

BIBLIOTECA WILSON FOPENOS
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA
APARTADO 95
TEGUCIGALPA HONDURAS

Evaluación del manejo de fungicidas para el control de tizón tardío (*Phytophthora infestans* de Bary) en papa en Estelí, Nicaragua.

Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Agrónomo en el Grado Académico de Licenciatura.

Presentado por:

Carlos Andrés Morales Vivas

MICROISIS:	_____
FECHA:	_____
ENCARGADO:	_____

Zamorano-Honduras
Abril, 1999

962

DEDICATORIA

A DIOS por permitirme alcanzar una de mis metas.

A mi padre Luis Morales, y a mi madre Yolanda Vivas, fuentes de apoyo en todo momento.

A mis hermanos y a mi mamita por todo su cariño.

A todos los profesores e instructores de ZAMORANO, por la excelente formación académica brindada a lo largo de estos cuatro años.

A las instituciones y gobiernos que impulsan el progreso de los países en desarrollo, a través de la educación del capital humano en la agricultura.

AGRADECIMIENTOS

A mis asesores Ing. Mario Bustamante, Dr. David Monterroso, e Ing. Orlando Cáceres, por orientar y apoyar mi trabajo de tesis.

Al Ing. Luis Cañas, e Ing. Oscar García por su excelente ayuda en el análisis estadístico de mis resultados.

A mis amigos de Zamorano, Cristóbal, Pablo, Marco, Néstor, Johnny, Félix, Guillermo, César y William por su amistad y los buenos momentos que pasamos durante los estudios del PLA.

A mis amigos de Nicaragua, Danfer, Bismark, Jorge, Carlos, Irving, y Tomás por su amistad y palabras de ánimo.

A Amy Patricia por su amor y confianza.

A Carolina, Lourdes, doña María y Yovany por su apoyo logístico y ayuda con los materiales facilitados para la escritura del presente trabajo.

Al Lic. Denis, Maritza, Harold, Edgar y Franklin, de PROMIPPAC por su valiosa ayuda logística en la realización del experimento.

Al Ing. Alvaro Ponce del INTA, e Ing. Luis Dicovski, de la E.A.G.E, por su valiosa orientación en la planeación del experimento.

Al Ing. Benito Castilblanco, por permitir realizar el ensayo en su propiedad, y por todas las facilidades ofrecidas a lo largo de mi estudio.

A todas las personas que de alguna manera ayudaron a que este experimento se llevara a cabo.

AGRADECIMIENTO A PATROCINADORES

Al Programa Regional de Manejo Integrado de Plagas con Productores en América Central (PROMIPPAC) por la beca que me permitió realizar mis estudios de cuarto año, y por el excelente apoyo logístico brindado en la realización del presente trabajo.

A la Agencia para el Desarrollo Internacional de los Estados Unidos (USAID), por la beca completa que me brindó para realizar mis estudios en el programa de Agrónomo.

A mi padre por ayudar a cubrir los gastos de toda mi carrera.

RESUMEN

Morales, Carlos 1999. Evaluación del manejo de fungicidas para el control de tizón tardío (*Phytophthora infestans* de Bary) en papa en Estelí, Nicaragua. Proyecto Especial del Programa de Ingeniero Agrónomo, El Zamorano, Honduras.

El tizón tardío causado por el hongo *Phytophthora infestans* de Bary, es el principal problema fitosanitario que afecta a los productores de papa en el norte de Nicaragua, siendo el control químico la principal forma de combate de este patógeno. Los objetivos del estudio fueron, caracterizar a nivel de los productores, el manejo del cultivo y la eficacia del control que realizan en la zona de Mirafior, y determinar el método más eficaz de aplicación de fungicidas para el control del hongo. Se evaluaron dos formas de aplicación, aplicando sólo por encima del follaje y aplicando por encima y por debajo del follaje, en estas dos formas se probaron las boquillas TX-10 y la que acompaña a la bomba Jacto siendo las dos del tipo cono hueco, además de utilizar la dosis que recomienda la etiqueta de cada fungicida, y la dosis que el agricultor cree conveniente. En la última aplicación se comparó la eficacia para controlar el hongo del fungicida Acrobat® (Dimetomorf) con la de Sandofan® (Oxadixil). Se utilizó un D.B.C.A. con un arreglo factorial de 2x2x2. Las variables estudiadas fueron, severidad medida en cinco muestreos, rendimiento comercial, de balines y total, analizando tanto los factores simples, como las interacciones entre las variables, además de un análisis económico de presupuesto parcial. Con las encuestas se determinó, que el manejo del cultivo y de los fungicidas en la zona es bastante homogéneo en cuanto a manejo de rastrojos, riegos, rotación de cultivos y uso de fungicidas. En el ensayo de campo, resultó que aplicando por encima y por debajo del follaje, se logra retrasar mejor la evolución de la enfermedad, y alcanzar mejores rendimientos, con la boquilla TX-10 se logra retrasar un poco más el incremento de la enfermedad, pero en donde se aplicaron los fungicidas con la boquilla Jacto se presentan mejores rendimientos, aplicando con la dosis que recomienda la etiqueta de cada fungicida se retrasa más el desarrollo del patógeno y se obtiene mejor rendimiento. El fungicida Acrobat® resulta mejor para retrasar el desarrollo del patógeno que Sandofan®. El tratamiento más barato es aplicando solo por encima del follaje con la boquilla TX-10 y utilizando la dosis del agricultor, sin embargo el que resulta más rentable es aplicando por arriba y debajo del follaje, con la boquilla TX-10, y utilizando la dosis que recomienda la etiqueta de los fungicidas. El ensayo sufrió daños debido a efectos del huracán Mitch, lo que obligó a realizar la cosecha antes de lo previsto.

Palabras claves: boquillas, caracterización, dosis, forma de aplicación.

NOTA DE PRENSA

COMO OBTENER MEJORES RESULTADOS EN EL CONTROL QUIMICO DE LA PRINCIPAL ENFERMEDAD QUE AFECTA AL CULTIVO DE LA PAPA

En la localidad de Miraflores, departamento de Estelí, Nicaragua, se realizó un estudio con el fin de caracterizar a nivel de productores el manejo actual del cultivo de la papa y el control que se realiza contra la enfermedad causada por el hongo conocido como el tizón tardío o chamusco, principal enfermedad que afecta a este cultivo en muchas partes del mundo.

El estudio, se basó en la caracterización por medio de encuestas, del tipo de control del patógeno que realizan los agricultores de la localidad mencionada y así detectar las fallas que se presentan para el control del tizón. De acuerdo a los resultados, se determinó realizar un ensayo en una finca ubicada en la misma localidad en donde se compararon dos formas de aplicación de fungicidas, comparando el método tradicional que es aplicando sólo por encima del follaje de las plantas y aplicando por encima y por debajo del follaje, paralelamente se probó la boquilla TX-10 recomendada para aplicaciones de fungicidas, con la boquilla que acompaña la bomba Jacto que es la que utilizan los agricultores de la zona, y además se comparó el efecto que tiene utilizar la dosis que recomienda la etiqueta de los fungicidas dada en kilogramos de ingrediente activo por hectárea, con la que utilizan los agricultores de la zona la cual es por cantidad de producto por volumen de agua. En la última aplicación se comparó la eficacia del fungicida Sandoz® con la de Acrobat®, los cuales son los que más se utilizan en la zona de estudio.

En el estudio se midió la tasa de incremento de severidad a lo largo del ciclo del cultivo, además del rendimiento comercial, de balines (papa menor a 35 mm de tamaño) y rendimiento total.

Los resultados del estudio, muestran que aplicando por encima y debajo del follaje, se retrasa más el desarrollo de la enfermedad y se alcanzan mejores rendimientos, utilizando la boquilla TX-10 para asperjar los fungicidas se logra controlar ligeramente mejor la enfermedad que aplicando con la boquilla Jacto, sin embargo las parcelas que fueron aplicadas con esta última, tuvieron mejores rendimientos. Con respecto a las dosis utilizadas, se logra retrasar en mejor medida el desarrollo del tizón utilizando las dosis que recomiendan los fungicidas en su etiqueta, y se logra obtener mejores rendimientos.

La forma de aplicación más barata es aplicando sólo por encima del follaje con la boquilla TX-10, y utilizando la dosis que el agricultor cree conveniente, sin embargo la forma más rentable es aplicando por encima y debajo del follaje, con la boquilla TX-10, y utilizando

la dosis que recomiendan las etiquetas de los fungicidas. El fungicida Acrobat®, resulta más eficaz en controlar el patógeno que Sandoz®.

Cabe mencionar que el ensayo sufrió daños debido a efectos del huracán Mitch, lo cual obligó terminarlo antes de lo previsto y cosechar la producción 20 días antes de lo normal, por lo cual se obtuvieron bajos rendimientos.

CONTENIDO

	Portadilla.....	i
	Autoría.....	ii
	Página de firmas.....	iii
	Dedicatoria.....	iv
	Agradecimientos.....	v
	Agradecimiento a patrocinadores.....	vi
	Resumen.....	vii
	Nota de prensa.....	viii
	Contenido.....	x
	Índice de Cuadros.....	xiii
	Índice de Figuras.....	xv
	Índice de Anexos.....	xvi
1	INTRODUCCIÓN.....	1
1.1	Objetivo general.....	2
1.2	Objetivos específicos.....	2
2	REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1	Importancia del tizón tardío.....	3
2.2	Descripción de síntomas.....	4
2.3	Epidemiología.....	4
2.4	Medidas de control.....	5
2.5	Control genético.....	5
2.6	Control cultural.....	6
2.7	Control químico.....	7
2.7.1	Clasificación.....	7
2.7.2	Formas de aplicación de los fungicidas.....	7
2.7.3	Selección de boquillas.....	8
2.7.4	Calidad del agua.....	8
3	MATERIALES Y MÉTODOS.....	9
3.1	Caracterización del manejo tradicional de tizón tardío.....	9
3.1.1	Localización.....	9
3.1.2	La encuesta.....	9
3.1.3	Tamaño de la muestra.....	9
3.2	Evaluación de aplicaciones en el campo.....	9
3.2.1	Localización del ensayo.....	9
3.2.2	Diseño experimental.....	10
3.2.3	Unidad experimental.....	10
3.2.4	Tratamientos.....	10
3.2.5	Criterio de aplicación.....	11
3.2.6	Fungicidas utilizados.....	12

3.2.6.1	Daconil®.....	12
3.2.6.2	Acrobat® MZ 69 WP.....	12
3.2.6.3	Manzate® 80 WP.....	12
3.2.6.4	Aliette®.....	12
3.2.6.5	Sandofan® M 66 WP.....	12
3.2.7	Equipos de aspersión utilizados.....	12
3.2.7.1	Boquilla TX-10.....	12
3.2.7.2	Boquilla regulable de Cono de Acero Inoxidable (Jacto).....	12
3.2.7.3	Bomba Jacto.....	13
3.2.8	Calibración.....	13
3.2.9	Dosis.....	13
3.2.10	Uso del papel hidrosensible.....	14
3.2.11	Variables a medir.....	14
3.2.12	Rendimiento y cosecha.....	15
4	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	16
4.1	Resultado de las encuestas con productores.....	16
4.1.1	Datos generales y manejo del cultivo.....	16
4.1.2	Uso de fungicidas y control del patógeno.....	18
4.2	Evaluación de aplicaciones en el campo para la variable tasa de incremento de severidad.....	19
4.2.1	Análisis de comparación de las tasas de incremento de severidad.....	19
4.2.2	Comparación de tasas de incremento para los tres diferentes factores...	20
4.2.3	Comparación de tasas de incremento de severidad por efecto de las dos formas de aplicación.....	20
4.2.4	Comparación de tasas de incremento de severidad por efecto de los dos tipos de boquilla.....	21
4.2.5	Comparación de tasas de incremento de severidad por efecto de las dos diferentes dosis.....	21
4.2.6	Comparación de tasas de incremento de severidad por efecto de los fungicidas Acrobat y Sandofan.....	22
4.2.7	Interacción forma de aplicación por boquilla para la variable incremento de severidad.....	22
4.2.8	Interacción forma de aplicación por uso de fungicidas para la variable incremento de severidad.....	23
4.2.9	Interacción boquilla por uso de fungicidas para la variable incremento de severidad.....	23
4.3	Evaluación de aplicaciones en el campo para la variable rendimiento...	24
4.3.1	Significancias para los factores simples en los rendimientos.....	25
4.3.2	Interacciones para los rendimientos.....	27
4.4	Análisis económico.....	28
4.4.1	Análisis marginal.....	31
4.5	Impacto ambiental.....	33
5	CONCLUSIONES.....	34
5.1	Encuestas con productores.....	34
5.2	Evaluación de las aplicaciones en el campo.....	34

6	RECOMENDACIONES.....	36
6.1	Encuestas con productores.....	36
6.2	Evaluación de las aplicaciones en el campo.....	36
7	BIBLIOGRAFÍA.....	38
8	ANEXOS.....	40

INDICE DE CUADROS

Cuadro

1.	Tratamientos usados en el campo.....	11
2.	Descarga (l/ha) de los diferentes equipos de aspersión.....	13
3.	Dosis y fungicidas utilizados en el ensayo.....	13
4.	Tasas de incremento de severidad (r) de acuerdo a los tratamientos, medidos varias veces en el tiempo.....	19
5.	Niveles de significancia de las diferentes variables y factores para las tasas de incremento de severidad.....	20
6.	Comparación de medias de las tasas de incremento de severidad por efecto de las dos diferentes formas de aplicación en los cuatro diferentes tiempos.....	21
7.	Comparación de medias de las tasas de incremento de severidad por el efecto de las dos diferentes tipos de boquillas en el primer y cuarto tiempo.	21
8.	Comparación de medias de las tasas de incremento de severidad por el efecto de las dos diferentes dosis los tres diferentes tiempos.....	22
9.	Comparación de medias de las tasas de incremento de severidad por el efecto de Acrobat y Sandofan en el último tiempo.....	22
10.	Comparación de medias de las tasas de incremento de severidad por el efecto de la interacción forma de aplicación por boquilla	23
11.	Comparación de medias de las tasas de incremento de severidad por el efecto de la interacción boquilla por uso de fungicidas en los tres primeros tiempos.....	24
12.	Comparación de medias de las tasas de incremento de severidad por el efecto de la interacción boquilla por uso de los fungicidas Acrobat y Sandofan.....	24
13.	Resultados de las diferentes variables de rendimiento.....	25
14.	Niveles de significancia de las diferentes variables y factores.....	25

15.	Comparación de medias del rendimiento comercial, balines y total en kg/ha del factor simple forma de aplicación.....	26
16.	Comparación de medias del rendimiento comercial, balines y total en kg/ha del factor simple boquilla.....	26
17.	Comparación de medias del rendimiento comercial, balines y total en kg/ha del factor simple uso de fungicidas.....	27
18.	Comparación de medias del rendimiento comercial, balines y total en kg/ha de la interacción forma de aplicación por boquilla.....	27
19.	Comparación de medias del rendimiento comercial, balines y total en kg/ha de la interacción forma de aplicación por uso de fungicidas.....	28
20.	Comparación de medias del rendimiento comercial, balines y total en kg/ha de la interacción boquilla por uso de fungicidas.....	28
21.	Costos de las aplicaciones por hectárea.....	29
22.	Costos de las boquillas utilizadas en el ensayo.....	29
23.	Costos de los diferentes productos manejados por el técnico.....	29
24.	Costos de los diferentes productos aplicados por encima y debajo del follaje con la boquilla TX-10 y dosis del agricultor.....	30
25.	Costos de los diferentes productos aplicados por encima y debajo del follaje con la boquilla Jacto y dosis del agricultor.....	30
26.	Costos de los diferentes productos aplicados sólo por encima del follaje con la boquilla TX-10 y dosis del agricultor.....	30
27.	Costos de los diferentes productos aplicados sólo por encima del follaje con la boquilla Jacto y dosis del agricultor.....	30
28.	Presupuesto parcial (en C\$ córdobas), comprendiendo la producción total de papa (kg/ha) y los costos de los diferentes tratamientos del ensayo.....	31
29.	Análisis de dominancia considerando la producción total de papa.....	32
30.	Tasa de retorno marginal considerando rendimiento total de papa.....	33

INDICE DE FIGURAS

Figura		
1.	Tiempo de descanso del terreno para sembrar papa destinada para consumo.....	17
2.	Tiempo de descanso del terreno para sembrar papa destinada para semilla.....	17
3.	Diferentes formas de aplicación utilizados por los agricultores de Miraflores.....	18

INDICE DE ANEXOS

Anexo

1.	Encuesta realizada a productores de papa en la zona de Miraflores.....	41
2.	Pluviosidad presentada en primera y postrera de 1998.....	42
3.	Boquillas Jacto y TX-10.....	43
4.	Bomba Jacto.....	44
5.	Calidad de las aplicaciones sobre los papeles hidrosensibles.....	45
6.	Tabla de valores de severidad en la escala de Centro Internacional de la Papa (CIP).....	47
7.	Costos comunes para todos los tratamientos evaluados (C\$ córdobas/ha)...	48

1. INTRODUCCIÓN

La papa es un cultivo hortícola de mucha necesidad y aceptación a nivel mundial. En el área Centroamericana es de gran importancia puesto que además de ser un cultivo que en buenas condiciones climatológicas y fitosanitarias presenta buenos márgenes de ganancia para el productor, es también un alimento nutritivo básico que puede estar al alcance del consumidor de bajos recursos.

En los últimos años, la demanda de papa en Nicaragua se ha venido incrementando a un ritmo del 13% anual, y como consecuencia una mayor área sembrada con un mayor número de productores (PROPAN, 1996). El número de productores de papa en el norte del país son aproximadamente 450, con una producción anual de 350,000 qq. La cantidad total de manzanas cultivadas anualmente anda por el orden de las 1,500¹.

Las mayores zonas productoras de papa en Nicaragua, se encuentran en los departamentos de Estelí, Madriz, Matagalpa y Jinotega. Estelí reporta la mayor cantidad de productores y la mayor área sembrada. Estos productores están en su mayoría aglutinados en cooperativas. La producción se da en tres épocas en el año: Primera, postrera y apante. En la época de postrera se dan muy buenos rendimientos por las adecuadas condiciones climatológicas que se presentan, además de un fotoperíodo corto propicio para el desarrollo del tubérculo, sin embargo en esta época existen muchos problemas con la enfermedad del tizón tardío (*Phytophthora infestans* de Bary).

En la localidad de Mirafior, departamento de Estelí el cultivo representa una actividad económica importante, aquí se encuentran la mayoría de productores del departamento. Esta localidad está ubicada aproximadamente a 1350 msnm, presenta temperaturas óptimas para el desarrollo del cultivo entre los 16°C y 24°C, y precipitaciones que inician a comienzos de mayo y finalizan a finales de diciembre. Estas condiciones climatológicas también benefician la dispersión y desarrollo del tizón tardío (*Phytophthora infestans* de Bary), la cual es la principal enfermedad de la zona que incide en la reducción drástica del rendimiento hasta la destrucción del cultivo en un 100%.

Cuando las condiciones climáticas son favorables al hongo y cuando no se aplican las medidas de control apropiadas en el momento adecuado; el tizón tardío puede destruir totalmente todas las plantas de una zona de cultivo al cabo de una o dos semanas. Las pérdidas varían de un año a otro, dependiendo de la temperatura y humedad relativa predominantes en ciertos periodos de la etapa de crecimiento de las plantas y de los métodos de control utilizados (Agris, 1995).

¹ Ing. Héctor Torres, Contador, Cooperativa de Productores de Papa del Norte, Estelí, Nicaragua. Comunicación personal

INSTITUTO NICARAGÜENSE DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS
INICAT
CALLE DE LA AMÉRICA CENTRAL, S/N
TELEFONO: 2222-1111

En la zona de estudio, los problemas con tizón son cada vez más graves y para contrarrestar el ataque del patógeno, se emplea básicamente el control químico con productos sistémicos como: Sandofan® M 66 WP (Oxadixyl), Aliette® (Fosetil al), Acrobat® MZ 69 WP (Dimetomorf) y protectantes como: Manzate® 80 WP, Dithane® M-45 (Mancozeb), Daconil® (Clorotalonil) y otros fungicidas. El número de aplicaciones de estos productos se ha incrementado grandemente, especialmente en la época de postera. En la actualidad el uso de estos fungicidas es bastante indiscriminado y se tienen problemas de intoxicaciones, de contaminación ambiental, y un control ineficiente. El porcentaje de los costos por estas aplicaciones es bastante alto. Otros problemas presentes son algunas prácticas agronómicas mal empleadas en la zona, tales como el dejar rastrojos del cultivo en las parcelas de siembra, los riegos los hacen a cualquier hora del día, y las aplicaciones de fungicidas son en gran parte lavadas por la llovizna predisponiendo así un ambiente favorable al patógeno². Debido a que el combate de esta enfermedad es a base de aplicaciones de fungicidas de una manera irracional, se ha tenido el interés de realizar un estudio que presente alternativas al agricultor para un uso más racional de estos, constituyendo esta investigación parte del interés del Programa Regional de Manejo Integrado de Plagas con productores en América Central (PROMIPPAC), por solventar este tipo de problemas. El presente estudio tiene los siguientes objetivos:

1.1 OBJETIVO GENERAL

Determinar y recomendar al agricultor un manejo más racional y eficaz de los fungicidas que aplica para el control de tizón de la papa a través de un estudio experimental en la localidad de Mirafior, departamento de Estelí, Nicaragua.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Caracterizar por medio de encuestas el manejo del cultivo en la zona, las condiciones que predisponen al desarrollo del tizón, y el control de este patógeno.

Determinar el método más eficaz de aplicación de fungicidas comparando el método de aplicar por encima y debajo del follaje con el que emplea generalmente agricultor de aplicar sólo por encima del follaje.

Determinar que boquilla de tipo cono resulta más adecuada y distribuye mejor el fungicida para así reducir el desarrollo del hongo.

Determinar que dosis de fungicida resulta más adecuada, comparando la que usa el agricultor con la recomendación técnica.

² Ing. Benito Castiblanco, Productor de papa, Mirafior, Estelí, Nicaragua. Comunicación personal

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 IMPORTANCIA DEL TIZÓN TARDÍO

La enfermedad del tizón tardío, es probablemente la enfermedad más importante de la papa en el mundo. Grandes cantidades de fungicidas se aplican a la papa en todo el mundo con el fin de protegerla contra *P. infestans* (Hooker, 1980).

Los daños causados por esta enfermedad, están estimados en cerca de tres mil millones de dólares de pérdidas anuales en los países en desarrollo (CIP, 1996). El Centro Internacional de la Papa, realiza actualmente esfuerzos de investigación y coordinación global dirigido a combatir las formas nuevas y extremadamente agresivas de esta enfermedad (CIP, 1997).

En muchas partes del mundo *Phytophthora infestans* se vuelve cada vez más agresiva. Schepers (1998) afirma que en el pasado el ciclo vegetativo del patógeno se completaba entre cuatro a cinco días, hoy en día toma solamente tres. Del mismo modo afirma que puede producir más esporas, lo cual incrementa el riesgo de que el hongo se disperse más rápidamente. Otro problema que enfatiza, es que las esporas producidas son más efectivas lo cual implica mayor probabilidad de infección.

Según Schepers (1998), los patotipos A1 y A2, se presentan cada vez en más lugares del mundo, lo cual implica formación de esporas sexuales (oosporas) las cuales tienen la capacidad de formar individuos con mayor variabilidad genética, además de que estas oosporas tienen la capacidad de sobrevivir algunos años en el suelo, sin presencia de tubérculos de papa.

El porcentaje de los costos totales de producción que representa el control de *Phytophthora infestans* tomando en cuenta, el costo de las aplicaciones y de los productos, anda por el orden de un 16% en papa destinada para semilla, y en 17% en papa para consumo (PROPAN, 1996).

En Inglaterra la legislación estricta del medio ambiente había prohibido las aplicaciones aéreas de fungicidas para el control de tizón para evitar problemas de contaminación, sin embargo como resultado del clima lluvioso de los últimos años que ayuda al desarrollo del hongo, se ha vuelto a utilizar esta forma de control químico y a resurgido nuevamente la industria de aplicaciones aéreas (Taylor, 1998).

2.2 DESCRIPCIÓN DE SÍNTOMAS

Los síntomas de tizón tardío pueden variar, dependiendo de la edad que presenta la lesión, variedad de papa y de las condiciones climatológicas que predominan antes de la infección (CABI, 1998).

En las hojas, aparecen manchas necróticas de color café o café purpúreo, rodeadas por un halo de color verde amarillento, las cuales, bajo condiciones de clima húmedo y temperaturas bajas, pueden crecer rápidamente, coalescer, y cubrir toda la hoja. Por el envés de esta, las manchas se cubren por un vello blanquecino compuesto por las fructificaciones del hongo. De las hojas, la infección avanza hacia el pecíolo y luego al tallo, el cual al inicio muestra una pudrición café oscura, y posteriormente superficialmente blanquecina provocada por el desarrollo del micelio, esporangióforos y esporangios que en conjunto dan esta tonalidad (Romero, 1988).

En las estructuras florales, se marca una necrosis tanto en los pecíolos como en las flores y los tallos que se necrosan y contraen, los frutos se manchan de color café y en el tubérculo aparecen zonas de pudrición de consistencia blanda y color café (Evo, 1987). Según Hooker (1980; citado por Evo, 1987), en la superficie del tubérculo, se presentan áreas irregulares ligeramente hundidos donde la cáscara toma una coloración caoba rojiza dentro del tubérculo, extendiéndose aproximadamente hasta una profundidad de 15 mm.

Del mismo modo, Romero (1988), afirma que cuando el tiempo es lluvioso, los tubérculos están expuestos a pudriciones por inóculo que el agua de lluvia acarrea de las hojas y tallos hacia el suelo. En estos órganos, las lesiones son café purpúreas, firmes relativamente superficiales (1.5 cm de profundidad) e inodoras, si no hay invasión de bacterias u otros organismos saprófitos.

2.3 EPIDEMIOLOGÍA

La infección en el campo es más efectiva en presencia de baja temperatura y alta humedad, sin embargo puede realizarse bajo un amplio rango de condiciones ambientales y existen informes sobre la presencia de razas del hongo que se avienen a altas temperaturas (Hooker, 1980). La producción de esporangios es más rápida y prolífica a 100% de humedad relativa y a 21°C. Los esporangios son muy sensibles a la desecación y requieren de agua libre para germinar. La temperatura óptima para la germinación indirecta, o producción de zoosporas es de 12 °C, mientras que la germinación directa por formación de tubo germinativo se realiza a 24°C. Las zoosporas producen tubo germinativo y apresorio en presencia de agua libre y la penetración se realiza entre 10 y 29°C. Después de la infección, el desarrollo de la enfermedad se realiza con mayor rapidéz a 21°C. Las zoosporas no resisten la falta de agua y mueren rápidamente por desecación (Hooker, 1980; citado por Evo, 1987).

Según Langford y Walega (1998), en experimentos realizados en el valle de Toluca en México, encontraron mayor vuelo de esporangios al medio día. Este pico máximo se debió al calentamiento del aire y movimientos térmicos de este. Asimismo encontraron que estos vuelos de esporangios no producen infecciones, debido a que las condiciones, no son favorables a la sobrevivencia de estos. La radiación solar y la falta de humedad del follaje impiden la infección. Al final de la tarde, encontraron un pico menor de vuelos de esporangios probablemente debido a un incremento en la humedad relativa del aire y/o a precipitaciones. A pesar de que el número de esporangios por m³ de aire es mucho menor que en el pico mayor al medio día, es muy probable que la mayoría de las infecciones ocurran durante este período

2.4 MEDIDAS DE CONTROL

En la actualidad, son muchas las medidas, tanto preventivas como curativas que se realizan para evitar los efectos dañinos que causa *P. infestans*. En prevención, Hooker (1980; citado por Evo, 1987), recomienda el evitar el desarrollo anticipado de inóculo primario por medio de: uso de semilla libre de la enfermedad, destrucción de las fuentes principales de inóculo tales como plantas en el campo y tubérculos infectados. Para curación se recomienda un uso adecuado de fungicidas y eliminación de plantas infectadas en el campo.

2.5 CONTROL GENÉTICO

El uso de variedades resistentes, es el método más práctico y económico de controlar enfermedades de plantas y la resistencia constituye un elemento básico de un sistema de control integrado del hongo *Phytophthora infestans* (CIP, 1997). Se conocen dos tipos de resistencia: la vertical, que es efectiva para ciertas razas, es efímera y proporciona una solución temporal, pero no es adecuada para zonas donde el hongo presenta gran virulencia; la horizontal, que es efectiva para todas las razas, es estable, proporciona una solución duradera y es adecuada para zonas donde el hongo presenta extremada virulencia (Agrios, 1995).

Los materiales que presentan resistencia horizontal tales como la variedad Tollocan no son aceptadas en algunos países por la barrera cultural³

Las hojas y tallos de las variedades susceptibles son rápidamente invadidas por el patógeno y las deja como si hubieran sido presas de fuego, a lo que alude el nombre de tizón con que se conoce la enfermedad (Romero, 1988). En las variedades resistentes, las manchas necróticas crecen lentamente y el hongo esporula poco, por lo que no llegan a morir. En las variedades inmunes, el hongo penetra, pero, debido, a una reacción de hipersensibilidad, las células infectadas mueren rápidamente y con ellas él también perece, dejando solamente una huella diminuta o punto necrótico (Romero, 1988).

³ Ing. Mario Bustamante, Coordinador, Centro de Evaluación y Manejo de Plaguicidas, El Zamorano, Honduras. Comunicación personal

2.6 CONTROL CULTURAL

En la zona de Mirafior, la mayoría de los agricultores no realizan prácticas apropiadas para reducir el inóculo, dejan los rastrojos de cosecha en el campo, y permiten que el hongo quemé la planta en vez de usar herbicidas para secar la parte aérea de esta y evitar que se infecten los tubérculos⁴.

Hooker (1980; citado por Evo, 1987), recomienda eliminar el follaje de las plantas 2 semanas antes de la cosecha de tal manera que los esporangios que se encuentran en las hojas se deshidraten y mueran, y los tubérculos afectados se pudran permitiendo por lo tanto su identificación y desecación antes de llevar el producto al almacén. Según Evo, (1987), los restos de la defoliación y de la cosecha deben ser quemados y roceados con un herbicida que elimina los tejidos aún verdes antes de la futura siembra. Cada una de las plantas voluntarias pueden ser fuente para una infección de tizón tardío, dentro o fuera del campo por lo que deberían ser destruidas.

En cultivos de papa con irrigación, se recomienda aplicar los riegos temprano en la mañana, para evitar que las hojas permanezcan húmedas por largos períodos de tiempo. Alternativamente, regar después que las hojas hayan estado secas por lo menos 2 horas antes del próximo riego (Lacy y Hammerschmidt, 1995).

Los riegos por gravedad y el uso de la pala para distribuir el agua en las plantas no debe ser usado por el efecto de transmisión por salpique⁵.

El aporque, evita en buena medida que los tubérculos se infecten. Una buena distancia entre surcos que evite contacto entre el follaje de las plantas y mayor circulación de aire, no permitirá una incubación de las esporas sobre las plantas, porque no forma un microclima adecuado para el desarrollo del hongo (Evo, 1987).

Para las siembras de papa en período de postrera se recomienda que el período entre los 45 y 70 días después de la siembra coincida con el período de la canícula, ya que en este período de mayor susceptibilidad de la planta se debe presentar la menor cantidad de lluvia posible y así evitar la infección de tizón⁶.

Altas cantidades de Urea en el aporque predisponen mayor susceptibilidad de la planta a *P. infestans* debido a que la planta desarrolla más follaje del necesario y crea un ambiente más propicio para el desarrollo de este patógeno⁷.

⁴ Ing. Benito Casilblanco, Productor de papa, Mirafior, Esteli, Nicaragua, Comunicación personal

⁵ Ing. Mario Bustamante, Coordinador, Centro de Evaluación y Manejo de Plaguicidas, El Zamorano, Honduras, Comunicación personal

⁶ Ing. Alvaro Ponce, Fitopatólogo, Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria, Esteli, Nicaragua, Comunicación personal

⁷ Dr. Michael Zeiss, Jefe de Entomología, Departamento de Protección Vegetal, El Zamorano, Honduras, Comunicación personal

2.7 CONTROL QUÍMICO

2.7.1 Clasificación

El control químico de tizón tardío, puede ser clasificado como control con fungicidas protectantes y con fungicidas sistémicos. Fungicidas protectantes actúan sobre la superficie de la hoja, estos destruyen las esporas del patógeno y previenen la germinación y penetración de este. Los sistémicos actúan sobre el micelio del hongo, interfiriendo con su respiración y evitando la esporulación, lo cual evita la diseminación de la enfermedad en el campo (Miller y Carlson, 1998). Los fungicidas sistémicos tienen más persistencia, por no estar tan expuestos a las condiciones climatológicas como los protectantes, los cuales pueden ser lavados de las plantas si se presentan fuertes lluvias (Miller y Carlson, 1998).

2.7.2 Formas de aplicación de los fungicidas

En general las hojas de *Solanum tuberosum*, poseen alrededor de 100 estomas por mm^2 en el envés, y solamente entre 18 y 20 en el haz, lo que permite mayor probabilidad de penetración del patógeno en el envés de la hoja⁸, asimismo el patógeno encuentra en esta zona del envés condiciones de microclima de temperatura y humedad favorables para su desarrollo. Por esta razón, es recomendable aplicaciones de fungicidas tanto por encima como por debajo del cultivo, a diferencia de las aplicaciones tradicionales que realizan los agricultores, las cuales son solamente por encima del cultivo.

El fungicida Aliette® (Fosetil al), se recomienda que sea aplicado en las hojas y sobre el tallo, para mejorar la absorción de este y pueda ser translocado a partir de raíces y cuello del tallo⁹

Para realizar una buena aplicación y mantener una presión adecuada en las aspersoras de espalda manuales, que permite un flujo constante de la mezcla, se recomienda subir y bajar la palanca de la bomba cada 5 pasos¹⁰.

En general los agricultores de la zona de Mirafior aplican solamente por encima del follaje, y cuando detectan una planta infectada, la bañan completamente de cualquier tipo de fungicida¹¹

⁸Dr. Alfredo Montes, Jefe, Departamento de Horticultura, El Zamorano, Honduras. Comunicación personal

⁹Dr. David Monterroso, Fitopatólogo, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Managua, Nicaragua. Comunicación personal

¹⁰ Ing. Mario Bustamante, Coordinador, Centro de Evaluación y Manejo de Plaguicidas, El Zamorano, Honduras. Comunicación personal

¹¹ Ing. Benito Castilblanco, Productor de papa, Mirafior, Estelí, Nicaragua. Comunicación personal

2.7.3 Selección de boquillas

Para aplicaciones de fungicidas con aspersoras manuales, las boquillas de cono hueco son las que han presentado mejor resultado debido a la mayor turbulencia que se crea a la salida de la mezcla y la descarga de gotas más finas, lo cual permite mayor cobertura y penetración dentro del cultivo¹²

Las boquillas de cono hueco, presentan una atomización más fina al ser asperjadas, y resultan económicas desde el punto de vista de ahorro de agua, y de viajes para acarrear y llenar las bomba de fumigación.

En todos los tipos de boquillas, a menor capacidad de descarga de la boquilla, genera menor tamaño de gota, y a mayor capacidad, genera un tamaño más grande, que se expresa como DMS (Spraying System Co, 1990).

La presión es otro factor que afecta grandemente el tamaño de gota, presiones bajas, producen gotas más grandes y altas presiones, gotas más pequeñas (Spraying Systems Co, 1990).

Para aplicaciones de fungicidas se recomienda un número de 20 a 30 gotas por cm² para los sistémicos, mientras que para los de contacto se recomiendan entre 50 y 70 gotas por cm² (Spraying Systems Co, 1990).

2.7.4 Calidad del agua

Para aplicaciones de fungicidas, se recomienda pH ligeramente ácido, debido a que un pH alcalino causa hidrólisis de los fungicidas y disminuye su estabilidad en el campo¹³

El cambio de pH del agua hacia condiciones de alcalinidad en un período de tiempo, depende de varios factores: temperatura, época del año, contenido de sales y minerales como hierro, magnesio, y calcio. Por esta razón es necesario que en forma periódica durante el año y a diversas horas del día se determine el pH del agua a usar para conocer los cambios que se observan durante el año y tomar las medidas necesarias para evitar problemas de mal control del plaguicida, que al final se le achacan al producto¹⁴

¹² Ing. Rogelio Trabanino, Profesor, Plagas de Cultivos Tropicales, El Zamorano, Honduras. Comunicación personal

¹³ Ing. Mario Bustamante, Coordinador, Centro de Evaluación y Manejo de Plaguicidas, El Zamorano, Honduras. Comunicación personal

¹⁴ Ing. Mario Bustamante, Coordinador, Centro de Evaluación y Manejo de Plaguicidas, El Zamorano, Honduras. Comunicación personal

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 CARACTERIZACIÓN DEL MANEJO TRADICIONAL DE TIZÓN TARDÍO

3.1.1 Localización

La validación de las encuestas fue realizada en mayo de 1998, en la localidad de Mirafior, departamento de Estelí, Nicaragua. En febrero de 1999, en esta misma localidad se tomaron todos los datos. Las encuestas fueron hechas a productores afiliados a la cooperativa PROPAN que se encuentran en áreas accesibles. Todos los productores de papa de la zona son afiliados a dicha cooperativa.

3.1.2 La encuesta

La encuesta realizada constaba de aproximadamente 30 preguntas hechas de manera abierta (Anexo 1). El tiempo requerido para llenarla fue de casi 10 minutos por productor. Estas encuestas se realizaron con el objetivo de poder caracterizar el manejo actual del tizón tardío, y las prácticas agrícolas que predisponen el desarrollo de este patógeno.

3.1.3 Tamaño de la muestra

El total de productores de papa en la zona son 122, todos afiliados a PROPAN¹⁵. Se encuestaron un total de 42 productores, es decir un 34.4% de la población, tomando en cuenta la accesibilidad hacia estos, y el tiempo disponible para realizar las encuestas.

3.2 EVALUACIÓN DE APLICACIONES EN EL CAMPO

3.2.1 Localización del ensayo

El ensayo se inició el 15 de octubre de 1998, y finalizó el 22 de diciembre de 1998, en una finca propiedad del productor Benito Castiblanco, en la localidad de Mirafior, departamento de Estelí, Nicaragua. Esta finca se encuentra a 1350 msnm, presenta

¹⁵ Ing. Héctor Torres, Contador, Cooperativa de Productores de Papa del Norte. Estelí, Nicaragua. Comunicación personal

temperaturas entre los 16°C y 24°C, y precipitaciones entre los 1000 mm y 1300 mm al año, siendo los meses de mayo a noviembre los más lluviosos. Este año se presentaron cambios con precipitaciones muy altas de hasta 510 mm en los últimos 5 días del mes de octubre (Anexo 2) lo cual impactó severamente en una mayor dispersión de *P. infestans* y en un debilitamiento de las unidades experimentales, sin embargo se logró recolectar información suficiente para terminar el estudio. Se escogió esta finca, por tener condiciones climáticas y de comportamiento de la enfermedad muy similares a las otras fincas ubicadas en la localidad, además por facilidades de logística y apoyo por parte del productor. El tipo de suelo donde se realizó el ensayo es franco arenoso, con un contenido de 7.98% de materia orgánica, y un pH de 5.02. El pH del agua utilizada para las aplicaciones era de 5.94.

3.2.2 Diseño experimental

Se usó un diseño de bloques completos al azar con un arreglo factorial de 2x2x2 con 4 repeticiones. Cada bloque contenía 8 parcelas de 50m² que contemplaban 8 tratamientos, cuya distribución se realizó al azar, usando una tabla de números aleatorios (Little, 1979). Aparte existió una parcela testigo en donde solamente se detectó la presencia del patógeno. Esta parcela fue manejada directamente por el productor.

3.2.3 Unidad experimental

La unidad experimental fue constituida, por plantas de papa de la variedad Maranca, esta variedad presenta un grado 5 de susceptibilidad a *P. infestans*, donde 3 es muy sensible, y 8 es poco sensible (Catálogo holandés de variedades de papa, 1990), presenta un color de carne amarilla clara, y su forma es larga oval. Se escogió esta variedad, por ser la única disponible para la realización del ensayo. La variedad que más se siembra en la zona es Désirée y presenta un grado 6 de susceptibilidad a *P. infestans*, en la escala anterior. Las plantas fueron sembradas a 30 cm entre cada una y 90 cm entre surco, de tal manera de tener 6 surcos de 10 m en cada parcela. Por efectos de borde, y de deriva de los fungicidas, la primera toma de datos se realizó en los 4 surcos, y 6 m centrales de cada parcela, muestreando 10 plantas. Posteriormente, se seleccionaron 10 plantas por parcela útil, las cuales eran las únicas a muestrear. Esto se hizo, debido a que por efectos de huracán Mitch, se perdieron algunas de las plantas que se estaban muestreando anteriormente.

3.2.4 Tratamientos

Los tratamientos fueron escogidos de acuerdo a datos obtenidos a partir de la validación de las encuestas, de donde resultó el interés de comparar la eficiencia de las aplicaciones, tanto a nivel técnico aplicando en el envés y en el haz de las hojas y manteniendo una presión constante (manipulando cada 5 pasos la palanca de la bomba) como a nivel de las aplicaciones que tradicionalmente realizan los productores de la zona de estudio. El tipo de boquilla TX-10 a probar se escogió por ser excelente para aplicaciones de fungicidas

según recomendaciones técnicas, y con el uso de fungicidas, se comparó las dosis que recomienda la etiqueta, con las dosis que tradicionalmente utiliza la mayoría de productores de la zona (Cuadro 1), y para la última aplicación, se comparó la eficacia del fungicida Sandofan® M 66 WP (Oxadixyl), contra la de Acrobat® MZ 69 WP (Dimetomorf) utilizando las dosis de la etiqueta para ambos productos (Cuadro 3).

Cuadro 1. Tratamientos usados en el campo.

Forma de aplicación	Tipo de boquilla	Uso de fungicidas
Por encima y debajo del follaje	TX-10	Técnico (1)
	TX-10	Agricultor (2)
	Jacto	Técnico (3)
	Jacto	Agricultor (4)
Sólo por encima del follaje	TX-10	Técnico (5)
	TX-10	Agricultor (6)
	Jacto	Técnico (7)
	Jacto	Agricultor (8)

1. Aplicación por encima y debajo, boquilla TX-10, uso de fungicidas por el técnico.
2. Aplicación por encima y debajo, boquilla TX-10, uso de fungicidas por el agricultor.
3. Aplicación por encima y debajo, boquilla Jacto, uso de fungicidas por el técnico.
4. Aplicación por encima y debajo, boquilla Jacto, uso de fungicidas por el agricultor.
5. Aplicación sólo por encima, boquilla TX-10, uso de fungicidas por el técnico.
6. Aplicación sólo por encima, boquilla TX-10, uso de fungicidas por el agricultor.
7. Aplicación sólo por encima, boquilla Jacto, uso de fungicidas por el técnico.
8. Aplicación sólo por encima, boquilla Jacto, uso de fungicidas por el agricultor.

3.2.5 Criterio de aplicación.

Las aplicaciones empezaron el 03 de noviembre de 1998, y terminaron el 15 de diciembre de 1998. La primera aplicación fue de manera preventiva con Daconil® (Clorotalonil), y se realizó pareja a todo el ensayo, debido a que por efectos de huracán Mitch no se habían establecido los tratamientos, por lo que el ensayo comenzó a partir de la segunda aplicación, la cual fue de Acrobat® MZ 69 WP (Dimetomorf), y fue en base a aparición de 5 manchas en 5 pasos haciéndolo en 5 puntos equidistantes dentro del lote. Las demás aplicaciones de fungicidas sistémicos se hicieron en base a este sistema de muestreo, para la aplicación de Manzate® 80 WP (Mancozeb), se hizo en base a momentos críticos, los cuales son cuando se presenta niebla o llovizna suave y las plantas presentan gotas de agua por varias horas principalmente a inicios del día¹⁶.

¹⁶ Dr. David Monterroso, Fitopatólogo. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Managua, Nicaragua. Comunicación personal

3.2.6 Fungicidas utilizados

3.2.6.1 Daconil® (Clorotalonil), pertenece a los aromáticos sustituidos, es un fungicida de acción protectante y es muy usado para el control del tizón tardío.

3.2.6.2 Acrobat® MZ 69 WP (Dimetomorf + mancozeb), según la etiqueta de este producto, es un fungicida, contra hongos oomicetes que interrumpe la biogénesis durante la formación de la pared celular, posee una excelente acción protectante y antiesporulante con lo cual se reduce el potencial de reinfestación. Además posee propiedades de sistemicidad local y translaminar. Asimismo, contiene mancozeb el cual es un fungicida protectante.

3.2.6.3 Manzate® 80 WP (mancozeb), pertenece a los ditiocarbamatos, su uso es como protectante, evita la penetración del hongo e impiden su esporulación, al evitar la salida de los esporangióforos de *Phytophthora infestans*.

3.2.6.4 Aliette® (Fosetil al), este fungicida, es absorbido por la planta y se transloca en forma ascendente y descendente. Estimula la producción de fitoalexinas y la síntesis de grupos fenólicos, los cuales rodean al hongo y destruyen sus células. Su control lo realiza para Fycomicetos.

3.2.6.5 Sandofan® M 66 WP (Oxadixyl + mancozeb), según la etiqueta de este producto, este es un fungicida sistémico el cual es rápidamente absorbido por el follaje de la planta y posteriormente translocado dentro de esta, lo cual evita que sea lavado por la lluvia. Presenta también acción de contacto, por su mezcla con mancozeb.

3.2.7 Equipos de aspersión utilizados

3.2.7.1 Boquilla TN-10, esta boquilla tiene un patrón de cono hueco. Según Spraying System (1995), esta boquilla se compone de un orificio de acero inoxidable en un cuerpo de polipropileno; el ángulo de descarga es de 30° a siete bares de presión y trabajan a 40-60 libras de presión/pulg². El tamaño de gota de la cortina que producen es fino. Su caudal es de 0.165 GPM (Anexo 3).

3.2.7.2 Boquilla regulable de Cono Acero Inoxidable (JACTO), o boquilla del agricultor, es la que acompaña a las bombas JACTO, y es la que más se utiliza para realizar las aplicaciones de fungicidas en la zona de estudio. Esta boquilla, es recomendada para aplicaciones de fungicidas y abonos foliares, trabaja con una presión de 45 psi, y tira un caudal de 615 ml/min (Anexo 3).

3.2.7.3 Bomba JACTO, es una aspersora de espalda manual de presión (Anexo 4).

3.2.8 Calibración

El equipo de aspersión, y el aplicador fueron calibrados, tomando en cuenta las dos diferentes formas de aplicación, y los dos diferentes tipos de boquillas (Cuadro 2). Los tratamientos en donde agricultor aplicó sus dosis de fungicidas fueron en base a las dosis de producto y volumen de mezcla que él usa en sus cultivos.

Cuadro 2. Descarga (l/ha) de los diferentes equipos de aspersión.

Forma de aplicación	Tipo de boquilla	Descarga (l/ha)
Por encima y debajo del follaje	TX-10	454
Por encima y debajo del follaje	Jacto	520
Sólo por encima del follaje	TX-10	158
Sólo por encima del follaje	Jacto	181

3.2.9 Dosis

Las dosis utilizadas por el técnico, siguieron las recomendaciones de la etiqueta de cada producto en kg de i.a/ha, y aplicadas en base a calibración, en cambio las utilizadas por el agricultor fue utilizando número de copas bayer de 25 ml de capacidad por bomba de 20 l que es como tradicionalmente lo hacen (Cuadro 3), siendo para Acrobat, Aliette, y Sandofan seis copas bayer por bomba de 20 l, y para Manzate 10 copas bayer en el mismo tipo de bomba. Para encontrar la cantidad que aplican los agricultores, se pesó cada copa bayer, siendo el peso de Acrobat 8 gr, Manzate 19 gr, y Aliette 9 gr.

Cuadro 3. Dosis y fungicidas utilizados en el ensayo.

Forma de aplicación	Tipo de boquilla	Dosis	Acrobat kg/ha	Manzate kg/ha	Aliette kg/ha	Sandofan kg/ha *	Acrobat kg/ha *
Encima/debajo	TX-10	Etiqueta	1.08	2.10	2.50	2.50	
Encima/debajo	TX-10	Agric	1.09	4.31	1.22		1.08
Encima/debajo	Jacto	Etiqueta	1.08	2.10	2.50	2.50	
Encima/debajo	Jacto	Agric	1.25	4.94	1.40		1.08
Sólo encima	TX-10	Etiqueta	1.08	2.10	2.50	2.50	
Sólo encima	TX-10	Agric	0.38	1.51	0.43		1.08
Sólo encima	Jacto	Etiqueta	1.08	2.10	2.50	2.50	
Sólo encima	Jacto	Agric	0.43	1.72	0.49		1.08

*Fungicidas comparados en la última aplicación utilizando la dosis de la etiqueta.

3.2.10 Uso del papel hidrosensible

Se utilizaron papeles hidrosensibles, para comparar la eficacia de las dos diferentes formas de aplicación, tomando en cuenta cobertura y el tamaño de gota asperjadas por los dos tipos de boquilla utilizados en el ensayo (Anexo 5)

Estos papeles fueron colocados, en las hojas de la parte media y superior de la planta, doblados por la mitad cubriendo el haz y el envés de la hoja, y sostenidas mediante un clip. Para manipularlos se usaron guantes evitando así que la humedad de las manos los manchara. Los papeles fueron colocados cuando las hojas estaban sin gotas de agua sobre ellas.

3.2.11 Variables a medir

Las variables a medir, fueron severidad (proporción de tejido enfermo causado por *Phytophthora infestans*) por medio de la escala del Centro Internacional de la Papa (Henfling, 1987), en donde cada valor CIP muestra un determinado grado de severidad e incidencia, dentro de los 9 valores están los niveles de daños que podrían estar presente en el cultivo, desde un nivel mínimo de daño hasta una destrucción total del cultivo (Henfling, 1987) (Anexo 6). A cada una de las plantas muestreadas se les asignaba un porcentaje de daño de la enfermedad, luego cada valor porcentual (obtenido por medio de los valores CIP interpolados) de severidad, fue transformado mediante la ecuación¹⁷ [1], para determinar la tasa de incremento de muestreo a muestreo presentada en cada tratamiento.

$$r = [2.3 / t_2 - t_1] [\log_{10} (X_2 / 1 - X_2) - \log_{10} (X_1 / 1 - X_1)] \quad [1]$$

Donde:

r = Tasa de infección

2.3 = Factor de conversión

t_1 = Días después de la siembra, donde se toma el dato inicial

t_2 = Días después de la siembra, donde se toma el dato final

X_1 = Porcentaje (en decimales), de infección de *P. infestans*, inicial o anterior.

X_2 = Porcentaje (en decimales), de infección de *P. infestans*, final o actual.

¹⁷ Dr. David Monterroso, Fitopatólogo. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Managua, Nicaragua. Comunicación personal

Asimismo, se midieron los rendimientos comerciales, de balines (tubérculos menores al tamaño comercial) y totales, y beneficios netos de todos los tratamientos, a partir de la metodología del CIMMYT.

Paralelamente, se realizó un ANDEVA para comparar los distintos incrementos de severidad a través del tiempo y los rendimientos obtenidos en cada tratamiento a través del programa "Statistical Analysis System" (SAS 6.12), utilizando el modelo estadístico [2]

$$Y_{ij} = \mu + (T_A + T_B + T_F + T_{AB} + T_{AF} + T_{BF} + T_{ABF})_i + \beta_j + E_{ij} \quad [2]$$

Para las variables que resultaron significativas, se le hizo un análisis múltiple de medias con la prueba Student-Newman-Keuls (SNK). Se escogió esta prueba por ser la más adecuada cuando se desea realizar recomendaciones hacia agricultores. Del mismo modo resulta ser bastante confiable porque toma en consideración la confiabilidad simultánea de todas las comparaciones involucradas en el experimento, y nos protege bastante del error tipo I, es decir de concluir que existen diferencias entre los tratamientos cuando realmente no las hay¹⁸.

3.2.12 Rendimiento y cosecha

La cosecha se realizó a los 67 días después de la siembra, debido a que las unidades experimentales estaban muy dañadas y no resultaba significativo continuar el experimento. Se tomó el rendimiento tanto comercial, el cual está constituido por tubérculos de más de 35 mm, como de balines los cuales son los tubérculos menores a ese tamaño, y rendimiento total en 20 plantas por tratamiento (5 por bloque), posteriormente se extrapoló a rendimiento por hectárea de cada tratamiento.

¹⁸ Prof. Miguel Avedillo, Profesor de Estadísticas, Departamento de Economía Agrícola, El Zamorano, Honduras, Comunicación personal

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 RESULTADOS DE LAS ENCUESTAS CON PRODUCTORES

4.1.1 Datos generales y manejo del cultivo

El 38 % de los agricultores encuestados de la zona de Miraflores siembran menos de una manzana de papa por ciclo productivo, un 42 % siembra entre una y dos, y solamente el 18% siembra más de dos sin pasar de las seis manzanas, todos ellos indistintamente de la época de producción.

El 84% de los agricultores utilizan semilla artesanal (semilla de 2 o 3 ciclos de semilla importada certificada), para sembrar papa destinada al consumo. Sin embargo el 100% de ellos, siembran semilla certificada cuya procedencia es de cooperativas agrícolas que importan papa de Canadá y Holanda para la producción de semilla. Este es un requisito para poder producirla, y además está supervisado por inspectores de la cooperativa PROPAN, la cual es el principal comprador de este tipo de semilla.

La variedad más utilizada en la zona es Désirée®, independientemente de la época de siembra. Otras variedades que siembran en la zona son Diamant®, Kondor®, y Kennebec®. La mayoría de agricultores reporta que todas estas variedades son igual de susceptibles al ataque de *Phytophthora infestans*.

Todos los agricultores reportan que realizan rotaciones con el cultivo de la papa. Estas rotaciones son en su mayoría con cultivos como maíz, repollo, y frijol, sin embargo el tiempo de descanso para volver a sembrar papa en un mismo terreno es muy variable, tanto para papa destinada para consumo (Figura 1) como para semilla (Figura 2).

Al finalizar el ciclo de producción, el 88% de los agricultores encuestados generalmente dejan en el campo y posteriormente incorporan los rastrojos de papa en el mismo terreno, dejando así inóculo para el siguiente ciclo productivo. Solamente el 12% de ellos, elimina los rastrojos con herbicidas, y ninguno de ellos los quema debido a que en la zona de Miraflores se prohíbe realizar dicha actividad por ser considerada zona protegida.

El 72% de los agricultores, realiza riegos por aspersión, y un 78% de ellos riega a cualquier hora del día indistintamente del tipo de riego utilizado. El 12% utiliza un sistema de riego por manguera y el 16% depende completamente de las lluvias para regar

sus cultivos. Los dos sistemas de riego son utilizados solo en la época de apante. Solamente un 15% de los agricultores entrevistados acostumbra regar por la mañana, y un 7% por la tarde o por la noche.

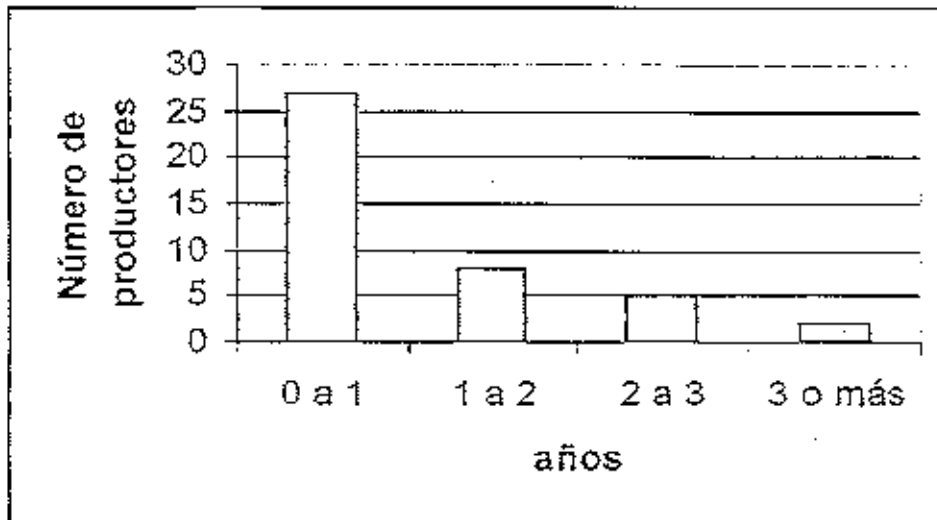


Figura 1. Tiempo de descanso del terreno para sembrar papa destinada para consumo.

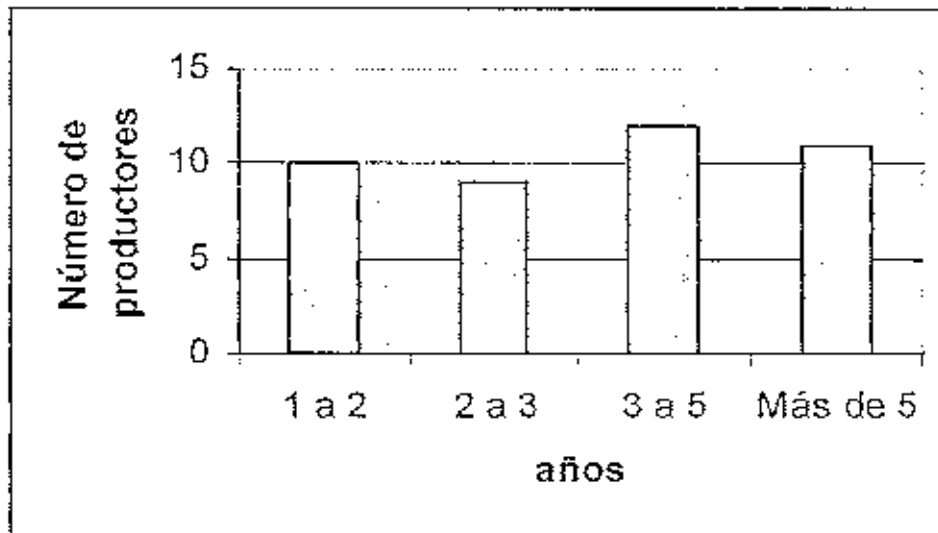


Figura 2. Tiempo de descanso del terreno para sembrar papa destinada para producir semilla.

4.1.2 Uso de fungicidas y control del patógeno

El 86% de los agricultores aplica fungicidas protectantes entre los 20 y 25 días después de la siembra siendo el fungicida Manzate el más utilizado, indistintamente de la época de producción. En el caso de los curativos, estos son aplicados únicamente cuando se presentan síntomas en las plantas. Los fungicidas curativos más utilizados son Acrobat y Sandofan. El fungicida Aliette, es muy poco utilizado por tener un precio muy alto en el mercado, y no presentar resultados alentadores, según la opinión de los agricultores. Cabe mencionar que ningún agricultor encuestado realiza calibración antes de realizar las aplicaciones, sino que definen el volumen a aplicar en base a su experiencia. Del mismo modo, ninguno de ellos reportó utilizar las dosis de los fungicidas en l/a/ha lo cual es recomendado en la etiqueta de cada producto.

La mitad de los agricultores reportó realizar rotación de fungicidas curativos únicamente si uno no les está resultando eficaz, el 38% no realiza rotaciones del todo, y solamente el 12% realiza rotaciones conscientemente del problema de crear resistencia por el uso de un solo tipo fungicida.

Más del 80% de los agricultores obtiene el agua para realizar las aplicaciones de quebradas que pasan por su propiedad, los demás la obtienen de pozo. Un poco más de un tercio de los agricultores realizan sus aplicaciones por la mañana, sin embargo más de la mitad de ellos las realiza a cualquier hora del día.

Los fungicidas son en su mayoría aplicados solo por encima del cultivo, algunos realizan aplicaciones en forma de media luna la cual es una forma de aplicación que también moja solo por encima a las plantas, muy pocos agricultores realizan las aplicaciones tanto por el haz como por el envés de las hojas de las plantas (Figura 3).

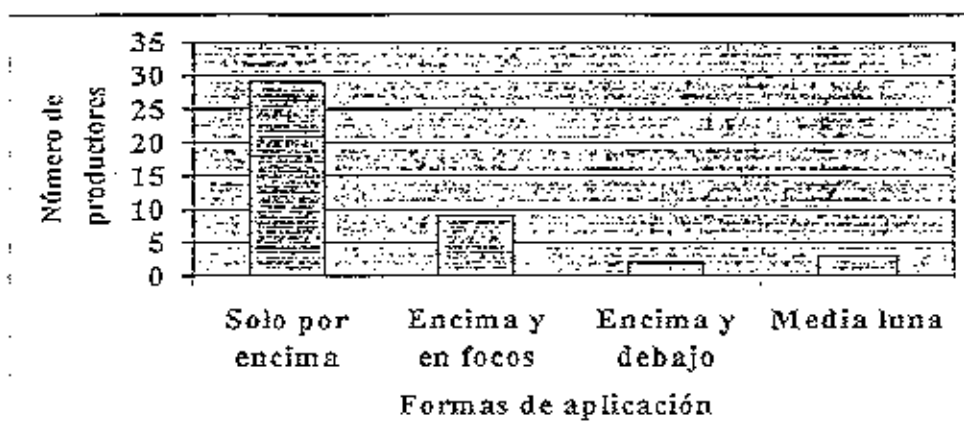


Figura 3. Diferentes formas de aplicación utilizadas por los agricultores de Miraflores.

El manejo de las dosis de los fungicidas es bastante variable, debido a que el 43% de los agricultores utilizan como medida de onza para aplicar fungicidas, frascos de Zepol, indistintamente del producto a utilizar. El otro 57% realizan mezclas de fungicidas por barril, calculando el número de barriles a aplicar en base a su experiencia y manipulando la dosis dependiendo del grado de afectación que tengan las plantas.

Todos los agricultores utilizan bombas manuales para realizar las aplicaciones, el 88% con bombas de la marca JACTO, y el 12% con MATABI. Todos ellos utilizan la boquilla que acompaña a estas bombas.

4.2 EVALUACIÓN DE APLICACIONES EN EL CAMPO PARA LA VARIABLE TASA DE INCREMENTO DE SEVERIDAD

4.2.1 Análisis de comparación de las tasas de incremento de severidad

Para el análisis de comparación de tasas de incremento de la severidad (r) se necesitó transformar a lógitos y multiplicar por la constante 2.3/diferencia de tiempo [1] los datos porcentuales medidos 5 veces en el tiempo. La transformación a lógitos fue necesaria para tener datos más aproximados a una curva normal.

Las tasas de incrementos fueron analizadas estadísticamente. Para el primer, tercer y cuarto momento en el tiempo no hubo diferencias significativas entre los tratamientos, pero en el segundo, sí la hubo ($Pr > F = 0.0052$). Esto indica que existió una interacción significativa entre el tiempo y los tratamientos, es decir los tratamientos se comportan de diferente manera a través del tiempo, por lo tanto cada momento fue analizado por separado (Cuadro 4).

Cuadro 4. Tasas de incremento (r) de acuerdo a los diferentes tratamientos, medidos varias veces en el tiempo.

Forma de aplicación	Boquilla	Uso de fungicidas	28 a 35 ddds*	35 a 43 ddds	43 a 52 ddds	52 a 61 ddds
Encima y debajo	TX-10	Técnico	0.1563 a ¹	0.1567 ab	0.1425 a	0.1643 a
Encima y debajo	TX-10	Agricultor	0.1947 a	0.3247 de	0.1281 a	0.0687 a
Encima y debajo	Jacto	Técnico	0.2550 a	0.2034 bc	0.2108 a	0.0847 a
Encima y debajo	Jacto	Agricultor	0.2495 a	0.1023 a	0.2303 a	0.0929 a
Sólo encima	TX-10	Técnico	0.2641 a	0.2489 cd	0.1056 a	0.1589 a
Sólo encima	TX-10	Agricultor	0.3144 a	0.3034 de	0.1360 a	0.0130 a
Sólo encima	Jacto	Técnico	0.2596 a	0.2987 de	0.0656 a	0.1640 a
Sólo encima	Jacto	Agricultor	0.2657 a	0.3435 e	0.2086 a	0.1594 a

*días después de la siembra

¹Medias seguidas por la misma letra no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

4.2.2 Comparación de tasas de incremento para los tres diferentes factores

Existieron diferencias significativas para las dos diferentes formas de aplicación en el primer ($Pr>F=0.0001$), segundo ($Pr>F=0.0002$), y tercer tiempo ($Pr>F=0.0296$), el cuarto tiempo no presentó diferencias significativas para este factor. Los dos tipos de boquillas, tuvieron efecto significativo en el incremento de severidad, en el primer ($Pr>F=0.0112$), tercer ($Pr>F=0.0242$) y cuarto tiempo ($Pr>F=0.0415$). Por efecto de las dosis, hubo diferencias en el primer ($Pr>F=0.0212$), segundo ($Pr>F=0.0445$), y tercer tiempo ($Pr>F=0.0440$). En el último tiempo, se presentaron diferencias significativas entre el efecto Acrobat y el de Sandofan, ($Pr>F=0.0001$) (Cuadro 5).

Cuadro 5. Niveles de significancia de las diferentes variables y factores para las tasas de incrementos de severidad.

Fuente de variación	28 a 35 ddds*	35 a 43 ddds	43 a 52 ddds	52 a 61 ddds
Forma de Aplicación (A)	0.0001	0.0002	0.0296	(0.0680)
Boquilla (B)	0.0112	(0.2618)	0.0242	0.0415
Uso de fungicidas (F)	0.0212	0.0445	0.0440	0.0001
Bloque	(0.6000)	(0.2497)	(0.0839)	(0.2914)
AxB	0.0001	0.0059	(0.1271)	0.0007
AxF	(0.4881)	(0.6643)	(0.0533)	(0.1570)
BxF	0.0302	0.0044	(0.1077)	0.0002
AxBxF	(0.9950)	0.0052	(0.3453)	(0.4021)
CV%	7.70%	17.38%	30.71%	22.50%
R ²	0.92	0.89	0.77	0.91
Pr>F	0.0001	0.0006	0.0212	0.0003

*días después de la siembra

Nota: Los números entre paréntesis no son estadísticamente significativos ($P>0.05$)

4.2.3 Comparación de tasas de incremento de severidad por efecto de las dos formas de aplicación.

En los dos primeros tiempos, con la forma de aplicación técnica, se logró menor evolución de la enfermedad que con la forma tradicional de aplicación, esto puede deberse a una mejor deposición del fungicida sobre la parte de la planta en donde se encuentra el patógeno, protegiendo así tanto el haz como el envés de las hojas en el caso de la aplicación de Manzate en el segundo tiempo, o penetrando mejor el fungicida en la planta en el caso de los sistémicos aplicados en los otros momentos de tiempos. En el tercer tiempo, la forma tradicional de aplicación resultó ser la mejor, pero este resultado se debe realmente al fuerte efecto de las boquillas el cual enmascara el de la forma de aplicación y muestra un resultado que no es lógico desde el punto de vista biológico. En el cuarto tiempo no hubieron diferencias significativas por efecto de las formas de aplicación, se debe aclarar que al comparar la eficacia de Acrobat con la de Sandofan, se enmascaran los efectos del factor forma de aplicación y boquilla (Cuadro 6).

Cuadro 6. Comparación de medias de las tasas de incremento de severidad por el efecto de las dos diferentes formas de aplicación en los cuatro diferentes tiempos.

Forma de aplicación	28 a 35 ddds	35 a 43 ddds	43 a 52 ddds	52 a 61 ddds
Encima y debajo	0.2152 a ¹	0.1941 a	0.1652 a	0.0974 a
Solo por encima	0.2785 b	0.2919 b	0.1199 b	0.1155 a

¹Medias seguidas por la misma letra no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

4.2.4 Comparación de tasas de incremento de severidad por efecto de los dos tipos de boquilla

En el primer, y tercer tiempo, se encontraron diferencias significativas por efecto del tipo de boquilla, resultando la boquilla TX-10 mejor para retrasar la enfermedad esto puede deberse a un tamaño de gota más fina lo cual hace penetrar fácilmente los fungicidas translaminares como Acrobat en las hojas de las plantas y así protegerla mejor del patógeno. Para el tiempo dos, el efecto del factor boquilla no fue significativo. Cabe mencionar, que el fuerte efecto del fungicida Acrobat en el último tiempo aparentemente encubre al efecto de la boquilla por lo cual no hay diferencias significativas (Cuadro 7)

Cuadro 7. Comparación de medias de las tasas de incremento de severidad por el efecto de los dos diferentes tipos de boquillas en el primer y cuarto tiempo.

Tipo de boquilla	28 a 35 ddds	43 a 52 ddds	52 a 61 ddds
TX-10	0.2331 a ¹	0.1211 a	0.0992 a
Jacto	0.2570 b	0.1728 b	0.1134 a

¹Medias seguidas por la misma letra no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

4.2.5 Comparación de tasas de incremento de severidad por efecto de las dos diferentes dosis.

En los tres diferentes incrementos de severidad, utilizando la dosis que recomienda la etiqueta del producto en kg/ha, se logró un mayor retraso de la enfermedad siendo solo para los dos primeros tiempos significativamente menor que utilizando la dosis que usa el agricultor tradicionalmente. La razón de este resultado, es de que se aplicó una cantidad más apropiada de fungicida sobre las plantas al seguir la recomendación de la etiqueta del producto, y así se logró una mejor protección de las plantas, en cambio la dosis empleada por el agricultor, al ser aplicada sin realizar calibración, es muy posible que se aplique el producto de manera subdosificada y por eso la enfermedad evolucionó mejor en los tratamientos donde la dosis fue seleccionada por el agricultor (Cuadro 8).

Cuadro 8. Comparación de medias de las tasas de incremento de severidad por el efecto de las dos diferentes dosis en los tres diferentes tiempos.

Dosis	28 a 35 ddds	35 a 43 ddds	43 a 52 ddds
Etiqueta	0.2330 a ¹	0.2188 a	0.1253 a
Usada por el agricultor	0.2549 b	0.2583 b	0.1639 a

¹Medias seguidas por la misma letra no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

4.2.6 Comparación de tasas de incremento de severidad por efecto de los fungicidas Acrobat y Sandofan

Según el análisis de comparación de medias el fungicida Acrobat retrasó más la enfermedad que el fungicida Sandofan, los cuales fueron aplicados siguiendo las recomendaciones de la etiqueta de kg de i.a/ha (Cuadro 9)

Cuadro 9. Comparación de medias de las tasas de incremento de severidad por el efecto de Acrobat y Sandofan en el último tiempo.

Producto	52 a 61 ddds
Acrobat	0.0744 a ¹
Sandofan	0.1369 b

¹Medias seguidas por la misma letra no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

4.2.7 Interacción forma de aplicación por boquilla para la variable incremento de severidad

En el primer incremento de tiempo, en donde se aplicó el fungicida Acrobat, resultó que la boquilla TX10, logró retrasar en mejor medida el incremento de la enfermedad cuando fue utilizada aplicando por encima y debajo del follaje, sin embargo al ser usada aplicando el producto sólo por encima, permitió que la enfermedad se diseminara más rápidamente, lo cual indica que aplicando sólo por encima del follaje, la boquilla TX-10 no funciona, pero si aplicándola encima y debajo del follaje, la boquilla Jacto tuvo igual efecto para las dos formas de aplicación (Cuadro 10).

En el segundo tiempo en el cual se aplicó el fungicida Manzate como preventivo, por encima y debajo del follaje, se logró retrasar más el desarrollo del patógeno indistintamente del tipo de boquilla. También podemos notar que la boquilla Jacto mejora su efecto, si es aplicada tanto por encima como por debajo del follaje (Cuadro 10).

Para el tercer incremento de tiempo en donde se aplicó el fungicida Aliette, esta interacción no resultó significativa por lo cual resulta en igual retraso de la enfermedad bajo las condiciones que se presentaron en el experimento, aplicarlo con cualquier tipo de

boquilla o forma de aplicación. Esto puede deberse a que este fungicida al ser sistémico, solo necesita ser aplicado por encima de la planta, y fácilmente es absorbida por esta, protegiéndola así del patógeno, indistintamente de como el fungicida fue aplicado, lo cual contradice las recomendaciones de algunos técnicos los cuales recomiendan aplicar el fungicida por encima y en el tallo de la planta.

En el cuarto incremento de tiempo en el que se aplicó Acrobat y Sandofan, la interacción en donde se desarrolló mejor el patógeno, fue aplicando sólo por encima del follaje con la boquilla Jacto (Cuadro 10). En este último tiempo, se debe tomar en cuenta la diferencia entre el efecto de Acrobat y Sandofan lo cual enmascara en buena medida el efecto de los otros dos factores en esta lectura.

Cuadro 10. Comparación de medias de las tasas de incremento de severidad por el efecto de la interacción forma de aplicación por boquilla.

Forma de aplicación	Tipo de boquilla	28 a 35 ddds*	35 a 43 ddds	52 a 61 ddds
Sólo por encima	Jacto	0.2626 ab ¹	0.3211 a	0.1618 a
Sólo por encima	TX10	0.2892 b	0.2762 ac	0.0860 b
Encima y debajo	Jacto	0.2522 a	0.1528 b	0.0888 b
Encima y debajo	TX10	0.1755 c	0.2407 c	0.1165 b

¹Medias seguidas por la misma letra no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

4.2.8 Interacción forma de aplicación por uso de fungicidas para la variable incremento de severidad

En ninguno de los cuatro tiempos, esta interacción fue significativa, lo cual implica que resulta en igual retraso de la enfermedad aplicar de cualquiera de las dos formas combinándolas con cualquiera de los dos tipos de dosis, cuidando el hecho de que en el cuarto tiempo el efecto por el uso de Acrobat y Sandofan puede enmascarar el efecto de la forma de aplicación.

4.2.9 Interacción boquilla por uso de fungicidas para la variable incremento de severidad

En esta interacción resultó significativo el efecto en los dos primeros incrementos de severidad. En el primer tiempo o incremento de severidad, utilizando la boquilla TX-10 y las dosis de fungicidas siguiendo la recomendación de la etiqueta, se tiene un buen control de la enfermedad sin embargo al cambiar el tipo de boquilla el control resulta ineficiente, lo cual concuerda con la interacción anterior utilizando esta boquilla TX-10, solo en el primer tiempo. Para el segundo tiempo también resultó similar el efecto de la boquilla TX-10, siendo utilizados los fungicidas siguiendo la recomendación de la etiqueta, sin

embargo al utilizar el agricultor sus dosis junto con la boquilla TX-10, el control es el peor. En el tercer tiempo esta interacción no resultó significativa (Cuadro 11).

Cuadro 11. Comparación de medias de las tasas de incremento de severidad por el efecto de la interacción boquilla por uso de fungicidas en los tres primeros tiempos.

Tipo de boquilla	Uso de fungicidas	28 a 35 ddds*	35 a 43 ddds
Jacto	Etiqueta	0.2573 a ¹	0.2510 a
Jacto	Agricultor	0.2576 a	0.2229 a
TX10	Etiqueta	0.2102 b	0.2028 a
TX10	Agricultor	0.2545 a	0.3140 b

¹Medias seguidas por la misma letra no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

El uso de Acrobat aplicado con la boquilla TX-10 resulta excelente para retrasar el desarrollo de la enfermedad, esto puede deberse a que su efecto es mejor si es aplicado más concentrado, sin embargo si utilizamos siempre la boquilla TX-10 para aplicar Sandofan se provoca que la enfermedad evolucione más rápidamente, y si Sandofan es aplicado con la boquilla Jacto, el resultado se mejora, pudiendo deberse a que este fungicida funcione mejor cuando es aplicado más diluido (Cuadro 12).

Cuadro 12. Comparación de medias de las tasas de incremento de severidad por el efecto de la interacción boquilla por uso de los fungicidas Acrobat y Sandofan.

Tipo de boquilla	Fungicida	52 a 61 ddds
Jacto	Acrobat	0.1261 a ¹
Jacto	Sandofan	0.1244 a
TX10	Acrobat	0.0409 b
TX10	Sandofan	0.1616 c

¹Medias seguidas por la misma letra no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

4.3 EVALUACIÓN DE APLICACIONES EN EL CAMPO PARA LA VARIABLE RENDIMIENTO

El análisis estadístico para los rendimientos se realizó tomando en cuenta, los rendimientos comerciales, de balines y totales de los diferentes tratamientos, en los cuales podemos notar algunas diferencias significativas entre ellos (Cuadro 13).

Cuadro 13. Resultados de las diferentes variables de rendimiento

Forma de aplicación (Follaje)	Boquilla	Uso de fungicidas	Papa comercial kg/ha	Rendimiento de balines kg/ha	Rend. Total kg/ha
Encima y debajo	TX-10	Técnico	2805.45 b ¹	1030.00 a	3835.45 bc
Encima y debajo	TX-10	Agricultor	319.09 a	416.36 a	1190.00 a
Encima y debajo	Jacto	Técnico	2395.00 b	1574.54 b	3969.54 c
Encima y debajo	Jacto	Agricultor	2177.27 b	1631.82 b	3809.09 bc
Sólo por encima	TX-10	Técnico	175.91 a	963.18 a	1139.09 a
Sólo por encima	TX-10	Agricultor	196.36 a	1029.54 a	1225.46 a
Sólo por encima	Jacto	Técnico	2287.27 b	1941.82 b	4229.09 c
Sólo por encima	Jacto	Agricultor	1984.54 b	1028.18 a	3012.73 b

¹Medias seguidas por la misma letra no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

4.3.1 Significancias de los factores simples para los rendimientos

El rendimiento comercial fue significativamente diferente por el efecto de los tratamientos ($Pr > F = 0.0078$), las dos formas de aplicación ($Pr > F = 0.0025$), los dos tipos de boquillas ($Pr > F = 0.0001$), y uso de fungicidas ($Pr > F = 0.0031$). En el rendimiento de balines, solo hubo diferencias significativas por efecto de los dos diferentes tipos de boquilla ($Pr > F = 0.0005$). El rendimiento total, fue influenciado por los tres factores estudiados, forma de aplicación ($Pr > F = 0.0011$), boquillas ($Pr > F = 0.0001$) y uso de fungicidas ($Pr > F = 0.0002$) (Cuadro 14).

Cuadro 14. Niveles de significancia de las diferentes variables y factores.

Fuente de variación	Papa comercial	Papa de balines	Papa total
Forma de Aplicación (A)	0.0025	(0.7849)	0.0011
Boquilla (B)	0.0001	0.0005	0.0001
Uso de fungicidas (F)	0.0031	(0.0891)	0.0002
Bloque	(0.9581)	(0.2277)	(0.3995)
AxB	0.0120	(0.5433)	0.0199
AxF	0.0129	(0.1774)	(0.0583)
BxF	0.0422	(0.1748)	(0.1766)
AxBxF	0.0078	0.0350	0.0002
CV%	34.84%	26.39%	18.32%
R ²	0.86	0.70	0.92
Pr>F	0.0001	0.0090	0.0001

Nota: Los números entre paréntesis no son estadísticamente significativos ($P > 0.05$)

En general, podemos observar, de que la forma de aplicación por encima y debajo del follaje influye más en alcanzar un mayor rendimiento comercial ($Pr > F = 0.0025$) y total ($Pr > F = 0.0011$) que la forma de aplicación del agricultor. Esto se debe, a que el fungicida aplicado tanto en el haz como en el envés de la hoja, es colocado en el mismo lugar de

multiplicación del hongo y protege mayor área cubierta por estomas en la planta lo que evita que las zoosporas infectivas del patógeno infecten la planta y afecten su desarrollo. Esta protección le permite a la planta tener mayor área para realizar fotosíntesis e incrementar sus rendimientos. En el rendimiento de balines no se encontró diferencias estadísticamente significativas (Cuadro 15)

Cuadro 15. Comparación de medias (rendimiento comercial, balines y total en kg/ha) del factor simple forma de aplicación ¹.

Forma de aplicación	Comercial	balines	Total
Encima y debajo	2019.09 a ¹	1295.45 a	3314.09 a
Sólo por encima	1084.09 b	1229.54 a	2313.64 b

¹Medias seguidas por la misma letra no son significativamente diferentes ($p < 0.05$)

Para el tipo de boquilla, podemos decir que la que acompaña la bomba Jacto, influye más que la TX10 en obtener un mayor rendimiento comercial ($Pr > F = 0.0001$), de balines ($Pr > F = 0.0005$) y total ($Pr > F = 0.0001$). Esto puede deberse a que la boquilla de Cono Jacto, distribuye mejor el fungicida sobre las plantas, ofreciendo así una mejor protección lo que influye en un mayor rendimiento (Cuadro 16).

Cuadro 16. Comparación de medias (rendimiento comercial, balines y total en kg/ha) del factor simple boquilla ¹.

Tipo de boquilla	Comercial	balines	Total
TX10	955.91 b ¹	968.18 b	1924.09 a
Jacto	2229.09 a	1581.82 a	3810.91 b

¹Medias seguidas por la misma letra no son significativamente diferentes ($p < 0.05$)

En el caso de las aplicaciones en donde el fungicida es manejado por el técnico siguiendo la recomendación de dosis por hectárea y alternando productos según su diferente modo de acción, influyó en un mayor rendimiento comercial ($Pr > F = 0.0031$), y total ($Pr > F = 0.0002$), esto pudo deberse a que las plantas recibieron una cantidad de fungicidas más apropiada que la que utilizaba el agricultor, logrando así una mejor protección de las plantas, y un mejor efecto sobre su rendimiento. En el rendimiento de balines no hubo diferencias significativas (Cuadro 17). En este factor simple, paralelamente se comparó la eficacia de Sandofán con la de Acrobat en la última aplicación.

Cuadro 17. Comparación de medias (rendimiento comercial, balines y total en kg/ha) del factor simple uso de fungicidas ¹.

Uso de fungicidas	Comercial	balines	Total
Técnico	1884.09 a	1336.36 a	3220.91 a
Agricultor	1174.55 b	1172.27 a	2346.82 b

¹Medias seguidas por la misma letra no son significativamente diferentes ($p < 0.05$)

4.3.2 Interacciones para los rendimientos

La interacción entre la forma de aplicación de aplicación por boquilla resultó significativo para el rendimiento comercial ($Pr > F = 0.0120$), y para el total ($Pr > F = 0.0199$) pero no para el de balines ($Pr > F = 0.5433$) (Cuadro 11). Para la interacción forma de aplicación por boquilla en el rendimiento comercial y total existen bajos rendimientos cuando con la boquilla TX10 se aplican los fungicidas sólo por encima del follaje, pero no cuando es manejada aplicando los fungicidas por encima y debajo del follaje, esto implica que aplicando tanto por encima como por debajo de la planta, la boquilla tiene un mejor efecto depositando mejor el fungicida y protegiendo mejor a cada planta, sin embargo la boquilla Jacto presenta mejor resultado aplicando los fungicidas de cualquier manera (Cuadro 18).

Cuadro 18. Comparación de medias de rendimiento comercial, balines y total en kg/ha en la interacción forma de aplicación por boquilla.

Forma de aplicación	Tipo de boquilla	Media comercial	Media de balines	Media total
Sólo por encima	Jacto	2136.36 ad	1485.00 a	3620.91 a
Sólo por encima	TX10	185.91 b	996.36 a	1182.27 b
Encima y debajo	Jacto	2285.91 ac	1603.18 a	3889.09 a
Encima y debajo	TX10	1562.27 d	950.45 a	2512.73 c

¹Medias seguidas por la misma letra no son significativamente diferentes ($p < 0.05$)

Para la interacción tipo de aplicación con uso de fungicidas resultó significativo para el rendimiento comercial ($Pr > F = 0.0129$) pero no para el rendimiento de balines ($Pr > F = 0.1774$) ni para el total ($Pr > F = 0.060$) En el caso del rendimiento comercial, esta interacción, nos dice de que tanto la dosis que utiliza el técnico como la que utiliza el agricultor, tendrá un mejor efecto sobre los rendimientos de papa si se aplican tanto por encima como por debajo de las plantas, y no solo por encima de estas (Cuadro 19).

Cuadro 19. Comparación de medias de rendimiento comercial, balines y total en kg/ha en la interacción forma de aplicación por uso de fungicidas.

Forma de aplicación	Uso de fungicidas	Media comercial	Media de balines	Media total
Sólo por encima	Técnico	1231.82 a	1452.27 a	2684.09 a
Sólo por encima	Agricultor	1090.45 a	1029.09 a	2119.09 a
Encima y debajo	Técnico	2600.45 b	1302.27 a	3902.73 a
Encima y debajo	Agricultor	1248.18 a	1251.36 a	2499.55 a

¹Medias seguidas por la misma letra no son significativamente diferentes ($p < 0.05$)

En el caso de la interacción boquilla por uso de fungicidas resultaron diferencias significativas para rendimiento comercial ($Pr > F = 0.0422$), pero no para el de balines ($Pr > F = 0.1748$) ni para el total ($Pr > F = 0.1766$) El rendimiento comercial, se aumenta si las dosis utilizadas tanto por el agricultor como por el técnico son aplicadas con la boquilla Jacto, y no con la TX10 (Cuadro 20).

Cuadro 20. Comparación de medias de rendimiento comercial, balines y total en kg/ha en la interacción boquilla por fungicidas.

Tipo de boquilla	Uso de fungicidas	Media comercial	Media de balines	Media total
Jacto	Técnico	2341.36 a	1758.18 a	4099.55 a
Jacto	Agricultor	2080.45 ab	1330.00 a	3410.91 a
TX10	Técnico	1490.91 b	996.82 a	2487.27 a
TX10	Agricultor	257.73 c	950.00 a	1207.73 a

¹Medias seguidas por la misma letra no son significativamente diferentes ($p < 0.05$)

4.4 ANÁLISIS ECONÓMICO

El análisis económico, se realizó usando el método de presupuesto parcial (CIMMYT, 1988). Dicho método, organiza los datos experimentales con el fin de obtener los costos y beneficios por cada tratamiento, se necesita el cálculo previo de los costos que varían por cada tratamiento.

Los costos que variaron en el presente ensayo fueron: cantidad, forma de aplicación y tipo de fungicidas y los dos diferentes tipos de boquillas que fueron utilizadas. Los costos comunes de cada tratamiento (Anexo 7), son los que tienen generalmente los agricultores de la zona de Miraflores.

El tiempo de las dos diferentes formas de aplicación (Cuadro 21) fue distinto, sin embargo el tiempo de uso de las dos diferentes boquillas fue el mismo para cada forma de aplicación. Los dos tipos de boquilla presentan la misma durabilidad (Cuadro 22) por ser de acero inoxidable¹⁹. Sin embargo las boquillas TX-10 son ocho veces más caras que las Jacto.

Cuadro 21. Costo de las aplicaciones por hectárea*

Forma de aplicación	Aplicación de fungicidas (hrs/ha)	Número de aplicaciones por tratamiento	Costo por hora C\$	Costo total por ha C\$
Encima y debajo	11.15	4.00	2.50	111.15
Sólo por encima	6.40	4.00	2.50	64.00

*Tasa de cambio es de C\$ 11.5 córdobas por un dólar.

Cuadro 22. Costos de las boquillas utilizadas en el ensayo.

Boquilla	Costo por unidad C\$	Durabilidad (hrs)	Costo/hr de la boquilla C\$
TX-10	120.00	400.00	0.30
Jacto	15.00	400.00	0.04

*Tasa de cambio es de C\$ 11.5 córdobas por un dólar.

Para la elección y dosis de fungicidas manejadas por el técnico, se utilizaron las recomendaciones en kg de i.a/ha presentadas en la etiqueta de cada producto (Cuadro 23).

Cuadro 23. Costos de los diferentes productos utilizando la recomendación de la etiqueta.

Fungicidas	Precios C\$	Kg/ha	Costo por aplicación C\$
Acrobat	250.00	1.08	268.75
Aliette	400.00	2.50	1000.00
Manzate	58.00	2.10	121.80
Sandofan	205.00	2.50	512.50

*Tasa de cambio es de C\$ 11.5 córdobas por un dólar.

Los fungicidas y dosis manejados por el agricultor, fueron elegidos en base a su experiencia y en número de copas bayer (25cc) por bomba (Cuadro 24, 25, 26, y 27), siendo las dosis utilizadas en base a cantidad de agua asperjada y no por unidad de área.

¹⁹ Ing. Mario Bustamante, Coordinador, Centro de Evaluación y Manejo de Plaguicidas, El Zamorano, Honduras. Comunicación personal

Cuadro 24. Costos de los diferentes productos aplicados por encima y debajo del follaje con boquilla TX-10, y dosis del agricultor.

Fungicidas	Preçios C\$	Kg/ha	Costo total C\$
Acrobat	250.00	1,22	306.00
Aliette	400.00	1.38	550.00
Manzate	58.00	4,84	281.00
Acrobat	205.00	1.08	268.00

*Tasa de cambio es de C\$ 11.5 córdobas por un dolar.

Cuadro 25. Costos de los diferentes productos aplicados por encima y debajo del follaje con la boquilla Jacto y con la dosis del agricultor.

Fungicidas	Preçios C\$	Kg/ha	Costo total C\$
Acrobat	250.00	1,54	384.00
Aliette	400.00	1,73	692.00
Manzate	58.00	6.08	352.54
Acrobat	205.00	1.08	268.00

*Tasa de cambio es de C\$ 11.5 córdobas por un dolar.

Cuadro 26. Costos de los diferentes productos aplicados sólo por encima del follaje con la boquilla TX-10 y la dosis del agricultor.

Fungicidas	Preçios C\$	Kg/ha	Costo total C\$
Acrobat	250.00	0,62	156.00
Aliette	400.00	0.70	280.80
Manzate	58.00	2,47	143.26
Acrobat	205.00	1,08	268.00

*Tasa de cambio es de C\$ 11.5 córdobas por un dolar.

Cuadro 27. Costos de los diferentes productos aplicados sólo por encima con la boquilla Jacto y la dosis del agricultor.

Fungicidas	Preçios C\$	Kg/ha	Costo total C\$
Acrobat	250.00	0,79	197.50
Aliette	400.00	0,89	356.40
Manzate	58.00	3,13	181.83
Acrobat	205.00	1,08	268.00

*Tasa de cambio es de C\$ 11.5 córdobas por un dolar.

Para obtener los beneficios brutos se clasificó el rendimiento comercial y de balines, siendo el precio del quintal de papa comercial para consumo de C\$ 400.00, y de balines C\$ 150.00. Para obtener los beneficios netos, se consideran los beneficios brutos totales menos los costos que varían (Cuadro 28).

Cuadro 28. Presupuesto parcial (en C\$ córdobas), comprendiendo la producción total de papa (kg/ha) y los costos de los diferentes tratamientos del ensayo.

	Tratamientos							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Rendimiento Total	3835.45	1139.09	3969.55	3919.09	1139.09	1205.91	4179.09	3123.64
Beneficios brutos	28087.00	5324.54	26273.00	25047.40	4725.80	5085.02	26180.50	21363.00
Costos que varían								
Aplicación de fungicidas	111.50	111.50	111.50	111.50	64.00	64.00	64.00	64.00
Acrobat	268.75	306.00	268.75	384.00	268.75	156.00	268.75	197.50
Aliette	1000.00	550.00	1000.00	692.00	1000.00	280.8	1000.00	356.40
Mianzate	121.80	281.01	121.80	352.64	121.80	143.26	121.80	181.83
Sandofan	512.50	0.00	512.50	0.00	512.50	0.00	512.50	0.00
Acrobat	0.00	268.75	0.00	268.75	0.00	268.75	0.00	268.75
Uso de boquillas	13.38	13.38	1.78	1.78	7.68	7.68	1.02	1.02
Total de costos que varían	2027.90	1530.64	2016.30	1810.67	1974.70	920.49	1968.07	1069.50
Beneficios netos	26060.00	3793.90	24256.00	23236.80	2751.00	4164.50	24212.40	20293.10

Donde 1= Aplicación técnica, boquilla TX10, uso de fungicidas por el técnico; 2= Aplicación técnica, boquilla TX10, uso de fungicidas por el agricultor; 3= Aplicación técnica, boquilla Jacto, uso de fungicidas por el técnico; 4= Aplicación técnica, boquilla Jacto, uso de fungicidas por el agricultor; 5= Aplicación tradicional, boquilla TX10, uso de fungicidas por el técnico; 6= Aplicación tradicional, boquilla TX10, uso de fungicidas por el agricultor; 7= Aplicación tradicional, boquilla Jacto, uso de fungicidas por el técnico; 8= Aplicación tradicional, boquilla Jacto, uso de fungicidas por el agricultor.

4.4.1 Análisis marginal.

Este análisis sirvió para comparar los costos que varían con los beneficios netos, es decir para determinar como los beneficios netos aumentan al incrementar las inversiones. Paralelamente se realizó un análisis de dominancia, en el cual se considera un tratamiento como dominado a aquel que tiene beneficios menores o iguales a los de un tratamiento cuyos costos que varían son más bajos (Cuadro 29)

Cuadro 29. Análisis de dominancia considerando la producción total de papa.

Forma de aplicación	Boquilla	Uso de fungicidas	Costos que varían	Beneficio Neto
Sólo por encima	TX-10	Agricultor	920.49	4164.53
Sólo por encima	Jacto	Agricultor	1069.50	20293.12
Encima y debajo	TX-10	Agricultor	1530.64	3793.90 d
Encima y debajo	Jacto	Agricultor	1810.67	23236.80
Sólo por encima	Jacto	Técnico	1968.07	24212.43
Sólo por encima	TX-10	Técnico	1974.73	2751.02 d
Encima y debajo	Jacto	Técnico	2016.33	24256.00
Encima y debajo	TX-10	Técnico	2027.93	26060.00

d=dominado

El tratamiento que requiere una mayor inversión fue el aplicado con la forma de aplicación por encima y debajo del follaje con la boquilla TX-10, y con el uso de fungicidas siguiendo la recomendación de la etiqueta, sin embargo este también obtuvo el mayor beneficio neto por lo cual resulta dominante.

El tratamiento aplicado sólo por encima del follaje con la boquilla TX-10 y siendo los fungicidas manejados por el agricultor resulta ser el más barato y con un beneficio neto más alto que los dos tratamientos dominados, los cuales son, el aplicado por encima y debajo del follaje con boquilla TX-10 y con un uso de fungicidas por parte del agricultor y el tratamiento en donde se aplicó sólo por encima, con la boquilla TX-10 y con uso de fungicidas siguiendo la recomendación de la etiqueta, porque aumentan los costos y el beneficio no, cualquier productor preferiría el tratamiento con aplicación solo por encima del follaje con boquilla TX-10 o Jacto y con uso de fungicidas por parte del agricultor, porque cuestan menos y dan más ganancia. Los demás tratamientos dominantes presentaron un resultado similar, aumentando los beneficios si se aumentan los costos.

Para calcular la relación existente entre el cambio de beneficios netos y el cambio de costos diferenciales al pasar de una alternativa o tratamiento a otro, se calculó la tasa de retorno marginal.

En la tasa de retorno marginal (Cuadro 30), se observa que el agricultor con su forma tradicional de aplicación y uso de fungicidas por parte de él, solo por cambiar la boquilla TX-10 por la boquilla Jacto por cada córdoba invertido, este lo recupera y obtiene adicionalmente 108.23. Sin embargo el tratamiento que nos proporciona mayor beneficio neto es donde se realizó la aplicación por encima y debajo del follaje, con la boquilla TX-10 y usando los fungicidas como recomienda la etiqueta ya que presenta una tasa de retorno marginal del 15557.09% comparado con el tratamiento en donde también se aplicó por encima y debajo del follaje, pero con boquilla Jacto y un uso de fungicidas con la recomendación de la etiqueta, el cual tuvo el segundo beneficio neto más alto.

Cuadro 30. Tasa de retorno marginal considerando rendimiento total de papa.

Trat.	Costos que varían (C/ha)	Costos marginales	Beneficios netos (C/ha)	Beneficios netos marginales	Tasa de retorno marginal
6	920.49	149.01	4164.53	16128.59	10823.54%
8	1069.50	741.17	20293.12	2943.68	397.17%
4	1810.67	157.40	23236.80	975.63	619.84%
7	1968.07	48.26	24212.43	43.57	90.28%
3	2016.33	11.59	24256.00	1804.00	15557.09%
1	2027.93		26060.00		

Donde 1= Aplicación técnica, boquilla TX-10, uso de fungicidas por el técnico; 3= Aplicación técnica, boquilla Jacto, uso de fungicidas; 4= Aplicación técnica, boquilla Jacto, uso de fungicidas por el agricultor, de fungicidas por el técnico; 6= Aplicación tradicional, boquilla TX-10, uso de fungicidas por el agricultor; 7= Aplicación tradicional, boquilla Jacto, uso de fungicidas por el técnico; 8= Aplicación tradicional, boquilla Jacto, uso de fungicidas por el agricultor.

4.5 IMPACTO AMBIENTAL

Desde el punto de vista ecológico, los tratamientos en los cuales se aplica de la forma técnica, requieren de mayor cantidad de agua para realizar las aplicaciones, lo cual implica mayor cantidad de viajes hacia la fuente de agua, sea esta quebrada o pozo y mayor contaminación por efecto del llenado de las bombas.

Al recomendar la forma de aplicación por encima y debajo del follaje y permitir que los agricultores de la zona sigan utilizando la dosis que ellos consideran adecuada volumen, se estará sobredosificando los fungicidas como en el caso de la aplicación de la forma por encima y debajo del follaje, con la boquilla Jacto y uso de fungicidas por parte del agricultor el cual no presentó un buen retraso de la enfermedad ni un retorno económico aceptable.

El tratamiento en donde se aplicó de la manera tradicional, con la boquilla TX-10 y con un uso de los fungicidas por parte del agricultor se utilizó menor cantidad de fungicidas y menor cantidad de agua, lo cual implica menos contaminación ambiental, asimismo, fue el tratamiento de menor costo de todos y con un beneficio neto aceptable, sin embargo, hay que tomar en cuenta que aplicando de la forma técnica con la boquilla TX-10, y utilizando la recomendación de la etiqueta para aplicar los fungicidas, se tiene mayor costo ambiental, pero también un beneficio neto de casi cinco veces más.

5. CONCLUSIONES

5.1 ENCUESTAS CON PRODUCTORES

El manejo del cultivo de la papa en la zona de Miraflores es muy similar en la mayoría de los productores. Todos ellos están conscientes del problema del tizón tardío y sus medidas fitosanitarias están enfocadas principalmente al control de este patógeno. Existen prácticas agrícolas inadecuadas, que influyen en una mayor dispersión de este patógeno y el control de este es ineficiente particularmente en la época lluviosa.

Todos los productores de esta zona utilizan la boquilla que acompaña la bomba Jacto o Matabi para asperjar sus fungicidas, la forma de aplicación es en su mayoría aplicando los fungicidas sólo por encima del follaje, y las dosis son bastante variables por utilizar todos ellos el criterio de cantidad de fungicida por volumen de mezcla y no en base a cantidad de producto por unidad de área.

5.2 EVALUACIÓN DE LAS APLICACIONES EN EL CAMPO

La incidencia de *Phytophthora infestans* a lo largo del desarrollo del ensayo fue bastante fuerte, por efectos del huracán Mitch, alcanzándose niveles máximos de severidad en todos los tratamientos al terminar el ensayo.

La mejor manera, bajo las condiciones que se presentaron durante el desarrollo del experimento de retrasar el incremento de la enfermedad en el campo, y conseguir mejores rendimientos de papa, es aplicando tanto en el haz como en el envés de las hojas, independientemente de la boquilla, el tipo de fungicida y la dosis que se emplee para aplicarlos.

Utilizando la boquilla TX-10 el fungicida logra retrasar en mejor medida el desarrollo de la enfermedad, sin embargo utilizando la boquilla Jacto, los rendimientos son mayores.

Al utilizar la dosis de la etiqueta de los fungicidas siguiendo la recomendación de l.a/ha, se logra controlar mejor el tizón tardío, y se obtienen mejores rendimientos, que utilizando la dosis que normalmente pone el agricultor por volumen de mezcla.

El fungicida Acrobat tiene mejor eficacia en controlar la enfermedad que Sandofan, indistintamente de la forma en como se aplique y el tipo de boquilla que se utilice para aplicarlos. Este efecto del fungicida, aparentemente enmascaró los demás factores del ensayo, en el último momento de tiempo.

Utilizando la forma de aplicación por encima y debajo del follaje, con la boquilla TX-10, y con la dosis recomendada del fungicida en l.a/ha, se tiene un efecto constante de incremento de la enfermedad independientemente del fungicida que se emplee. Los demás tratamientos varían su efecto en el tiempo y dependiendo del fungicida utilizado.

Desde el punto de vista económico, el tratamiento que resulta más barato es donde se aplica solo por encima del follaje, con la boquilla TX-10, y utilizando las dosis que emplea el agricultor.

El tratamiento más rentable fue el aplicado por encima y debajo del follaje, con la boquilla TX-10 y usando la dosis recomendada en la etiqueta de los productos.

Al aplicar sólo por encima del follaje, aparentemente hay menos contaminación ambiental, por un menor gasto de agua, sin embargo, la reacción en el futuro sobre generación de resistencia y otros efectos por el uso constante y un tiempo menor entre aplicaciones no se puede predecir.

6. RECOMENDACIONES

6.1 ENCUESTAS CON PRODUCTORES

El agricultor debe mantener su manera de pensar con respecto al problema que ocasiona *P. infestans* en el cultivo de la papa, sin embargo debe enfocar más sus esfuerzos, en combatir dicho problema, tomando en cuenta la forma en como aplica sus fungicidas, la boquilla que utiliza, así como los productos, sus dosis y los intervalos de aplicación.

Los rastrojos de papa, pueden ser utilizados para realizar composteras, lo cuales puede utilizarse en los semilleros de repollo o para devolverle al suelo la materia orgánica que se pierde después de cada ciclo productivo.

Los riegos que se realizan en la época de apante, deberían hacerse en horas de la mañana, para que las hojas de las plantas permanescan secas en la tarde y en la noche y así evitar mayores problemas con tizón tardío.

Cada productor debe de realizar nuevamente calibraciones por cada fungicida y por etapa fenológica del cultivo, para ajustar así el gasto de agua a la dosis por unidad de área.

6.2 EVALUACIÓN DE LAS APLICACIONES EN EL CAMPO

Para poder recomendar los resultados obtenidos en este ensayo, se deben conocer las condiciones particulares en que se realizó.

Con respecto al retraso logrado de la enfermedad en base a las aplicaciones realizadas durante el desarrollo de este trabajo, se puede recomendar que aplicando cualquier tipo de fungicida, por encima y debajo del follaje, con la boquilla TX-10, y siguiendo las recomendaciones de la etiqueta de cada producto, se logra un mejor control de tizón tardío, y se obtienen los mejores rendimientos, y es lo económicamente más rentable.

Se recomienda utilizar la variedad Désirée© para realizar este tipo de ensayos en la zona, puesto que es la variedad de más acceso y aceptación en el mercado local.

Se recomienda evaluar otros tipos de boquilla para determinar cual es más eficiente retrasando la enfermedad, por efecto de distribuir mejor el fungicida.

Se recomienda realizar un estudio de calidad del agua que utilizan los agricultores de la zona para determinar su pH, y otros elementos que influyan en la eficacia de los fungicidas.

Se recomienda realizar este tipo de ensayos, haciendo coincidir la canícula, con la etapa más susceptible de la planta para así reducir el número de aplicaciones, y también realizar aplicaciones nocturnas, en donde el hongo tiene más capacidad de incubarse sobre la planta.

6. BIBLIOGRAFÍA

- AGRICO. 1990. CATÁLOGO DE VARIEDADES DE PAPA. Fla. EE.UU. p. 2.
- AGRIOS, G. N. 1995. Fitopatología. Trad. por Manuel Guzmán. 1 ed. Noriega Editores, Mexico D.F.; México, 838 p.
- CENTRE FOR AGRICULTURE AND BIOSCIENCES INTERNATIONAL (CABI), 1998. Crop Protection Compendium, Model 1, CAB International, U. K.
- CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA, 1996. Combatiendo el Tizón Tardío. Lima. Perú 22 (1):1
- CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA, 1997. Modelos de Simulación. Lima. Perú 22 (3):14
- CIMMYT, 1988. La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: Un manual metodológico de evaluación económica. Cimmyt, p. 79
- EVO, P. 1987. Criterios de aplicación de fungicidas para el control de *Phytophthora infestans* en papa en la Zona de La Esperanza, Honduras. Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional autónoma de Honduras, La Ceiba, Honduras. 47 p.
- HENFLING, J. 1987. El tizón tardío de la papa. Centro Internacional de la Papa (CIP) Lima, Perú. p. 21.
- HOOVER, W.J. 1980. Compendium of Potatoes diseases. The American Phytopathological Society. St. Paul, Minnesota. E.U.A. 56-60p.
- Citado por: Evo, P. 1987. Criterios de aplicación de fungicidas para el control de *Phytophthora infestans* en papa en la Zona de La Esperanza, Honduras. Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional autónoma de Honduras, La Ceiba, Honduras. p. 3
- LACY, M L and HAMMERSCHMIDT R, 1995 Best Management Practices for Potatoes Department of Botany and Plant Pathology. Michigan State University Extension EE.UU. Bulletin E-1802 5 p.

- LANGFORD, L and WALEGA, D. 1998. Relación entre variables meteorológicas y vuelos de esporangios de *Phytophthora infestans* en el valle de Toluca. Toluca, México. p 1.
- LITTLE, T. 1979. Métodos estadísticos para la investigación en la agricultura, Editorial Trillas, México. 270 p.
- MILLER, S. M and CARLSON, B. W. 1998. Chemical Control of *Phytophthora infestans*. Cornell University, www.wisc.edu/plantpath/pp300/docs/control4.html
- PROPAN. 1996. Productores de papa en Nicaragua. Estelí, Nicaragua. 10 p.
- ROMERO, S. 1988. Hongos fitopatógenos. Universidad Autónoma de Chapingo. Dirección de Patronato Universitario, A.C. México. p 74-78.
- SCHEPERS, H. 1998. Potatoes Leaves. Worldwide Newsletter of the Netherland Potatoes Consultative Institute 4(2): 2
- SPRAYING SYSTEMS. 1990. Agricultural Spray Products. Catalog 33. Spraying Systems Co. Wheaton, Illinois, EE.UU. 79 p.
- SPRAYING SYSTEMS. 1995. Teejet agricultural spray products. Catalog 44. Spraying Systems Co. Wheaton, Illinois, EE.UU. 78 p.
- TAYLOR, B. 1998. Revista Volando, Albany, Georgia, EE.UU 11(4): 14

7. ANEXOS

Anexo 1. Encuesta realizada a productores de papa en la localidad de Miraflores, Estelí.

I. Datos generales y manejo del cultivo.

1. Nombre del productor (a):
2. ¿Cuánta área de papa siembra en cada una de las tres épocas de producción?
3. ¿Qué tipo de semilla utiliza para consumo y para producción de semilla?
4. ¿Cuál es la variedad que más siembra?
5. ¿Con cuál variedad tiene mayores problemas para controlar tizón tardío o chamusco?
6. ¿Realiza rotación de cultivos?
7. ¿Con qué cultivos realiza la rotación?
8. ¿Cuánto tiempo espera para volver a sembrar papa en un mismo terreno si la producción está destinada para consumo?
9. ¿Cuánto tiempo espera para volver a sembrar papa en un mismo terreno si la producción está destinada para semilla?
10. ¿Qué tipo de riego utiliza para regar sus parcelas?
11. ¿A qué hora realiza estos riegos?
12. ¿Qué hace con los rastrojos de papa después que cosecha su producción?

II. Uso de fungicidas y control de tizón tardío.

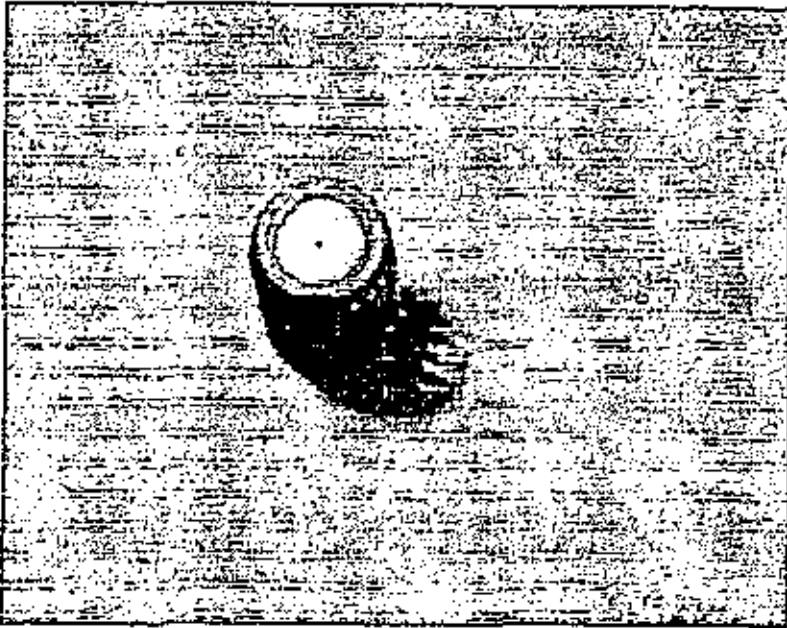
13. ¿Cuáles fungicidas protectantes utiliza contra el tizón tardío?
14. ¿Cuándo realiza la primera aplicación de estos fungicidas?
15. ¿Cuáles fungicidas sistémicos utiliza contra el tizón tardío?
16. ¿Cuándo realiza la primera aplicación de estos fungicidas?
17. ¿Utiliza siempre el mismo tipo de fungicida sistémico?
18. ¿Cuántas bombadas de mezcla sabe que utilizará al decidir aplicar?
19. ¿Qué dosis utiliza para aplicar Manzate?
20. ¿Qué dosis utiliza para aplicar Clorotalonil?
21. ¿Qué dosis utiliza para aplicar Antracol?
22. ¿Qué dosis utiliza para aplicar Acrobat?
23. ¿Qué dosis utiliza para aplicar Sandofan?
24. ¿Qué dosis utiliza para aplicar Aliette?
25. ¿Dónde obtiene el agua para realizar las mezclas con los fungicidas?
26. ¿Cada cuánto tiempo limpia su equipo de fumigación?
27. ¿A qué horas realiza las aplicaciones de fungicidas?
28. ¿De qué forma aplica sus fungicidas, es decir que partes de la planta moja al aplicar?
29. ¿Qué tipo de bomba y marca utiliza?
30. ¿Qué tipo de boquilla y marca utiliza?

Anexo 2. Tabla de pluviosidad (en mm) de los meses de mayo a diciembre de 1998, en Miraflores, Estelí, Nicaragua

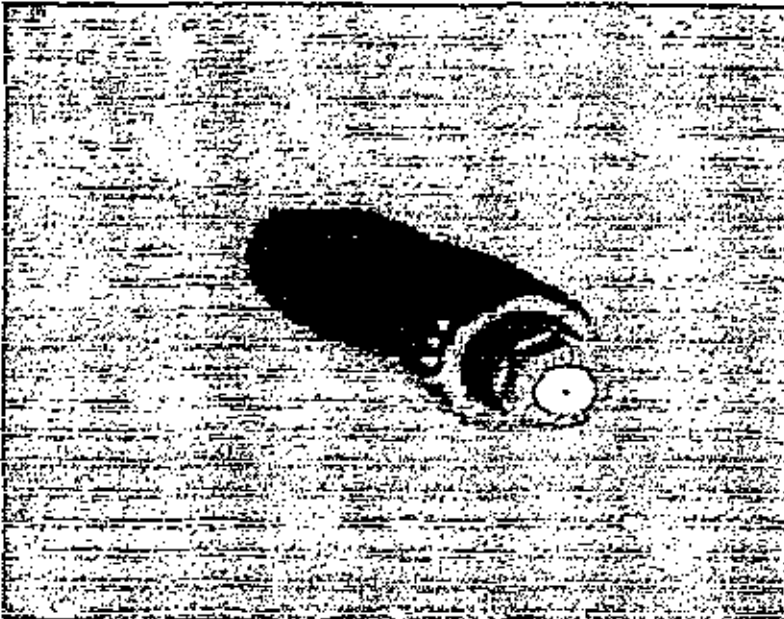
Día	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
1	0	0	3	10	0	5	25	3	
2	0	0	4	0	0	0	35	0	
3	0	0	0	0	8	0	0	5	
4	0	5	0	0	25	0	0	0	
5	0	0	0	15	30	0	10	0	
6	0	0	0	0	0	0	0	0	
7	0	0	7	20	0	0	0	6	
8	0	7	0	10	0	0	0	0	
9	0	8	0	0	10	0	8	0	
10	0	0	3	0	0	0	6	5	
11	0	3	0	12	20	0	0	0	
12	0	0	0	0	10	0	0	0	
13	0	0	10	0	20	0	6	7	
14	0	0	6	3	25	8	0	0	
15	0	0	10	0	15	10	8	0	
16	0	5	0	3	0	0	0	0	
17	0	0	0	0	0	0	0	4	
18	20	3	0	4	0	0	0	2	
19	0	0	0	30	30	0	6	3	
20	0	3	0	0	0	15	0	0	
21	0	0	0	10	15	10	10	7	
22	0	0	0	0	0	8	0	10	
23	0	35	15	0	30	0	0	6	
24	0	0	10	5	15	10	0	0	
25	0	10	15	0	30	0	3	3	
26	0	0	10	0	15	0	0	5	
27	0	0	0	8	0	80 M	0	3	
28	0	4	0	0	20	75 I	2	5	
29	3	0	0	20	0	90 T	0	6	
30	10	0	0	40	25	190 C	0	4	
31	8	0	5	0	0	65 H	0	3	
Total	41	83	98	190	343	566	119	87	1527

Anexo 3. Boquillas Jacto y TX-10

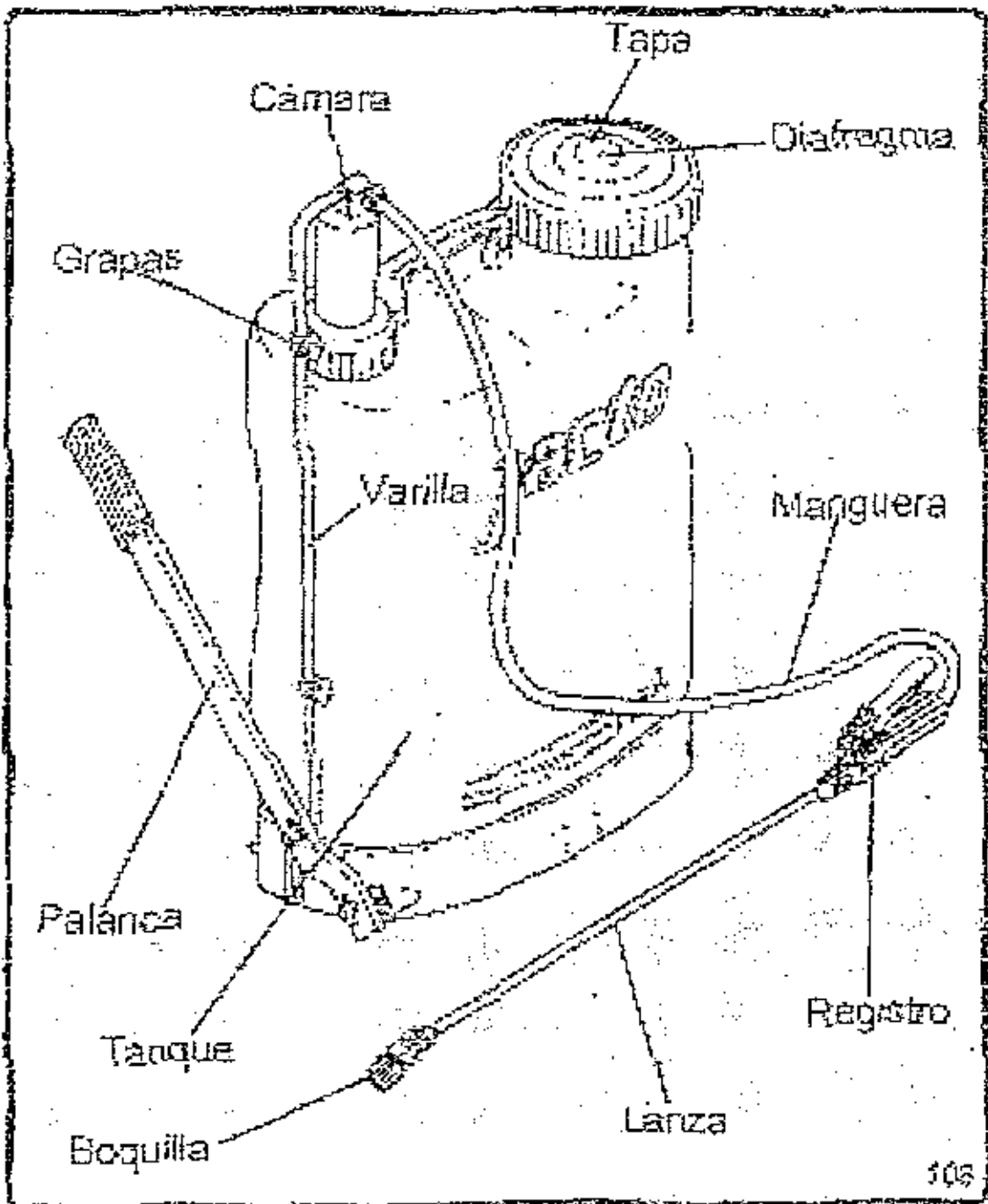
Boquilla Jacto:



Boquilla TX-10:

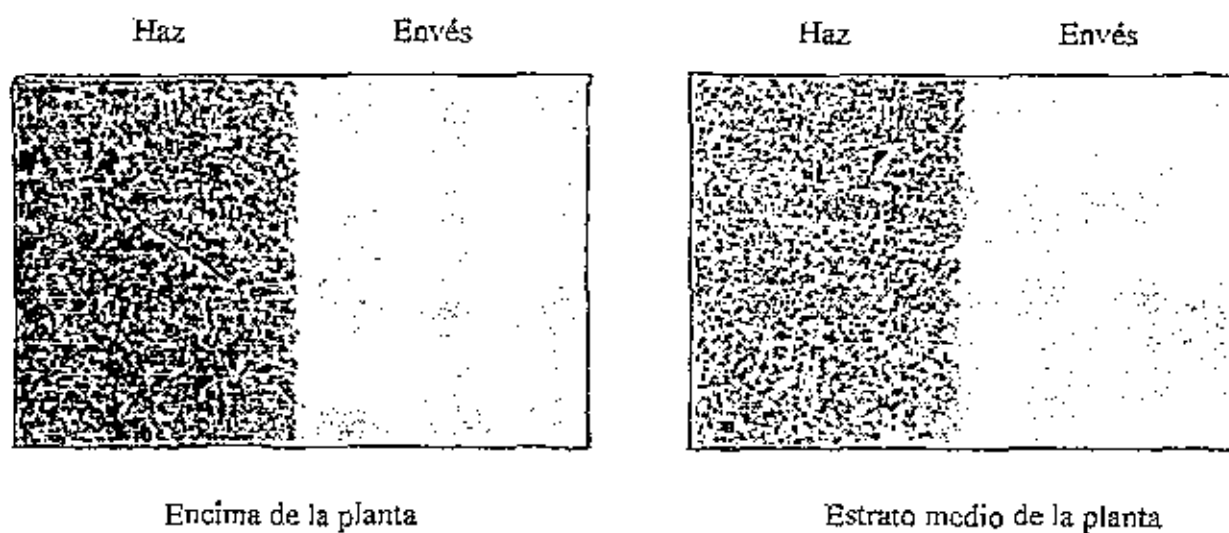


Anexo 4. Bomba Jacto:

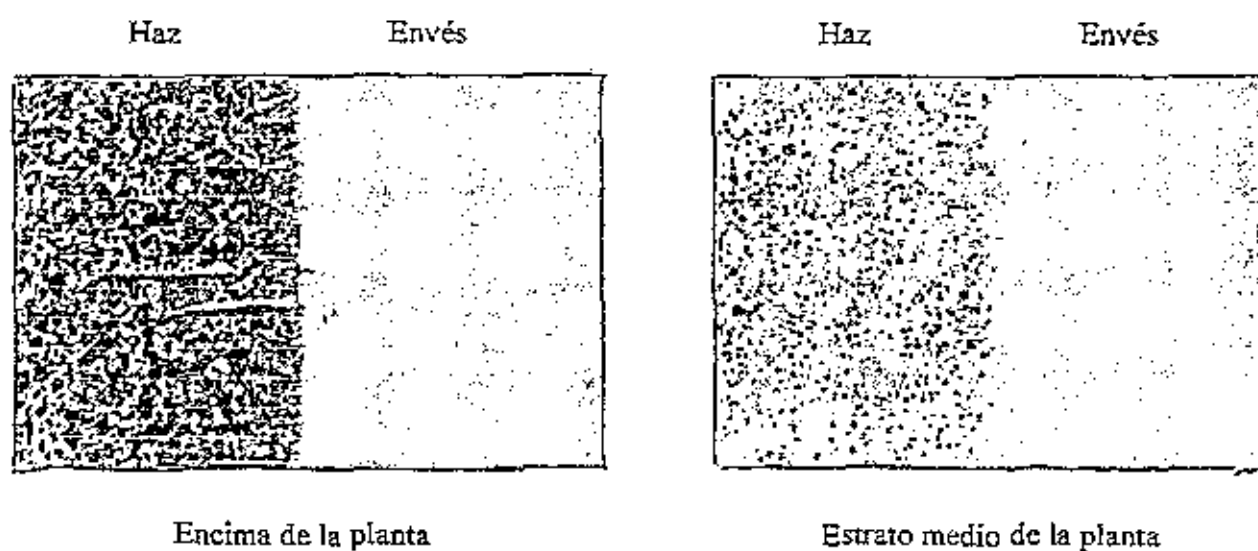


Anexo 5. Calidad de las aplicaciones sobre papeles hidrosensibles

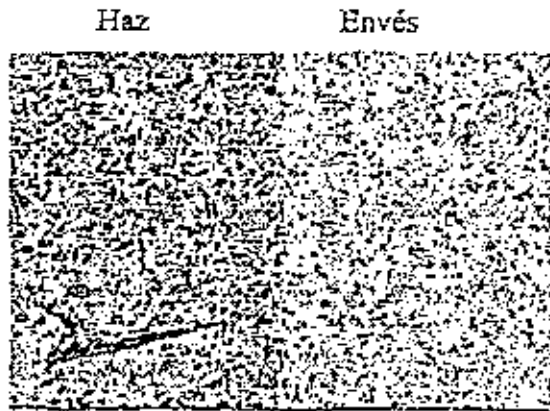
Aplicación sólo por encima del follaje con boquilla TX-10



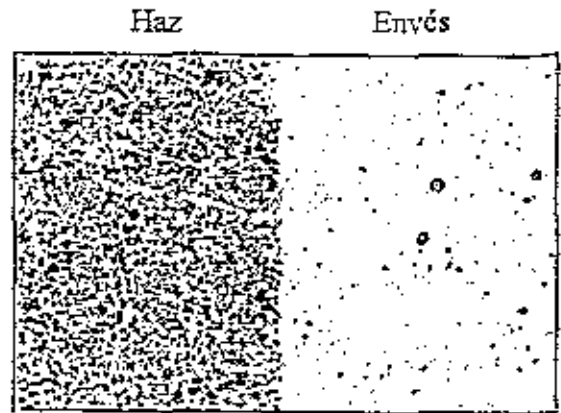
Aplicación sólo por encima del follaje con boquilla Jacto



Aplicación por encima y debajo del follaje con boquilla TX-10

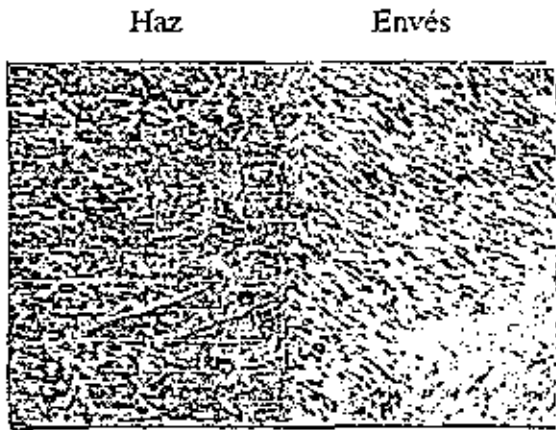


Encima de la planta

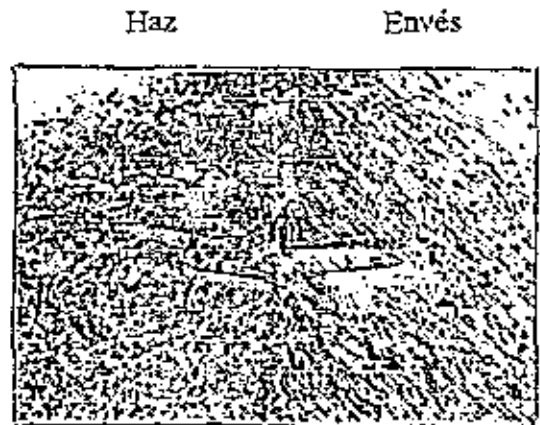


Estrato medio de la planta

Aplicación por encima y debajo del follaje con boquilla Jacto



Encima de la planta



Estrato medio de la planta

Anexo 6. Tabla de valores de severidad en la escala del Centro Internacional de la Papa (CIP).

Clave de campo para evaluar el tizón tardío de la papa

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

La descripción de síntomas se basa en plantas con 4 tallos y 10 a 12 hojas por tallo.

Anexo 7. Costos comunes para todos los tratamientos evaluados (en C\$ córdobas/ha).

Mano de obra			
Concepto	Cantidad (día/h)	Co. Unitario C\$	Co. Total C\$
Desbasure	5	20,00	100,00
Preparación del terreno	10	20,00	200,00
Surcado	4	20,00	80,00
Fertilización de 18-46-0	3	20,00	60,00
Aplicación de nematocida	3	20,00	60,00
Siembra	5	20,00	100,00
Tapado	3	20,00	60,00
Aplicación de Sencor	1	20,00	20,00
Primer aporque	5	20,00	100,00
Segundo aporque	5	20,00	100,00
Aplicación de urea	4	20,00	80,00
Cosecha	15	20,00	300,00
Total de mano de obra			C\$ 1,260,00
Insumos			
Concepto	cantidad	Co. Unitario C\$	Co. Total C\$
Semilla (qq)	30	500,00	15,000,00
Nematocida (kg)	6	24,00	144,00
18-46-0 (qq)	4	185,00	740,00
Bayfolan (l)	1	80,00	80,00
Vitavak (kg)	0,5	240,00	120,00
Sencor (kg)	1	160,00	160,00
MTD (l)	1	65,00	65,00
Alquiler de bueyes (días)	4	100,00	400,00
Total de insumos			C\$ 16,709,00
Total de costos comunes			C\$ 17,969,00