

**Evaluación del modelo de predicción
BLITECAST para el manejo de tizón tardío
(*Phytophthora infestans* de Bary) en
el cultivo de papa**

Oscar René García Mejía

ZAMORANO

Departamento de Protección Vegetal

Mayo, 1998

**Evaluation of BLITECAST forecasting model
for late blight (*Phytophthora infestans* de
Bary) management on potato crops**

Oscar René García Mejía

ZAMORANO

Department of Crop Protection

May, 1998

**Evaluación del modelo de predicción
BLITECAST para el manejo de tizón tardío
(*Phytophthora infestans* de Bary) en
el cultivo de papa**

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

Presentado por

Oscar René García Mejía

Zamorano-Honduras
Mayo, 1998

El autor concede a Zamorano permiso
para reproducir y distribuir copias de este
trabajo para fines educativos. Para otras personas
físicas o jurídicas se reservan los derechos de autor.

Oscar René García Mejía

Zamorano-Honduras
Mayo, 1998

**Evaluación del modelo de predicción BLITECAST para
el manejo de tizón tardío (*Phytophthora infestans* de Bary) en
el cultivo de papa**

presentado por

Oscar René García Mejía

Aprobada :

Julio López, M.Sc.
Asesor principal

Michael R. Zeiss, Ph.D.
Coordinador PIA

Phil Arneson, Ph.D.
Asesor

Allan J. Hruska, Ph.D.
Jefe de Departamento

Mario Bustamante, M.Sc.
Asesor

Antonio Flores, Ph.D.
Decano Académico

Alfredo Montes, Ph. D.
Asesor

Keith L. Andrews, Ph.D.
Director

DEDICATORIA

A Dios todo poderoso por darme sabiduría.

A la vida que es tan maravillosa.

A mi madre Julia Mejía por todo su amor.

A mi padre René García por todo el apoyo en estos cuatro años de mi vida.

A Margarita por todo su amor y comprensión. Te amo.

AGRADECIMIENTO

A Julio López, Rafael Turcios y todo el personal del DPV por la ayuda brindada para la realización de mi cuarto año.

Al Doctor Phil Arneson por su gran ayuda en la realización de esta tesis.

Al ingeniero Luis Andrés Zuniga, Ing. Moro Espinosa, Ing. Delmer Gonzales, Ing. Arturo Villatoro, Liberato Gómez, Silverio Gómez, Leonel Martínez, Sábás Martínez por toda la colaboración prestada en la realización de mi tesis.

A la Cooperativa Agrícola Azacualpa Limitada (COAAL), a la Cooperativa de Horticultores de Siguatepeque (COHORSIL), por toda su colaboración.

A mis amigos Jorge Duron, Octavio Avila, Werner Melara, Wendy Rodríguez, Nora Estrada, Jeovani Avila, Jofiel Jirón que sin ellos no hubiera sido posible realizar el trabajo.

A todos mis amigos: Fredy, Marco, Julio, Edwin, Cesar, David, Juan Francisco, Ever, Alvaro, Orlando, René, José, Fidel, Francisca, Ariel, Diego, Patricia, Enrique, Pedro Pablo, Roderico, Sergio y todos los demás de la clase PIA 1998.

AGRADECIMIENTOS A PATROCINADORES

A la Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria (DICTA) de la Secretaría de Agricultura y Ganadería (SAG) del Gobierno de Honduras por el apoyo financiero brindado a través del convenio EAP/SRN para la realización del cuarto año.

A la decanatura académica por la ayuda financiera complementaria brindada.

A mi familia por todo el apoyo.

RESUMEN

García, Oscar 1998. Evaluación del modelo de predicción BLITECAST para el manejo de tizón tardío (*Phytophthora infestans* de Bary) en el cultivo de papa. Proyecto especial del programa de Ingeniero Agrónomo, El zamorano, Honduras. 27 p.

Uno de los principales problemas en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) es el tizón tardío (*Phytophthora infestans* de Bary), que puede llegar a causar pérdidas extremas en producción, si los métodos de control no son los adecuados o no se practican a tiempo. Una manera clásica de controlar la enfermedad es a través del uso de fungicidas. Los agricultores han creado sistemas calendarizados para las aplicaciones de estos, provocando un uso indiscriminado. Los métodos sobre predicción de aplicaciones de fungicida son alternativas viables para hacer más eficiente el uso de estos. Los objetivos de este estudio fueron validar el modelo de predicción de aplicaciones BLITECAST en el cultivo de la papa, en las comunidades de Azacualpa y La Laguna en el departamento de Intibucá y realizar una caracterización del manejo de la enfermedad en el área. Los tratamientos usados fueron dos: sistema de manejo tradicional de aplicaciones y el sistema de manejo bajo el modelo BLITECAST. Los fungicidas utilizados fueron: metalaxil+clorotalonil y mancozeb en rotación. Las variables medidas fueron: rendimiento (en categorías según calidad), ingreso neto, severidad de la enfermedad y número de aplicaciones de fungicida. Los rendimientos observados no fueron significativamente diferentes para ninguna de las categorías de papa, tampoco se observaron diferencias en el ingreso neto y número de aplicaciones, aunque se realizaron menos aplicaciones con el sistema BLITECAST. Sin embargo se encontró diferencia en severidad siendo mas alta para el BLITECAST. Con relación a los resultados de las entrevistas realizadas a productores se concluyó que el manejo de esta enfermedad fue similar de zona a zona, con alguna variación según la época el año. Basado en los resultados no se recomienda el uso de BLITECAST, debido a su complejidad y la inversión en la compra de hygrotermógrafos y pluviómetros. Sin embargo es necesario realizar mas ensayos para tener mejor certeza de las conclusiones.

Palabras claves: Productores, caracterización de zona, hygrotermógrafo, metalaxil, clorotalonil, mancozeb, papa, tizón tardío.

MODELOS DE PREDICCIÓN ¿COMO GANARLE LA LUCHA AL TIZÓN TARDÍO DE LA PAPA?

Uno de los mayores problemas en el cultivo de la papa es el tizón tardío. Esta es una de las enfermedades que da mayores problemas a los productores, especialmente donde se cultiva en forma extensiva, tal es el caso de las comunidades de la Esperanza, Intibuca.

La manera clásica para controlar esta enfermedad es mediante el uso de fungicidas sintéticos, en donde las aplicaciones son realizadas de manera calendarizada, lo que conlleva a un uso indiscriminado de estos productos, puesto que muchas veces se realizan aplicaciones sin ninguna justificación.

Los modelos de predicción de aplicaciones buscan que estas se realicen de una manera más eficiente y basan sus predicciones en datos climatológicos. En la actualidad hay un modelo llamado BLITECAST para predicción de tizón tardío en el cultivo de la papa.

Los objetivos de este estudio fueron: validar el modelo de predicción de aplicaciones BLITECAST en el cultivo de la papa, bajo condiciones climáticas de la zona de La Esperanza, Intibuca y realizar una caracterización del manejo de la enfermedad en la zona.

Los ensayos se realizaron en las comunidades de Azacualpa, La Laguna, así como también se realizaron algunas pruebas preliminares en las comunidades de El Rodeo, Yamaranguila y Azacualpa en el departamento de Intibucá, todo esto en el periodo comprendido entre enero de 1997 y marzo de 1998.

El ensayo consistió en comparar un sistema de aplicaciones calendarizadas (Manejo tradicional) contra el sistema de aplicaciones bajo el modelo BLITECAST. Los fungicidas usados fueron: Manzate ©, Ridomil CT ©, en aplicaciones alternas. Para el manejo de BLITECAST se usaron lecturas de humedad relativa y temperatura registradas en un higrómetro, además se uso un pluviómetro para los datos de lluvia.

Según los resultados el modelo BLITECAST obtuvo menor control de la enfermedad, sin embargo esto no afectó los rendimientos, ingresos netos por parcela y el número de aplicaciones. El número de aplicaciones que se logró disminuir fue mínimo comparado con la cantidad de fungicida aplicado. Considerando áreas pequeñas de producción, así como el costo de los aparatos usados en el BLITECAST (Higrómetro y pluviómetro) hace su aplicación para pequeños productores un poco difícil, aunque pudiera ser una inversión entre varios de ellos.

Los resultados obtenidos en este ensayo mostraron que no hubo diferencias entre ambos sistemas de aplicaciones y que resulta de cierta manera más fácil el manejo tradicional, pero no se puede llegar a una conclusión verdadera sobre el modelo BLITECAST, puesto que es uno de los primeros ensayos llevados a cabo en la zona.

Una de las recomendaciones que surgió de este ensayo fue que se deben de seguir haciendo pruebas con el modelo en distintas zonas climáticas, puesto que en muchas de las aplicaciones de ambos tratamientos se coincidió.

CONTENIDO

Portadilla.....	i
Derechos de autor.....	ii
Hoja de firmas.....	iii
Dedicatoria.....	iv
Agradecimiento.....	v
Agradecimiento a patrocinadores.....	vi
Resumen.....	vii
Nota de prensa.....	viii
Contenido.....	x
Indice de cuadros.....	xii
Indice de figuras.....	xiii
Indice de anexos.....	xiv
1. INTRODUCCION	1
2. REVISION DE LITERATURA	2
2.1 El cultivo.....	2
2.2 El patógeno.....	2
2.2.1 Clasificación.....	2
2.2.2 Historia y distribución.....	3
2.2.3 Síntomas y daño.....	3
2.2.4 Reproducción.....	3
2.2.5 Control químico de tizón tardío.....	4
2.2.6 Uso de programas de predicción en el control de tizón tardío.....	5
3. MATERIALES Y METODOS	7
3.1 Localización del ensayo.....	7
3.2 Manejo de la parcela.....	7
3.3 Tratamientos.....	8
3.3.1 Manejo tradicional.....	8
3.3.2 Manejo con BLITECAST.....	8
3.4 Variables medidas.....	9
3.5 Entrevistas a productores.....	9
3.6 Análisis estadístico.....	9

4.	RESULTADOS	10
4.1	Resultados de entrevistas con productores.....	10
4.2	Resultados del ensayo con BLITECAST.....	11
4.2.1	Cosecha.....	11
4.2.1.1	Papa de primera.....	11
4.2.1.2	Papa de segunda.....	12
4.2.1.3	Papa de tercera.....	12
4.2.1.4	Rendimiento total.....	12
4.2.2	Ingreso neto.....	13
4.2.3	Severidad de la enfermedad.....	14
4.2.4	Número de aplicaciones.....	15
5.	DISCUSION	16
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	18
7.	BIBLIOGRAFIA	19
8.	ANEXOS	21

INDICE DE CUADROS

Cuadro

1.	Categorías de peso para papa (g).....	8
2.	Resumen de la cosecha, análisis de varianza (ANDEVA).....	12
3.	Resumen de separación de medias por tratamiento (DMS, Alpha=0.05).....	12
4.	Resumen de separación de medias por bloque (Duncan, Alpha=0.05).....	13

INDICE DE FIGURAS

Figura

1.	Distribución de costos para sistema de manejo BLITECAST.....	13
2.	Distribución de costos para sistema de manejo por el agricultor.....	14
3..	Severidad a través del tiempo.....	15

INDICE DE ANEXOS

Anexo

1.	Tabla para conversión de los datos climatológicos en unidades de tizón.....	22
2.	Descripción verbal y numérica de la clave de campo para medir severidad del tizón tardío de la papa.....	23
3.	Gráfico de precipitación anual y temperaturas máximas y mínimas en La Esperanza, Intibuca.....	24
4.	Encuesta para productores de papa.....	25
5.	Costos por hectárea para producción de papa.....	26
6.	Costos de producción por hectárea de papa con manejo BLITECAST.....	27

1. INTRODUCCION

Para la zona de La Esperanza-Intibucá el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.) es una de las mayores fuentes de ingresos. Debido al gran número de agricultores dedicados a este cultivo y a la extensión que este ocupa dentro de la zona. Mucha de la producción se ve disminuida a causa de diversos factores dentro de los cuales uno de los principales lo constituyen las enfermedades.

El complejo de enfermedades que atacan al cultivo de la papa es muy variado y extenso. Muchas de las enfermedades son causadas por hongos, virus y bacterias, siendo los hongos los mayores problemas por las grandes pérdidas que ocasionan. Aunque no todos los hongos son importantes en la papa, quizá uno de los más problemáticos es el causante del tizón tardío (*Phytophthora infestans* de Bary).

El tizón tardío ha logrado permanecer en la zona de La Esperanza como una de las enfermedades más peligrosas debido a su rápido desarrollo, bajo condiciones adecuadas de clima (Temperatura y Humedad Relativa). Dichas condiciones son muy comunes encontrarlas en esta zona que presenta climas fríos y húmedos, que van desde 2 °C hasta los 23 °C con humedades arriba de 90% y una duración de hasta 2 ó 3 días.

Aun con todas las condiciones adversas, los agricultores han logrado controlar la enfermedad de tal manera que obtienen regulares rendimientos. Todo ello a un alto costo, por el excesivo número de aplicaciones de fungicidas. Se debe sumar a esto el costo ecológico de la contaminación a personas, animales y fuentes de agua.

Una de las maneras más eficaces de manejar la enfermedad es mediante el uso de fungicidas. Por tal razón se han desarrollado muchos programas de aplicaciones calendarizadas. En la actualidad con todo el conocimiento que se tiene sobre el tizón tardío, por ser una de las enfermedades más estudiadas, se logró determinar las condiciones climatológicas específicas (Temperatura y Humedad Relativa) para el desarrollo del hongo. Utilizando como herramienta la predicción de la enfermedad, se podrán realizar las aplicaciones de fungicidas en el momento exacto de un posible brote de la enfermedad. Uno de estos programas de predicción llamado BLITECAST, combina datos de temperatura, humedad relativa y lluvia para realizar las predicciones.

Los objetivos de este estudio fueron:

1. Validar el modelo de predicción de enfermedades BLITECAST, en las condiciones de La Esperanza-Intibucá
2. Realizar una caracterización del manejo de la enfermedad en la zona.

2. REVISION DE LITERATURA

2.1 EL CULTIVO

La papa es un cultivo muy deseado en muchos países debido a su fácil digestibilidad y elevado contenido proteico y de carbohidratos. Es uno de los cinco cultivos alimenticios más importantes en el mundo, que solo es superado por algunas gramíneas. Este es un cultivo de clima templado y que se siembra generalmente en terreno de mucha altitud; también se cultiva en los trópicos pero su rendimiento es inferior a las 10 t./ ha. (Hooker, 1980).

La papa (*Solanum tuberosum* L.) es una planta originaria de Sudamérica específicamente de los andes peruanos, de allí fue llevada a Europa y luego a los Estados Unidos en los años de 1500 y 1600 respectivamente. En el cultivo de papa existe una gran variabilidad genética contando con aproximadamente unas 20 especies silvestres y unas 8 especies cultivadas (Montes, s.f.).

La papa es una planta herbácea perteneciente a la familia de las Solanáceas, dicotiledonea, monóica, anual. Su reproducción es por vía asexual, con un porte de entre 0.80-1.00 m de alto y un diámetro de follaje de aproximadamente 1.00 m. La planta posee tallos angulares y ramificados, las hojas son pubescentes, pinnadas, compuestas y alternas, las flores son de color amarillo, blanco, azul o púrpura; el fruto es una baya de color verde, amarilla o verde púrpura con un alto contenido de solanina lo que la hace venenosa a humanos (Montes, s.f.).

La parte comestible de la planta es el tallo modificado conocido como tubérculo, este se encuentra al final de cada estolón y funciona como un órgano de almacenamiento; la forma, color y textura de piel de los tubérculos puede variar mucho con el cultivar. Los rendimientos de papa en una hectárea en el trópico están alrededor de las 20 t / ha. , la producción de tubérculos se puede clasificar usualmente en cuatro categorías, según la región donde se produzca.

EL PATÓGENO

2.2.1 Clasificación

Existen unas 12 especies del género *Phytophthora spp.* que atacan una diversidad de cultivos que van desde palma africana, fresa y otros más. La mayoría de la especies atacan a las partes subterráneas de las plantas (Raíces, la corona, los cuellos, etc.). Unas pocas afectan partes aéreas (Hojas, tallos, etc.).

Nombre Científico : *Phytophthora infestans* de Bary

Clasificación :

Clase : Ficomycetos

Orden : Peronosporales

Familia : Phythiaceae

2.2.2 Historia y distribución

Una de las enfermedades más importantes y más estudiadas en el cultivo de la papa es el tizón tardío de la papa (*P. infestans*), enfermedad que en el año de 1845 causó en Irlanda una de las más grandes hambrunas que se tiene registro, causando la muerte de miles de personas y una gran emigración de la población de dicho país. El patógeno se encuentra distribuido ampliamente en todas las regiones donde se cultiva papa, siendo más virulento en la región oriental de Norteamérica y el noroeste de Europa donde la papa se cultiva en grandes extensiones (Agrios, 1995).

El tizón tardío es una enfermedad muy importante del cultivo de la papa en Latinoamérica, ya que se han reportado pérdidas por más de 30% de la cosecha en 18 ciudades de América Latina (Malamod *et al*, 1994).

2.2.3 Síntomas y daño

El tizón tardío puede atacar cultivos de la misma familia como berenjena, tomate y papa, en dichos cultivos ocasiona daños a nivel del fruto, follaje y tubérculo en el caso de la papa. Los síntomas de la enfermedad en un principio se tornan en manchas húmedas circulares o irregulares que comienzan por el borde de las hojas inferiores.

Cock (1990) menciona que en tiempos húmedos las manchas de los bordes de las hojas avanzan rápidamente y forman quemazones de forma irregular. En el envés de las hojas se notan las hifas del hongo en una zona blanca que presenta una anchura de 3 a 5 mm.

Agrios (1995) hace referencia a que en condiciones prolongadas de humedad, todos los órganos tiernos y aéreos de las plantas se marchitan y pudren con gran rapidez, desprendiendo un aroma característico. En los tubérculos las manchas aparecen secas y de un color café en la superficie, al obtener un corte de dichos tubérculos se pueden observar lesiones húmedas y que penetran hasta 5 ó 15 mm de la pulpa. Frecuentemente las manchas de Tizón vienen acompañadas con la infección de otros hongos y bacterias que pueden causar daños similares y hasta la pudrición (Stevenson, 1993).

2.2.4 Reproducción

Los factores más importantes para que una enfermedad se desarrolle en la planta son las condiciones ambientales, en especial la temperatura y la humedad relativa. La mayoría de las enfermedades de tipo fungoso necesitan de ciertas condiciones ambientales específicas para poder desarrollar sus estructuras de reproducción y/o diseminación, además del desarrollo de la misma (Deacon, 1990).

Una de las características importantes de *P. infestans* es el rango bien definido de temperatura que requiere para la germinación. Este hongo presenta dos tipos de reproducción, el primero es de tipo sexual que es poco común puesto que se requiere de dos tipos de hifas con cierta compatibilidad y solo una de ellas ocurre en la mayoría de los países. Cuando ambos tipos de compatibilidad se presentan, la hifa femenina crece en dirección del anteridio joven formando un oogonio, el cual después de ser fecundado por el anteridio se desarrolla en una oospora de paredes gruesas y duras que puede sobrevivir por más tiempo. La oospora germina por medio de un tubo germinal aunque algunas veces puede formar micelio en forma directa.

El tipo de reproducción asexual es más común y es algo que es muy específico de este hongo. La germinación asexual esta gobernada por la temperatura ambiental, básicamente cuenta con dos formas de germinación. La primera ocurre por medio de esporangios que provienen del crecimiento ramificado en forma de esporangióforos, dichos esporangios germinan mediante un tubo germinal cuando las temperaturas están por encima de los 12 ó 15 °C. Con temperatura por abajo de estas, la germinación se da por medio de zoosporas que se producen de la división interna de los esporangios, usualmente se producen de tres a ocho zoosporas.

Las zoosporas son un tipo de esporas que tienen la capacidad de moverse por si solas, para lo cual necesitan de una lámina de agua sobre la superficie de las hojas. Las zoosporas son muy susceptibles a climas secos y requieren de humedades por encima de 90% por periodos prolongados. La germinación por zoosporas causa mas problema puesto que de un solo esporangio pueden ocurrir hasta 8 infecciones a la vez.

Cuando el clima es favorable, el período comprendido entre la aparición de la infección y la formación de los esporangios puede tardar solo 4 a 3 días. Esto hace que pueda llegar a tener muchos ciclos de la enfermedad en una estación de crecimiento. El hongo muestra mayor esporulación a humedades relativas cerca de 100 % y temperaturas de entre 16 y 22 °C. Los esporangios pierden su viabilidad al cabo de 3 ó 6 horas a humedades relativas por abajo de 80 % (Agrios, 1995).

2.2.5 Control químico de tizón tardío

Según Fry (1982) el control químico es uno de las formas más eficaces y más usadas en el manejo de enfermedades de plantas, la gran mayoría de fungicidas usados actúan en forma de protectantes, es decir que evitan la colonización y penetración del patógeno sobre el hospedero.

El control preventivo basándose en químicos obliga al agricultor a realizar mayor número de aplicaciones, otro factor que influye en realizar aplicaciones continuas es el hecho de que es muy difícil hacer un muestreo de las enfermedades y tomar una decisión de sí aplicar o no, debido al tamaño microscópico del patógeno.

Peñalba y Monterroso (1988) señalaron que el uso de la mezcla y alternancia de fungicidas sistémicos y de contacto es una buena alternativa para detener el incremento de la epidemia del tizón tardío. También Evo *et al.* (1987) encontró que la combinación de metalaxil mas clorotalonil era una manera eficiente de controlar el desarrollo de tizón en comparación con mancozeb, propineb (protectantes) y etiosulfito de aluminio (Sistémico) y sus respectivas combinaciones entre sistémicos y protectantes.

Algunos de los fungicidas más usados en el control de tizón tardío son los pertenecientes a la familia de los ditiocarbamatos entre uno de ellos el mancozeb que es de acción protectante. Su modo de acción es reaccionando con los grupos sulfhidrilos, altera la estructura espacial de las proteínas, produce quelatos de iones metálicos que son coenzimas y trastorna la actividad enzimática; la estructura básica de este fungicida es el ácido tiocarbámico.

Otro fungicida protectante es el clorotalonil que es un compuesto aromático, es un fungicida que pertenece a la familia de los compuestos aromáticos. Esta familia se caracteriza por tener diversas formas de acción, la estructura básica es el anillo de benceno.

En la década de 1970 a 1980 se creó una de las moléculas con acción sistémica y que tiene un rango muy específico para el control de Ficomicetos en especial *P. infestans* dicho fungicida es conocido como metalaxil que pertenece a la familia de las fenilamidas o acilalaninas. El metalaxil actúa sobre el ácido ribonucleico (ARN), aparentemente también tiene un efecto sobre las defensas de la planta que la vuelven más resistente al patógeno. El problema que se ha tenido con este fungicida es que por el uso indiscriminado de este fungicida y debido a su acción específica en el hongo, este ha logrado adquirir resistencia por parte del patógeno (Castaño, 1994).

2.2.6 Uso de programas de predicción en el control de tizón tardío

En los últimos años se han desarrollado programas computarizados y no computarizados para predecir los períodos en que se presenta el brote del tizón tardío y para programar oportunamente las aplicaciones de los fungicidas (Agrios, 1995).

La mayoría de los programas de predicción se basan en el hecho de que el tizón tardío depende de temperaturas moderadas y una alta humedad relativa. Con el registro diario de temperatura, humedad relativa y precipitación así como la duración en tiempo de los mismos, se utilizan para identificar el momento adecuado del comienzo de un brote.

Muchos de los programas de predicción de enfermedades ayudan al productor a saber si el clima prevaleciente es favorable para el desarrollo de la enfermedad y cuando posiblemente ocurrirá un apareamiento de los primeros síntomas. Algunos de estos están basados en datos de climatología recolectados por pluviómetros e hygrotermografos colocados en los campos (Stevenson, 1993).

Muchos modelos han sido probados para la predicción de tizón tardío; los siguientes son algunos de ellos: Hyre system ©, basado en datos de temperatura y rocío; Wallin system ©, basado en datos de temperatura y humedad relativa y BLITECAST system ©, desarrollado en Pennsylvania con la integración de los dos primeros sistemas, en un programa de computadora.

BLITECAST tiene dos componentes, el primero que predice la primera ocurrencia de tizón y la otra que establece una calendarización de aplicaciones según las condiciones climatológicas en los últimos siete días previos (Raposo *et al*, 1993).

Stevenson (1993) menciona que el uso de sistemas de predicción de enfermedades puede resultar en un control apropiado, menos aplicaciones de fungicida y disminución en la cantidad total de estos.

Fry *et al* (1983) mencionó que si la dosis de fungicida es ajustada como complemento de cultivares resistentes y las aplicaciones son basadas en técnicas de predicción, el uso de fungicidas sería más eficiente a que si no se ajustará los intervalos de aplicaciones.

Shtienberg *et al* en 1994 aseveró que una manera eficiente de ajustar las aplicaciones de fungicida (control químico) es considerando la resistencia de la variedad, así a variedades resistentes se aplica menos frecuente y a variedades de poca resistencia las aplicaciones son más frecuentes.

En estudios realizados en México durante 1992-1993, con la implementación de sistemas de predicción de enfermedades se lograron reducir las aplicaciones de fungicidas en un 54.4 %. Ahorrando hasta 168 \$ / ha comparado contra un sistema calendarizado de aplicaciones de cada 10 días (Bolkan and Reinert, 1994).

3. MATERIALES Y METODOS

3.1 LOCALIZACION DEL ENSAYO

El ensayo fue realizado en: las comunidades de Azacualpa ubicada a 8 Km al oeste de La Esperanza, con una altitud de 1860 msnm. La otra comunidad llamada La Laguna se encuentra a 6 Km al este de la ciudad de La Esperanza con una elevación de 1880 msnm. Ambas comunidades presentan características climáticas muy similares con una temperatura promedio de 20 °C y una precipitación anual de 1328.85 mm.

3.2 MANEJO DE LA PARCELA

Las parcelas de papa fueron sembradas a un distanciamiento de 1 m entre hilera y 25 cm entre planta obteniendo una densidad de 25,000 Plta / ha. Las dimensiones de cada parcela para los tratamientos fueron de 7 m x 10 m obteniendo con esto 8 hileras de papa.

Se preparó el terreno con arado y rastra. La siembra fue manual y se utilizó la variedad Diamant © usando semilla de segunda cultivada en la zona. Junto con la siembra se realizó la fertilización con la formula 12-24-12 a una razón de 1.55 t / ha y sulphomag a una razón de 0.73 t / ha.

Para control de plagas de suelo, se aplicó al momento de la siembra el insecticida-nematicida granulado Terbufos (Terbufos 10 G ©) a razón de 22.27 Kg / ha. La semilla de papa fue colocada a una profundidad de 10 a 8 cm.

A los 45 días después de la siembra (dds) se realizó el aporque de la papa, aplicando sulphomag a razón de 0.58 t / ha, mas el fertilizante foliar de formula 20-20-20 que se aplicó dos veces con intervalo de una semana.

Antes de la cosecha, se podó el follaje en forma mecánica y casi al nivel del suelo y se esperaron 15 días para sacar los tubérculos. Al momento de la cosecha se procedieron a pesar los tubérculos, fueron clasificados en varias categorías de acuerdo al peso (Cuadro 1).

Antes de la puesta en marcha del ensayo se realizaron pruebas preliminares en distintos lotes, con el objetivo de calibrar los aparatos y enseñar a los productores el manejo del modelo BLITECAST.

Cuadro 1. Categorías de peso para papa (g)

Categorías		Papa de primera	Papa de segunda	Papa de tercera	Papa de cuarta
Rango de peso	<i>Max.</i>	500.00	299.90	199.90	49.90
	<i>Min.</i>	300.00	200.00	50.00	Menor a 49.90

3.3 TRATAMIENTOS

Los tratamientos fueron dos, el primero que sirvió como testigo que es el manejo tradicional del agricultor y el segundo que fue la aplicación del modelo BLITECAST© para la predicción de aplicaciones de fungicidas.

3.3.1 Manejo tradicional

En este manejo las aplicaciones de fungicidas se realizaron en forma calendarizada cada cinco días con aplicaciones de mancozeb (Manzate ©, 1Kg / ha) y dos aplicaciones de metalaxil + clorotalonil (Ridomil CT ©, 0.25 Kg / ha) con un intervalo de 15 días. Las aplicaciones de este fungicida se efectuaron cuando las condiciones de clima presentaban temperaturas bajas y alta humedad relativa por uno o dos días, además de realizar muestreos revisando las manchas de tizón. El inicio de las aplicaciones comenzó en la primera semana después de la emergencia de la papa.

3.3.2 Manejo con BLITECAST

Este manejo incluyó lo que es la predicción del momento óptimo de aplicación de fungicida basado en la toma de datos climatológicos como lo fueron: Horas de humedad relativa por encima de 90% y temperatura media durante dichas horas, al igual que cantidad de lluvia acumulada desde la última aplicación de fungicida. Los datos se acumularon diariamente según tabla del modelo que aparece en (Anexo 1). La puesta en marcha del modelo comenzó cuando se logró un 90 % de papa emergida, realizando la aplicación en el momento en que los datos indicaban la necesidad de hacerlo. La toma de las lecturas del hygrotérmo grafo se realizaron diariamente entre las 10 y 11 a.m., horas donde la humedad relativa esta por debajo de 90% usualmente, las lecturas del pluviómetro se efectuaron a las 6 a.m. todos los días.

3.4 VARIABLES MEDIDAS

Rendimiento: Se clasificó la cosecha según (Cuadro 1). Para medir rendimiento se descartaron los cuatro surcos de los lados mas dos metros de cada extremo de la parcela, dejando un área de 24 m² para la cosecha.

Severidad : Se realizaron muestreos de severidad de ataque y se evaluaron según escala visual (Anexo 2). Los muestreos fueron hechos en 20 sitios por parcela, cada sitio corresponde a un metro lineal (tres plantas), escogido al azar.

Número de aplicaciones: Se llevo registros del número de aplicaciones en cada tratamiento.

Ingreso neto: Se realizó análisis sobre los costos de cada sistema de manejo y se evaluó el ingreso neto que cada uno de los sistemas produjo.

3.5 ENTREVISTAS A PRODUCTORES

Se realizaron entrevistas con productores de la zona con la finalidad de recolectar información acerca del manejo de la enfermedad, las entrevistas se basaron en un formato de encuesta (Anexo 4).

3.6 ANALISIS ESTADISTICO

Para el análisis estadístico de: rendimiento, se repartió en tres categorías comerciales mas el total de cada parcela, se realizó un análisis de varianza (ANDEVA) con el diseño de bloques completos para cada categoría, y separación de medias de Duncan para los bloques, para los tratamientos no fue necesario puesto que fueron solo dos.

Para el número de aplicaciones e ingreso neto se efectuó el análisis con un diseño de bloques completos y separación de medias de Duncan para los bloques, y DMS para los tratamientos.

La variable severidad se analizó dentro de un diseño de medidas repetidas en el tiempo, se realizaron un total de 8 muestreos (fechas) durante todo el ciclo.

4. RESULTADOS

4.1 RESULTADOS DE ENTREVISTAS CON PRODUCTORES

Se realizaron entrevistas a productores en diferentes comunidades de La Esperanza, específicamente en la comunidad de Azacualpa (Anexo 4) obteniéndose los siguientes resultados:

La semilla utilizada por los agricultores tenía tres procedencias la importada, la nacional y la artesanal. La semilla importada es comprada por los grandes productores, casas comerciales y cooperativas agrícolas. En total un 30 % de los productores hicieron uso exclusivo de esta semilla, que es utilizada en un promedio de tres ciclos más. La semilla nacional y la artesanal son semillas con menor valor y calidad que la importada. Un 40 % de los productores usan semilla artesanal que es semilla de segundo o tercer ciclo de semillas importadas, un 30 % usa semilla nacional, que son semillas cultivadas en la zona.

El 80 % de los productores utilizan la misma variedad de papa indistintamente de la época de siembra. Las variedades mas utilizadas en la zona fueron: Proventor ©, Diamant ©, Escape ©, Caesa ©. Cuando la semilla es importada, los agricultores reportan que esta es usada por tres e incluso cuatro ciclos de cultivo.

Las densidades promedios utilizadas por productores fueron de 1 m entre hilera y 30 a 25 cm entre planta, utilizando para tal efecto una cantidad de semilla equivalente a 20 o 26 qq / Mz dependiendo del tamaño de la semilla utilizada.

El tipo de riego mas utilizado es el riego por aspersión, aunque la mayoría de productores que siembran áreas pequeñas utilizan un sistema por manguera o riego por gravedad. Cabe mencionar que mucha del área de producción de papa se encuentra localizada en terrenos con pendiente y el acceso a riego es muy difícil.

Las fertilizaciones para el cultivo fueron básicamente dos: una fertilización inicial con la fórmula 12-24-12 a razón de 25 qq / ha. La segunda fertilización se realiza junto con el aporte a los 45 días después de siembra, esta fertilización se realiza con urea a razón de 1.5 qq / ha, más sulpomag a razón de 4 qq / ha y una dosis de 6 qq / ha de 12-24-12. Todas las recomendaciones de fertilizante se realizan sin ningún tipo de análisis de suelo previo, más que todo es una receta de casas comerciales de la zona.

Las rotaciones de cultivo de papa son muy pocas, puesto que prácticamente se siembra todo el año. Cuando se reportaron rotaciones son típicamente con: maíz, frijol o crucíferas. El área promedio de siembra por agricultor es de un cuarto de manzana en forma individual, muchos de los productores están asociados en cooperativas que llegan a sembrar un área de papa de entre 20 a 60 ha por año.

Los ataques más fuertes de tizón tardío se presentan en los meses lluviosos de septiembre, octubre e inclusive parte de enero. Esto tiene relación con las bajas temperaturas y altas humedades relativas predominante en esta época del año (Anexo 3)

Durante la época de invierno la calendarización de aplicaciones se reduce a intervalos de tres días, básicamente los fungicidas utilizados son mancozeb (1 Kg / ha) y rotaciones con metalaxil (0.5 Kg / ha). Uno de los principales problemas que se puede observar con respecto a las aplicaciones es la inapropiada forma de realizarla. La mayoría de las aplicaciones son dirigidas a la parte superior del follaje, dándosele nada de protección al envés, donde en el caso del tizón tardío ocurre la mayor penetración.

Los síntomas de tizón son observados por el agricultor a los 30 días después de sembrados, lo que coincide con la emergencia de la papa. La primera aplicación se realiza durante esta primera semana, dando inicio con esto a un rígido sistema de aplicaciones calendarizadas. Esta depende mucho de la zona de cultivo, así como también de la época del año.

Básicamente todo el manejo del cultivo de papa va dirigido al control de tizón tardío, dejando de lado los otros problemas fitosanitarios. Sin embargo los agricultores mencionaron mucho el problema con gallina ciega, pulgones o áfidos y bacteriosis. Podría decirse que en un 80% de los productores demandan ayuda en la parte de manejo de bacteriosis (*Erwinia* spp., *Pseudomonas* spp. etc.) puesto que el control de tizón tardío está basado en el uso de fungicidas.

La poca asistencia técnica constante, recibida por parte de los agricultores es uno de los factores que influyen la poca optimización del cultivo, puesto que pese a todo el manejo que recibe los rendimientos están muy por debajo de los estándares mundiales.

4.2 RESULTADOS DEL ENSAYO CON BLITECAST

4.2.1 Cosecha

Los datos de cosecha se clasificaron en cuatro categorías de papa según peso (ver cuadro 1) la categoría cuatro no fue incluida en el análisis estadístico puesto que no cuenta con ningún valor comercial. Para cada una de las tres categorías y el total de rendimiento se realizó un análisis de varianza para los tratamientos. Se uso el modelo de bloques completos. Los resultados se presentan a continuación:

4.2.1.1 Papa de primera. El modelo (Bloques completos) fue poco significativo ($F=2.34$, $g.l.=3$, $Pr.\leq 0.3133$), no pudo explicar mucho de los resultados ($R^2=0.778343$). Los rendimientos no fueron significativamente diferentes para bloque y para los tratamientos (Cuadro 2). Es decir que el modelo estadístico utilizado no pudo explicar la variabilidad presentada por los datos. Además que no hubo una diferencia significativa en los rendimientos para esta categoría de papa.

Cuadro 2. Resumen de la cosecha, análisis de varianza (ANDEVA).

Categoría	Modelo(Pr ≤F)	R²	Bloque(Pr≤F)	Tratamiento(Pr≤F)
Primera	0.3133	0.778343	0.2231	0.8314
Segunda	0.2730	0.8084	0.2061	0.4810
Tercera	0.0916	0.9379	0.0621	0.9939
Total	0.3372	0.7617	0.2398	0.9894

4.2.1.2 Papa de segunda. Al igual que para la categoría de primera, el modelo fue poco significativo, aunque su R^2 fue un poco mas alto, los rendimientos no fueron significativamente diferentes para esta categoría.

4.2.1.3 Papa de tercera. El modelo utilizado fue significativo ($F=2.81$, $g.l.=3$, $Pr.\leq 0.0916$) con un R^2 alto (0.9379). Los valores de cosecha fueron diferentes significativamente para los bloques, pero no para los tratamientos. Para esta categoría se encontraron diferencias entre los bloques es decir que las comunidades ejercieron influencias para el rendimiento, aunque no se pudo medir cual fue el efecto exacto y a que específicamente se debió.

4.2.1.4 Rendimiento total. El modelo utilizado fue poco significativo (ver cuadro 2), el ajuste del R^2 tuvo un valor bajo (0.7617), los valores para los tratamientos al igual que para los bloques no fueron significativos según el análisis del ANDEVA.

Cuadro 3. Resumen de separación de medias por tratamiento (DMS, Alpha=0.05)

Categoría	Manejo con BLITECAST	Manejo tradicional
Primera	23.093 a	25.020 a
Segunda	13.143 a	11.073 a
Tercera	5.153 a	5.160 a
Total	41.390 a	41.253 a

*Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

No hubo diferencias significativas entre los tratamientos para la variable rendimiento, esto se pudo ver en el ANDEVA realizado, la separación de medias no tenia caso hacerla, sin embargo se deseaba mostrar los valores de las medias obtenidos (Cuadro 3).

Cuadro 4. Resumen de separación de medias por bloque (Duncan , Alpha=0.05)

Categoría	Bloque I	Bloque II	Bloque III*
Primera	32.600 a	9.250 a	30.320 a
Segunda	16.600 a	8.575 a	11.150 a
Tercera	4.250 ab	8.100 a	3.120 a
Total	53.450 a	25.920 a	44.590 a

*Los resultados del bloque III fueron aproximados mediante la curva de crecimiento según Doncaster y Gregory, 1948, citado por Burton, W.G. 1989. Este bloque fue afectado por una helada durante su desarrollo.

Se realizó una separación de medias por el método de Duncan para los bloques y se encontró que para las categorías de primera, segunda y el total no hubo diferencias significativas entre los bloques, pero si para la categoría tercera, coincidiendo con el ANDEVA realizado.

4.2.2 Ingreso neto

Para este analisis se elimono el tercer bloque. Los resultados obtenidos en el ANDEVA muestran que el modelo (Bloques completos) utilizado para el análisis de los datos tuvo poca significancia ($F=,15.24$ g.l.=2, $Pr. \leq 0.1782$), aunque logró explicar bastante de los datos con un R^2 alto (0.9682). No se pudo encontrar una diferencia estadística entre los ingresos netos para los dos tratamientos usando la prueba para separación de medias DMS, ni tampoco para los bloques usando la prueba Duncan.

Figura 1. Distribución de costos para sistema de manejo BLITECAST.

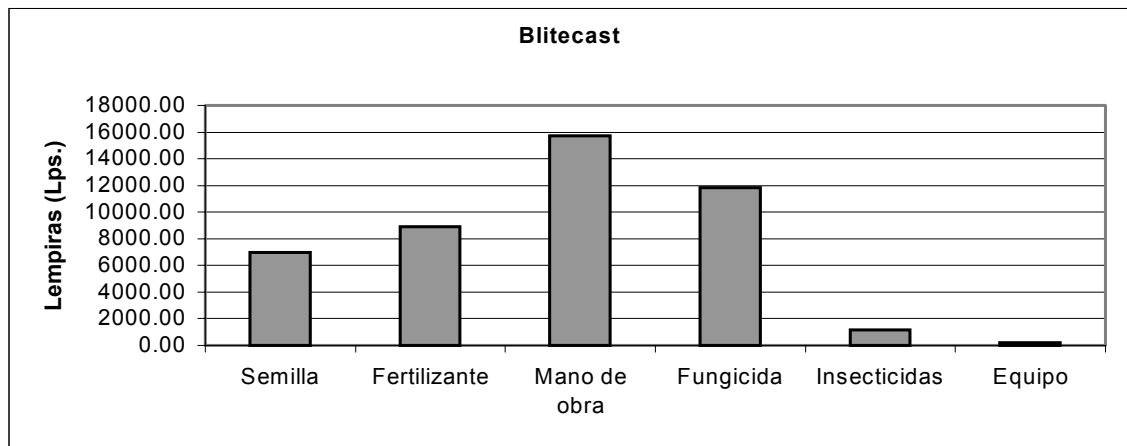
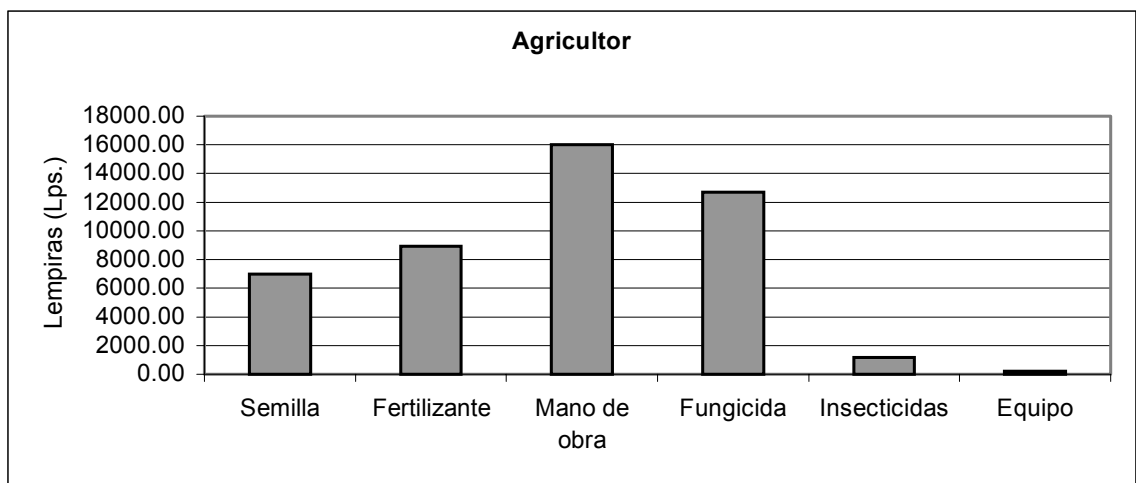


Figura 2. Distribución de costos para sistema de manejo por el agricultor.



Los fungicidas representaron cerca un tercio de los costos de producción, es el segundo valor en importancia de los costos por su magnitud, sin contar la mano de obra y otros gastos dentro de lo que fueron las aplicaciones.

4.2.3 Severidad de la enfermedad

Para el análisis de estos resultados se optó por eliminar el bloque III por no poder completar el ciclo de cultivo debido a pérdidas por helada. Se utilizó el modelo de medidas repetidas en el tiempo con dos bloques, dos tratamientos y ocho fechas.

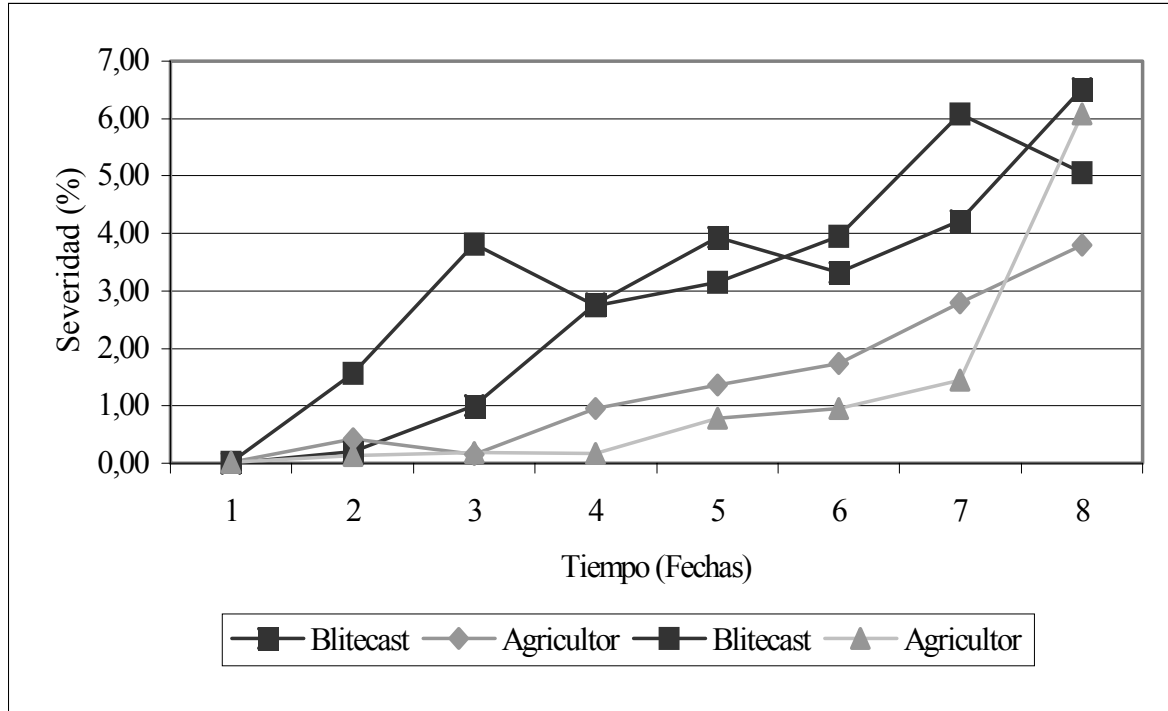
El modelo tuvo una alta significancia ($F=4.17$, g.l.=24, $Pr.\leq 0.0294$), un buen ajuste de los datos con un R^2 alto (0.9345), las fuentes de variación fecha ($F=9.99$, g.l.=7, $Pr.\leq 0.0035$) y los tratamientos ($F=19.70$, $Pr.\leq 0.0030$, g.l.=1) fueron altamente significativas, ninguna de las interacciones (fecha*bloque, fecha * tratamiento y bloque *tratamiento) fue significativa.

El ANDEVA fue realizado nuevamente pero sin contar con las interacciones antes mencionadas puesto que no fueron significativas, y las fuentes de variación fueron probadas contra el error correcto encontrado por “Estatistical Analysis System (SAS ©)” (Test of Hypotheses for Mixed model Analysis of variance), en este ANDEVA se encontró una alta significancia en el modelo ($F=12.80$, g.l.=9, $Pr.\leq 0.001$), al igual que para las fechas ($F=12.81$, g.l.=7, $Pr.\leq 0.001$), y los tratamientos ($F=25.27$, g.l.=1, $Pr.\leq 0.001$), no así para los bloques ($F=0.28$, g.l.=1, $Pr.\leq 0.6029$).

Se realizó una separación de medias para los tratamientos usando el método DMS y hubo una diferencia significativa a un $\text{Alpha}=0.05$, donde el manejo con BLITECAST mostró mayor valor de severidad. Esta prueba se puede obviar puesto que son solo dos tratamientos y el ANDEVA lo dice todo.

La separación de medias por fecha según el método de Ryan-Einot-Gabril-Welsch Multiple F (REGWF) que sigue la distribución F, mostró que las fechas más próximas a la cosecha presentaban mayor severidad.

Figura 3. Severidad a través del tiempo.



Las diferencias en severidad fueron relativamente pocas. Además se nota como siempre se encontró mayor severidad en las parcelas manejadas con el sistema BLITECAST. (Figura 3).

4.2.4 Número de aplicaciones

El ANDEVA para la variable número de aplicaciones muestra que el modelo utilizado fue poco significativo ($F=0.3431$, g.l.=3 $Pr.\leq 0.4575$,) y poco ajuste de los datos ($R^2=0.79069$). Los tratamientos no fueron significativos ($F=2.78$, g.l.=1, $Pr.\leq 0.3440$) al igual que los bloques ($F=1.00$, g.l.=1, $Pr.\leq 0.5000$), en el análisis de los datos solamente se utilizaron los datos de dos bloques puesto que el tercero fue incompleto.

5. DISCUSION

Los agricultores de la zona ya tienen un patrón definido de manejo de la enfermedad, es decir cuentan con un esquema que han desarrollado a través del tiempo y con el cual han aprendido de cierta manera a controlar la enfermedad de tizón tardío.

Mas sin embargo ningún agricultor se ha hecho la pregunta de ¿cuán eficiente es en el manejo de los recursos, en cuanto a fitoprotección se refiere?. También queda claro que el manejo de la enfermedad en las diferentes zonas es muy similar, variando únicamente los intervalos de aplicaciones. Se encontró que a mayor altitud de la zona los intervalos de aplicación parecen ser mas cortos, y es debido a que aquí se presentan las condiciones climáticas más favorables para el desarrollo de la enfermedad. Como lo menciona Agrios (1995) que bajo condiciones favorables los síntomas pueden aparecer en tres o cuatro días después de la infección, esto justifica en parte el por que de los intervalos de aplicaciones tan pequeños en zonas altas.

Con los resultados obtenidos del ensayo no se encontró ninguna diferencia en los rendimientos para los dos tipos de manejo, lo que podría indicar que se pueden cambiar del manejo tradicional de aplicaciones a un sistema mas técnico de predicción pudiendo realizar las aplicaciones cuando en verdad son necesarias. Los rendimientos obtenidos en el ensayo están cerca del promedio de la zona (10-12 t / ha) aunque si por encima del promedio en el trópico (10 t / ha).

Los ingresos netos obtenidos no fueron estadísticamente diferentes y los costos no variaron mucho entre los tratamientos, pero se puede observar una ligera baja en la cantidad de fungicida usado por hectárea en el tratamiento con BLITECAST (Cerca de Lps. 1,000 / ha), así como también en la mano de obra (Baja el número de aplicaciones). Esto podría ser una buena reducción en cuanto a los costos (Anexos 5 y 6). Estos resultados contrastan con las reducciones en costos obtenidas por Bolkan and Reinert, 1994 que encontraron reducción de costos de hasta 168 \$ / ha.

El número de aplicaciones como se mencionó en los resultados no fue significativamente diferente, aunque si se realizaron menos con el sistema BLITECAST, lo que trae consigo una reducción en los insumos, estos resultados demuestran lo contrario a lo encontrado por Bolkan *et al* 1994 que obtuvo una reducción en el número de aplicaciones hasta de 54 % usando el modelo de predicción.

Se presentaron más problemas con manchas de tizón en las parcelas bajo el sistema BLITECAST, lo que no fue significativo en el rendimiento, aunque en el campo las plantas se vieron menos vigorosas. Según resultados obtenidos por Peñalba *et al.* 1988 usando combinaciones de fungicidas sistémicos (metalaxil) y protectantes (mancozeb, clorotalonil) bajo un sistema de aplicaciones calendarizadas cada cinco días era eficiente en el control de tizón tardío, estos mismos resultados se pudieron observar en el manejo tradicional, aplicado en el ensayo.

Los intervalos de aplicaciones entre los dos sistemas fue casi el mismo, los agricultores realizaron aplicaciones cada 5 días. En cambio, bajo el sistema BLITECAST en promedio fueron cada 5 días también, pero en algunas de las aplicaciones el intervalo llegó a ser de hasta 8 días.

Hay que mencionar que hubo cierta imprecisión en la toma de datos en los hygrotermógrafos y que esto afectó el momento de la aplicación, retardándolas hasta tres días. Esto puede ser una de las causas del mayor índice de severidad en las parcelas bajo el sistema BLITECAST. Otro factor que se puede mencionar que afectó para que hubiera menor severidad en parcelas de los agricultores, fue la aplicación temprana realizada por los agricultores. Esto pudiera ser una de las variantes que se debería incluir en el manejo integrado con BLITECAST y evitar ataques fuertes de tizón.

Si no hubo diferencias entre los tratamientos para ninguna de las variables, indica que pudiera aceptarse el modelo como bueno, puesto que no estamos alterando el desarrollo del cultivo. Hay que tomar en cuenta otros factores que trae consigo el modelo, como la inversión en la compra de los aparatos, la capacitación en el uso del modelo y la cantidad de área que se puede manejar, así como también la dificultad en el manejo del modelo.

La limitante del área de dominio que tiene el hygrotermógrafo es una de las incógnitas que deben ser estudiadas, puesto que teniendo esta información podría implementarse el modelo para determinada zona que agrupe a una serie de productores y así ahorrar costos en la compra de los aparatos y en el manejo de las lecturas.

Con los resultados obtenidos no podría explicarse con un alto grado de confianza las respuestas a los tratamientos, debido a que los modelos usados no se ajustaron a los datos y mucha de la variabilidad no se pudo explicar.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Al no haber diferencias en cuanto a rendimiento, ingreso neto e incluso número de aplicaciones la implementación del sistema se ve afectado, puesto que no ofrece ninguna ventaja contra el sistema de aplicaciones calendarizadas del productor.

Las aplicaciones con el sistema BLITECAST tuvieron intervalos en forma casi calendarizada, y coincidían en muchos casos con la programación de aplicaciones del agricultor, esto pudiera ser un factor importante a la hora de tratar de implementar este sistema con productores quienes ya tienen un sistema establecido y que les resulta menos complicado.

Los resultados de este ensayo demuestran que tanto el modelo BLITECAST como el programa de aplicaciones del productor predicen en forma muy aproximada el momento correcto de aplicar.

El momento de la primera aplicación es importante puesto que previene posibles ataques posteriores, esta debe realizarse junto con la puesta en marcha del modelo.

Otros factores a considerar en posteriores ensayos serían: resistencia de la variedad utilizada, forma correcta de la aplicación, época del año, fungicidas utilizados, máximo de grado acumulado de tizón puede variar y el área que se puede manejar con los aparatos utilizados.

Uno de los principales problemas fue la imprecisión en la toma de datos por parte de los productores ya que afectaron el momento de la aplicación y esto trajo consigo más problemas con tizón en las parcelas.

7. BIBLIOGRAFIA

- AGRIOS, G.N. 1995 FITOPATOLOGIA. 2 ed. México. D.F. Editorial LIMUSA S.A. de C.V. UTEHA. 350 p.
- BURTON, W.G. 1989. THE POTATO. Longman Group UK Limited; 3 ed. London, Inglaterra. 742 p.
- BOLKAN, H.A. and REINERT, W.R. 1994. Developing and implementing IPM strategies to assist farmers : an industry approach. Plant disease. (EE.UU.) 78(6):545-550.
- CASTAÑO-ZAPATA, J. 1994. Principios básicos de Fitopatología. Zamorano, Honduras. Zamorano Academic Press. 2 ed. 538 p.
- COCK, L.J. 1990. Potato Blight **in** Crop Protection Handbook-potatoes. Ed. by GUNN, J.S. Furnham, U.K. British crop Protection Council p. 35-54
- DEACON, J.W. 1990. INTRODUCCION A LA MICOLOGIA MODERNA. Editorial LIMUSA S.A. DE C.V. México D.F. 350 p.
- EVO, P.; OCHOA, R. y MONTERROSO, D. 1987. Criterios de aplicación de fungicidas sistémicos y de contacto en el manejo del patosistema Phytophthora – solanum. Recopilación de los resultados de la investigación realizada por el convenio proyecto de Manejo Integrado de Plagas - Secretaria de Recursos Naturales. 10 p.
- FRY, W.E. 1982 Principles of plant disease management. Orlando , Florida. Academic Press, Inc. p. 105 – 125.
- _____ ; APLE, A.E. and BRUHN, J.A. 1983 Evaluation of potato late blight forecasts modified to incorporate host resistance and fungicide weathering. Pytopathology. (EE.UU.) 73:1054 – 1059
- HOOKE, W.J. 1980. COMPENDIO DE ENFERMEDADES DE PAPA, trad. Por Teresa Ames de Icochea. Centro Internacional de la Papa (CIP) Lima , Perú. 166 p.

- MALAMOD, O.S.; AMES DE ICOCHEA, T. and TORRES, H. 1994. Potato disease management in Latin America **in** Advances in Potato Pest: biology and management. Ed. by Zehnder, G.W. ; Powelson, M.L. ; Janson, R.K. and Raman, K.V. St.Paul, Minnesota. APS PRESS, the American Phytopathological Society, p.141-147.
- MONTES, A. s.f. Cultivos de Hortalizas en el Trópico. Zamorano, Honduras. Departamento de Horticultura, Escuela Agrícola Panamericana. 208 p.
- SAS Institute Inc. SAS/STAT™ Guide for Personal Computers. 1985 Version 6 Edition. Cary, NC: SAS Institute Inc., 378 p.
- PEÑALBA, L.R.; BABA, T. y MONTERROSO, D. 1988 Criterios para la aplicación de fungicidas para el manejo del tizón tardío de la papa en época de lluvia. Recopilación de los resultados de la investigación realizada por el convenio proyecto de Manejo Integrado de Plagas - Secretaria de Recursos Naturales. p. 194 – 206
- RAPOSO, R.; WILKS, D.S. and FRY, W.E. 1993. Evaluation of potato late blight forecasts modified to include weather forecasts: a simulation analysis Phytopathology. (EE.UU.) 83(1): 103 – 108.
- SHTIENBERG, D.; RAPOSO, R.; BERGERSON, S.N.; LEGARD, D.E. ; DYER, A. and FRY, W.E. 1994 Incorporation of cultivar resistance in a reduced-sprays strategy to suppress early and late blights on potato. (EE.UU.) Plant Disease 78:23 – 26.
- STEVENSON, W. 1993. Management of early blight and late blight **in** Potato Health Management. Ed. by Rowe, Randall C. APS PRESS, The American Phytopathological Society. p. 141 – 147.

8. ANEXOS

Anexo 1.

TABLA PARA CONVERSION DE LOS DATOS CLIMATOLOGICOS EN UNIDADES DE TIZON

Temp. X	Horas consecutivas de humedad relativa mayor que 90 % que resulta en unidades de tizón de:							
	0	1	2	3	4	5	6	7
>27	24	***	***	***	***	***	***	***
23-27	6	7-9	10-12	13-15	16-18	19-24	***	***
13-22	6	***	***	***	***	7-9	10-12	13-24
8-12	6	7	8-9	10	11-12	13-15	***	***
3-7	9	10-12	13-15	16-18	19-24	***	***	***
<3	24	***	***	***	***	***	***	***

Días desde la última aplicación	Cantidad de lluvia diaria (mm) que resulta en unidades de fungicida igual a:						
	1	2	3	4	5	6	7
1	<1	***	***	1	2-3	4-6	>6
2	<1	***	1	2-4	5-8	>8	***
3	<1	***	1-2	3-5	>5	***	***
4-5	<1	***	1-3	3-8	>8	***	***
6-9	<1	***	1-4	>4	***	***	***
10-14	<1	1	2-8	>8	***	***	***
>14	<1	1-8	>8	***	***	***	***

AFIRMACION LOGICA	
El fungicida debe ser aplicado si no sé a aplicado en los últimos 5 días y las unidades de tizón desde la última aplicación exceden:	30
O si las unidades de fungicida desde la última aplicación exceden:	15

Anexo 2.

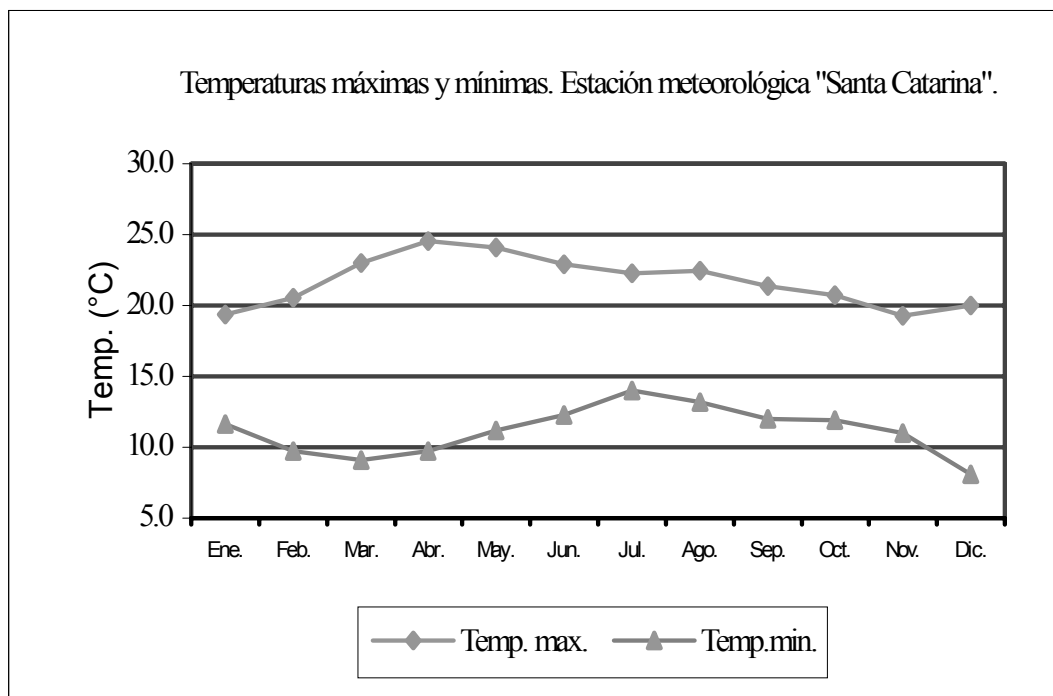
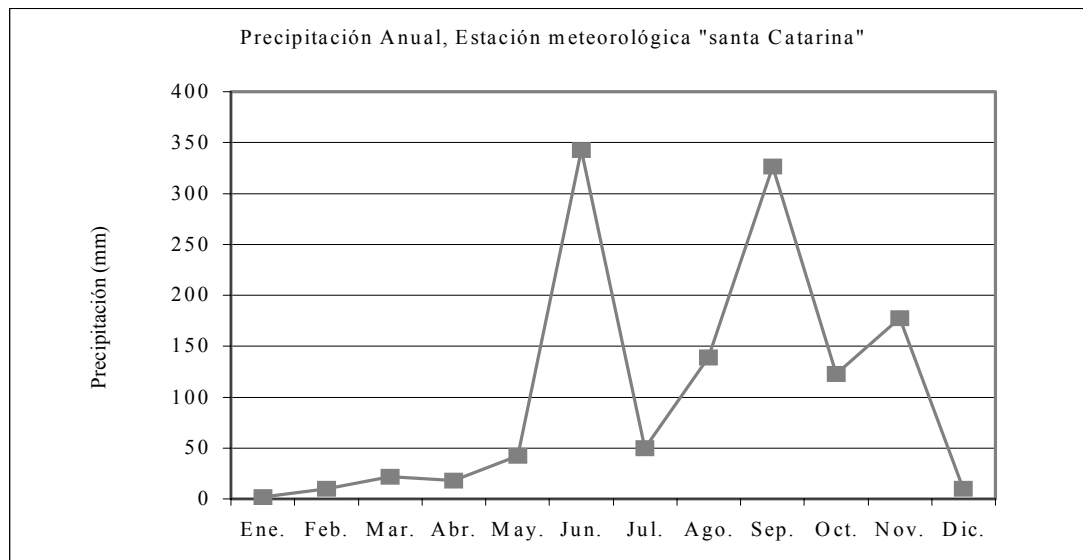
DESCRIPCION VERBAL Y NUMERICA DE LA CLAVE DE CAMPO PARA MEDIR LA SEVERIDAD DEL TIZON TARDIO DE LA PAPA.

PORCENTAJE DE TIZON	DESCRIPCION
0	No se observa la enfermedad
0.1	Pocas plantas afectadas y con solo 1-2 manchas de tizón.
1	Menos de 10 manchas por planta, Tizón ligero, suave.
5	Alrededor de 50 manchas por planta o 1-10 foliolos necrosados.
25	Todas las hojas infectadas, aunque las plantas tienen apariencia normal, se tiene olor peculiar al tizón, un cuarto del tejido aparece necrosado.
50	Todas las plantas están afectadas y la mitad del tejido es necrosado, el campo parece aún verde con tonos café oscuros.
75	Solo cerca de una cuarta parte del área foliar permanece verde. El campo se ve predominantemente café oscuro.
95	Unas pocas hojas permanecen verdes, los tallos se ven verdes.
99	Apenas unas cuantas hojas tienen pequeñas áreas de tejido verde, los tallos se ven necrosados casi en su totalidad.

***Modificado de: British Mycological Society, 1977. Citado por Evo *et al.* 1989.**

Anexo 3.

Graficos de precipitacion anual y temperaturas maximas y minimas en la esperanza , Intibuca



Anexo 4

ENCUESTA PARA PRODUCTORES DE PAPA.

1) Fecha _____ Comunidad _____ Altitud aproximada _____

CULTIVO

2) Procedencia de la semilla: Artesanal ___ Nacional ___ Importada ___

3) Hace rotación de variedades según época del año: Si ___ No ___

4) Que variedades usa en cada época:

Epoca seca _____

Epoca lluviosa _____

5) Distanciamiento de siembra utilizado _____

6) Tipo de riego utilizado: Aspersión _____ Gravedad _____ Otros _____

Especifique _____

7) Cuantas fertilizaciones realiza por ciclo _____

En que parte del ciclo las realiza _____

Que productos usa y dosis _____

8) Utiliza rotación de cultivos Si ___ No ___

Que rotaciones usa _____

9) Cual es rendimiento de su parcela _____

10) Area total dedicada ala siembra _____

11) Cuales son los meses en que se presenta mayor problema con tizón tardío _____

12) Normalmente que cantidad del área de siembra es afectada con el tizón tardío _____

13) Cuanto tiempo después de sembrado comienzan los problemas con tizón tardío _____

14) Que parte de la planta es afectada mas: Tallo ___ Hojas ___ Tubérculo ___

15) Cual es la frecuencia de aplicación en:

Epoca seca _____

Epoca de lluvia _____

16) Que productos usa para el control de tizón tardío: _____

17) Cuales son los otros dos problemas mas importantes con plagas en la papa _____

18) ¿Ha recibido alguna capacitación? Si ___ No ___ ¿De quien? _____

RRNN ___ Privado ___ Ninguna ___ EAP ___ Ninguno. ___

Comentarios: _____

COSTOS DE PRODUCCION POR HECTAREA DE PAPA, CON MANEJO BLITECAST

Actividad	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo total
COSTOS DE PRODUCCION				
SEMILLA				
Semilla	Caja	20	350	7000.00
			Total	7000.00
FERTILIZANTE				
12~24~12	Lb.	3429.00	1.50	5143.50
Sulpomag	Lb.	2893.00	1.21	3500.53
20~20~20	Lb.	12.86	20.00	257.20
			Total	8901.23
MANO DE OBRA				
Siembra	Hr.	1429.00	4.67	6673.43
Aporque	Hr.	429.00	4.67	2003.43
Aplicaciones	Hr.	583.00	4.67	2722.61
Defoliación	Hr.	71.00	4.67	331.57
Cosecha	Hr.	857.00	4.67	4002.19
Lecturas	Hr.	7.00	4.67	32.69
			Total	15765.92
PLAGUICIDAS				
Terbufos	Lb.	49.11	17.00	834.87
Tambo	ml.	2643.00	0.12	317.16
Manzate	gr.	13000.00	0.67	8710.00
Ridomil CT	gr.	6000.00	0.52	3120.00
Adherente	ml.	8571.00	0.04	342.84
			Total	13324.87
EQUIPO				
Tractor 2030 arado	Hr.	1.00	90.00	90.00
Tractor 2030 rastra	Hr.	1.50	90.00	135.00
			Total	225.00
TOTAL DE COSTOS				45217.02
INGRESOS POR COSECHA				
Papa de primera	Lb.	23015.00	2.80	64442.00
Papa de segunda	Lb.	17237.00	2.30	39645.10
Papa de tercera	Lb.	3951.00	1.60	6321.60
TOTAL DE INGRESOS				110408.70
UTILIDAD				65191.68
RENTABILIDAD (%)				144.18