

<sup>ns</sup> = no significativo

\* = significativo

La prueba de DMS al 5% aplicada a las estrategias en el control de la lancha en la variedad Uvilla estableció dos rangos de significancia (Cuadro 13). En rango “a” con 23.33 T.ha<sup>-1</sup> se ubicó la estrategia del SAD (rojo) mientras que la estrategia del agricultor local se situó en rango “b” con 15.32 T.ha<sup>-1</sup>

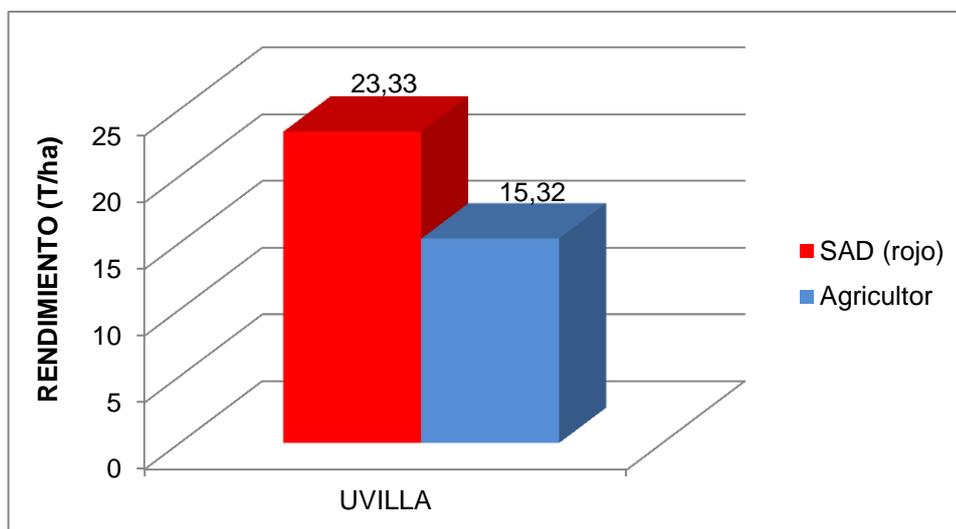
**Cuadro 13.** Rendimiento total (T.ha<sup>-1</sup>) en la validación del prototipo SAD (rojo) para en el control de tizón tardío en Tunshi, Chimborazo. 2014. (DMS al 5%).

Estrategia	UVILLA (VES=10)	
	Promedio	Rango DMS (5%)
SAD (rojo)	23.33	a
AGRICULTOR	15.32	b

Elaborado: Inca, A. 2014

VES = Valor en la escala de susceptibilidad a *Phytophthora infestans*

En el Gráfico 9, se aprecia que aplicando el SAD (rojo) en la variedad Uvilla se obtuvo mayor rendimiento que la estrategia del agricultor local. Esto demuestra el efecto positivo de la aplicación del SAD para el control de tizón tardío y por ende el rendimiento fue mayor. Hay que mencionar que ésta variedad es nativa y por ello tiene un mismo potencial productivo bajo por ello registra un rendimiento menor (Anexo 10).



**Gráfico 9.** Rendimiento total de la variedad Uvilla en la validación del prototipo SAD (rojo) para el control de tizón tardío en Tunshi, Chimborazo. 2014.

Elaborado: Inca, A. 2014

## C. IMPACTO AMBIENTAL

En los tres experimentos, el número de aplicaciones de insecticidas fueron iguales en las dos estrategias evaluadas (Anexo 17).

La Tasa de Impacto Ambiental (TIA) de los insecticidas aplicados con los tres prototipos de sistemas de apoyo a la decisión fue ligeramente menor en comparación con la que obtuvo la estrategia del agricultor (Anexo 17), sin embargo, esto no influyó mayormente en el impacto ambiental final, la cual se vio determinado por la TIA de los fungicidas.

En los tres experimentos la aplicación de los tres prototipos SAD utilizados en el manejo del tizón tardío demostró que su utilización permitió reducir considerablemente el impacto ambiental de pesticidas en comparación a la práctica tradicional del agricultor, precautelando de esta manera la salud del productor y del consumidor.

La reducción de la Tasa de Impacto Ambiental se debe principalmente a la reducción del uso de pesticidas altamente tóxicos, y por el reemplazo con productos con toxicidades bajas, a más del empleo de nuevas variedades con resistencia genética a enfermedades (Gavillan et al., 2001).

En el Anexo 12, se presenta detalladamente el cuadro de evaluaciones y toma de decisiones de la aplicación de los tres prototipos de sistemas de ayuda a la decisión validados para el control del tizón tardío.

### 1. Experimento 1

En el Cuadro 14, se observa que para las variedades Libertad e I-Victoria existe una diferencia marcada en la Tasa de Impacto Ambiental entre la estrategia del SAD (verde) que tiene un valor de 127.00 y la del agricultor local con 372.23. Si asumimos que el impacto ambiental de la estrategia usada por el agricultor local es una práctica común y estándar podríamos atribuirle que representa el 100%; por lo que la utilización de una

innovación y nueva tecnología de manejo integral de plagas (MIP) como el SAD (verde) registra un impacto ambiental de 34.12% lo cual significa reducir el impacto ambiental en un 65.88 %.

En el mismo Cuadro 14, se detalla el número de aplicaciones de fungicidas e insecticidas, de acuerdo a la recomendación del prototipo SAD (verde) en el que se realizó seis aplicaciones de fungicidas frente a las ocho aplicaciones que realizó el agricultor local. Claramente se observa una diferencia marcada en el número de aplicaciones de fungicidas entre las dos estrategias, ya que con el SAD (verde) se tomó en cuenta la precocidad de estas variedades (120 días y 140 días, respectivamente), en cambio, el agricultor local desconocía las características de estas variedades por lo cual realizó mayor número de aplicaciones de fungicidas. Además estas variedades al ser resistentes a *P. infestans* permitieron disminuir su severidad, en consecuencia el número de aplicaciones y el uso de fungicidas tóxicos.

**Cuadro 14.** Impacto ambiental en la validación del prototipo SAD (verde) para el control de tizón tardío en Tunshi, Chimborazo. 2014.

Variedad	Estrategia	Número de aplicaciones		TIA	IA (%)
		Fungicidas	Insecticidas		
Libertad y	Agricultor	8	7	372.23	100
I-Victoria	SAD (verde)	6	7	127.00	34.12

**Elaborado:** Inca, A. 2014

TIA = Tasa de impacto ambiental total

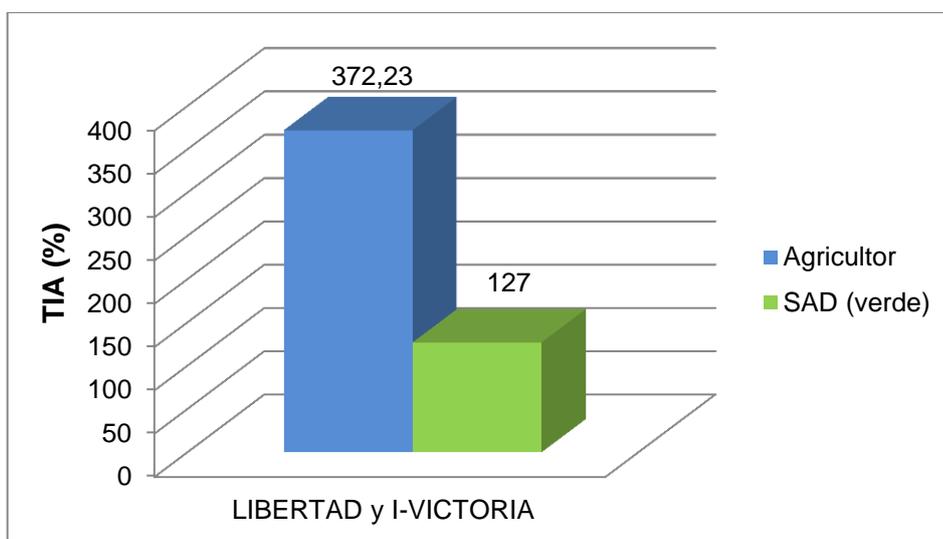
IA = Impacto ambiental

En el Anexo 16, se puede ver claramente que el agricultor en siete aplicaciones usó productos comerciales de alto impacto ambiental, ya que en su presentación tenían el ingrediente activo mancoceb en combinación con otros ingredientes activos sistémicos de coeficiente de Impacto Ambiental alto como cymoxanil, metalaxyl, dimethomorph y propamocarb. Por lo que existió un incremento de la TIA. Además a este factor el agricultor aplicó la misma cantidad de mezcla en cada aplicación a todos los tratamientos sin distinguir el ciclo fenológico de las variedades y su VES, esto influyó directamente en el aumento del impacto ambiental final.

Hay que recalcar que en varios sectores de la provincia de Chimborazo los productores todavía desconocen el grado de susceptibilidad a *Phytophthora infestans* de éstas nuevas variedades y no distinguen el modo de acción de los fungicidas, esto dificulta el

manejo del tizón tardío ya que al utilizar inadecuadamente los productos comerciales pueden ocasionar resistencia del hongo lo que agrava su manejo.

La aplicación del prototipo SAD (verde) mostró un TIA bajo en comparación con la práctica del agricultor local puesto que se aplicaron alternadamente productos protectantes de bajo CIA como clorotalonil y propineb (Anexo13) y al tomar en cuenta el grado de susceptibilidad a *P. infestans* y el ciclo fenológico de éstas variedades se redujo la TIA como se puede observar en el Gráfico 10.



**Gráfico 10.** Tasa de Impacto Ambiental de las variedades Libertad e I-Victoria en la validación del prototipo SAD (verde) para el control de tizón tardío en Tunshi, Chimborazo. 2014.

**Elaborado:** Inca, A. 2014

## 2. Experimento 2

En el Cuadro 15, se observa que en las variedades I-Natividad e I-Fripapa existe una diferencia marcada en la tasa de impacto ambiental entre la estrategia SAD (amarillo) que tiene un valor de 153.10 y la del agricultor local con 372.23. Si asumimos que el impacto ambiental de la estrategia usada por el agricultor local es una práctica común y estándar podríamos atribuirle que representa el 100 %; sin embargo, la utilización de una técnica innovadora de manejo integral de plagas como el SAD (amarillo) registra un impacto ambiental de 41.13 % lo cual significa reducir el impacto ambiental en un 58.86 %.

En el mismo Cuadro 15, se observa que el número de aplicaciones de fungicidas de acuerdo a la recomendación del prototipo SAD (amarillo) fueron de diez en comparación a las ocho aplicaciones realizadas por el agricultor. A pesar de que el número de aplicaciones fue mayor con el SAD (amarillo) que las que realizó el agricultor local con su estrategia, la TIA fue menor (Gráfico 11); esta situación se debe por un lado a la resistencia a *P. infestans* que tienen éstas variedades ya que permitió tener un bajo grado de severidad y como consecuencia usar fungicidas de bajo CIA. En el Anexo 14, se aprecia que las recomendaciones del SAD (amarillo) fue aplicar alternadamente productos protectantes de bajo CIA como son clorotalonil y propineb en bajas dosis en comparación con las de la estrategia del agricultor. Además, con el SAD (amarillo) se tomó en cuenta el grado de susceptibilidad a *P. infestans* y el ciclo fenológico de estas variedades lo que no ocurrió con la estrategia del agricultor local (Anexo 25). Todo esto incidió en una baja TIA lograda con el SAD (amarillo) frente a la estrategia del agricultor local.

**Cuadro 15.** Tasa de Impacto Ambiental en la validación del prototipo SAD (amarillo) para la aplicación de fungicidas en el control de tizón tardío en Tunshi, Chimborazo. 2014.

Variedad	Estrategia	Número de aplicaciones		TIA	IA (%)
		Fungicidas	Insecticidas		
I-Natividad y	Agricultor	8	7	372.23	100
I-Fripapa	SAD (amarillo)	10	7	153.10	41.13

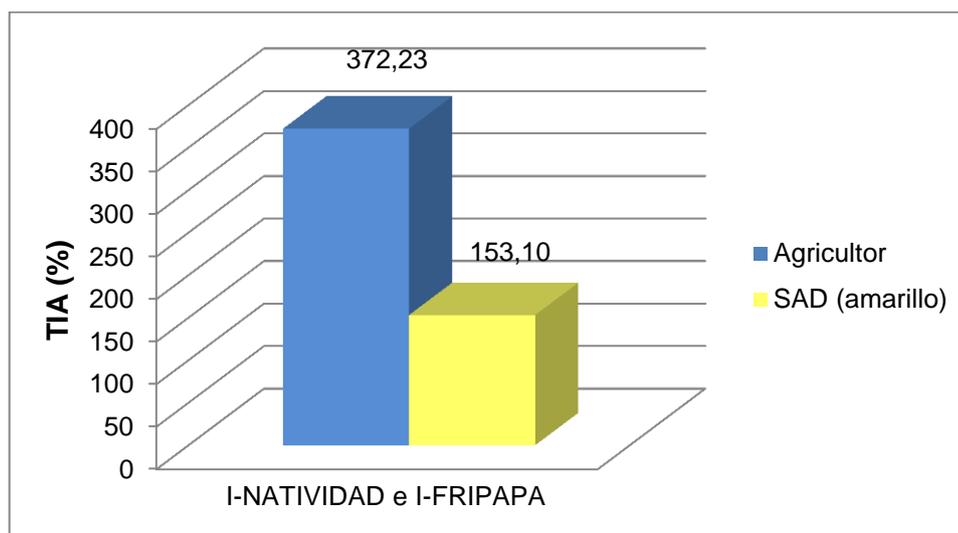
**Elaborado:** Inca, A. 2014

TIA = Tasa de impacto ambiental

IA = Impacto ambiental

Como sucedió en el experimento 1, el agricultor local a pesar de haber hecho menos aplicaciones usó productos comerciales más tóxicos ya que la mayoría tenían como ingrediente activo mancozeb en combinación con otros ingredientes activos sistémicos con CIA alto como cymoxanil, metalaxyl, dimethomorph y propamocarb esto hizo que se incrementara la TIA (Anexo 16), a esta situación se debe añadir el hecho que el agricultor aplicó la misma cantidad de mezcla en todos los tratamientos sin distinguir el ciclo fenológico y su VES. Todo esto Influyó directamente en el aumento del impacto ambiental final.

Cabe indicar que la variedad I-Natividad era nueva para el agricultor, por ello desconocía el nivel de susceptibilidad a *P. infestans* y su ciclo fenológico. Dado este caso el agricultor aplicó de fungicidas en base a su experiencia o de acuerdo a las recomendaciones de las casas comerciales, este aspecto dificultó un adecuado manejo de la enfermedad. Por la utilización inadecuadamente de los productos pueden ocasionar resistencia del hongo agravando su manejo.



**Gráfico 11.** Tasa de Impacto Ambiental de dos variedades de papa en la validación del prototipo SAD (amarillo) para el control de tizón tardío en Tunshi, Chimborazo. 2014.

**Elaborado:** Inca, A. 2014

### 3. Experimento 3

En el Cuadro 16, se observa que en las variedades I-Gabriela y Uvilla existe una diferencia muy marcada en la tasa de impacto ambiental entre la estrategia del SAD (rojo) que tiene un valor de 153.10 y la del agricultor local con un valor de 372.23, asumiendo las mismas consideraciones para los SAD (verde y amarillo) el manejo integral de plagas con el SAD (rojo) registra un impacto ambiental de 41.13 % permitiendo reducir el impacto ambiental en un 58.86 %.

En el mismo Cuadro 16, se observa que el número de aplicaciones de fungicidas e insecticidas, de acuerdo a las recomendaciones del prototipo de SAD (rojo) se

realizaron trece aplicaciones de fungicidas frente a las ocho que realizó el agricultor local.

**Cuadro 16.** Tasa de Impacto Ambiental en la validación del prototipo SAD (rojo) para el control de tizón tardío en Tunshi, Chimborazo. 2014.

Variedad	Estrategia	Número de aplicaciones		TIA	IA (%)
		Fungicidas	Insecticidas		
I-Gabriela y	Agricultor	8	7	372.23	100
Uvilla	SAD (rojo)	13	7	137.20	36.85

**Elaborado:** Inca, A. 2014

TIA = Tasa de impacto ambiental

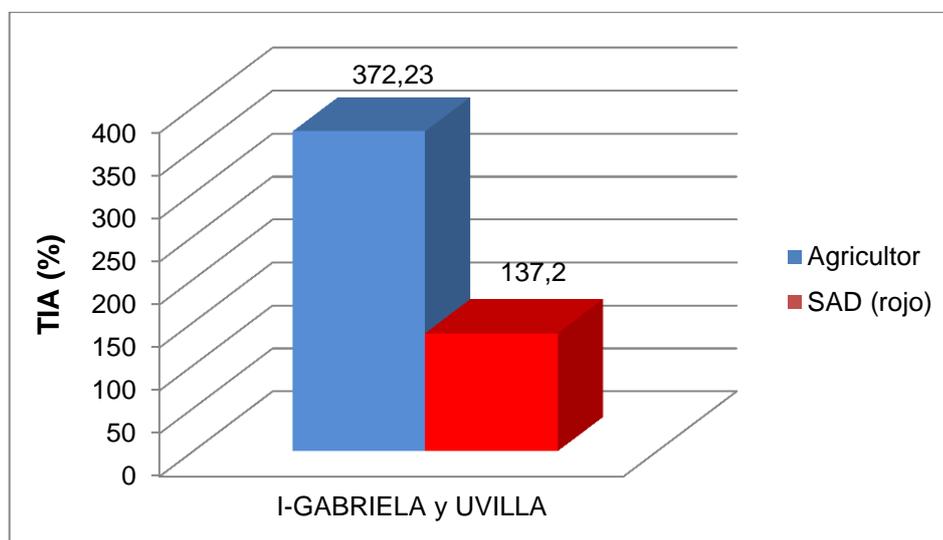
IA = Impacto ambiental

El número de recomendaciones para la aplicación de fungicidas dadas por el prototipo del SAD (rojo) fueron trece, de las cuales siete fueron de productos sistémicos y el resto de productos de contacto (Anexo15). A pesar que según el SAD (rojo) el número de aplicaciones fue mayor a las que realizó el agricultor. En este caso la tasa de impacto ambiental obtenida fue menor que la del agricultor local, debido a que se utilizó productos de bajo CIA.

En las dos variedades analizadas se aplicaron productos sistémicos de bajo CIA como fosfitos de potasio. En la variedad Uvilla, en dos ocasiones se usaron alternadamente productos sistémicos a base de dimethomorph y propamocarb debido a que la severidad empezó a subir, esto sucedió por no haber tomado en cuenta en la recomendación del SAD (rojo) a la humedad del suelo (Anexo 15).

Los productos de contacto utilizados alternadamente fueron propineb y clorotalonil, esto hizo que el valor de la TIA sea bajo frente a la práctica del agricultor local. A esto se debe añadir que con el SAD se tomó en cuenta el grado de susceptibilidad a *P. infestans* y el ciclo fenológico de estas variedades lo que no ocurrió con la estrategia del agricultor local.

Como se explicó anteriormente, los productos utilizados por el agricultor fueron de elevados índices de CIA y se aplicaron indistintamente para todas las variedades sin considerar su grado de susceptibilidad al patógeno lo que influyó en la TIA (Gráfico 12).



**Gráfico 12.** Tasa de Impacto Ambiental (TIA) de dos variedades de papa en la validación del prototipo (rojo) para el control de tizón tardío en Tunshi, Chimborazo. 2014.

Elaborado: Inca, A. 2014

## D. ANÁLISIS ECONÓMICO

En los tres experimentos, el análisis de dominancia mostró que los tratamientos con la estrategia SAD dominaron a los de la estrategia del agricultor, por ello se realizó el análisis marginal únicamente entre los tratamientos SAD. Esto indica que el uso de la tecnología SAD fue más rentable que la estrategia utilizada por el agricultor, ratificando el beneficio económico que se obtiene al optar por ésta nueva tecnología para el control del tizón tardío.

### 1. Experimento 1

En el Anexo 19, se observa que tanto en la variedad Libertad e I-Victoria la aplicación de la estrategia del SAD (verde) asciende a un costo total que varían de 694 USD y 964 USD respectivamente, mientras que con la aplicación de la estrategia del agricultor

local, el valor total de costos varían entre 1277 USD para Libertad y 1547 USD para I-Victoria.

La diferencia en los costos que varían entre las dos estrategias se debe principalmente a que el agricultor utilizó en su mayor parte productos sistémicos y mayor precio (Anexo 20), en comparación con el SAD (verde) donde se utilizaron productos de contacto que son de bajo costo en el mercado (Anexo 21).

En el Cuadro 17, se observa que para las variedades I-Victoria y Libertad con la aplicación del prototipo del SAD (verde) se obtienen benéficos brutos de 16551 USD y 15101 USD y netos de 14407 USD y 15587 USD, respectivamente. En cambio con la aplicación de la estrategia del agricultor local se obtuvo benéficos brutos de 13826 USD y 13116 USD y netos de 11570 USD y 12540 USD, para las dos variedades, respectivamente. Esto se debe principalmente a los rendimientos obtenidos en cada uno de las variedades, ya que son de alta productividad y resistentes al tizón. Además con la estrategia del SAD (verde) los costos que varían son menores frente a la práctica del agricultor, lo cual influye directamente en el beneficio neto.

El análisis marginal entre los tratamientos no dominados, muestra que al cambiar la aplicación del SAD (verde) de I-Victoria a Libertad (Cuadro 17) dio una TRM de 437% esto significa que por cada dólar invertido se lo recupera y se obtiene 4.37 USD adicionales. Tal resultado se debe principalmente precio alto de venta de I-Victoria ya que se comercializó como I-Fripapa. Por otro lado pese a que Libertad tuvo mayor rendimiento que I-Victoria su precio de venta fue bajo por ser una variedad desconocida, tal y como sucede con variedades recién lanzadas al mercado (Anexo 18).

Cabe indicar que la época en la que se realizó la cosecha y comercialización de la producción, la papa se hallaba a precio bajo, llegando a comercializar el quintal de papa de primera categoría de la variedad Libertad a 12 USD y de I-Victoria a 15 USD. Por otra parte hay que tener en cuenta que los consumidores y el mercado de la ciudad de Riobamba desconocían a la variedad Libertad lo que hizo que su precio bajara, mientras que la variedad I-Victoria fue relacionada con I-Fripapa lo que permitió obtener un mayor precio (Anexo 18)

**Cuadro 17.** Tasa de Retorno Marginal de dos variedades de papa en la validación del prototipo SAD (verde) para el control de tizón tardío en Tunshi, Chimborazo. 2014).

<b>Variedad</b>	<b>Estrategia</b>	<b>BB (USD)</b>	<b>CV (USD)</b>	<b>BN (USD)</b>	<b>Dominancia</b>	<b>TRM (%)</b>
Libertad	SAD (verde)	16 551	694	14407	ND	437
I-Victoria	SAD (verde)	15 101	964	15587	ND	
Libertad	Agricultor	13 116	1277	12549	D	
I-Victoria	Agricultor	13 826	1547	11570	D	

**Elaborado:** Inca, A. 2014

BB=Beneficio Bruto

CV=Total costos que varían

BN=Beneficio neto

TRM = Tasa de Retorno Marginal

## **2. Experimento 2**

En el Anexo 19, se observa que para las variedades I-Natividad e I-Fripapa la aplicación de la estrategia del SAD (amarillo) dio un costo total que varía de 757 USD y 1258 USD, respectivamente, mientras, que con la aplicación de la estrategia del agricultor local, el costo total que varían fue de 1469 USD para I-Natividad y de 1778 USD para I-Fripapa.

La diferencia en los costos que varían entre las dos estrategias se debe principalmente al costo de la semilla de las variedades y a que con el SAD (amarillo) se utilizaron solo productos de contacto a dosis recomendadas, los cuales son de menor precio en el mercado (Anexo 22) en comparación con lo que utilizó el agricultor, ya que la mayoría fueron productos sistémicos que son más caros y además aplicó en dosis altas, requiriendo mayor cantidad de productos (Anexo 20).

En el Cuadro 18, se observa que para las variedades I-Natividad e I-Fripapa con la aplicación del prototipo SAD (amarillo) se registraron beneficios brutos de 10 970 USD

y 13 558 USD y netos de 10213 USD y 12301 USD, respectivamente, mientras que con la aplicación de la estrategia del agricultor local se obtuvo beneficios brutos de 9 832 USD y 12 487 USD y netos de 8555 USD y 10709 USD para I-Natividad e I-Fripapa, respectivamente. Esto se debe principalmente a que con el empleo de la estrategia del SAD los costos que varían son menores frente a la práctica del agricultor lo que influye directamente en el ingreso neto.

El análisis marginal entre los tratamientos no dominados, muestra que al cambiar la aplicación del SAD (amarillo) de I-Natividad a I-Fripapa (Cuadro 18) dio una TRM de 416.6% esto significa que por cada dólar invertido se lo recupera y se obtiene 4.16 USD adicionales.

**Cuadro 18.** Tasa de Retorno Marginal de dos variedades en la validación del prototipo SAD (amarillo) para el control de tizón tardío en Tunshi, Chimborazo. 2014.

Variedad	Estrategia	BB (USD)	CV (USD)	BN (USD)	Dominancia	TRM (%)
I-Natividad	SAD (amarillo)	10970	757	10213	ND	416.6
I-Fripapa	SAD (amarillo)	13558	1258	12301	ND	
I-Natividad	Agricultor	9832	1469	8555	D	
I-Fripapa	Agricultor	12487	1778	10709	D	

**Elaborado:** Inca, A. 2014

BB=Beneficio Bruto

CV=Total costos que varían

BN=Beneficio neto

TRM = Tasa de Retorno Marginal

Este resultado se debe a que a pesar que el rendimiento de I-Natividad fue mayor que I-Fripapa, su precio de venta en el mercado fue menor, esto significa que la TRM obtenida estuvo influenciada mayormente por el precio de venta alto de la variedad I-Fripapa (Anexo 18).

Cabe indicar que en el mercado de la ciudad de Riobamba prefirieron a la variedad I-Fripapa logrando comercializar a un precio de 15 USD por quintal de primera categoría, mientras que la variedad I-Natividad su precio de venta fue de 12 USD ya que es una variedad aún desconocida por los consumidores de dicho mercado (Anexo 18).

### **3. Experimento 3**

El Anexo 19, muestra que tanto para la variedad I-Gabriela y Uvilla, con la aplicación de la estrategia del SAD (rojo) los costos totales que varían asciende a 973 USD y 741USD respectivamente, mientras, que con la aplicación de la estrategia del agricultor local fueron de 1393USD para Gabriela y 1161 USD para Uvilla.

Como ya se indicó anteriormente la diferencia en los costos que varían entre las dos estrategias se debe principalmente al precio de la semilla y a que con éste SAD se utilizaron alternadamente productos de contacto y sistémicos de bajo precio en el mercado (Anexo 23) mientras que el agricultor local en la mayor parte de aplicaciones utilizó productos sistémicos de precio alto (Anexo 20).

En el Cuadro 19, se observa que para las variedades I-Gabriela y Uvilla con la aplicación del prototipo del SAD (rojo) se registraron benéficos brutos de 11 809 USD y 4 401 USD, y netos de 10 836 USD y 3 660 USD, respectivamente, mientras, que con la aplicación de la estrategia del agricultor local se obtuvo benéficos brutos de 9 832 USD y 12 487 USD, y netos de 9 799 USD para I-Gabriela y 1465 USD para Uvilla.

El análisis marginal entre los tratamientos no dominados, muestra que al cambiar la aplicación del SAD (rojo) de Uvilla a I-Gabriela (Cuadro 19) dio una TRM de 3093.1%; esto significa que por cada dólar invertido se lo recupera y se obtiene 30.9 USD adicionales. Este resultado se debe a que I-Gabriela tuvo mayor rendimiento. A pesar de ser susceptible al tizón tiene alto potencial productivo y mejor precio de venta que Uvilla ya que ésta variedad es de bajo potencial productivo por ser muy susceptible al tizón tardío.

Además, por la temporada en la que se realizó la cosecha para su comercialización, el quintal de papa de la variedad I-Gabriela se vendió a 15 USD y la Uvilla a 12 USD. Esto se debe a que los comerciantes del Mercado de Productores San Pedro de Riobamba prefirieron la variedad I-Gabriela pagando un mayor precio que la variedad Uvilla (Anexo 18).

**Cuadro 19.** Tasa de Retorno Marginal en dos variedades de papa en la validación del prototipo SAD (rojo) para el control de tizón tardío en Tunshi, Chimborazo. 2014.

<b>Variedad</b>	<b>Estrategia</b>	<b>BB (USD)</b>	<b>CV (USD)</b>	<b>BN (USD)</b>	<b>Dominancia</b>	<b>TRM (%)</b>
Uvilla	SAD (rojo)	4 401	626	3775	ND	3093.1
Gabriela	SAD (rojo)	11808	857	10952	ND	
Uvilla	Agricultor	2 625	1046	1580	D	
Gabriela	Agricultor	11 192	1277	9915	D	

**Elaborado:** Inca, A. 2014

BB=Beneficio Bruto

CV=Total costos que varían

BN=Beneficio neto

TRM = Tasa de Retorno Marginal

## **VI. CONCLUSIONES**

En base a las características agroecológicas del sector de Tunshi y las condiciones climáticas reinantes en la temporada, en la que se desarrollaron los experimentos y el comportamiento del mercado, se concluye lo siguiente:

1. En los tres experimentos, la aplicación de fungicidas utilizando los tres prototipos de sistemas de ayuda a la decisión propuestos para el control del tizón tardío fue más eficiente que la estrategia utilizada por el agricultor local, lo que se evidenció por un comportamiento constante de la epifitía e hizo que los rendimientos y los beneficios no se alteren, validando de esta manera su aplicación.
2. La utilización de los sistemas de ayuda a la decisión para la aplicación de fungicidas en el control de tizón tardío proporcionó mayores beneficios netos en comparación a la estrategia del agricultor local, mientras que la práctica del agricultor presentó mayores costos que varían pero no logró superar los beneficios netos que se obtuvo con ésta tecnología.
3. La tasa de impacto ambiental obtenida con la aplicación de fungicidas para el control de *Phytophthora infestans* fue siempre menor con el empleo de los tres prototipos SAD comparado con la estrategia del agricultor en los tres experimentos, a pesar del mayor número de aplicaciones de fungicidas en los experimentos 2 y 3..
4. El impacto ambiental conseguido con las aplicaciones de los tres prototipos SAD fue independiente de los niveles de susceptibilidad a *P. infestans* de las variedades evaluadas.
5. Los SAD para la aplicación de fungicidas para el control de tizón tardío se consideran tecnologías útiles para el Manejo Integrado de Enfermedades, ya que permite un control eficiente y favorece la optimización de recursos Además son sistemas prácticos y podrán constituirse en herramientas de fácil divulgación por extensionistas a agricultores.

## **VII. RECOMENDACIONES**

1. Validar los tres tipos de sistema de ayuda a la decisión para la aplicación de fungicidas para el control de tizón tardío en zonas con distintas características agroecológicas, climáticas y con períodos de lluvia mayor que los que presentó en el sector en el que se realizó el experimento.
2. Incluir en la recomendación de los tres prototipos de SAD la humedad del suelo especialmente en las zonas con riego.
3. Para condiciones climáticas similares al sector en el que se realizó el experimento ampliar el tiempo de evaluación para la aplicación del prototipo de sistema de apoyo a la decisión verde y amarillo.
4. Para futuras investigaciones de validación de sistemas de ayuda a la decisión utilizar variedades diferentes a las del experimento, pero con similares valores de la escala de susceptibilidad a *P. infestans*.
5. Para posteriores investigaciones de validación de sistemas de ayuda a la decisión para la aplicación de fungicidas en el control de tizón tardío incluir un testigo absoluto

## VIII. RESUMEN

La investigación propuso: Validar tres prototipos de sistemas de ayuda a la decisión de ayuda a la decisión (SAD) para el control de tizón tardío (*Phytophthora infestans*) de la papa, en la Estación Experimental Tunshi de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Se efectuaron tres experimentos simultáneos, cada uno tuvo dos estrategias (tratamientos) que fueron: utilización de un SAD para realizar las aplicaciones y la práctica de un agricultor local; incluyó dos variedades con similar nivel de susceptibilidad así: I-Victoria y Libertad (susceptibilidad 0-2); I-Fripapa e I-Natividad (susceptibilidad 4); I-Gabriela y Uvilla (susceptibilidad >6). Los tratamientos se dispusieron en un DBCA unifactorial con cuatro repeticiones. Se evaluó la severidad (AUDPC), el rendimiento (T/ha), impacto ambiental y análisis económico. La separación de medias se realizó mediante DMS al 5%. Para el análisis económico se aplicó la metodología de presupuesto parcial del CYMMYT. El control de tizón tardío con la aplicación de la estrategia SAD fue más eficiente que la del agricultor, que se evidenció con bajos porcentajes de severidad en todas las variedades y permitió mayores rendimientos que los obtenidos con la estrategia del agricultor en todas las variedades. En general la aplicación de los prototipos SAD permitió reducir el número de aplicaciones con (fungicidas de bajo Coeficiente de Impacto Ambiental) y en consecuencia el impacto ambiental. El análisis económico mostró que los tratamientos con la estrategia SAD dominaron a los de la estrategia del agricultor y en consecuencia la estrategia SAD fue más rentable que la utilizada por el agricultor. Se concluye que la utilización de los tres prototipos SAD propiciaron un control más eficiente del tizón tardío frente a la estrategia del agricultor local, por ende ventajas económicas y permite reducir el impacto ambiental que genera el control de tizón tardío.



## IX. ABSTRACT

The following research proposes the validation of a three system-prototype which help in the decision support system (SAD) for late blight (*Phytophthora infestans*) on potatoes, at Tunshi experimental facility belonging to Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Three simultaneous experiments containing three treatments were carried out. The treatments used a decision support system for the use of fungicides and local farmer practices as well, it included two varieties with similar susceptibility levels, thus I-Victoria and Libertad potatoes (0-2 susceptibility); I-Fripapa and I-Natividad (4 susceptibility); I-Gabriela and Uvilla (>6 susceptibility). The treatments were carried out under a unifactorial block design completely randomized with four repetitions. The severity, the performance per hectare (t/ha), the environmental impact, and the economic analysis were evaluated according to AUDPC (Area under the disease progress curve). The averages comparison was carried out by means of a DMS test at 5%. The economic analysis was based on CIMMYT (International Maize and Wheat Improvement Center) partial budget methodology. With the application of SAD strategy it was proved that late blight control was more efficient, showing low percentages of severity for all the types of potato and resulting in higher benefits than the strategy used by the farmer. In general the application of two SAD prototypes allowed reducing the number of applications when using low environmental impact fungicides. The economic analysis proved that treatments which used SAD strategy were more relevant the ones using the farmer's strategy, thus SAD strategy was more profitable than the farmer's. It is concluded that the use of three SAD prototypes led to a more efficient late blight control than the one used by the farmer, so there are more economic advantages which allow reducing the environmental impact caused by late blight control.



## X. BIBLIOGRAFÍA

1. Andrade, H. (1998). Variedades de papa cultivadas en el Ecuador. Quito-Ecuador: INIAP-PNRT.
2. Andrade, J., & Forbes, G. (2006). Consideraciones prácticas para estimar la severidad de tizón tardío en follaje de papa bajo condiciones de campo. *Global Initiative Late Blight*. Consultado el 16 de octubre de 2013, Recuperado de <https://research.cip.cgiar.org/confluence/pages/viewpage.action?pageId=37192065>
3. Batista, D., Lima, M., Haddad, F., Maffia, L., & Mizubuti, E. (2006). Validation of decision support systems for tomato early blight and potato lateblight, under Brazilian conditions. *Crop Protection*. Consultado el 2 de noviembre de 2014. Recuperado de [http://www.researchgate.net/profile/Fernando\\_Haddad/publication/248416352\\_Validation\\_of\\_decision\\_support\\_systems\\_for\\_tomato\\_early\\_blight\\_and\\_potato\\_late\\_blight\\_under\\_Brazilian\\_conditions/links/54afe1370cf220c63ccdbf5a.pdf](http://www.researchgate.net/profile/Fernando_Haddad/publication/248416352_Validation_of_decision_support_systems_for_tomato_early_blight_and_potato_late_blight_under_Brazilian_conditions/links/54afe1370cf220c63ccdbf5a.pdf)
4. Cáceres, P., Pumisacho, M., Forbes, G., & Andrade-Piedra, J., (2007). Guía para facilitar el aprendizaje sobre el control del tizón tardío de la papa. Quito. Ecuador: CIP, INIAP, SENACYT.
5. Chehab, C., & Jácome, M. (junio, 2013). El cultivo de papa en Ecuador. Planes de mejora. Conferencia Magistral. V Congreso Ecuatoriano de la Papa. IV Congreso Iberoamericano sobre Investigación y Desarrollo en Papa. III Feria Expopapa.
6. Colcha, E. (2009). Evaluación del Impacto Ambiental de Tecnologías Para Producción de papa con Alternativas al Uso de Plaguicidas Peligrosos en Tiazo, San Vicente, Provincia de Chimborazo. (Tesis de grado, Ingeniero Agrónomo). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Ecuador.

7. Centro de Mejoramiento del Maíz y el Trigo. (1988). La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: Un manual metodológico de evaluación económica. Ciudad de México, México: CYMMYT.
8. EDIFARM CIA. (2013). Manual del Cultivo de Papa Paso a Paso. Quito, Ecuador: Publicaciones técnicas
9. Erwin, D., y Ribeiro, O. (1996). *Phytophthora Disease Worldwide*. USA: The American Phytopathological Society. (APS Press).
10. Federación Colombiana de Productores de Papa. (2014). Cultivo de Papa. Colombia. Consultado el 25 octubre de 2014. Recuperado de [http://www.fedepapa.com/?page\\_id=401](http://www.fedepapa.com/?page_id=401)
11. Fernández-Northcote, M., & Navia, O. (1999). Bases de las Estrategias de Control Químico del Tizón Tardío de la Papa Desarrolladas por PROINPA en Bolivia. *Revista Latinoamericana de la Papa*. 11(1). 1-25.
12. Gavillan, G., Surgeoner, G. y Kovach, J. (2001). Pesticide risk reduction on crops in the province of Ontario. *Environmental Quality*. s.e. 30. 798-813.
13. Instituto de Investigaciones Agropecuarias del Ecuador y Centro Internacional de la Papa. (2014) Taller de Estrategias sobre Manejo del Tizón Tardío de la Papa. Estación Santa Catalina. Quito, Ecuador.
14. Jaramillo, S. (2003). Monografía sobre *Phytophthora infestans*. Universidad Nacional de Colombia. Consultado el 2 de julio de 2013. Recuperado de <http://www.slideshare.net/johannaperezcandia/monografia-phytophthora>
15. Jimenes, M. (2012). Efectos del uso de plaguicidas químicos. Consultado el 21 diciembre de 2014. Recuperado de <http://efectosplaguicidas.blogspot.com/2012/09/impactoambiental-del-uso-de-plaguicidas.html>

16. Juárez, H. S.; Ávila, L. M., & Hijmans, R. J. (2003). Modelos de predicción del tizón tardío y el programa CASTOR 2.0. In Proceedings of the International Workshop Complementing Resistance to Late Blight (*Phytophthora Infestans*) in the Andes. Cochabamba, Bolivia: s.e.155pp
17. Kirk, W.; Wharton, P.; Hammerschmidt, R.; Firas Abu-EL.; Samen, F; & Douches, D. (2004). *Late Bling*. Department of Plant Pathology, Michigan State University. Extension bulletin. Michigan. USA: s.e
18. Kovach, J., Petzoldt, C., DegniL, J. y Tette, J. (1992). A method to measure the environmental impact of pesticides. New York's Food and Life Sciences Bulletin, 1-8 p.
19. Lucca, M., & Huarte, M. (2012). Avances en el Control de Tizón Tardío. Extraído del XXV Congreso Latinoamericano de la Papa. Consultado el 8 de julio de 2013. Recuperado de <http://www.dbbe.fcen.uba.ar/contenido/objetos/119058426AvancesenelcontroldeTizontardiodelapapaenArgentina.pdf>
20. Mancero, L. (2008). Estudio de la Cadena de la Papa en Ecuador. FAO-ESA/CIP. Consultado el 17 octubre de 2013. Recuperado de [http://www.fao.org/fileadmin/templates/esa/LISFAME/Documents/Ecuador/cadena\\_papa.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/templates/esa/LISFAME/Documents/Ecuador/cadena_papa.pdf)
21. Muhammetoglu, A. y Uslu, B. (2007). Application of environmental impact quotient model to Kumluca region, Turkey to determine environmental impact of pesticides. *Water Sciences & Technology*, 139-145.
22. Nuñez, C., Alba, A., & Galvis, I. (septiembre a octubre, 2014). Respuesta de tres variedades de papa a la aplicación de fosfitos como estrategia de manejo de tizón tardío. En memorias del XXVI Congreso bienal de la Asociación Latinoamericana de la Papa (ALAP) en Bogotá, Colombia

23. Olga, L (2011). Los plaguicidas y sus efectos sobre el medio ambiente. Libiquima. Facultad de Ingeniería. Argentina. Consultado el 17 de septiembre de 2014. Recuperado de [http://www.lareserva.com/home/plaguicidas\\_pesticidas\\_efectos\\_medio\\_ambiente](http://www.lareserva.com/home/plaguicidas_pesticidas_efectos_medio_ambiente)
24. Ortiz, O., Thiele, G., & Forbes, G. (2002). Conocimiento y prácticas del agricultor con relación al uso de fungicidas en el control del tizón tardío en los Andes. Memorias del Taller Internacional Complementando la Resistencia al Tizón. Consultado el 16 octubre de 2013. Recuperado de [https://research.cip.cgiar.org/confluence/download/attachments/37192020/1.6\\_Conocimiento\\_y\\_practicas\\_del\\_agricultor\\_en\\_relacion\\_al\\_uso\\_de\\_fungicidasOK.pdf?version=1&modificationDate=1273565161000](https://research.cip.cgiar.org/confluence/download/attachments/37192020/1.6_Conocimiento_y_practicas_del_agricultor_en_relacion_al_uso_de_fungicidasOK.pdf?version=1&modificationDate=1273565161000)
25. Pérez, W., Orrego, R.; Ortiz, O.; Forbes, G., & Andrade-Piedra, J. (septiembre a octubre, 2014). Herramienta de apoyo a la toma de decisiones para el manejo del tizón tardío diseñada para el uso de agricultores de subsistencia. En memorias del XXVI Congreso bienal de la Asociación Latinoamericana de la Papa (ALAP). Bogotá, Colombia.
26. Pérez, W., & Forbes, G. (2008). Manual Técnico: El tizón tardío de la papa. Perú: Publicaciones CIP.
27. Pumisacho, M., & Sherwood, S. (2002). El Cultivo de Papa en Ecuador. . Quito, Ecuador: INIAP. EE-SC.
28. Pumisacho, M y Velásquez, J. (2009). Manual de cultivo de Papa para Pequeños Productores. Quito-Ecuador: INIAP; COSUDE
29. Kromann, P.; Taípe, A., & Andrade-Piedra, J. (junio, 2013). El uso de fosfitos para el control del tizón tardío. En Memorias del V Congreso Ecuatoriano de la Papa. IV Congreso Iberoamericano sobre Investigación y Desarrollo en Papa y III Feria Expopapa. Riobamba, Ecuador.

30. Revelo, J., Andrade-Piedra, J., & Garcés, S. (junio, 1997). El tizón tardío o lancha de la papa problema permanente de los agricultores. En: Memorias del Curso Manejo integrado de las principales plagas y enfermedades del cultivo de papa. Quito, Ecuador: s.e.
31. Rivera, M. (2014). Consideraciones técnicas para el manejo integrado del tizón tardío de papa. La Lima, Honduras. Publicaciones Fundación Hondureña de Investigación Agrícola.
32. Schepers, H. (2001). Avances del control de Tizón Tardío en el Mundo. Memorias del XIX Congreso de la Asociación Latinoamericana de la Papa, Cuba, 14 p. Consultado el 10 de junio de 2013. Recuperado de [https://research.cip.cgiar.org/confluence/download/attachments/37192020/4.1\\_La\\_red\\_Europa\\_para\\_el\\_manejo\\_integrado\\_del\\_tizon\\_tardioOK.pdf?version=1&modificationDate=1273616172000](https://research.cip.cgiar.org/confluence/download/attachments/37192020/4.1_La_red_Europa_para_el_manejo_integrado_del_tizon_tardioOK.pdf?version=1&modificationDate=1273616172000)
33. Silva, S. (junio, 2012). Evaluación de la Resistencia a Tizón Tardío (*Phytophthora infestans*) en Seis Variedades y Diez Clones Promisorios de Papa, en Dos Localidades de la provincia de Chimborazo, Ecuador. (Tesis de grado, Ingeniero Agrónomo). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba. Ecuador.
34. Taípe, A., Forbes, G., & Andrade-Piedra, J. (junio, 2011). Estimación del nivel de susceptibilidad a *Phytophthora infestans* en genotipos de papa. En memorias del IV Congreso De la Papa, Guaranda, Ecuador.
35. Torres, H. (2002). Manual de las Enfermedades más Importantes de la Papa en el Perú. Centro Internacional de la Papa. Lima, Perú: s.e. 15-30 p.
36. Torres, L.; Taípe, H., & Andrade-Piedra, J. (2011). Manejo de Lancha. Centro Internacional de la Papa. Quito- Ecuador. Consultado el 12 agosto de 2013 Recuperado de <http://cipotato.org/es/cip-quito/informacion/inventario-de-tecnologias/manejo-de-lancha/>.

37. Trujillo, L. (2003). Desarrollo de marcadores SCAR Y CAPS en un QTL con efecto importante sobre la resistencia al tizón tardío de la papa.. Consultado el 15 de agosto 2014. Recuperado de [http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/tesis/basic/trujillo\\_lg/cap2.pdf](http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/tesis/basic/trujillo_lg/cap2.pdf).
  
38. Yuen, J., & Forbes, G. (2009). Estimating the Level of Susceptibility to *Phytophthora infestans* in potato genotypes. *Phytopathology*. Recuperado el 14 de junio de 2014, en: <http://apsjournals.apsnet.org/doi/pdfplus/10.1094/PHTO-99-6-0782>

**XI. ANEXOS**

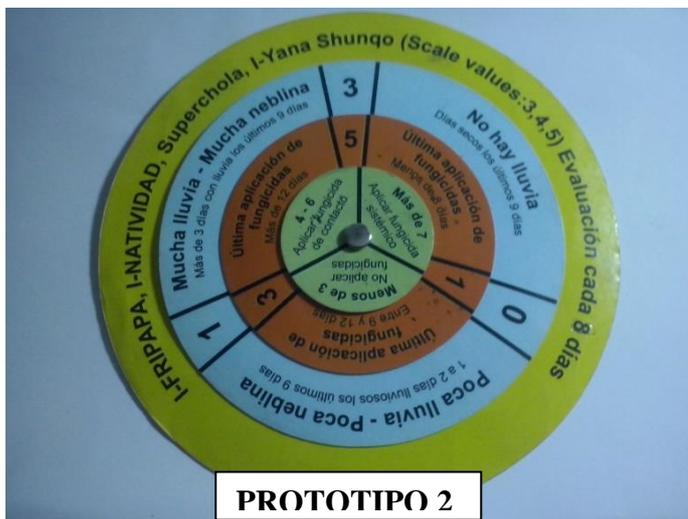
**Anexo 1.** Plano de distribución de tratamientos de validación de tres prototipos SAD para el control de tizón tardío en Tunshi, Chimborazo. 2014.



**Anexo 2.** Prototipos de sistemas de apoyo a la decisión validados para el control de tizón tardío en Tunshi, Chimborazo. 2014.



**PROTOTIPO 1**



**PROTOTIPO 2**



**PROTOTIPO 3**

**Anexo 3.** Análisis químico del suelo para el ensayo de validación de tres prototipos SAD en Tunshi, Chimborazo. 2014.

 <b>INIAP</b> <small>INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS</small>	<b>ESTACION EXPERIMENTAL "SANTA CATALINA"</b> <b>LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS</b> Km. 14 1/2 Panamericana Sur, Apdo. 17-01-340 Quito- Ecuador Telf.: 690-691/92/93 Fax: 690-693	
<b>REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS</b>		
<b>DATOS DEL PROPIETARIO</b> Nombre : LILIAN GAVILANEZ Dirección : CHIMBORAZO Ciudad : Teléfono : Fax :	<b>DATOS DE LA PROPIEDAD</b> Nombre : GRANJA EXPERIMENTAL TUNSHI Provincia : CHIMBORAZO Cantón : RIOBAMBA Parroquia : LICTO Ubicación :	
<b>DATOS DEL LOTE</b> Cultivo Actual : PAPÁ Cultivo Anterior : TRIGO Fertilización Ant. : Superficie : Identificación : MUESTRA 1	<b>PARA USO DEL LABORATORIO</b> N° Reporte : 31.788 N° Muestra Lab. : 94056 Fecha de Muestreo : 07/09/2013 Fecha de Ingreso : 09/09/2013 Fecha de Salida : 24/09/2013	

Nutriente	Valor	Unidad	INTERPRETACION
N	51.00	ppm	BAJO MEDIO ALTO
P	24.00	ppm	BAJO MEDIO ALTO
S	8.50	ppm	BAJO MEDIO ALTO
K	0.89	meq/100 ml	BAJO MEDIO ALTO
Ca	13.00	meq/100 ml	BAJO MEDIO ALTO
Mg	5.30	meq/100 ml	BAJO MEDIO ALTO
Zn	1.90	ppm	BAJO MEDIO ALTO
Cu	10.00	ppm	BAJO MEDIO ALTO
Fe	60.00	ppm	BAJO MEDIO ALTO
Mn	8.40	ppm	BAJO MEDIO ALTO
B	0.70	ppm	BAJO MEDIO ALTO TOXICO

pH	Valor	Interpretación
pH	7.45	Acido Lig. Acid. Práctic. Neutro Lig. Alc. Alcalino

Acidez Int. (Al+H)	Unidad	Interpretación
Al	meq/100 ml	ADECUADO LIGERAMENTE TOXICO TOXICO
Na	meq/100 ml	

CE	Unidad	Interpretación
CE	mmhos/cm	No Salino Lig. Salino Salino Muy Salino

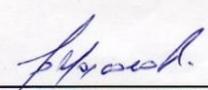
  

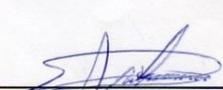
MO	Valor	Interpretación
MO	2.90 %	BAJO MEDIO ALTO

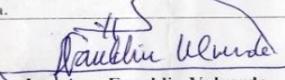
Ca	Mg	Ca+Mg	(meq/100ml)	%	ppm	Clase Textural			
Mg	K	K	Σ Bases	NTot	Cl	Arena	Limo	Arcilla	
2,5	6,0	20,6	19,2			36	54	10	Franco-Limoso

  
**RESPONSABLE LABORATORIO**

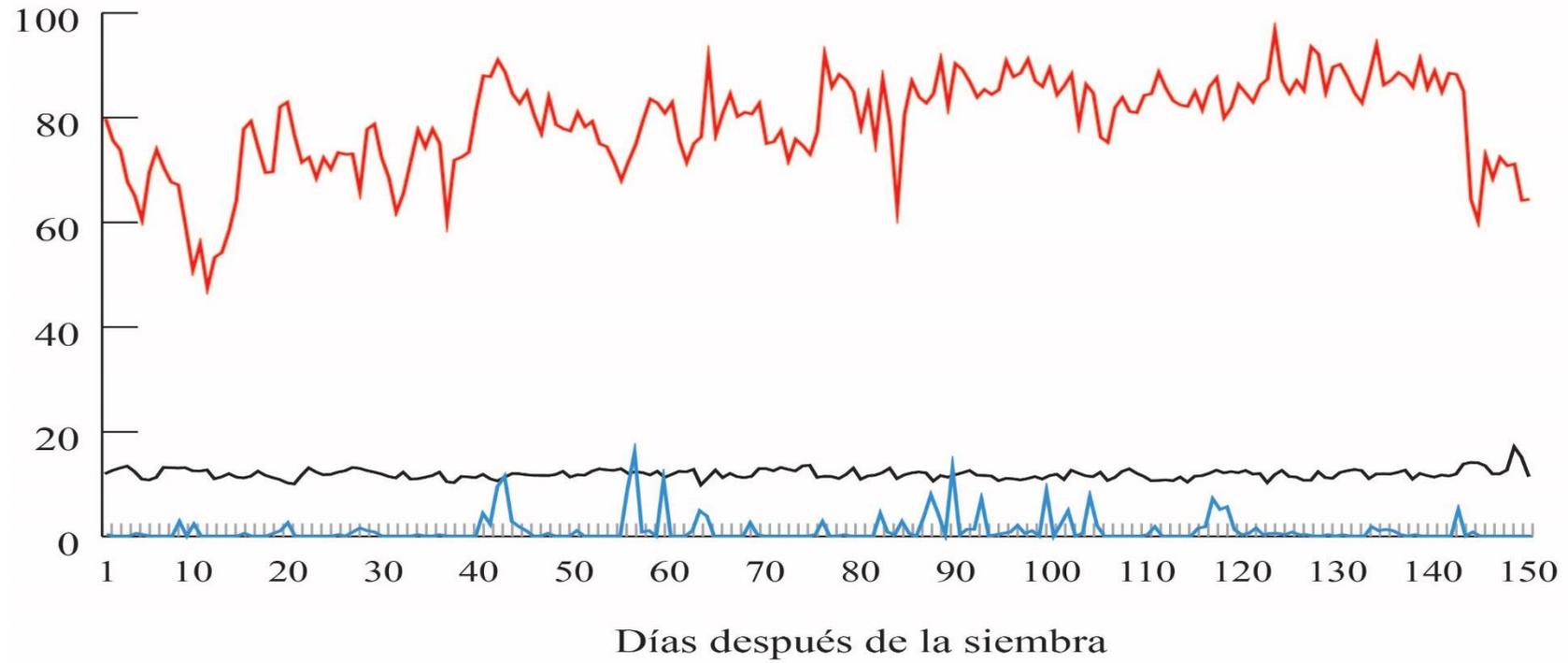
  
**LABORATORISTA**

**Anexo 4.** Recomendación de fertilización edáfica para el ensayo de validación de tres prototipos de SAD en Tunshi, Chimborazo. 2014.

 INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS		<b>ESTACION EXPERIMENTAL "SANTA CATALINA"</b> <b>LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS</b> Panamericana sur Km. 1. Apartado 17-01-340 Telefax: 2690-694 Email: dmsasc@iniapsc.gov.ec Quito-Ecuador						
<b>RECOMENDACIÓN DE FERTILIZACIÓN</b>								
Nombre del Propietario: LILIAN GAVILANEZ								
Fecha: 03 de octubre de 2013								
Muestra No.	Cultivo	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	S	Fertilizante Fuente	Cantidad Sacos/ha	FORMA Y EPOCA DE APLICACIÓN
		kg/ha						
94056 Muestra 1	PAPA	120	300	60	30	11-52-0 <sup>?</sup> Sulpomag <sup>↓</sup> Muriato de K Urea	11.5 ✓ 3.0 ✓ 1.0 ✓ 2.5 ✓	Aplicar todo el 11-52-0 y sulpomag a chorro continuo en el fondo del surco, tapar con una capa delgada de suelo y sembrar. El muriato de potasio y la urea aplicar 45 días después de la siembra, en banda lateral a 10 cm de las plantas e incorporar con el aporque.  Para corregir deficiencias de micronutrientes (Zn, Mn y B) aplicar abonos foliares en forma de quelatos.
<b>OBSERVACIONES:</b>								
La recomendación de fertilización se realiza en base al análisis químico del suelo, sin considerar la condición física y climática de la zona en cuestión, por lo tanto esta se constituye en una guía de fertilización que debe ser ajustada por el técnico de la zona.								
 Ing. Agr. Franklin Valverde <b>RESPONSABLE DE LA RECOMENDACIÓN</b>								

**Anexo 5.** Condiciones climáticas durante el proceso experimental de validación de tres prototipos SAD en Tunshi, Chimborazo. 2014.

### CLIMA DURANTE EL PROCESO EXPERIMENTAL



Promedio: 78.8 HR (%)

Promedio: 14.2 Temperatura (°C)

Acumulada: 223 Precipitación (mm)

**Anexo 6.** Porcentaje de emergencia en la validación de tres prototipos SAD para el control de tizón tardío en Tunshi, Chimborazo. 2014.

<b>Plot</b>	<b>Variedad</b>	<b>Estrategia</b>	<b>Rep.</b>	<b>Lectura 1 (15 dds<sup>1</sup>)</b>	<b>Lectura 2 (35 dds<sup>1</sup>)</b>
2	Victoria	Agricultor	1	38	95
9	Victoria	Agricultor	2	28	91
17	Victoria	Agricultor	3	45	92
21	Victoria	Agricultor	4	42	95
26	Victoria	SAD (verde)	1	53	94
31	Victoria	SAD (verde)	2	39	91
40	Victoria	SAD (verde)	3	49	97
44	Victoria	SAD (verde)	4	33	94
6	Libertad	Agricultor	1	40	98
12	Libertad	Agricultor	2	47	97
15	Libertad	Agricultor	3	41	98
24	Libertad	Agricultor	4	39	97
28	Libertad	SAD (verde)	1	49	97
33	Libertad	SAD (verde)	2	42	97
38	Libertad	SAD (verde)	3	42	95
47	Libertad	SAD (verde)	4	42	95
5	Natividad	Agricultor	1	35	98
11	Natividad	Agricultor	2	48	98
18	Natividad	Agricultor	3	35	94
22	Natividad	Agricultor	4	39	97
27	Natividad	SAD (amarillo)	1	48	97
32	Natividad	SAD (amarillo)	2	31	95
39	Natividad	SAD (amarillo)	3	43	98
48	Natividad	SAD (amarillo)	4	41	94
4	Fripapa	Agricultor	1	49	97
8	Fripapa	Agricultor	2	32	92
13	Fripapa	Agricultor	3	37	86
19	Fripapa	Agricultor	4	33	91

<sup>1</sup> Días después de la siembra (dds)

**Anexo 6.** (Continuación)

<b>Nº parcela</b>	<b>Variedad</b>	<b>Estrategia</b>	<b>Rep.</b>	<b>Lectura 1 (15 dds)</b>	<b>Lectura 2 (35 dds)</b>
30	Fripapa	SAD (amarillo)	1	32	94
36	Fripapa	SAD (amarillo)	2	38	92
41	Fripapa	SAD (amarillo)	3	41	94
43	Fripapa	SAD (amarillo)	4	38	94
29	Gabriela	SAD (rojo)	1	36	91
35	Gabriela	SAD (rojo)	2	39	98
37	Gabriela	SAD (rojo)	3	37	95
45	Gabriela	SAD (rojo)	4	37	92
3	Uvilla	Agricultor	1	16	68
10	Uvilla	Agricultor	2	18	75
14	Uvilla	Agricultor	3	35	71
23	Uvilla	Agricultor	4	18	71
25	Uvilla	SAD (rojo)	1	25	66
34	Uvilla	SAD (rojo)	2	21	88
42	Uvilla	SAD (rojo)	3	42	85
46	Uvilla	SAD (rojo)	4	22	95

<sup>1</sup> Días después de la siembra (dds)

**Anexo 7.** Severidad (AFA) en la validación de tres prototipos SAD en Tunshi, Chimborazo. 2014.

Parcela	Variedad	Estrategia	Fecha	20-dic-13	25-dic-13	29-dic-13	05-ene-14	06-ene-14	10-ene-14	12-ene-14	16-ene-14	18-ene-14	21-ene-14	24-ene-14	30-ene-14	01-feb-14	07-feb-14	15-feb-14	16-feb-14	18-feb-14	28-feb-14	06-mar-14	12-mar-14
			Rep.	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	Lec. 15	Lec. 16	Lec. 17	Lec. 18	Lec. 19	Lec. 20
1	Gabriela	Agricultor	1	0	0	0	0	0,1	0,1				0,5		0,5		1,0		10	30	50	60	
2	Victoria	Agricultor	1	0		0		0	0		0		0		0				0	0	0,1	0,1	
3	Uvilla	Agricultor	1	0	0	0	0	0,1	0,5				0,5		1		1		10	30	50	60	
4	Fripapa	Agricultor	1	0		0		0		0		0			0,1		0,5		0,1		0,5	1	5
5	Natividad	Agricultor	1	0		0		0		0		0			0,1		0,1		0,1		0,5	0,5	1
6	Libertad	Agricultor	1	0		0		0		0		0			0		0		0	0	0	0	
7	Gabriela	Agricultor	2	0	0	0	0		0		0,1			0,5		0,5		1		1	5	5	10
8	Fripapa	Agricultor	2	0		0		0		0		0			0		0		0,1		0,1	0,5	5
9	Victoria	Agricultor	2	0		0		0		0		0			0		0		0	0	0,1	0,1	
10	Uvilla	Agricultor	2	0	0	0	0		0,1		0,5			1		1		25		25	25	40	50
11	Natividad	Agricultor	2	0		0		0		0		0			0,1		0,1		0		0,1	0,5	1
12	Libertad	Agricultor	2	0		0		0		0		0			0		0		0	0	0	0	
13	Fripapa	Agricultor	3	0		0		0		0		0			0		0,1		0,1		0,5	5	5
14	Uvilla	Agricultor	3	0	0	0	0		0,5		0,5			0,5		1		5		10	30	50	50
15	Libertad	Agricultor	3	0		0		0		0		0			0		0		0	0	0	0	
16	Gabriela	Agricultor	3	0	0	0	0		0		0,1			0,5		0,5		1		10	10	25	25
17	Victoria	Agricultor	3	0		0		0		0		0			0		0			0,1	0	0	0,1
18	Natividad	Agricultor	3	0		0		0		0		0,1			0		0,1		0,1		0,1	0,5	0,5

Anexo 7. (Continuación)

Parcela	Variedad	Estrategia	Fecha	20-dic-13	25-dic-13	29-dic-13	05-ene-14	06-ene-14	10-ene-14	12-ene-14	16-ene-14	18-ene-14	21-ene-14	24-ene-14	30-ene-14	01-feb-14	07-feb-14	15-feb-14	16-feb-14	18-feb-14	28-feb-14	06-mar-14	12-mar-14
			Rep.	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	Lec. 15	Lec. 16	Lec. 17	Lec. 18	Lec. 19	Lec. 20
19	Fripapa	Agricultor	4	0		0		0		0		0			0		0,5		1		1	5	5
20	Gabriela	Agricultor	4	0	0	0	0				0,5			1		1		2		5	10	10	20
21	Victoria	Agricultor	4	0		0			0		0		0		0		0			0	0	0,1	0,1
22	Natividad	Agricultor	4	0		0		0		0		0			0		0		0,1		0,5	1	1
23	Uvilla	Agricultor	4	0	0	0	0		0,1		0,1			1		1		5		10	30	40	60
24	Libertad	Agricultor	4	0		0			0		0		0		0		0			0	0	0	0
25	Uvilla	SAD	1	0	0		0		0,1		0,5			0,5		0,1		0,1		0,5	0,5	0,5	1
26	Victoria	SAD	1	0		0			0		0		0,1		0		0,1			0	0	0	0
27	Natividad	SAD	1	0		0		0		0		0			0		0		0,1		0,1	0,1	0,5
28	Libertad	SAD	1	0		0					0		0		0		0			0	0	0	0
29	Gabriela	SAD	1	0	0	0	0		0		0,1			0,1		0,5		0,5		0,5	0,5	1	1
30	Fripapa	SAD	1	0		0		0		0		0			0		0		0,1		0,1	0,1	0,5
31	Victoria	SAD	2	0		0			0		0		0		0		0			0	0	0	0
32	Natividad	SAD	2	0		0		0		0		0,1			0		0,1		0,1		0,1	0,5	0,5
33	Libertad	SAD	2	0		0			0		0		0		0		0			0	0	0	0
34	Uvilla	SAD	2	0	0	0	0,1		1		5			5		1		1		1	0,5	0,5	0,5
35	Gabriela	SAD	2	0	0	0	0		0	0	0,1			0,1		0,5		1		1	0,5	0,5	0,5
36	Fripapa	SAD	2	0		0		0		0		0			0		0,1		0,1		0,5	0,5	0,1
37	Gabriela	SAD	3	0	0	0	0		0		1			1		0,5		0,5		0,1	0,1	0,1	0,1

Anexo 7. (Continuación)

Parcela	Variedad	Estrategia	Fecha																				
			Rep.	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	Lec. 15	Lec. 16	Lec. 17	Lec. 18	Lec. 19	Lec. 20
39	Natividad	SAD	3	0		0		0		0		0			0		0		0		0	0,1	0,1
40	Victoria	SAD	3	0		0			0		0		0		0		0		0		0	0	0
41	Fripapa	SAD	3	0		0		0		0		0			0		0,1		0,1		0,5	0,5	0,1
42	Uvilla	SAD	3	0	0	0	0,1		0,5	0,5	10			10		5		5		1	0,5	0,5	0,5
43	Fripapa	SAD	4	0		0		0		0		0			0		0,5		0,1		0,1	0,1	0
44	Victoria	SAD	4	0		0			0		0		0		0		0,1			0	0	0	0
45	Gabriela	SAD	4	0	0	0	0		0		0,5			0,5		0,1		0,1		0,1	0,5	0,5	0,5
46	Uvilla	SAD	4	0	0	0	0,5		10		25			25		10		10		5	5	1	1
47	Libertad	SAD	4	0		0			0		0		0		0		0			0	0	0	0,1
48	Natividad	SAD	4	0		0		0		0		0,1			0		0		0		0	0,1	0,1

**Anexo 8.** Área bajo la curva del progreso de la enfermedad en la validación de tres prototipos SAD en Tunshi, Chimborazo. 2014.

<b>Plot.</b>	<b>Variedad</b>	<b>Estrategia</b>	<b>Repetición</b>	<b>AUPDC</b>
2	Victoria	Agricultor	1	1,1
9	Victoria	Agricultor	2	1,1
17	Victoria	Agricultor	3	1,1
21	Victoria	Agricultor	4	1,1
26	Victoria	SAD (verde)	1	0
31	Victoria	SAD (verde)	2	0
40	Victoria	SAD (verde)	3	0
44	Victoria	SAD (verde)	4	0
6	Libertad	Agricultor	1	0.30
12	Libertad	Agricultor	2	0.30
15	Libertad	Agricultor	3	0.30
24	Libertad	Agricultor	4	0.30
28	Libertad	SAD (verde)	1	0
33	Libertad	SAD (verde)	2	0
38	Libertad	SAD (verde)	3	0
47	Libertad	SAD (verde)	4	0
5	Natividad	Agricultor	1	13,4
11	Natividad	Agricultor	2	8,75
18	Natividad	Agricultor	3	8,56
22	Natividad	Agricultor	4	14,55
27	Natividad	SAD (amarillo)	1	4,05
32	Natividad	SAD (amarillo)	2	8,2
39	Natividad	SAD (amarillo)	3	0,9
48	Natividad	SAD (amarillo)	4	1,8

**Anexo 8.** (Continuación)

<b>Plot.</b>	<b>Variedad</b>	<b>Estrategia</b>	<b>Repetición</b>	<b>AUPDC</b>
4	Fripapa	Agricultor	1	31,8
8	Fripapa	Agricultor	2	19,95
13	Fripapa	Agricultor	3	51,4
19	Fripapa	Agricultor	4	68,75
30	Fripapa	SAD (amarillo)	1	4,9
36	Fripapa	SAD (amarillo)	2	7,3
41	Fripapa	SAD (amarillo)	3	9,7
43	Fripapa	SAD (amarillo)	4	6,8
1	Gabriela	Agricultor	1	554,5
7	Gabriela	Agricultor	2	152
16	Gabriela	Agricultor	3	617,7
20	Gabriela	Agricultor	4	364
29	Gabriela	SAD (rojo)	1	30,05
35	Gabriela	SAD (rojo)	2	39,85
37	Gabriela	SAD (rojo)	3	26,3
45	Gabriela	SAD (rojo)	4	31,5
3	Uvilla	Agricultor	1	1304,75
10	Uvilla	Agricultor	2	1395,25
14	Uvilla	Agricultor	3	1268,75
23	Uvilla	Agricultor	4	1237,75
25	Uvilla	SAD (rojo)	1	34,5
34	Uvilla	SAD (rojo)	2	120,1
42	Uvilla	SAD (rojo)	3	245,35
46	Uvilla	SAD (rojo)	4	711,75

**Anexo 9.** Datos registrados de variables auxiliares para el cálculo de rendimiento por hectárea en la validación de tres prototipos SAD en Tunshi, Chimborazo. 2014.

Plot.	Variedad	Estrategia	Rep.	Parcela neta	Par. total	Parcela neta (Kg)			Parcela Total (Kg)		
				Plan.cos	Plan.cos	Comercial	Semilla	Desecho	Comercial	Semilla	Desecho
1	Gabriela	Agricultor	1	30	58	6,8	14,5	5,9	20,1	35,2	15,8
2	Victoria	Agricultor	1	32	63	23,9	17,6	6,9	47,5	29,3	12,2
3	Uvilla	Agricultor	1	29	59	4,2	5,1	3	10,9	13,3	8,3
4	Fripapa	Agricultor	1	32	61	18,1	17,4	2	34,9	31,8	3,6
5	Natividad	Agricultor	1	32	64	22,1	13,7	2,5	50,6	27,6	4,4
6	Libertad	Agricultor	1	31	62	38,1	12,5	4,9	58,5	32,4	11,2
7	Gabriela	Agricultor	2	32	63	13,8	18,9	10,7	26,1	41,5	21,2
8	Fripapa	Agricultor	2	31	61	24,6	13,6	2,2	38	31,6	4,7
9	victoria	Agricultor	2	31	61	17,5	14,7	6,9	41	23,2	10,9
10	Uvilla	Agricultor	2	29	58	3	6,5	6,4	7	14,1	11
11	Natividad	Agricultor	2	32	63	22,1	12,5	6,9	68,4	30,8	8,9
12	Libertad	Agricultor	2	31	62	41,2	15,4	3,1	75,2	32,2	9,2
13	Fripapa	Agricultor	3	30	60	18,8	17,5	3,4	39,8	34,8	6,7
14	Uvilla	Agricultor	3	28	59	4,4	6,5	5,2	9	13,6	10,8
15	Libertad	Agricultor	3	31	60	30,5	18	5,1	66,1	38,1	12,9
16	Gabriela	Agricultor	3	28	59	12,9	17,2	4,1	33,2	36,3	9,4
17	victoria	Agricultor	3	29	60	20	14,8	5,4	44,9	27,2	10,7
18	Natividad	Agricultor	3	29	60	28,7	15,5	2,6	56,9	33,8	4,6
19	Fripapa	Agricultor	4	29	59	21,7	13,9	1,5	39,7	29,4	2,9
20	Gabriela	Agricultor	4	31	61	13,3	17,5	6,7	25,3	39,5	15,5
21	victoria	Agricultor	4	29	61	23,2	14,2	7,4	53,4	25,8	12,2
22	Natividad	Agricultor	4	31	61	23,1	17,1	3,3	73,4	37,6	6
23	Uvilla	Agricultor	4	28	58	7,8	7,3	4,2	16,2	13,9	6,7
24	Libertad	Agricultor	4	33	64	37,9	17,5	5,6	69,5	34,6	11,9

## Anexo 9. (Continuación)

Plot.	Variedad	Estrategia	Rep.	Parcela neta	Parcela total	Parcela neta (Kg)			Parcela Total (Kg)		
				Plan.cos	Plan.cos	Comercial	Semilla	Desecho	Comercial	Semilla	Desecho
26	Victoria	SAD	1	30	62	30	20,2	6,7	47	29,4	12,8
27	Natividad	SAD	1	33	64	25,1	19,8	6,1	59,7	37,4	13,6
28	Libertad	SAD	1	33	64	38,2	25,3	5,3	70,2	44,5	8,7
29	Gabriela	SAD	1	32	64	19,1	14,8	6,2	53,1	43,6	11,6
30	Fripapa	SAD	1	32	64	33,7	9,9	1,2	63,1	26,9	2,8
31	Victoria	SAD	2	32	61	26	19,6	4,8	64	28,3	10,5
32	Natividad	SAD	2	31	62	24,6	13,3	4,6	74,3	35	10,5
33	Libertad	SAD	2	33	63	33	22,2	7,3	78,5	45	14,7
34	Uvilla	SAD	2	28	54	15,6	6,2	1,6	36,8	27,1	6,6
35	Gabriela	SAD	2	32	62	13,6	12,3	8	32,2	31,7	15,7
36	Fripapa	SAD	2	29	61	22,3	13,8	1	55,2	24,7	2,7
37	Gabriela	SAD	3	29	63	22,6	21,5	4,8	54,5	46,7	9,9
38	Libertad	SAD	3	31	62	36,1	17,3	6,4	75,9	31,5	12,2
39	Natividad	SAD	3	32	63	21,5	18,1	5,1	68,8	38,5	11,4
40	Victoria	SAD	3	31	62	33,1	15,7	6,7	70,4	32,1	10,8
41	Fripapa	SAD	3	32	62	31,9	12,6	1,6	60,5	22,7	3,8
42	Uvilla	SAD	3	29	57	11,2	9,4	2,4	24	18,1	5,2
43	Natividad	SAD	4	31	62	25,4	20,5	5,3	62,7	34,5	10,5
44	Libertad	SAD	4	32	63	29,2	20,4	9,8	58,4	36,6	16
45	Uvilla	SAD	4	27	57	14,9	7,9	2,4	30	16,5	6,1
46	Gabriela	SAD	4	31	62	17,7	8,6	3,1	31,6	27,2	8,4
47	Victoria	SAD	4	32	63	28	18	5,6	54,4	37,3	12,6
48	Fripapa	SAD	4	32	64	24,4	17	1,6	44,8	30,6	2,8

**Anexo 10.** Rendimiento total y ajustado (t/ha) por hectárea en tres experimentos simultáneos en la validación de tres prototipos SAD en Tunshi, Chimborazo. 2014.

<b>Variedad</b>	<b>Estrategia</b>	<b>Repetición</b>	<b>Rendimiento total (T/ha)</b>	<b>Rendimiento ajustado (T/ha)</b>
Fripapa	Agricultor	1	33.42	30.08
Fripapa	Agricultor	2	36.00	32.40
Fripapa	Agricultor	3	35.38	31.84
Fripapa	Agricultor	4	33.06	29.75
Fripapa	SAD (amarillo)	1	39.92	35.93
Fripapa	SAD (amarillo)	2	33.06	29.75
Fripapa	SAD (amarillo)	3	41.08	36.97
Fripapa	SAD (amarillo)	4	38.32	33.49
Gabriela	Agricultor	1	24.24	21.81
Gabriela	Agricultor	2	38.68	34.81
Gabriela	Agricultor	3	30.48	27.43
Gabriela	Agricultor	4	33.42	30.08
Gabriela	SAD (rojo)	1	35.73	32.16
Gabriela	SAD (rojo)	2	30.21	27.19
Gabriela	SAD (rojo)	3	43.58	39.22
Gabriela	SAD (rojo)	4	26.20	23.58
Libertad	Agricultor	1	49.46	44.51
Libertad	Agricultor	2	53.20	47.88
Libertad	Agricultor	3	47.77	42.99
Libertad	Agricultor	4	54.36	48.93
Libertad	SAD (verde)	1	61.31	55.18
Libertad	SAD (verde)	2	55.70	50.13
Libertad	SAD (verde)	3	53.29	47.96
Libertad	SAD (verde)	4	52.94	47.64

**Anexo 10.** (Continuación)

<b>Variedad</b>	<b>Estrategia</b>	<b>Repetición</b>	<b>Rendimiento neto (T/ha)</b>	<b>Rendimiento ajustado (T/ha)</b>
Uvilla	Agricultor	1	10.96	98.66
Uvilla	Agricultor	2	14.17	12.75
Uvilla	Agricultor	3	14.34	12.91
Uvilla	Agricultor	4	17.20	15.48
Uvilla	SAD (rojo)	1	21.56	19.41
Uvilla	SAD (rojo)	2	20.85	18.77
Uvilla	SAD (rojo)	3	20.49	18.44
Uvilla	SAD (rojo)	4	22.45	20.21
Victoria	Agricultor	1	43.13	38.82
Victoria	Agricultor	2	34.84	31.36
Victoria	Agricultor	3	35.82	32.24
Victoria	Agricultor	4	39.92	35.93
Victoria	SAD (verde)	1	50.71	45.64
Victoria	SAD (verde)	2	44.91	40.42
Victoria	SAD (verde)	3	49.46	44.51
Victoria	SAD (verde)	4	45.98	41.39
Natividad	Agricultor	1	34.13	30.72
Natividad	Agricultor	2	36.98	33.28
Natividad	Agricultor	3	41.71	37.54
Natividad	Agricultor	4	38.77	34.89
Natividad	SAD (amarillo)	1	45.45	40.90
Natividad	SAD (amarillo)	2	37.87	34.09
Natividad	SAD (amarillo)	3	39.83	35.85
Natividad	SAD (amarillo)	4	45.63	41.06

**Anexo 11.** Coeficiente de Impacto Ambiental de los diferentes pesticidas usados en la validación de tres prototipos SAD en Tunshi, Chimborazo. 2014.

<b>Ingrediente activo</b>	<b>CIA total</b>
<b>INSECTICIDAS</b>	
Acefato	24.88
Tiamethoxam	33.30
Lambdacialotrina	44.17
Profenofos	59.53
Deltametrina	28.38
<b>FUNGICIDAS</b>	
Folpet	31.73
Propineb	16.9
Cymoxanil	35.48
Mancoceb	25.72
Metalaxil	19.07
Propamocarb	23.89
Dimetomorf	24.01
Fosetil Aluminio	12
Cloratalonil	37.42
Fosfito de potasio	7.33

**Anexo 12.** Datos de evaluaciones y toma de decisiones según el sistema de apoyo a la toma de decisiones "SAD" para la aplicación de fungicidas en Tunshi, Chimborazo. 2014.

Evaluación	Fecha	I-Gabriela, Uvilla - (> 6)				Fecha	I-Natividad, I-Fripapa - (3 - 6)				Fecha	Libertad, I-Victoria - (0 - 3)			
		días de lluvia	Última aplic.	total	aplicación de:		días de lluvia	Última aplic.	total	aplicación de:		días de lluvia	Última aplic.	total	aplicación de:
Inicio	13/12/2013	-	-	-	contacto	13/12/2013	-	-	-	Contacto	13/12/2013	-	-	-	Contacto
1°	18/12/2013	0	5	5	Contacto	03/01/2014	3	2	5	Contacto	03/01/2014	0	5	5	Contacto
2°	25/12/2013	0	5	5	Contacto	12/01/2014	3	3	6	Contacto	13/01/2014	2	3	5	Contacto
3°	10/01/2014	5	5	10	Sistémico	21/01/2014	1	3	4	Contacto	23/01/2014	1	3	4	Contacto
4°	17/01/2014	2	3	5	Sistémico	30/01/2014	1	3	4	Contacto	07/02/2014	1	3	4	Contacto
5°	25/01/2014	3	2	5	Contacto	07/02/2014	1	3	4	Contacto	18/02/2014	1	3	4	Contacto
6°	01/02/2014	3	2	5	Contacto	16/02/2014	1	3	4	Contacto	01/03/2014	2	3	5	Contacto
7°	08/02/2014	3	2	5	Contacto	25/02/2014	1	3	4	Contacto					
8°	15/02/2014	3	2	5	Contacto	06/03/2014	3	3	6	Contacto					
9°	22/02/2014	3	2	5	Sistémico	15/03/2014	1	3	4	Contacto					
10°	01/03/2014	5	3	8	Sistémico	24/03/2014	1	3	4	Contacto					
11°	08/03/2014	5	3	8	Sistémico										
12°	15/03/2014	5	3	8	Sistémico										
13°	31/03/2014	5	3	8	Sistémico										
<b>Total</b>		<b>13</b>				<b>Total</b>	<b>10</b>				<b>Total</b>	<b>6</b>			

**Anexo 13.** Tasa de Impacto Ambiental de la aplicación de fungicidas en la validación del prototipo SAD (verde) en Tunshi, Chimborazo. 2014.

<b>DDS<sup>1</sup></b>	<b>Aplicación</b>	<b>Producto</b>	<b>Dosis producto comercial ( Kg-L/ha)</b>	<b>Ingrediente activo</b>	<b>Concentración i.a (%)</b>	<b>CIA</b>	<b>Impacto Ambiental</b>
29	1	Daconil 720	0.375	Cloratalonil	72	37.42	10.1
50	2	Antracol 70	0.5	Propineb	70	16.9	5.9
60	3	Daconil 720	0.375	Ploratalonil	72	37.42	10.1
70	4	Antracol 70	0.5	Propineb	70	16.9	5.9
85	5	Daconil 720	0.375	Cloratalonil	72	37.42	10.1
96	6	Antracol 70	0.5	Propineb	70	16.9	5.9
<b>Total</b>							<b>48.1</b>

<sup>1</sup> Días después de la siembra

**Anexo 14.** Tasa de Impacto Ambiental de la aplicación de fungicidas la validación del prototipo SAD (amarillo) en Tunshi, Chimborazo. 2014.

<b>DDS</b>	<b>Aplicación</b>	<b>Producto</b>	<b>Dosis producto comercial ( Kg-L/ha)</b>	<b>Ingrediente activo</b>	<b>Concentración i.a (%)</b>	<b>CIA</b>	<b>Impacto Ambiental</b>
29	1	Daconil 720	0.375	Cloratalonil	72	37.42	10.1
50	2	Antracol 70	0.5	Propineb	70	16.9	5.9
59	3	Daconil 720	0.375	Cloratalonil	72	37.42	10.1
68	4	Antracol 70	0.5	Propineb	70	16.9	5.9
77	5	Daconil 720	0.375	Cloratalonil	72	37.42	10.1
85	6	Antracol 70	0.5	Propineb	70	16.9	5.9
94	7	Daconil 720	0.375	Cloratalonil	72	37.42	10.1
103	8	Antracol 70	0.5	Propineb	70	16.9	5.9
112	9	Daconil 720	0.375	Cloratalonil	72	37.42	10.1
121	10	Antracol 70	0.5	Propineb	70	16.9	5.9
<b>Total</b>							80.1

<sup>1</sup> Días después de la siembra

**Anexo 15.** Tasa de Impacto Ambiental de la aplicación de fungicidas en la validación del prototipo SAD (rojo) en Tunshi, Chimborazo. 2014.

DDS	Aplicación	Producto	Dosis producto comercial ( Kg-L/ha)	Ingrediente activo	Concentración i.a (%)	CIA	Impacto Ambiental
29	1	Daconil 720	0.375	Cloratalonil	72	37.42	10.1
41	2	Antracol 70	0.5	Propineb	70	16.9	5.9
50	3	Daconil 720	0.375	Cloratalonil	72	37.42	10.1
57	4	Glass K	1	Fosfito de potasio	50	7.33	3.7
64	5	Forum	0.12	Dimetomorf	50	24.01	1.4
72	6	Antracol 70	0.5	Propineb	70	16.9	5.9
79	7	Daconil 720	0.375	Cloratalonil	72	37.42	10.1
86	8	Antracol 70	0.5	Propineb	70	16.9	5.9
93	9	Glass K	1	Fosfito de potasio	50	7.33	3.7
100	10	Glass K	1	Fosfito de potasio	50	7.33	3.7
107	11	Dovex	0.5	Propamocarb	72	23.89	8.6
114	12	Forum	0.12	Dimetomorf	50	24.01	1.4
129	13	Glass K	1	Fosfito de potasio	50	7.33	3,7
<b>Total</b>							<b>74.2</b>

<sup>1</sup> Días después de la siembra

**Anexo 16.** Tasa de Impacto Ambiental de fungicidas aplicados por el agricultor local en validación tres prototipos SAD en Tunshi, Chimborazo. 2014.

<b>DDS</b>	<b>Aplicación</b>	<b>Producto</b>	<b>Dosis producto comercial ( Kg-L/ha)</b>	<b>Ingrediente activo</b>	<b>Concentración (%)</b>	<b>CIA</b>	<b>Impacto Ambiental</b>
21	1	Folpan	2.5	Folpet	80	31.73	63.5
30	2	Fitoraz	2	Propineb	70	16.9	23.7
			2	Cymoxanil	6	35.48	4.3
42	3	Sanacor	2.5	Mancoceb	64	25.72	41,2
			2.5	Metalaxil	8	19.07	3.8
59	4	Metarranch	2.5	Mancoceb	48	25.72	30.9
			2.5	Metalaxil	10	19.07	4.8
74	5	Centauro	2	Matalaxil	15	19.07	5.7
			2	Propamocarb	10	23.89	4.8
85	6	Positron	2.5	Mancoceb	60.3	19.07	28.7
			2.5	Dimetomorf	9.1	24.01	5.5
105	7	Rodax	2.5	Mancoceb	35	19.07	16.7
			2.5	Fosetil Aluminio	35	12	10.5
118	8	Hunter	2	Mancoceb	60.3	19.07	23.0
			2	Dimetomorf	9.1	24.01	4.4

<b>Total</b>	<b>271,2</b>
--------------	--------------

<sup>1</sup> Días después de la siembra

**Anexo 17.** Aplicaciones de insecticidas en la validación tres prototipos SAD en Tunshi, Chimborazo. 2014.

<b>INSECTICIDAS- AGRICULTOR</b>							
<sup>1</sup> DSS	Aplicación	Producto	Producto comercial ( Kg-L/ha)	Ingrediente activo	Concentración (%)	CIA	Impacto Ambiental (TIA)
42	1	Trofeo	0,6	Acefato	75	24,88	11,2
59	2	Forte	1	Deltametrina	2,5	28,38	0,7
74	3	curacron	1	Profenofos	50	59,53	29,8
85	4	trofeo	0,6	Acefato	75	24,88	11,2
105	5	Forte	1	Deltametrina	2,5	28,38	0,7
						<b>Total</b>	<b>101,0</b>
<b>INSECTICIDAS - SAD</b>							
DSS	Aplicación	Producto	Dosis producto comercial ( Kg-L/ha)	Ingrediente activo	Concentración (%)	CIA	Impacto Ambiental (TIA)
20	1	Olate	0,6	Acefato	75	24,88	11,2
35	2	Engeo	0,5	Tiamethoxam	14,1	33,3	2,3
				Lambdacialotrina	10,6	44,17	2,3
	3	Curacrón	1	profenofos	50	59,53	29,8
50	4	Decis	1	Deltametrina	2,5	28,38	0,7
64	5	Engeo	0,5	Tiametoxam	14,1	33,3	2,3
				Lambdacialotrina	10,6	44,17	2,3
72	6	Decis	1	Deltametrina	2,5	28,38	0,7
93	7	Olate	0,6	Acefato	75	24,88	11,2
						<b>Total</b>	<b>63,0</b>

<sup>1</sup> Días después de la siembra

**Anexo 18.** Beneficio bruto en la validación de tres prototipos SAD para el control de tizón tardío Tunshi, Chimborazo. 2014.

EXPERIMENTO	VARIEDAD	ESTRATEGIA	RENDIMIENTO (T/ha)	<sup>1</sup> PRECIO VENTA (Categorías)			BENEFICIO BRUTO (USD)
				Primera (USD/qq)	Segunda (USD/qq)	Tercera (USD/qq)	
Experimento 1	Victoria	SAD (verde)	42,20	15	15	8	16551
	Victoria	Agricultor	37,90	15	15	8	13116
	Libertad	SAD (verde)	55,81	15	12	8	15101
	Libertad	Agricultor	51,20	15	12	8	13826
Experimento 2	Natividad	SAD (amarillo)	21,34	15	11	8	10970
	Natividad	Agricultor	14,17	15	11	8	9832
	Fripapa	SAD (amarillo)	38,10	20	15	9	13558
	Fripapa	Agricultor	34,93	20	15	9	12487
Experimento 3	Gabriela	SAD (rojo)	33,93	20	15	9	11809
	Gabriela	Agricultor	31,71	20	15	9	11192
	Uvilla	SAD (rojo)	47,77	12	11	7	4401
	Uvilla	Agricultor	38,43	12	11	7	2625

<sup>1</sup> Mercado Mayorista de Riobamba

**Anexo 19.** Costos que varían en la validación de tres prototipos SAD para el control de tizón tardío en Tunshi, Chimborazo. 2014.

COSTOS QUE VARIAN	EXPERIMENTO 1				EXPERIMENTO 2				EXPERIMENTO 3			
	LIBERTAD		I-VICTORIA		I-NATIVIDAD		I-FRIPAPA		I-GABRIELA		UVILLA	
	(VES= 1)		(VES= 2)		(VES= 4)		(VES= 4)		(VES= 8)		(VES= 10)	
	SAD (verde)	Agricultor	SAD (verde)	Agricultor	SAD (amarillo)	Agricultor	SAD (amarillo)	Agricultor	SAD (rojo)	Agricultor	SAD (rojo)	Agricultor
Semilla (USD)	578	578	848	848	578	578	1 079	1 079	694	694	462	462
Fungicidas (USD)	116	699	116	699	179	699	179	699	279	699	279	699
Jornales (USD)	83	278	83	278	153	273	153	273	230	273	230	273
<b>Total (USD)</b>	<b>694</b>	<b>1277</b>	<b>964</b>	<b>1547</b>	<b>757</b>	<b>1 277</b>	<b>1 778</b>	<b>1 778</b>	<b>973</b>	<b>1 393</b>	<b>741</b>	<b>1 161</b>

<sup>1</sup> Valor es en la escala de susceptibilidad a *Phytophthora infestans*

**Anexo 20.** Costos de fungicidas de la estrategia del agricultor en la validación de tres prototipos SAD en Tunshi, Chimborazo. 2014.

N° aplicaciones	Producto	Volumen usado (L)	Dosis (ml-gr/L)	V (L/ha) mezcla	Volumen p.c (L-Kg)/ha	Costo (Kg-L)	USD/ha	USD total aplic./ha
1	Curacron	35	1.2	350	0.42	22.00	9.24	48.58
	Forte		1		0.35	21.41	7.49	
	Folpan		2.5		0.88	11.20	9.80	
	Rizum		5		1.75	12.60	22.05	
2	Sharfip	40	1.2	400	0.48	58.00	27.84	76.64
	Trofeo		1		0.40	17.25	6.90	
	Stimufol		5		2.00	9.25	18.50	
	Fitoraz		2.5		1.00	22.00	22.00	
	Activ		1		0.40	3.50	1.40	
3	Curacron	50	1	500	0.50	22.00	11.00	59.93
	Grow combi		1		0.50	6.10	3.05	
	Evergreen		2.5		1.25	24.30	30.38	
	Sanacor		2.5		1.25	11.00	13.75	
	Activ		1		0.50	3.50	1.75	
4	Metarranch	50	2.5	500	1.25	22.60	28.25	57.00
	Activ		1		0.50	3.50	1.75	
	Vitalex		5		2.50	10.80	27.00	

**Anexo 20.** (Continuación)

N° aplicaciones	Producto	Volumen usado (L)	Dosis (ml-gr/L)	V (L/ha) mezcla	Volumen p.c (L-Kg)/ha	Costo (Kg-L)	USD/ha	USD total aplic./ha
5	Recio	80	2.50	800	2	12.00	24.00	40.80
	Activ		1		0.8	3.75	3.00	
	Trofeo		1		0.8	17.25	13.80	
6	Engro k	100	5	1000	5	4.00	20.00	167.00
	Bioforte		5		5	8.00	40.00	
	Curacron		1.20		1.2	22.00	26.40	
	Positron		3		3	25.70	77.10	
	Activ		1		1	3.50	3.50	
7	Activ	100	1	1000	1	3.50	3.50	104.25
	Trofeo		1		1	17.25	17.25	
	Rodax		2.50		2.5	23.10	57.75	
	Caboron		2.50		2.5	10.30	25.75	
8	Bonanza	100	5	1000	5	8.50	42.50	144.50
	Surfare		1		1	16.50	16.50	
	Hunter		3		3	28.50	85.50	
<b>TOTAL</b>				<b>5550</b>				<b>699</b>

**Anexo 21.** Cálculo de costos de fungicidas en la validación del prototipo SAD (verde) en Tunshi, Chimborazo. 2014.

N° aplicaciones	Producto	Volumen usado (l)	Dosis (ml-gr/L)	V (l/ha)	Volumen (l-Kg)/ha	Costo (Kg-l)	USD/ha	Total (USD/ha)
1	Daconil 720	10	2	100	0.20	16.50	3.30	5.40
	Indicate		1		0.10	10.50	1.05	
	Engeo		1		0.10	10.50	1.05	
2	Antracol 70	15	2	150	0.30	15.20	4.56	12.08
	Algicrop		2		0.30	19.80	5.94	
	Indicate		1		0.15	10.50	1.58	
3	Daconil 720	25	2	250	0.50	16.50	8.25	16.38
	Curacron		1		0.25	22.00	5.50	
	Indicate		1		0.25	10.50	2.63	
4	Antracol 70	35	2	350	0.70	15.20	10.64	19.32
	Oligomix		1		0.25	20.00	5.00	
	Indicate		1		0.35	10.50	3.68	
5	Daconil 720	40	2	400	0.80	16.50	13.20	26.78
	Lamda		2		0.70	13.40	9.38	
	Indicate		1		0.40	10.50	4.20	
6	Antracol 70	40	2	400	0.80	15.20	12.16	36.03
	Agrok		5		2.00	10.00	20.00	
	Indicate		1		0.40	10.50	4.20	
<b>TOTAL</b>				<b>1650</b>				<b>116.31</b>

**Anexo 22.** Cálculo de costos de fungicidas en la validación del prototipo SAD (amarillo) para en Tunshi, Chimborazo. 2014.

Nº aplicaciones	Producto	Volumen usado (L)	Dosis (ml-gr/L)	V (L/ha)	Volumen (L-Kg)/ha	Costo (Kg-L)	USD/ha	Total (USD /ha)
1	daconil 720	10	2	100	0.2	16.50	3.30	5,40
	Engeo		1		0.10	10.50	105	
	Indicate		1		0.1	10.50	1.05	
2	antracol 70	15	2	150	0.3	15.20	4.56	12,08
	Algicrop		2		0.30	19.80	5.94	
	Indicate		1		0.15	10.50	1.58	
3	daconil 720	25	2	250	0.5	16.50	8.25	16,38
	Curacron		1		0.25	22.00	5.50	
	Indicate		1		0.25	10.50	2.63	
4	antracol 70	25	2	250	0.5	15.20	7.60	15,23
	Oligomix		1		0.25	20.00	5.00	
	Indicate		1		0.25	10.50	2.63	
5	daconil 720	35	2	350	0.7	16.50	11.55	21,93
	Lamda		2		0.50	13.40	6.70	
	Indicate		1		0.35	10.50	3.68	
6	antracol 70	35	2	350	0.7	15.20	10.64	14,32
	Indicate		1		0.35	10.50	3.68	
7	daconil 720	40	2	400	0.8	16.50	13.20	17,40
	Indicate		1		04	10.50	4.20	
8	antracol 70	40	2	400	0.8	15.20	12.16	16,36
	Indicate		1		0.4	10.50	4.20	
9	daconil 720	40	2	400	0.8	16.50	13.20	37,40
	Agrok		5		2.00	10.00	20.00	
	Indicate		1		0.4	10.50	4.20	
10	Dovex	40	2	400	1	18.00	18.00	22,20
	Indicate		1		0.4	10.50	4.20	
<b>TOTAL</b>				<b>3050</b>				<b>178.68</b>

**Anexo 23.** Cálculo de costo de fungicidas en la validación del prototipo SAD (rojo) en Tunshi, Chimborazo. 2014.

Nº aplicaciones	Producto	Volumen usado (L)	Dosis (ml/L)	V (L/ha)	Volumen p.c (L-Kg)/ha	Costo (Kg-L)	USD/ha	Total (USD/ha)
1	Daconil	10	2	100	0.2	16.50	3.30	5.40
	Engeo		1		0.10	10.50	1.05	
	Indicate		1		0.1	10.50	1.05	
2	Antracol 70	10	2	100	0.2	15.20	3.04	4.09
	Indicate		1		0.1	10.50	1.05	
3	Daconil 720	15	2	150	0.3	16.50	4.95	12.47
	Algicrop		2		0.30	19.80	5.94	
	Indicate		1		0.15	10.50	1.58	
4	Glass K	15	2,5	150	0.38	16.40	6.15	11.03
	Curacron		1		0.15	22.00	3.30	
	Indicate		1		0.15	10.50	1.58	
5	Forum	25	0,6	250	0.15	27.60	4.14	9.77
	Oligomix		1		0.15	20.00	3.00	
	Indicate		1		0.25	10.50	2.63	
6	Antracol	25	2	250	0.5	15.20	7.60	10.23
	Indicate		1		0.25	10.50	2.63	

Anexo 23. (Continuación).

Nº aplicaciones	Producto	Volumen usado (L)	Dosis (ml/L)	V (L/ha)	Volumen p.c (L-Kg)/ha	Costo (Kg-L)	USD/ha	Total (USD/ha)
7	daconil 720	35	2	350	0,7	16.50	11.55	24.61
	Lamda		2		0,70	13.40	9.38	
	Indicate		1		0,35	10.50	3.68	
8	antracol 70	35	2	350	0,7	15.20	10.64	14.32
	indicate		1		0,35	10.50	3.68	
9	Glass K	50	2,5	500	1,25	16.40	20.50	25.75
	indicate		1		0,5	10.50	5.25	
10	Glass K	60	5	600	3	16.40	49.20	85.50
	agrok		5		3,00	10.00	30.00	
	indicate		1		0,6	10.50	6.30	
11	Dovex	80	2	800	1,6	18.00	28.80	37.20
	indicate		1		0,8	10.50	8.40	
12	Forum	60	0,6	600	0,36	27.60	9.94	16.24
	indicate		1		0,6	10.50	6.30	
13	Dovex	40	2,5	400	1	18.00	18.00	22.20
	indicate		1		0,4	10.50	4.20	
<b>TOTAL</b>				<b>3050</b>				<b>178.68</b>

**Anexo 24.** Aplicaciones de fungicidas realizadas por el agricultor en la validación de tres prototipos SAD para el control del tizón tardío.

Fecha	Actividad	Producto	Ingr. Activo	Dosis (ml/20l)	Dosis (gr o ml/l)	Cantidad (l)	Observaciones
14/11/2013	Fertilización base						Se aplicó 121 Kg 18-46-00; 25 Kg sulphomac y 9 Kg KCL en todo experimento.
05/12/2013	Control pulguilla	Curacron	Profenofos	20	1,2 ml	35	Usó bomba a mochila, 40 lts.
	Enraizar	Rizum	Enraizador	100	5 ml		
	Control trozador	Forte	Deltametrina	20	1 ml		
	Fertilización foliar	Solucat	15-52-18+ME	100 gr	5 gr		
	Control lancha	Folpan	Folpet	50 gr	2,5		
14/12/2013	control pulguilla	Sharfip	Fipronil	24	1,2	40	Usó 2 bombas (mochila); combina sharfip y trofeo
		Trofeo	Acefato	20	1 gr		
	Bioestimulante	Bioforte	Aminoacidos	100	5		
	Fertilización foliar	Stimufol	Macro y microelementos	100 gr	5 gr		
	Regular pH	indicate	Ac. fósforico	20	1		
	Control lancha	Fitoraz	Propineb + Cymoxanil	50	2,5 ml		
26/12/2013	Control polilla y pulguilla	Curacron	profenofos	20	1 ml	50	Uso bomba a motor
	bioestimular	Bayfolan	nutrientes	100	5		
	Fertilización foliar	Grow combi	microelementos	20	1		
	Bioestimular	Evergreen	nutrientes+ hormonas	50	2,5		
	control lancha	Recio	Mancoceb + Cymoxanil	50	2,5 gr		
		Dovex	Propamocarb	20	1		
	Coadyuvante	Activ	Ac. Fenólicos	20	1		

**Anexo 24.**(Continuación).

Fecha	Actividad	Producto	Ingr. Activo	Dosis (ml/20l)	Dosis (gr o ml/ l)	Cantidad (l)	Observaciones
12/01/2014	Control lancha	Metarranch	Metalaxil +	50	2,5 ml	50	Uso bomba a motor
			Mancoceb				
	Trips, pulguilla	Curafeno	Profenofos	20	1 ml		
	fertilizante foliar	Vitalex	Bioestimulante	100	5 ml		
27/01/2014	Control lancha	Recio	Cimoxanil+	50	2,5 ml	80	Uso bomba a motor
			Mancoceb				
	Trips, pulguilla	Trofeo	Acefato	20	1 ml		
	Fertilizante foliar	agrostemin	Bbioestimulante	100	5 ml		
07/02/2014	Fertilizante foliar	Engro k	Alto en potasio	100	5 gr	100	
		Bioforte	Aminoacidos	100	5 ml		
	Control lancha	Positron	Iprovalicarb + mancoceb	60	3 gr		
	Coadyuvante	Activ	Ac.fenolicos	20	1 ml		
28/02/2014	control insectos	Trofeo	Acefato	20	1 gr	100	Uso bomba a motor
	control lancha	Rodax	Fosetyl de Al + Mancoceb	50	2,5 gr		
	Fertilizacion foliar	Caboron	Ac. Borico	50	2,5 ml		
		Bonanza	Fosforo y potasio	100	5 gr		
	Coadyuvante	Activ	Ac.fenolicos	20	1 ml		
12/03/2014	Regular pH	surfare	Ac. Fenolicos	25	1 ml	100	Ultima aplicación que realizó
	Control lancha	hunter	Dimetomorf + Mancoceb	60	3 gr		
	Fertilizacion foliar	kelik potasio	Potasio liquido	100	5 ml		

**Anexo 25.** Aplicaciones de fungicidas con los prototipos SAD validados para el control del tizón tardío en Tunshi, Chimborazo. 2014.

Fecha	Actividad	Producto	Ingr. Activo	Dosis (ml/20l)	Dosis (ml/l)	Cantidad (l)	Observaciones
11/12/2013	Control pulguilla	Sharfip	Fipronil	25	1,2ml	40	Se aplicó a toda la parcela experimental
	Fertilizante foliar	quimifol 680	alto en fosforo	100	5gr		
13/12/2013	A los 3 experimentos	daconil 720	Cloratalonil	40ml	2ml	40	Se usó bomba a motor
18/12/2013	Para heladas	Triamin	Aminoácidos	100	5ml	40	Se aplicó a <b>Uvilla y Gabriela</b> . No ha llovido los últimos 7 días pero la última aplicación fue hace 10 días. El SAD califica con <b>5</b> y recomienda aplicar un fungicida protectante
	Fertilización foliar	Quimifol 680	Nutrientes	100 gr	5 gr		
	Control lancha	Daconil	daconil	40ml	2ml		
	Regular pH	Indicate	Ac. Fosfórico				
	Control polilla y pulguilla	Olate	Acefato	1 gr	1gr		
		Sharfip	Fipronil	25	2,5		
24/12/2013	Aplicación pulguilla	Engeo	tiametoxam + Lamdacihalotrina	20ml	1 ml	50	Se aplicó seguido debido a un fuerte ataque de pulguilla en la parcela de los SADs
	Regular pH	Indicate	Ac. Fosfórico				
25/12/2013	Control lancha	Antracol 70	Cloratalonil	40ml	2ml	10	Se aplicó a <b>Uvilla y Gabriela</b> . No ha llovido los últimos 7 días pero la última aplicación fue hace 10 días. El SAD califica con <b>5</b> y recomienda aplicar un fungicida protectante
	Regular pH	Indicate	Ac. Fosfórico				
03/12/2013	Control lancha	Antracol 70	Propineb	40 gr	2 gr	15	Se aplicó a <b>Uvilla y Gabriela</b> . En los últimos 7 días no ha llovido. La última aplicación fue hace 10 días. La herramienta califica con <b>5</b> y recomienda aplicar un fungicida protectante
		Indicate	Ac. Fosforico				
	Bioestimulante	Algicrop	Extracto algas	100 ml	5 ml		

**Anexo 25.** (Continuación).

Fecha	Actividad	Producto	Ingr. Activo	Dosis (ml/20l)	Dosis (ml/l)	Cantidad (l)	Observaciones
03/01/2014	control de lancha	Antracol 70	Propineb	40 gr	2 gr	15	Se aplicó a <b>Fripapa y Natividad</b> . Los últimos 9 días no ha llovido. La última aplicación fue hace 21 días. La herramienta califica con <b>5</b> y recomienda aplicar un fungicida de contacto.
	regular Ph	Indicate	Ac. fosfórico				
03/01/2014	Control lancha	Antracol 70	Propineb	40 gr	2 gr	15	Se aplicó <b>Libertad y Natividad</b> . En los últimos 11 días no ha llovido. La última aplicación fue hace 20 días. El SAD califica con <b>5</b> y recomienda aplicar un fungicida de contacto
	regular pH	Indicate	Ac. fosfórico				
10/01/2014	Control lancha	Glass K	Fosfito de K	50 ml	2,5 ml	15	Se aplicó a <b>Uvilla y Gabriela</b> . En los últimos 7 días habido más de tres días con mucha lluvia y mucha nubosidad. La última aplicación fue hace 10 días. La herramienta califica con <b>10</b> y recomienda aplicar un fungicida sistémico. Hubo leve llovizna luego aplicación
	regular pH	Indicate					
	coadyuvante	Activ	Fenoles	20 ml	1 ml		
12/01/2014	Control lancha	Antracol 70	Propineb	40 gr	2 gr	25	Se aplicó a <b>Fripapa y Natividad</b> . Los últimos 9 han habido más de tres días con mucha lluvia y mucha nubosidad. La última aplicación fue hace 11 días. El SAD califica con <b>6</b> y recomienda aplicar un fungicida protectante. Fertilización foliar a todo los tratamientos (60 l)
	Regular Ph	Indicate					
	Coadyuvante	Activ	Fenoles	20 ml	1 ml		
	Fertilizacion complementaria	Oligomix	Microelementos	20 gr	1 gr		

**Anexo 25.** (Continuación)

Fecha	Actividad	Producto	Ingr. Activo	Dosis (ml/20l)	Dosis ( ml/lt)	Cantidad (l)	Observaciones
17/01/2014	Control lancha	Forum	Dimetomorf	12 gr	0,6 gr	35	Se aplicó a <b>Uvilla y Gabriela</b> . En los últimos 7 días habido leves lloviznas y poca nubosidad. La última aplicación fue hace 8 días. El SAD califica con <b>5</b> y recomienda aplicar fungicida de contacto. Se decide aplicar un fungicida sistémico ya que existe alto AFA en Uvilla (humedad del suelo). Hubo leve llovizna luego de la aplicación.
	Regular pH	Indicate					
	Coadyuvante	Activ	Fenoles	20 ml	1 ml		
21/01/2014	Control lancha	Antracol 70	Propineb	40 gr	2 gr	35	Se aplicó a <b>Fripapa y Natividad</b> . Los últimos 9 habido leves lluvias y nubosidad, pero existe rocío en la tarde y mañana. La última aplicación fue hace 10 días. El SAD califica con <b>4</b> y recomienda aplicar fungicida de contacto. Fertilización foliar a todo los lotes SADs
	Regular pH	Indicate	Ac. Fosforico				
	Fertilizacion foliar	Borocal	Boro, Calcio	50 ml	2,5 ml		
23/01/2014	Control lancha	Daconil 720	Cloratalonil	40ml	2ml	35	Se aplicó a <b>Libertad y Victoria</b> . Los últimos 11 días habido leve lluvia y poca nubosidad, pero existe rocío en la tarde y mañana. La última aplicación fue hace 11 días. El SAD califica con <b>4</b> y recomienda aplicar un fungicida de contacto.
	Regular pH	Indicate	Ac. Fosfórico				
25/01/2014	Control lancha	Daconil 720	Cloratalonil	40ml	2ml	40	Se aplicó a <b>Uvilla y Gabriela</b> . En los últimos 7 días hubo leves lloviznas y poca nubosidad, además Se dio un leve riego. La última aplicación fue hace 9 días. El SAD califica con <b>5</b> y recomienda aplicar un fungicida de contacto. Hubo fuerte lluvia luego de la aplicación.
	Fijador	Activ	Fenoles	20 ml	1 ml		
	Regular pH	Indicate	Ac. Fosfórico				

**Anexo 25.** (Continuación)

Fecha	Actividad	Producto	Ingr. Activo	Dosis (ml/20l)	Dosis (ml/l)	Cantidad (l)	Observaciones
30/01/2014	Control lancha	Antracol 70	Propineb	40 gr	2 gr	40	Se aplicó a <b>Fripapa y Natividad</b> . Los últimos 9 no habido leves lluvias y nubosidad, pero existe rocío en la tarde y mañana. La última aplicación fue hace 9 días. El SAD califica con <b>4</b> y recomienda aplicar un fungicida de contacto.
	Regular pH	Indicate	Ac. Fosfórico				
01/02/2014	Control lancha	Antracol 70	Propineb	40 gr	2 gr	40	Se aplicó a <b>Uvilla y Gabriela</b> . En los últimos 7 días hubo leves lloviznas y poca nubosidad. La última aplicación fue hace 7 días. El SAD califica con <b>5</b> y recomienda aplicar un fungicida de contacto.
	Regular pH	Indicate	Ac. Fosfórico				
07/02/2014	Control lancha	Antracol 70	Propineb	40 gr	2 gr	40	Se aplicó a <b>Fripapa y Natividad</b> . Los últimos 9 días a habido leves lluvias y nubosidad. La última aplicación fue hace 8 días. El SAD califica con <b>4</b> y recomienda aplicar un fungicida de contacto.
	Regular pH	Indicate	Ac. Fosfórico				
07/02/2014	Control lancha	Antracol 70	Propineb	40 gr	2 gr	40	Se aplicó a <b>Libertad y Victoria</b> . Los últimos 11 días habido leve lluvia y poca nubosidad. La última aplicación fue hace 11 días. El SAD califica con <b>5</b> y recomienda aplicar un fungicida de contacto.
	Regular pH	Indicate	Ac. Fosfórico				
08/02/2014	Control lancha	Daconil 720	Cloratalonil	40ml	2ml	40	Se aplicó a <b>Uvilla y Gabriela</b> . En los últimos 7 días hubo leves lloviznas y poca nubosidad. La última aplicación fue hace 7 días. El SAD califica con <b>5</b> y recomienda aplicar un fungicida de contacto.
	Regular pH	Indicate	Ac. Fosfórico				
15/02/2014	Control lancha	Daconil 720	Cloratalonil	40ml	2ml	40	Se aplicó a <b>Uvilla y Gabriela</b> . En los últimos 7 días hubo leves lloviznas y poca nubosidad. La última aplicación fue hace 7 días. El SAD califica con <b>5</b> y recomienda aplicar un fungicida de contacto. Se aplica esta condición porque se regó. Control de insectos a todo parcela SAD
	regular pH	Indicate	ac. Fosforico				
	Control insectos	Engeo	Tiametoxam + Lamdacihalotrina	20 ml	1 ml		
	Regular pH	Indicate	Ac. Fosfórico				

Anexo 25. (Continuación)

Fecha	Actividad	Producto	Ingr. Activo	Dosis (ml/20l)	Dosis ( ml/lt)	Cantidad (l)	Observaciones
16/02/2014	Control lancha	Antracol 70	Propineb	40 gr	2 gr	40	Se aplicó a <b>Fripapa y Natividad</b> . Los últimos 9 días ha habido leves lluvias y nubosidad. La última aplicación fue hace 9 días. El SAD califica con <b>4</b> y recomienda aplicar un fungicida de contacto. Se regó
	Regular pH	Indicate	Ac. Fosforico				
18/02/2014	Control lancha	Antracol 70	Propineb	40 gr	2 gr	40	Se aplicó a <b>Libertad y Victoria</b> . Los últimos 11 días habido leve lluvia y poca nubosidad. La última aplicación fue hace 11 días. El SAD califica con <b>4</b> y recomienda aplicar un fungicida de contacto. Se fertilizó a todo las parcelas SAD
	Regular pH	Indicate	Ac. Fosfórico				
	Fertilización complementaria	Borotip	Ac. Bórico	50 ml	2,5		
		Agro k	Fósforo y potasio	100 gr	5 gr		
22/02/2014	Control lancha	Antracol 70	Propineb	40 gr	2 gr	40	Se aplicó a <b>Uvilla y Gabriela</b> . En los últimos 7 días hubo leves lloviznas y poca nubosidad. La última aplicación fue hace 7 días. La herramienta califica con 5 y recomienda aplicar un fungicida de contacto. Se regó
	Regular pH	Indicate	Ac. Fosfórico				
25/02/2014	Control lancha	Antracol 70	Propineb	40 gr	2 gr	40	Se aplicó a <b>Fripapa y Natividad</b> . Los últimos 9 días habido leves lluvias y nubosidad. La última aplicación fue hace 9m días. El SAD califica con <b>4</b> y recomienda aplicar un fungicida de contacto. Se regó
	Regular pH	Indicate	Ac. Fosfórico				
01/03/2014	Control lancha	Glass K	Fosfito de K	50 ml	2,5 ml	40	Se aplicó a <b>Uvilla y Gabriela</b> . En los últimos 7 días hubo mucha lluvia y mucha nubosidad. La última aplicación fue hace 7 días. El SAD califica con <b>8</b> y recomienda aplicar un fungicida sistémico. Se dio riego abundante.
	Regular pH	Indicate	Ac. Fosfórico				
01/03/2014	Control lancha	Daconil 720	Cloratalonil	40 ml	2 ml	40	Se aplicó a <b>Libertad y Victoria</b> . Los últimos 11 días habido mucha lluvia y poca nubosidad. La última aplicación fue hace 11 días. La herramienta califica con <b>5</b> y recomienda aplicar un fungicida de contacto.
	Regular pH	Indicate	Ac. Fosfórico				

**Anexo 25.** (Continuación)

Fecha	Actividad	Producto	Ingr. Activo	Dosis (ml/20l)	Dosis (°ml/lit)	Cantidad (l)	Observaciones
06/03/2014	Control lancha	Antracol 70	Propineb	40 gr	2 gr	40	Se aplicó a <b>Fripapa y Natividad</b> . Los últimos 9 días han existido abundantes lluvias y nubosidad. La última aplicación fue hace 9 días. El SAD califica con <b>6</b> y recomienda aplicar un fungicida de contacto.
	Regular pH	Indicate	Ac. Fosfórico				
08/03/2014	Control lancha	Dovex	Propamocarb	50	2,5	40	Se aplicó a <b>Uvilla y Gabriela</b> . En los últimos 7 días hubo mucha lluvia y mucha nubosidad. La última aplicación fue hace 7 días. El SAD califica con <b>8</b> y recomienda aplicar un fungicida sistémico. Se dio riego abundante.
	Regular pH	Indicate	Ac. Fosfórico				
12/03/2014	Control lancha	Antracol 70	Propineb	40 gr	2 gr	40	Se aplicó a <b>Libertad y Victoria</b> . Los últimos 11 días habido poca lluvia y poca nubosidad. La última aplicación fue hace 11 días. El SAD califica con <b>4</b> y recomienda aplicar un fungicida de contacto.
	Regular pH	Indicate	Ac. Fosfórico				
15/03/2014	Control lancha	Daconil 720	Daconil	20 ml	2 ml	40	Se aplicó a <b>Uvilla y Gabriela</b> . En los últimos días hubo poca lluvia y poca neblina. La última aplicación fue hace 7 días. El SAD califica con <b>5</b> y recomienda aplicar un fungicida de contacto.
	Regular pH	Indicate	Ac. Fosfórico				
24/03/2014	Control lancha	daconil 720	Daconil	20 ml	2 ml	40	Se aplicó a <b>Fripapa y Natividad</b> . Los últimos 9 días hubo poca lluvia y poca neblina. La última aplicación fue hace 9 días. EL SAD califica con <b>5</b> y recomienda aplicar un fungicida de contacto.
	Regular pH	Indicate	Ac. Fosfórico				
23/03/2014	Control lancha	Daconil 720	Daconil	20 ml	2 ml	40	Se aplicó a <b>Uvilla y Gabriela</b> . En los últimos hubo poca lluvia y poca neblina. La última aplicación fue hace 7 días. El SAD califica con <b>5</b> y recomienda aplicar un fungicida de contacto. Se regó
	Regular pH	Indicate	Ac. Fosfórico				