

BIBLIOTECA WILSON POPPER
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA
CALLE 20
TEGUCIGALPA HONDURAS

Validación de los modelos TOM-CAST y BLITECAST para la predicción de enfermedades en tomate y estudio de su situación antes y después del Huracán Mitch en Comayagua, Honduras

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

presentado por

Ingrid Fromm

MICRÓGISIS:	_____
FECHA:	_____
ENCARGADO:	_____

Zamorano-Honduras
Abril, 1999

#953

DEDICATORIA

A Dios

A mis padres Roberto y Antonieta Fromm

A mis hermanas Hazel y Edelweiss

A todos los que creen y luchan por un mundo mejor

AGRADECIMIENTOS

A Dios por ser todo en mi vida.

A mis padres, Roberto y Antonieta Fromm por su amor, dedicación y confianza durante tantos años.

A mis hermanas y mejores amigas, Hazel y Edelweiss Fromm, thanks for always being there for me.

A mis asesores, la Dra. María Mercedes Doyle, Ing. Julio López y Dr. Mike Zeiss por sus buenos consejos y apoyo incondicional.

A todo el personal del DPV, por su gentileza, ayuda y amistad.

A Zamorano, mi querida alma mater.

A todas las personas que me han brindado su amistad, cariño y apoyo durante estos cuatro años. Gracias!

AGRADECIMIENTO A PATROCINADORES

A la Dirección de Ciencia y Tecnología (DICTA) de la Secretaría de Agricultura y Ganadería del Gobierno de Honduras por el financiamiento brindado para continuar mis estudios en el Programa de Ingeniería Agronómica.

Al personal de FHIA por su apoyo para la realización de este proyecto.

A mis padres por el enorme esfuerzo que hicieron para ayudarme a culminar mis estudios.

RESUMEN

Fromm, Ingrid 1999. Validación de los modelos TOM-CAST y BLITECAST para la predicción de enfermedades en tomate y estudio de su situación antes y después del Huracán Mitch en Comayagua, Honduras. Proyecto Especial del Programa de Ingeniero Agrónomo, El Zamorano, Honduras. 38p.

El tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) es una hortaliza de importancia económica a nivel mundial. Dos de las enfermedades más comunes que atacan el cultivo del tomate y producen pérdidas económicas son el tizón tardío, (*Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary) y el tizón temprano (*Alternaria solani* (Ell. y Mart.) Jones y Grout). La zona del Valle de Comayagua es una de las mayores productoras de tomate en todo Honduras. En esta zona, la incidencia del tizón tardío y temprano es alta, y para contrarrestar sus efectos se tienen que realizar costosas aplicaciones de fungicidas. Para minimizar estos costos se pueden ejecutar programas de MIP donde se usen modelos de predicción de severidad del tizón tardío y temprano como por ejemplo el TOM-CAST y el BLITECAST. Estos modelos toman datos de campo tales como temperatura, humedad ambiental y tiempo que las hojas del tomate permanecen húmedas, para relacionar cuanto tiempo el cultivo puede pasar sin aplicaciones de fungicidas y cuando es el momento óptimo para hacerlo. El estudio consistió en la validación de los modelos en un DBCA con cinco tratamientos, donde se probó que en efecto, se reducen las aplicaciones de fungicidas a 3 ó 4 aplicaciones por ciclo, sin tener mayor significancia en la severidad de las enfermedades. En el primer y segundo tratamiento se usó el TOM-CAST con niveles acumulados de severidad de 15 y 20, el tercer y cuarto tratamiento se usó el BLITECAST con niveles acumulados de severidad de 25 y 30, y el quinto tratamiento fue un manejo convencional con aplicaciones calendarizadas. Resultó más rentable realizar aplicaciones de fungicidas calendarizadas por el alto costo del equipo TOM-CAST y BLITECAST.

En esta misma zona, se realizó un estudio complementario sobre las enfermedades en tomate antes y después del Huracán Mitch. A través de encuestas a 30 productores de la zona se determinó cuales fueron los factores que más afectaron la producción de tomate. Los resultados mostraron que en los problemas con enfermedades fungosas y virus son los más grandes que tienen los productores.

Palabras claves: modelo de predicción, nivel de severidad, fungicidas.

NUEVAS OPCIONES PARA EL MANEJO DE ENFERMEDADES EN TOMATE

El tomate es una hortaliza de importancia económica en el Valle de Comayagua, Honduras, pero cada año la producción se ve limitada por enfermedades como tizón tardío, tizón temprano e infecciones virales, especialmente geminivirus transmitidos por mosca blanca. Los productores de la región tienen pocas opciones para el manejo de éstas, y se limitan a aplicaciones frecuentes de fungicidas protectantes y sistémicos, para combatir enfermedades fungosas.

Todos los años, los costos de aplicación de los fungicidas son altos, y los agricultores no hacen un uso adecuado de los productos. En países como EE.UU. se han desarrollado herramientas que ayudan a los productores de tomate y papa a hacer un uso más efectivo de los fungicidas. Estas herramientas son modelos de predicción para enfermedades que toman parámetros ambientales para transformarlos en unidades de severidad de las enfermedades. El modelo acumula estos grados de severidad, y al alcanzar cierto nivel, se puede hacer un control adecuado. Los modelos probados en el Valle de Comayagua entre agosto a noviembre, 1998 fueron el TOM-CAST, que puede ayudar a predecir tizón temprano, y el BLITECAST, diseñado para predecir tizón tardío.

El TOM-CAST consiste en una computadora de campo que indica un nivel diario de severidad, pero el BLITECAST es más sencillo de usar, ya que solo se necesita de un hidrotermógrafo para calcular el nivel de severidad por medio de tablas diseñadas para este propósito. Estos modelos resultaron muy eficientes, ya que las aplicaciones de fungicidas en las parcelas experimentales de la Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA) se redujeron por la mitad, en comparación con aplicaciones calendarizadas con intervalos de siete días.

Es claro que el manejo de enfermedades en tomate en Comayagua es poco práctico y los problemas persisten año con año. En un estudio realizado en febrero, 1999, se observó que la mayoría de productores tienen dificultad en el control infecciones virales y enfermedades fungosas. En el caso de las infecciones virales, todo el control es dirigido al control de mosca blanca en el campo, sin saber si en realidad el virus que se presentaba era transmitido por este vector. En cuanto a las enfermedades fungosas, hay un mal manejo de los productos, ya que los agricultores mostraron poco conocimiento de los productos que usaban, de cómo realizar las aplicaciones, y cuando realizarlas.

El problema de las enfermedades en tomate en Comayagua es grande y no se va a solucionar a corto plazo. Es necesario brindar capacitación a los productores y formular programas de manejo integrado de plagas.

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.....	ix
Índice de cuadros.....	xi
Índice de figuras.....	xii
Índice de anexos.....	xiii
1. INTRODUCCION.....	1
1.1 Objetivos.....	3
2. MATERIALES Y METODOS.....	4
2.1 Ubicación.....	4
2.2 Manejo de la parcela.....	4
2.2.1 Preparación del terreno.....	4
2.2.2 Transplante.....	4
2.2.3 Prácticas culturales.....	5
2.2.4 Manejo de plagas insectiles.....	5
2.2.5 Manejo de enfermedades.....	6
2.2.6 Cosecha.....	6
2.3 Tratamientos.....	7
2.3.1 Manejo tradicional.....	7
2.3.2 Manejo con TOM-CAST.....	7
2.3.3 Manejo con BLITECAST.....	8
2.4 Variables medidas.....	8
2.4.1 Cantidad de aplicaciones.....	8
2.4.2 Severidad.....	8
2.4.3 Costos por tratamiento.....	8
2.5 Análisis estadístico.....	9
2.6 Encuestas a productores.....	9

3.	RESULTADOS Y DISCUSION.....	10
3.1	Aplicación de fungicidas.....	10
3.2	Epoca de aplicación.....	11
3.3	Severidad.....	12
3.4	Costos por tratamiento.....	13
3.5	Entrevista a productores de tomate.....	14
3.5.1	Situación antes del Huracán Mítch.....	14
3.5.2	Situación después del Huracán Mítch.....	17
3.5.3	Percepción de los productores sobre el clima.....	20
3.5.4	Comparación entre la situación antes y después.....	21
4.	CONCLUSIONES.....	22
5.	RECOMENDACIONES.....	24
6.	BIBLIOGRAFIA.....	25
7.	ANEXOS.....	27

INDICE DE CUADROS

Cuadro

1.	Aplicación de fertilizantes.....	5
2.	Epoca de aplicación de fungicidas según tratamientos.....	11

INDICE DE FIGURAS

Figura

1.	Cantidad de aplicaciones de fungicidas por tratamiento.....	10
2.	Temperatura media diaria de agosto a noviembre, 1998.....	12
3.	Cultivos sembrados antes del Huracán Mitch.....	14
4.	Productos usados para el control de enfermedades antes del Huracán Mitch.....	15
5.	Frecuencia de aplicación de los productos antes del Huracán.....	16
6.	Cultivos con los que se hace rotación.....	16
7.	Pérdidas debidas a enfermedades.....	17
8.	Cultivos sembrados en Comayagua después del Huracán Mitch..	18
9.	Enfermedades que se presentaron después del Huracán Mitch....	19
10.	Frecuencia de aplicación de fungicidas ahora.....	20

INDICE DE ANEXOS

Anexo

1.	Tabla de unidades de severidad para el TOM-CAST.....	28
2.	Hoja de recolección de datos del TOM-CAST.....	29
3.	Hoja de recolección de datos del hidrotérmo grafo.....	30
4.	Tabla para conversión de los datos del hidrotérmo grafo en unidades de severidad para el BLITECAST.....	31
5.	Recomendación de aplicación de fungicidas para el BLITECAST.....	32
6.	Encuesta a productores de tomate.....	33
7.	Mapa del Valle de Comayagua.....	35
8.	Costos de producción de 1 ha de tomate por tratamiento.....	36
9.	Presupuesto parcial de 1 ha de tomate por tratamiento.....	37
10.	Análisis de inversión para tratamientos.....	38

1. INTRODUCCION

El tomate es una hortaliza de importancia económica mundial. En muchos países es una de las principales fuentes de vitaminas y minerales (Nuez, 1995).

En Honduras, la mayor producción de tomate está concentrada en los departamentos de Comayagua, Francisco Morazán, El Paraíso y Olancho. Estos departamentos abastecen con el 96.5% de la producción nacional total (SECPLAN, 1994). Durante la última década, la producción de tomate en el Valle de Comayagua fue una de las actividades más importantes. Pequeños agricultores en esta zona que se dedican a producir tomate para el mercado local. Según Ramirez (1998)¹, esta zona cuenta con condiciones climáticas ideales para producir tomate industrial o de mesa, sin embargo es notorio que existen una serie de limitantes para su producción.

Entre las principales limitaciones para la producción de tomate, se pueden citar plagas insectiles y enfermedades. Una enfermedad que ataca al tomate es el tizón tardío (*Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary). Este hongo, de la clase Oomycetes, afecta el follaje, tallos y frutos. Esta enfermedad causó hambrunas en Irlanda en el siglo pasado cuando se perdieron miles de hectareas de papa y resultó en un éxodo masivo de irlandeses a EE.UU. y Canadá. El tizón tardío sigue siendo una enfermedad de importancia mundial.

El patógeno de tizón tardío es muy exigente en temperatura, se desarrolla entre 10 y 25°C. Noches frías y días cálidos son ideales para su crecimiento (Jones *et al.*, 1997). Cuando existe agua libre en la superficie de la hoja y las condiciones ambientales son de alta humedad, el hongo esporula abundantemente en el envés de la hoja en forma de un moho blanco tenue. Dependiendo de la infección, aumentará el daño a la planta, según la sucesión de días con humedad de saturación (Castaño-Zapata y del Río, 1994).

Otra enfermedad fungosa de mucha importancia es el tizón temprano, causado por *Alternaria solani* (Ell. Y Mart.) Jones y Grout de clase Deuteromycetes, la cual afecta el follaje, frutos y tallo de la planta de tomate. Los primeros síntomas son manchas de color café a negro rodeadas de un halo amarillo en las hojas más viejas. Se observan anillos concéntricos cuando las lesiones aumentan en tamaño. Para su desarrollo, esta

¹ Comunicación Personal, Dr. Denis Ramirez, Programa de Hortalizas, FHIA.

enfermedad requiere alta humedad en la hoja y temperaturas de 15 a 25°C (Castaño-Zapata y del Río, 1994).

Las infecciones virales son también limitantes para la producción de tomate, especialmente los geminivirus transmitidos por mosca blanca. En 1992, las pérdidas causadas directamente por geminivirus fueron sustanciales (Polstón, 1997). Estos problemas fitosanitarios ha trastornado la industria tomatera del país elevando los costos y disminuyendo el rendimiento. El combate de las enfermedades se basa en medidas preventivas (CATIE, 1990) y control químico del vector (Sponagel y Fúnez, 1994).

Uno de los grandes retos en la producción de tomates es el control de enfermedades, como el tizón tardío y temprano, que provocan grandes pérdidas económicas y que requieren de un manejo multifacético (Alexander, 1997).

Para el control de estas enfermedades, se usan ampliamente fungicidas derivados de carbamatos, clorotalonil y cúpricos (Castaño-Zapata y del Río, 1994). En Comayagua se hacen aplicaciones químicas continuas a intervalos de 3 a 10 días hasta completar el ciclo de aproximadamente 110 días, que resultan ser muy costosas. El control químico para el tizón tardío y temprano se hace asperjando de forma preventiva productos como maneb, cobre y clorotalonil. Para tener un control curativo, las aplicaciones de estos fungicidas se alternan con productos sistémicos como el metalaxil. Estos fungicidas son, en muchos casos, los únicos medios disponibles para controlar problemas de hongos.

En una agricultura dependiente de fungicidas sintéticos, la presión de selección de fungicidas de acción específica es la causa principal del desarrollo de resistencia. Esta disminución de sensibilidad a los fungicidas provoca la pérdida de eficacia de estos productos y aumenta los costos por los insumos utilizados (Castaño-Zapata, 1994). Desde 1980 se han reportado razas resistentes de *P. infestans* al metalaxil (Fry y Goodwin, 1997). El uso excesivo de fungicidas provoca residualidad en tejidos de la planta y pueden ser tóxicos para el aplicador. A pesar de todos los problemas con el uso excesivo de plaguicidas sintéticos, siguen jugando un papel importante en los esfuerzos para tener una seguridad alimentaria mundial (Bolkan y Reinert, 1994). El control más efectivo para enfermedades fungosas ha sido la aplicación continua de fungicidas protectantes. En la actualidad, las alternativas para producir tomates sin el uso de químicos son muy limitadas. Por sí solas, estas alternativas no reducen el riesgo de tener pérdidas económicas en la producción de tomate. El uso de fungicidas foliares será una realidad durante los próximos años (Gleason *et al.*, 1995).

Se han desarrollado sistemas de predicción para enfermedades de tomate en Norte América durante las últimas dos décadas, pasando por muchas modificaciones para aumentar la eficacia, responder a la variabilidad en el complejo de enfermedades, incorporar nuevas tecnologías e incrementar la aceptación por parte de los productores (Gleason *et al.*, 1995).

Los sistemas de monitoreo pueden predecir cambios en la severidad o incidencia de la enfermedad tomando como referencia información sobre el clima, el cultivo y el

parógeno. El TOM-CAST, un modelo computarizado de predicción, registra datos de campo como temperatura, humedad ambiental y tiempo que las hojas de tomate permanecen húmedas para relacionar cuándo estos factores son óptimos para la germinación de esporas de hongo y la penetración a la hoja. El modelo se acompaña de tablas DSV (Disease Severity Values), que indican cuando es más probable que haya un ataque del hongo, logrando saber un nivel máximo de tolerancia del tomate antes de realizar una aplicación de fungicidas. Estos niveles se calculan usando temperaturas medias y períodos de humedad de las hojas (Brammall, 1993).

El modelo TOM-CAST ha sido implementado en Estados Unidos, Canadá y México desde la década pasada. Compañías como H.J. Heinz de Canadá obtuvieron una reducción en el uso de fungicidas foliares después de implementar el modelo en sus campos (Poysa *et al*, 1993). De igual manera, cuando el TOM-CAST fue implementado por Campbell Soup Company en sus campos de tomate en Sinaloa, México, se obtuvo una reducción dramática en las aplicaciones de fungicidas, logrando un ahorro de \$226,625 U.S. en 1993 (Bolkan y Reinert, 1994).

El TOM-CAST se usa comercialmente en el centro de Estados Unidos por productores de tomate (Potratz, 1994). En Ohio pueden adquirir información de los niveles de severidad llamando a la estación climatológica más cercana (OSU, 1998).

El modelo de predicción BLITECAST también ha sido usado ampliamente en Norte América, en zonas donde el tizón tardío es un problema (Gleason *et al*, 1995). Este modelo se basa en la temperatura ambiental y las horas consecutivas de humedad relativa sobre 90% (García, 1998). Al igual que el TOM-CAST, el BLITECAST recomienda la aplicación de fungicidas cuando se alcanza cierto nivel acumulado de severidad.

1.1 OBJETIVOS

Los objetivos de este estudio fueron:

1. Determinar la validez y efectividad de los modelos TOM-CAST y BLITECAST para la predicción del ataque por tizón tardío y temprano en el cultivo del tomate bajo las condiciones climáticas del Valle de Comayagua, Honduras.
2. Contrastar la cantidad de aplicaciones de fungicidas realizadas según los modelos TOM-CAST y BLITECAST con aplicaciones calendarizadas.
3. Realizar un estudio sobre la situación actual de los daños en tomate por enfermedades en esta zona.

2. MATERIALES Y METODOS

2.1 UBICACION

El ensayo se realizó en los campos experimentales de FHIA, a 3 Km de la ciudad de Comayagua, Comayagua. La finca tiene una elevación de 579 msnm y presenta condiciones climáticas promedio de 20 a 30°C de temperatura media y 75 a 80% de humedad relativa. La precipitación promedio anual es de 600 mm, con una estación lluviosa de 6 meses, comenzando en junio y terminando en noviembre o diciembre.

2.2 MANEJO DE LA PARCELA

2.2.1 Preparación del terreno

El terreno fue preparado volteando el suelo con arado de discos y pulverizando con rastra para mejorar la cama de siembra. El tipo de labranza fue convencional.

El lote se dividió en 20 parcelas, cada una con 4 hileras a un distanciamiento de 1.3 m entre hileras y de 7 m de largo. La distancia entre plantas fue de 0.30 m, obteniendo una densidad de 2132 plantas por hectárea.

2.2.2 Transplante

Las plántulas de tomate fueron producidas en Comayagua por la compañía Chestnut Hill. Se usó la variedad de tomate para proceso PETO 9543, que es de polinización abierta. Esta variedad produce una planta compacta, de mediano tamaño y de hábito determinado. Tiene buena habilidad para fructificación, y su crecimiento es precoz, de 110 días hasta la cosecha. Presenta resistencia a *Verticillium* raza I y *Fusarium* sp. El semillero fue tratado con el insecticida Confidor® (imidacloprid) 3 días antes del transplante para el control de mosca blanca.

El transplante se hizo a mano, a los 21 días después de la siembra del semillero.

2.2.3 Prácticas culturales

2.2.3.1 **Uso de barreras.** Se sembró una barrera viva de maíz dulce 2 semanas antes del transplante, con el propósito de disminuir la entrada de plagas insectiles como la mosca blanca (*Bemisia tabaci*) y bajar el efecto adverso del viento y diseminación de esporas de hongos sobre las plantas.

2.2.3.2 **Fertilizaciones.** Las fertilizaciones se realizaron de forma calendarizada, incorporando al suelo la formulación de 18-46-0, 0-0-60, Sulphomag y urea (Cuadro 1).

Para proveer un refuerzo nutritivo a la planta, se aplicó cada 8 días un fertilizante foliar de N-P-K, con formulación 20-20-20, llamado comercialmente Triple 20.

Cuadro 1. Aplicación de fertilizantes

Época de aplicación (días después de transplante)	Formulación	Cantidad (kg/ha)
0	18-46-0	200
0	0-0-60	184
0	Sulphomag	43
15	Urea	80
30	Urea	90
60	Urea	90

2.2.3.3 **Deshierbas.** Se deshierbó el cultivo cada 30 días, para controlar coyolillo (*Cyperus sp.*). Alrededor del lote también se controló maleza de hoja ancha, que es hospedero de mosca blanca.

2.2.4 Manejo de Plagas Insectiles

2.2.4.1 **Plagas** La plaga más común fue la mosca blanca (*Bemisia tabaci*), que puede ser vector de geminivirus. El ataque por este insecto fue muy extenso, observándose la mayor incidencia de la plaga 2 semanas después del transplante, disminuyendo gradualmente al haber mayor intensidad de las lluvias.

Durante la etapa de fructificación, se observó daño por el gusano del fruto, de los géneros *Helicoverpa* y *Spodoptera*. Los frutos perforados se pudren y caen al suelo a las pocas semanas de la presencia.

2.2.4.2 Nivel crítico y muestreos. Durante las primeras 4 semanas después de la siembra, el nivel crítico para el control de mosca blanca fue la presencia, 1 individuo por planta. Se realizaban muestreos aleatorizados en la parcela, cada 2 días. Basándose en los resultados, se realizaba el control químico con Confidor® (imidacloprid).

2.2.5 Manejo de las Enfermedades

2.2.5.1 Enfermedades Fungosas. Hubo una alta incidencia del tizón temprano, agente causal *Alternaria solani* en las parcelas de tomate. La presencia de tizón tardío, agente causal *Phytophthora infestans*, en la zona no fue abundante (menos de 5% de las plantas presentaron lesiones). El manejo de estas enfermedades se hizo aplicando fungicidas como oxiclورو de cobre y mancozeb según los tratamientos.

2.2.5.2 Virus. Las infecciones virales en el tomate se presentaron en la parcela 2 semanas después del trasplante. Se observaron síntomas como clorosis del follaje, mosaico, encrespamiento y una reducción general del crecimiento y área foliar. Se realizaron prácticas para prevenir infecciones virales que incluyeron la preparación y tratamiento en el semillero aplicando imidacloprid para eliminar posibles vectores. También se tomaron otras medidas preventivas como el uso de barreras vivas para evitar la llegada de posibles vectores.

2.2.6 Cosecha

Para realizar la cosecha, se colocó en cada unidad experimental cajas numeradas, y se recogieron los frutos maduros de las dos hileras centrales de cada parcela, dejando por fuera los frutos de 1 m en cada extremo de la hilera, para evitar el efecto de borde. Se realizaron solo las 2 cosechas iniciales, y se perdieron las últimas cosechas debido al Huracán Mitch, que afectó la zona durante la semana del 26 de octubre al 2 de noviembre de 1998.

Se contaron los frutos que se obtuvieron de cada unidad experimental, y posteriormente se pesaron todos los frutos juntos para tener datos de rendimiento por unidad experimental.

2.3 TRATAMIENTOS

Se probaron 5 tratamientos: en el primero y segundo se probó la aplicación de fungicidas según el modelo de predicción TOM-CAST, usando dos niveles de severidad, 15 y 20 unidades acumuladas de severidad respectivamente. El tercer y cuarto tratamiento consistieron en aplicaciones de fungicidas según el modelo de predicción BLITECAST, probando dos niveles de severidad, 25 y 30 unidades acumuladas de severidad. En el quinto tratamiento (testigo) se hicieron aplicaciones de fungicidas calendarizadas a intervalos de 7 días. Se asumió que los biotipos o razas de *P. infestans* y *A. solani* son susceptibles a los fungicidas utilizados.

Para obtener una unidad de severidad, es necesario transformar datos ambientales por medio de tablas DSV (Disease Severity Values). De esta forma, se pueden utilizar de forma manejable. Una unidad de severidad equivale a condiciones de clima, ya sea favorable o no favorable para el crecimiento de un hongo.

2.3.1 Manejo Tradicional

En este tratamiento, se aplicaron fungicidas en forma calendarizada cada 7 días, alternando los fungicidas oxiclورو de cobre y mancozeb. Las aplicaciones se realizaban con una bomba de mochila Solo ® y con boquillas cono hueco. Se efectuaron a partir de la segunda semana después del transplante.

Se hizo una aplicación general de oxiclورو de cobre a toda la parcela a la segunda semana después del transplante.

2.3.2 Manejo con TOM-CAST

Para realizar este manejo, se instaló un aparato (Weather Data Logger) que registra por medio de dos sensores datos de temperatura ambiental, humedad relativa y horas consecutivas de humedad libre en la superficie de las hojas. Este aparato tiene una memoria capaz de almacenar información hasta por 35 días seguidos, y se extrae la información útil usando un modelo computarizado de predicción. Para lograr este fin, es necesario una computadora portátil para extraer la información del campo. El modelo resume toda la información útil en tablas que indican el nivel acumulado de severidad diaria.

Se tomaron dos niveles diferentes de severidad para realizar las aplicaciones de fungicidas, 15 y 20 unidades acumuladas de severidad antes de aplicar fungicidas. El modelo relaciona los parámetros de temperatura, humedad relativa y horas de humedad libre en las hojas para predecir cuando las condiciones son favorables para que el hongo pueda penetrar en la hoja y crecer (Anexo 1).

Las lecturas se tomaron a diario, por medio de la computadora, en las primeras horas del día (Anexo 2). Las aplicaciones de fungicidas se realizaron según la recomendación del modelo, usando los mismos fungicidas y las mismas dosis que en el manejo tradicional.

2.3.3 Manejo con BLITECAST

Para realizar este manejo, se tuvo que instalar un hidrotérmoógrafo en la parcela, para tomar los datos necesarios de humedad relativa y temperatura ambiental (Anexo 3). Las lecturas se realizaron a diario, en la mañana, leyendo las horas consecutivas de humedad relativa encima de 90% y la temperatura media durante dichas horas. Para calcular el nivel de severidad, se usó una tabla de unidades de severidad (Anexo 4).

Usando el modelo BLITECAST, se tomaron 2 niveles de severidad diferentes como tratamientos, para realizar las aplicaciones de fungicidas. El primero fue 25 unidades acumuladas de severidad y el segundo fue 30 unidades acumuladas de severidad, según las recomendaciones del modelo (Anexo 5). El control químico se realizó alternando los fungicidas y aplicando las mismas dosis que en el tratamiento de manejo tradicional.

2.4 VARIABLES MEDIDAS

2.4.1 Cantidad de Aplicaciones

Para cada tratamiento, se determinó el número de veces que se aplicó fungicidas. Se llevó un registro de las aplicaciones realizadas.

2.4.2 Severidad

Se realizó un muestreo de la severidad de ataque del hongo. En cada parcela, se tomaron 10 plantas al azar, dentro de las dos hileras centrales. Las plantas se estratificaron en tres niveles, en la parte alta, media y baja. Para cada sección de la planta, se midió el porcentaje de área foliar que presentaba lesiones.

2.4.3 Costos por tratamiento

Se calculó para cada tratamiento los costos de producción total y rentabilidad, y los costos parciales de aplicación de fungicidas.

2.5 ANALISIS ESTADISTICO

La evaluación se llevó a cabo durante los meses de agosto a noviembre, 1998. Los lotes se sembraron en un diseño de bloques completos al azar, con 4 repeticiones. Cada unidad experimental consistía de 4 hileras de 7 m de largo, obteniendo un área total de 36.4 m².

Para las variables medidas se realizó un análisis de varianza (ANDEVA) en el paquete estadístico SAS®.

2.6 ENCUESTAS A PRODUCTORES

Después del Huracán Mitch, que afectó toda la región del Valle de Comayagua, se entrevistó a los agricultores de la zona para determinar la situación de las enfermedades en tomate antes y después de este fenómeno (Anexo 6).

La muestra fue de 30 agricultores, repartidos en la zona norte, centro y sur del Valle de Comayagua, comprendido entre los departamentos de Comayagua y La Paz (Anexo 7). Las muestras se tomaron al azar y luego se analizaron los resultados en el paquete estadístico SPSS®.

3. RESULTADOS Y DISCUSION

3.1 APLICACION DE FUNGICIDAS

En este experimento, el control de las enfermedades en tomate fue dirigido a tizón tardío y tizón temprano. Hubo un ataque de infecciones virales, que debilitó y redujo el tamaño de las plantas, a pesar de las medidas tomadas. El manejo para las infecciones virales fue preventivo, usando barreras para disminuir la entrada de vectores, aplicando insecticidas y tratando el semillero con químicos. No se midió la severidad.

Todas las aplicaciones de los fungicidas se hicieron basándose en los niveles acumulados de severidad de los tratamientos. Los productos se rotaron cada vez que se aplicaba fungicidas. El tratamiento en el cual se aplicó un mayor número de veces fue el calendarizado (T5), 8 veces durante el ciclo, el doble o más veces que los demás tratamientos (Figura 1), donde se aplicó fungicidas 3 ó 4 veces.

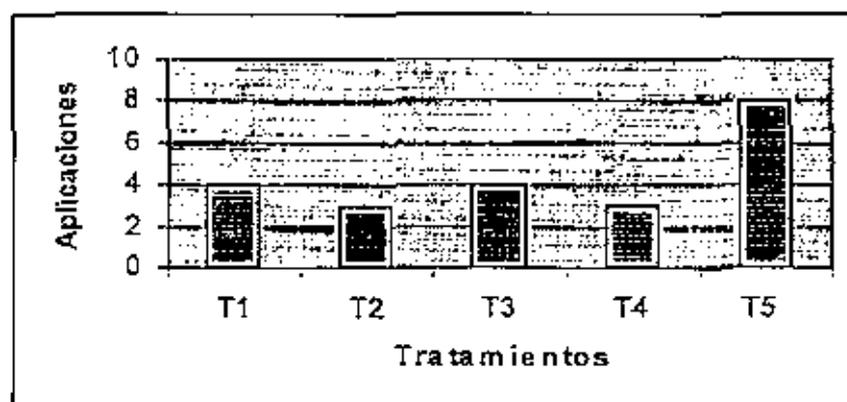


Figura 1. Cantidad de aplicaciones de fungicidas por tratamiento.

Las aplicaciones con los modelos TOM-CAST (T1, T2) y BLITECAST (T3, T4) resultaron similares, sin embargo, hubieron menos aplicaciones con el TOM-CAST, nivel acumulado de severidad de 20 (T2), donde se aplicó 3 veces fungicidas. No se

presentaron diferencias significativas entre estos tratamientos. Este nivel es menos conservador que el TOM-CAST con nivel de 15 (T1), el cual resulta en una reducción de una aplicación menos de fungicidas.

En cuanto al BLITECAST, con dos niveles diferentes de severidad, de 25 (T3) y 30 (T4), también hubo diferencias en la frecuencia de aplicaciones. El nivel de 30 grados acumulados de severidad es menos conservador, por lo cual se aplica una vez menos fungicidas. Sin embargo, no se presentaron diferencias significativas entre estos tratamientos. El BLITECAST es un modelo que se usa para predecir cuando es más probable que haya un ataque de tizón tardío, pero la presencia de esta enfermedad en la parcela fue mínima.

3.2 EPOCA DE APLICACION

La primera aplicación de fungicidas se hizo una semana después del trasplante, y se aplicó oxiclورو de cobre en toda la parcela. Posteriormente, se aplicó cada 7 días el tratamiento calendarizado, hasta una semana antes de la cosecha. Las aplicaciones de fungicidas según los modelos TOM-CAST y BLITECAST coincidieron casi siempre en la misma época (Cuadro 2).

Cuadro 2. Época de aplicación de fungicidas según tratamientos.

Tratamiento	Semana								Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	
Convencional	X	X	X	X	X	X	X	X	8
TOM-CAST DSV 15				X	X	X		X	4
TOM-CAST DSV 20				X		X		X	3
BLITECAST DSV 25				X	X		X	X	4
BLITECAST DSV 30				X		X		X	3

Ambos modelos indicaron que las aplicaciones se debían realizar en las mismas fechas, con una discrepancia de sólo días. Estas aplicaciones de fungicidas coinciden con condiciones climáticas más favorables para el ataque del hongo. Durante las primeras

semanas se presentó un clima seco y cálido (Figura 2), y estas condiciones también coincidieron con el ataque de mosca blanca y aparición de virus. La incidencia de tizón tardío y tizón temprano también fue muy baja durante las primeras cuatro semanas, cuando la temperatura media era más alta. La última aplicación de los fungicidas se hizo una semana antes de comenzar la cosecha.

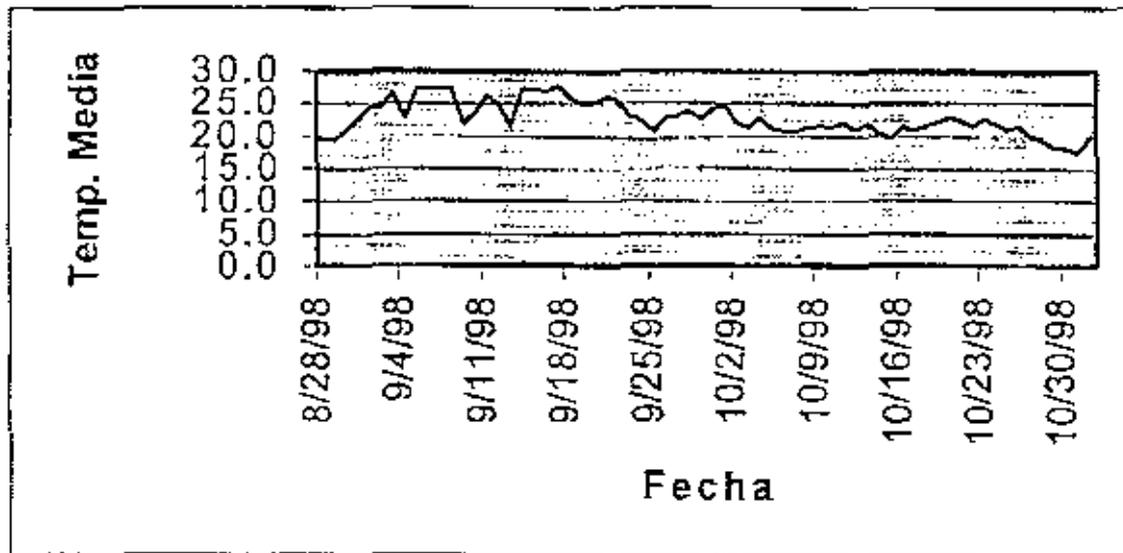


Figura 2. Temperatura media (°C) diaria de agosto a noviembre, 1998.

3.3 SEVERIDAD

Los datos de severidad (porcentaje del área foliar afectada) fueron tomados una semana antes de la cosecha. Se midió el porcentaje de lesiones por *A. solani* en el follaje de 10 plantas tomadas al azar en cada unidad experimental. Cada planta se estratificó en tres partes para medir la severidad, la parte baja, parte media y parte alta. La severidad para cada estrato resultó diferente, habiendo más síntomas de tizón temprano en la parte baja.

La incidencia de *P. infestans* fue baja, habiendo menos de 5% de lesiones en las plantas de toda la parcela. Las condiciones climáticas en Comayagua durante los meses de agosto a octubre no fueron favorables para el desarrollo de este hongo, ya que la temperatura promedio se encontraba en un rango de 20 a 24°C. Estas condiciones climáticas favorecen la presencia de *A. solani*.

Se realizó un ANDEVA para la variable severidad, en la cual no se presentaron diferencias significativas para el modelo ($F=1.07$, $P=0.4372$). Ninguno de los tratamientos presentó diferencias significativas en cuanto a severidad ($F=1.25$, $P=0.3422$). Todas las parcelas tuvieron casi la misma incidencia y severidad de la enfermedad. Las plantas presentaron un porcentaje de follaje lesionado de 14.58% debido a daños por *A. solani*.

Para el muestreo de severidad, las plantas de tomate se estratificaron en 3 niveles, y se midió la severidad de la enfermedad en cada nivel. Se realizó un ANDEVA para la variable severidad en cada uno de los estratos de la planta de tomate. El nivel bajo presentó en promedio un porcentaje más alto de lesiones en el follaje, de 25.25% de daño. No hubo diferencias significativas entre los tratamientos para lesiones en la parte baja de las plantas ($F=1.31$, $P=0.3219$). El porcentaje de daño para la parte media de la planta fue en promedio 14.85%, igualmente la prueba del ANDEVA fue no significativa ($F=2.25$, $P=0.1243$) para los tratamientos. La parte alta de la planta fue la que tuvo menos área foliar lesionada, con un promedio de 3.65%. No se encontraron diferencias significativas entre tratamientos ($F=0.26$, $P=0.8969$).

El sensor del TOM-CAST que mide horas de humedad acumulada en la hoja se colocó en la parte media de la planta, a una altura de 30 cm. Hay una marcada diferencia en la cantidad de lesiones causadas por el hongo en cada estrato de la planta. Las hojas en la parte baja están menos expuestas a la radiación directa del sol, y puede que existan condiciones de microclima con más humedad. A pesar de eso, el modelo TOM-CAST indicó grados acumulados de severidad muy parecidos al modelo BLITECAST, y no afectó la altura a la que se colocó uno de los sensores.

El tratamiento de aplicaciones calendarizadas no produce un efecto diferente en cuanto a severidad de la enfermedad que cualquiera de los otros tratamientos. Se puede aplicar fungicidas sólo 3 veces a la parcela y no habrá diferencias en severidad de la enfermedad ni en la calidad final del fruto.

3.4 COSTOS POR TRATAMIENTO

El tratamiento que tuvo la mejor rentabilidad fue el de aplicaciones calendarizadas. Los tratamientos de aplicaciones de fungicidas basándose en los modelos TOM-CAST y BLITECAST fueron más costosos debido a la alta inversión inicial (Anexo 8). También se realizó un presupuesto parcial, solo tomando en cuenta el costo de los fungicidas y mano de obra, y el mejor tratamiento fueron las aplicaciones según el modelo TOM-CAST con nivel de severidad de 20 (Anexo 9). La inversión de comprar el equipo para ambos modelos se puede recuperar a partir del segundo ciclo de cultivo de tomate (Anexo 10).

3.5 ENTREVISTA A PRODUCTORES DE TOMATE

La encuesta que se realizó con los productores de tomate del Valle de Comayagua fue orientada para conocer la situación pasada y presente de las enfermedades en el cultivo del tomate. Estas encuestas se tomaron en febrero, 1999. La mayoría de las encuestas se tomaron en la zona sur del valle, donde actualmente se está sembrando más tomate.

3.5.1 Situación antes del Huracán Mitch

Según los resultados de la encuesta, la mayoría de los productores que siembran tomate en la actualidad, habían sembrado tomate en el pasado. Sin embargo, se sembraba junto con otros cultivos, siendo el maíz el cultivo más común (Figura 3).

En cuanto a las enfermedades que se presentaron en el ciclo pasado, antes del Mitch, los productores reportaron que el mayor problema que se tenía en las parcelas de producción eran las infecciones virales, que ellos calificaron como importante. Muchos productores reportaron ser afectados solo por virus, pero la mayoría tenían otras enfermedades fungosas también. Las enfermedades más comunes y las que traían como consecuencia aplicación de fungicidas eran el tizón temprano y el tizón tardío.

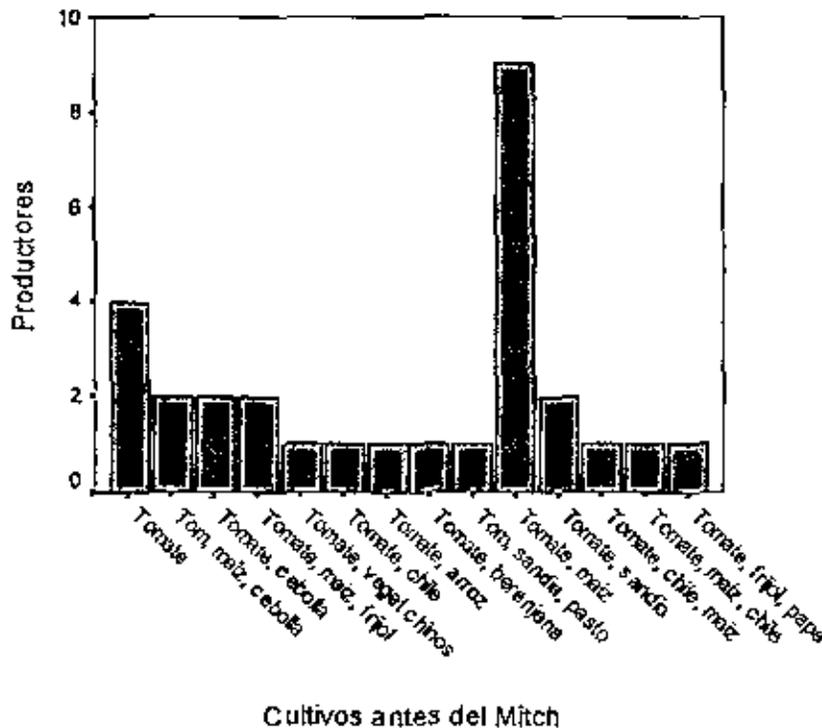


Figura 3. Cultivos sembrados por los productores antes del Huracán Mitch.

Un 70% de los productores entrevistados reportaron que las enfermedades (tizón temprano y tardío, infecciones virales) aparecían en el cultivo de forma anual, y en algunos casos fueron esporádicas, apareciendo después de un año.

Las aplicaciones de productos químicos para el control de las enfermedades fungosas fueron muy frecuentes. Los productos más usados fueron el metalaxil (Ridomil ®) en combinación con productos que contienen cobre (Figura 4). Los intervalos de aplicación de estos productos abarcaron un rango de menos de tres a 18 días, pero por lo general los productores de Comayagua aplican entre los 3 a 6 días (Figura 5).

Es evidente que los fungicidas están siendo mal manejados, ya que los productos que más se aplican son productos sistémicos y no se recomienda su aplicación más de 3 veces en el ciclo del cultivo. Los productores presentaron un comportamiento donde no entendían como hacer las aplicaciones, a pesar de que la mayoría aseguró que lo hacían de forma preventiva. Muchos aseguraron que seguían las recomendaciones de las casas distribuidoras de los productos pero por lo general muy pocos de ellos habían leído las etiquetas de los productos.

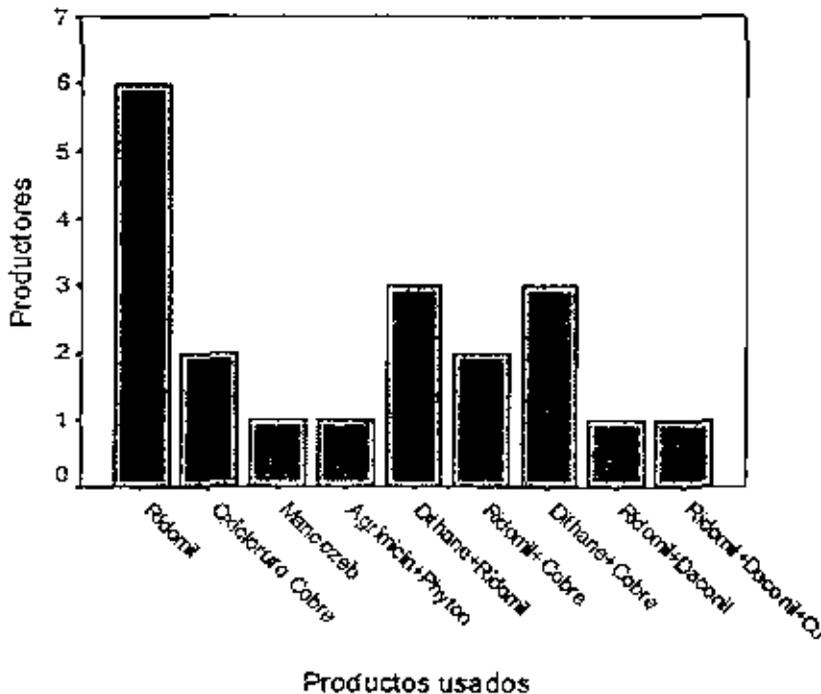


Figura 4. Productos usados para el control de enfermedades antes del Huracán Mitch.

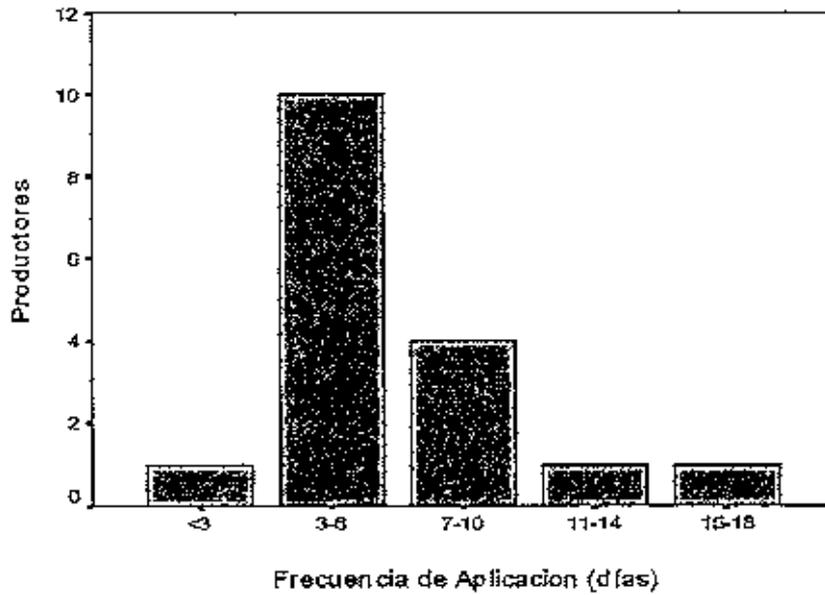


Figura 5. Frecuencia de aplicación de los productos antes del Huracán Mitch.

Más de un 80% de los productores encuestados aseguran que practican la rotación de cultivos. En las épocas cuando no se siembra tomate, siembran otros cultivos como granos básicos y hortalizas (Figura 6).

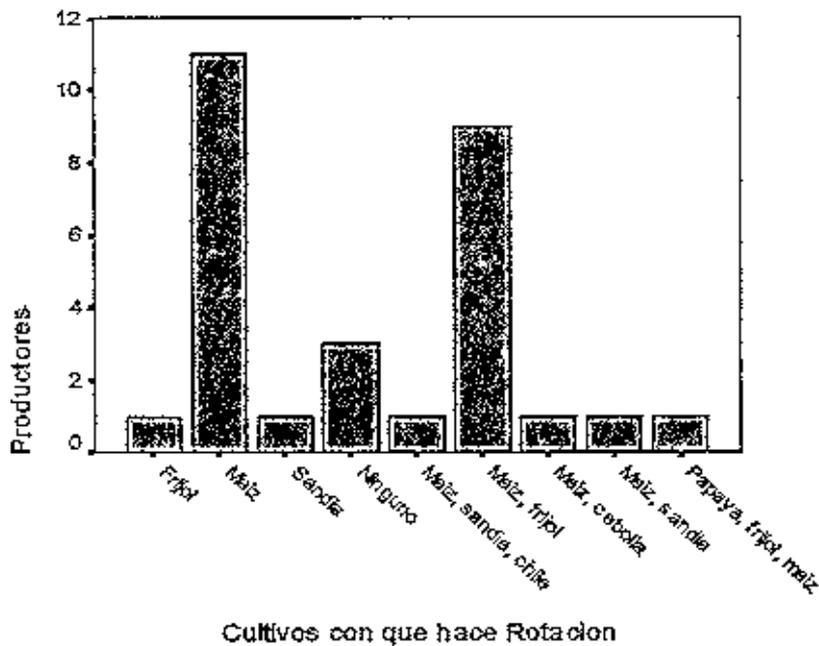


Figura 6. Cultivos con los que se hace rotación.

Figura 6. Cultivos con los que se hace rotación.

La rotación de cultivos es una práctica común en el Valle de Comayagua. A pesar de que los productores no siembran el tomate de forma continua todo el año, las enfermedades como infecciones virales, el tizón tardío y el tizón temprano se presentan de forma anual, según reportan. La rotación de cultivos no disminuye la incidencia de las enfermedades.

Los productores en el Valle de Comayagua perciben que las pérdidas en rendimiento del cultivo debido a las enfermedades son grandes y es una limitante para la producción de tomate. Se reporta que las pérdidas han alcanzado hasta un 80% del total de la cosecha en algunas fincas (Figura 7). Dentro del complejo de enfermedades en tomate en el valle, las infecciones virales son el mayor problema y los productores aseguran que tienen pocas opciones para su manejo. Casi todo el manejo está enfocado en el control de la mosca blanca, aplicándose en el tomate productos como imidacloprid (Confidor ®) de forma regular.

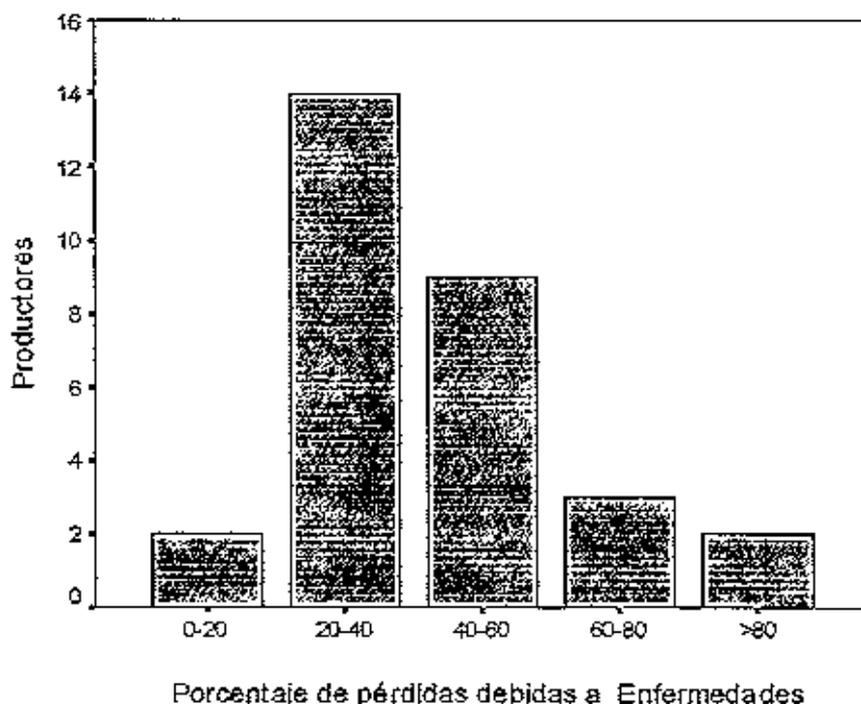


Figura 7. Pérdidas debidas a enfermedades.

3.5.2 Situación después del Huracán Mitch

El Huracán Mitch, que devastó el área Centroamericana en octubre de 1998 tuvo un impacto muy fuerte en Honduras. Comayagua no fue la excepción. El Río Humuya, que

atraviesa todo el valle causó pérdidas en infraestructura y afectó a muchos de los productores que se encuestaron. Las fincas de estos productores, que por lo general poseen menos de 5 mz, fueron destruidas. A pesar de todas las dificultades que han tenido que enfrentar, casi todos los productores de la zona han vuelto a sembrar, ya sea con préstamos o con otro tipo de ayudas. Muchos de ellos ya están cosechando el tomate y de esta forma, obteniendo ganancias.

Aparte de sembrar tomate, muchos de los productores han dividido sus terrenos para también sembrar otros cultivos. Por lo general, se siembra maíz junto con el tomate (Figura 8). Este maíz es para consumo familiar. También hay una tendencia por sembrar otras hortalizas pero para la venta en los mercados cercanos. No hay mucha diferencia entre los cultivos que siembran ahora y lo que sembraban antes. Sin embargo, se han presentado diferencias en la incidencia de enfermedades en el cultivo del tomate.

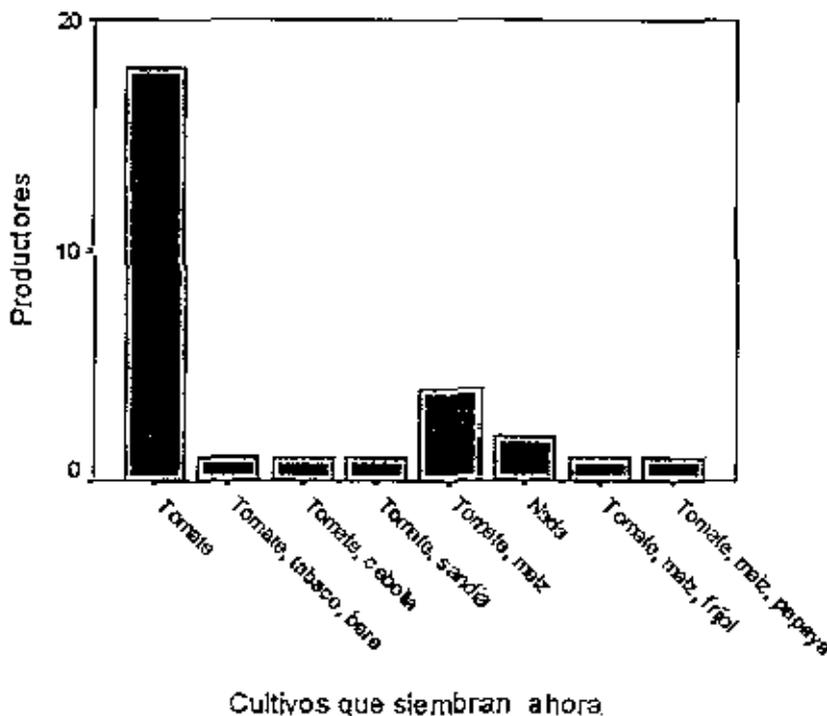


Figura 8. Cultivos sembrados en Comayagua después del Huracán Mitch.

Los productores habían identificado que su problema más grande para la producción de tomate antes del Mitch eran las enfermedades causadas por infecciones virales. La situación ha cambiado después del fenómeno y los agricultores perciben que tienen ahora un problema más grande con enfermedades fúngicas (Figura 9) y menos con virus. Comparando la situación con años anteriores, este hecho, según ellos, es poco común, ya que siempre han habido más problemas con infecciones virales en esta época del año.

Los productos que aplican los agricultores ahora son prácticamente los mismos que en años pasados. Hay una clara tendencia por el uso de metalaxil en conjunto con productos que contienen cobre. La combinación de metalaxil con oxiclورو de cobre o mancozeb es la más usada entre los productores de la zona. Para problemas con bacteria, ellos reportan que el Agrimicin ® y el Phyton ® son los productos más recomendables.

Los intervalos de aplicación no han cambiado mucho, los productos como el Ridomil ® se siguen aplicando cada 4 a 6 días, en su mayoría (Figura 10).

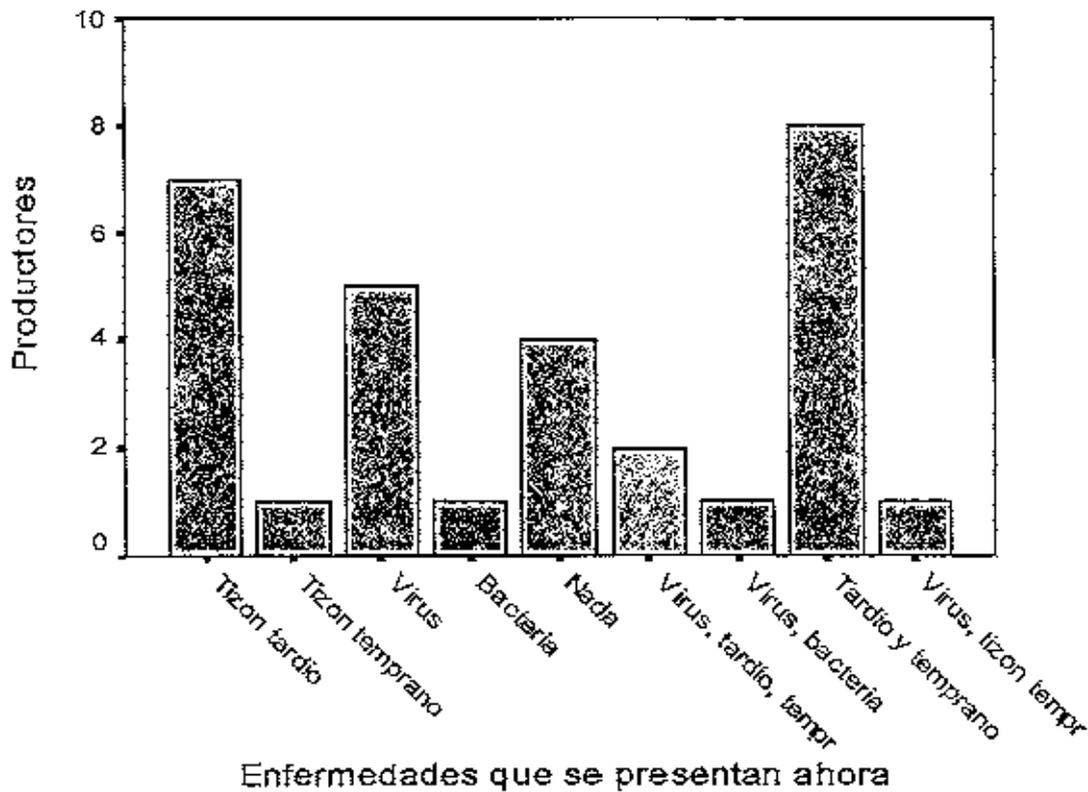


Figura 9. Enfermedades que se presentaron después del Huracán Mitch.

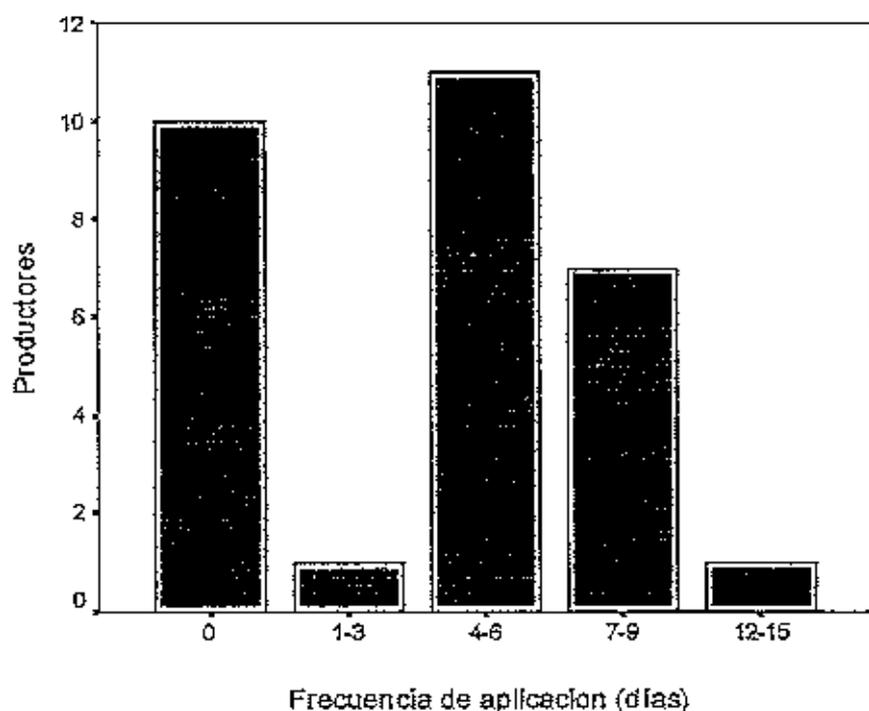


Figura 10. Frecuencia de aplicación de fungicidas ahora.

3.5.3 Percepción de los productores sobre el clima

Como parte de la encuesta, se preguntó a los productores si ellos han notado algún cambio en el clima. Para facilitar la pregunta, se dividió en precipitación, temperatura, humedad relativa, viento y patrón de lluvias.

Casi todos los agricultores entrevistados, más del 90%, piensan que no han habido cambios fuera de lo normal en la precipitación, después del fenómeno del Mitch. Sin embargo, un 53% de ellos opinan que la temperatura promedio ha bajado un poco con relación a años anteriores. La mayoría de los agricultores no tienen una idea muy clara de lo que es humedad relativa, y fue una pregunta difícil para ellos. Casi 60% contestaron que no han habido cambios en la humedad relativa. De igual forma, 60% de los productores reportan que hay más viento. Finalmente, más del 90% piensan que no han habido cambios en el patrón de lluvias.

Los productores de tomate de esta zona sí observan cuidadosamente el clima y sus cambios. Más de 80% de ellos opinan que el clima sí tiene un efecto directo en la incidencia de enfermedades. Al preguntar ¿cómo? ellos explican que al haber calor en el campo, el cultivo de tomate sufre de serias infestaciones de mosca blanca, y consecuentemente, virus. Cuando las temperaturas bajan y hay más lluvias, ellos explican que tienen más problemas con enfermedades fungosas como el tizón tardío y el tizón temprano.

3.5.4 Comparación entre la situación antes y después

No existe una correlación muy fuerte entre los cultivos que los agricultores sembraban antes y después ($r=0.002$), con una significancia de $P=0.992$. Por lo general, las tendencias mostraron que los agricultores siembran los mismos cultivos ahora y antes, y éstos son tomate, maíz y frijol.

Los agricultores relatan que la situación de las enfermedades sí ha cambiado desde el Huracán Mitch, y las tendencias muestran que los mayores problemas que se enfrentan ahora son con tizón tardío y tizón temprano. La correlación entre estas variables es baja ($r=-0.117$) y poco significativa ($P=0.539$). En años pasados, el problema fitosanitario de mayor importancia era virus.

A pesar de tener diferentes problemas fitosanitarios en la actualidad, las aplicaciones de plaguicidas no han cambiado. Se aplican los mismos productos con la misma frecuencia, a intervalos de 4 a 6 días para productos como mancozeb, oxícloruro de cobre y metalaxil. La correlación entre estas variables es baja ($r=0.179$) y poco significativa ($P=0.344$). Los conocimientos sobre la aplicación de fungicidas no ha cambiado mucho en la actualidad, y el hecho de que los agricultores hayan aplicado antes no explica cómo ellos aplican fungicidas ahora.

Los productos son los mismos. Los agricultores indicaron que usan siempre productos con cobre y metalaxil para un control efectivo de enfermedades fungosas. Todas las aplicaciones que se hacen antes y después son preventivas. No se tiene un conocimiento claro que el fungicida metalaxil es un producto sistémico que se usa de forma curativa y no preventiva.

4. CONCLUSIONES

4.1 VALIDACION DE TOM-CAST Y BLITECAST

- Los modelos de predicción TOM-CAST y BLITECAST para las enfermedades en tomate causadas por *Alternaria solani* y *Phytophthora infestans* recomiendan menos aplicaciones de fungicidas que el tratamiento con aplicaciones calendarizadas. Para el TOM-CAST y BLITECAST, se aplicó 3 ó 4 veces fungicidas, mientras que para el manejo convencional se aplicó 8 veces.
- Los costos de producción se pueden reducir usando estos modelos, ya que se aplica 3 ó 4 veces fungicida durante un ciclo de cultivo mientras que las aplicaciones de fungicidas calendarizadas pueden ser más de 8 en un ciclo.
- El nivel de severidad acumulado de 15 en el modelo TOM-CAST es más conservador y se aplica fungicidas una vez menos que usando el nivel de 20.
- El nivel de severidad acumulado de 25 en el modelo BLITECAST es más conservador y se aplica fungicidas una vez menos que usando el nivel de 30.
- Es más barato realizar aplicaciones calendarizadas que implementar los modelos TOM-CAST y BLITECAST, ya que tienen un alto costo inicial.
- Una vez adquiridos los modelos TOM-CAST y BLITECAST, resulta más barato hacer un manejo de enfermedades en tomate usando el modelo TOM-CAST con un nivel acumulado de severidad de 20.

4.2 ENTREVISTA A PRODUCTORES

- La mayoría de agricultores entrevistados sufrieron pérdidas con el Huracán Mitch, pero todos han vuelto a sembrar tomate, granos básicos y otras hortalizas.
- Los productores de tomate en el Valle de Comayagua tienen problemas serios con infecciones virales, tizón tardío y tizón temprano antes y después del Huracán Mitch.

- Los productores tienen una mala percepción en cuanto a enfermedades, ya que no conocen bien la etiología de estas.
- Se observó un desinterés y mal uso de los fungicidas.
- Los problemas con infecciones virales son los que más afectan la producción de tomate en el Valle de Comayagua, ya que los agricultores tienen pocas opciones para su manejo.
- Los agricultores de la zona relacionan todo problema de virus a la transmisión por mosca blanca y hacen aplicaciones muy frecuentes para su control. El producto más usado es el imidacloprid.

5. RECOMENDACIONES

- El modelo de predicción TOM-CAST puede ser una herramienta muy cara como para que un pequeño productor la asimile. Sin embargo, puede ser una opción útil para compañías grandes que quieran reducir sus costos de aplicación de fungicidas. El BLITECAST es un modelo igual de efectivo y fácil de usar.
- Se recomienda usar el nivel de 20 grados acumulados de severidad para el TOM-CAST y 30 grados acumulados de severidad para el BLITECAST. Podrían hacerse más estudios para determinar el nivel óptimo.
- En el Valle de Comayagua se observó un escaso conocimiento de los patógenos que afectan a los cultivos en general. Hay problemas serios y mucho trabajo que hacer en el área de extensión y capacitación que podrían afrontarse.
- El mal uso de plaguicidas es el problema mas serio que tienen los productores, y esto viene del poco conocimiento que ellos tienen. Se recomienda seguir evaluando la situación de ellos para brindarles más ayuda y capacitación en el futuro.

6. BIBLIOGRAFIA

- ALEXANDER, S. 1997. Late Blight of tomato. Commercial Horticulture Newsletter, Jan-Feb.
- BOLKAN, IL.; REINERT, W. 1994. Developing and implementing IPM strategies to assist farmers: an industry approach. Plant Disease. 78 (6): 545 – 550.
- BRAMMALL, R. 1993. Effect of foliar fungicide treatment on early blight and yield of fresh market tomato in Ontario. Plant Disease. 77 (5): 484 – 488.
- CASTAÑO – ZAPATA, J. 1994. Principios básicos de fitopatología. 2 ed. Zamorano, Honduras. Zamorano Academic Press. 538 p.
- CASTAÑO – ZAPATA, J.; DEL RIO, L. 1994. Guía para el diagnóstico y control de Enfermedades en cultivos de importancia económica. 3 ed. Zamorano, Honduras. Zamorano Academic Press. 290 p.
- CATIE. 1990. Guía para el manejo integrado de plagas del cultivo de tomate. Turrialba, Costa Rica. 138 p.
- FRY, W.; GOODWIN, S. 1997. Re-emergence of potato and tomato late blight in the United States. Plant Disease. 12: 1349-1357.
- GARCIA, O. 1998. Evaluación del modelo de predicción BLITECAST' para el manejo del tizón tardío (*Phytophthora infestans* de Bary) en el cultivo de papa. Tesis Ing. Agr. El Zamorano, Honduras. 27 p.

- GLEASON, M.; MACNAB, A.; PITBLADO, R.; RICKER, M.; EAST, D.; LATIN, R. 1995. Disease-warning systems for processing tomatoes in eastern North America: Are we there yet? *Plant Disease*. 79 (2): 113 – 121.
- JONES, J.D.; STALL, R.E.; ZITTER, T.A. 1997. *Compendium of tomato diseases*. 3 ed. APS Press. 73 p.
- NUEZ, F. 1995. *El cultivo del tomate*. Madrid, España, Mundi-Prensa. 793 p.
- OHIO STATE UNIVERSITY. 1998. *Tomatoes: Fresh market and processing*. Ohio Vegetable production guide. 672
- POLSTON, J.; ANDERSON, P. 1997. The emergence of whitefly-transmitted Geminiviruses in tomato in the western hemisphere. *Plant Disease*. 81(12): 1358 – 1369.
- POTRATZ, K.; GLEASON, M.; HOCKMUTH, M.; PARKER, S.; PEARSTON, G. 1994. Testing the accuracy and precision of wetness sensors in a tomato field and on turfgrass. *Journal. Iowa Acad. Sci.* 101 (2): 56 – 60.
- POYSA, V.; BRAMMALL, A.; PITBLADO, R. 1993. Effects of foliar fungicide sprays on disease and yield of processing tomatoes in Ontario. *Plant Science*. 73: 1209 – 1215.
- SECPLAN (Honduras). 1994. *IV Censo Nacional Agropecuario 1993: Cultivos anuales-Tomate*. Tegucigalpa M.D.C. p. 23 – 25.
- SPONAGEL, K.; FUNEZ, M. 1994. *Estrategias probadas de manejo del complejo fitosanitario mosca blanca/ virus gemini en la producción de tomate*. Manual de recomendaciones. FHIA. La Lima, Honduras. 46 p.

BIBLIOTECA WILSON POPENDO
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA
APARTADO 03
TEGUICIGALPA HONDURAS

7. ANEXOS

BIBLIOTECA WILSON POPENDO
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA
APARTADO 03
TEGUICIGALPA HONDURAS

Anexo 1

TABLA DE UNIDADES DE SEVERIDAD PARA EL TOM-CAST

Horas de humedad en la hoja requeridas para producir valores de severidad de:

Temperatura (°F)	0	1	2	3	4
<55.4	0 - 24				
55.4 - 63.5	0 - 6	7 - 15	16 - 20	21+	
63.6 - 68.9	0 - 3	4 - 8	9 - 15	16 - 22	23+
69.0 - 77.9	0 - 2	3 - 5	6 - 12	13 - 20	21+
78.0 - 85.1	0 - 3	4 - 8	9 - 15	16 - 22	23+
85.1+	0 - 24				

Anexo 2

HOJA DE RECOLECCION DE DATOS DEL TOM-CAST

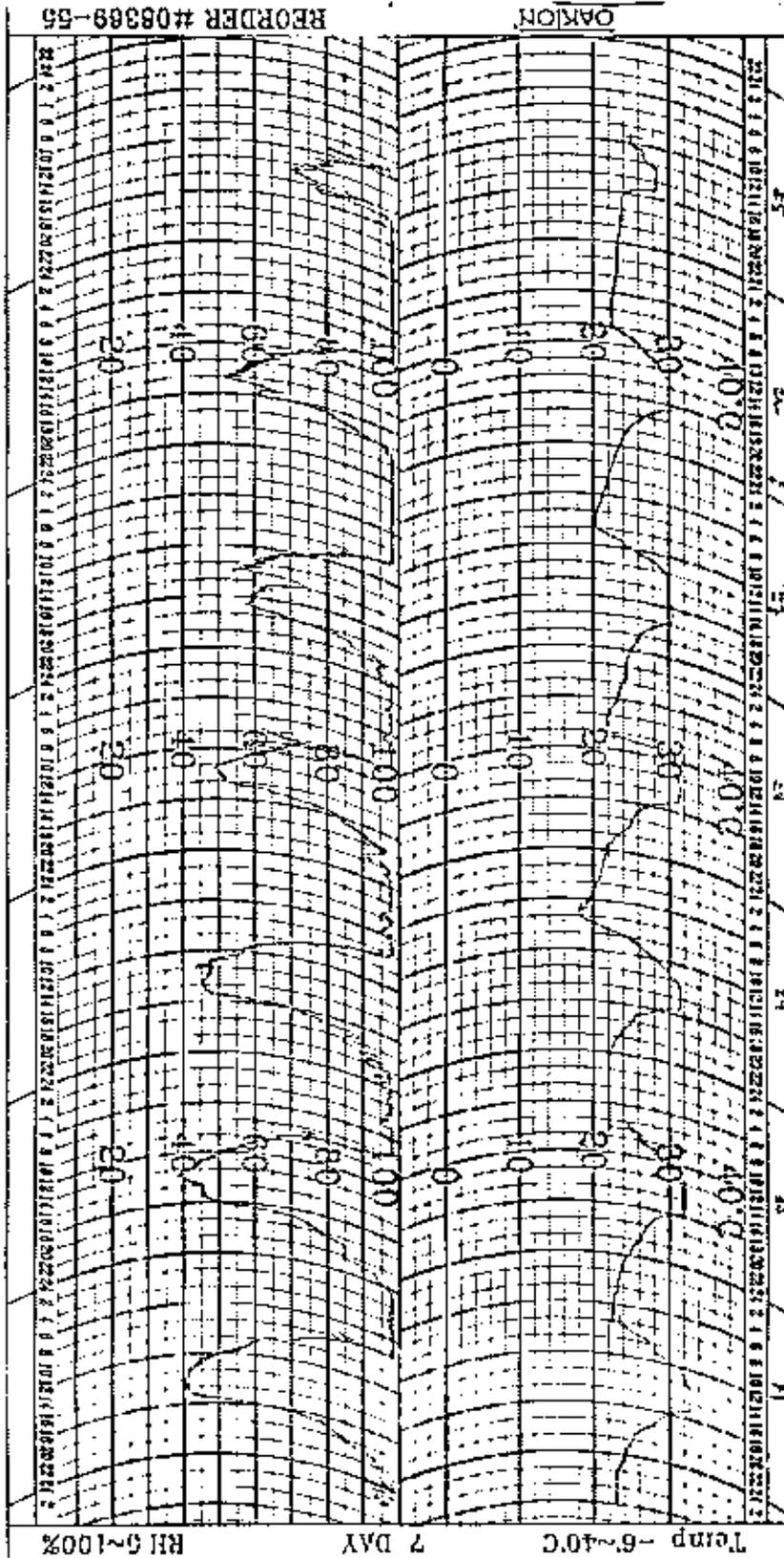
DATE	TIME	TEMP	WET MIN	HRS WET	AVG TEMP	DSV
5/30	11:00	+70.1	3	0	60.0	0
	10:00	+71.3	0	0	60.0	0
	9:00	+71.1	0	0	60.0	0
	8:00	+69.2	59	21	64.2	3
	7:00	+68.2	60	20	64.0	3
	6:00	+67.3	60	19	63.7	3
	5:00	+67.3	60	19	63.5	3
	4:00	+66.4	60	17	63.3	2
	3:00	+64.4	60	16	63.1	2
	2:00	+63.5	60	15	63.0	1
	1:00	+63.7	60	14	63.0	1
	24:00	+62.8	60	13	63.0	1
	23:00	+62.0	60	12	63.0	1
	22:00	+60.1	60	11	63.1	1
	21:00	+61.3	60	10	63.3	1
	20:00	+61.7	60	9	63.6	2
	19:00	+61.2	60	8	63.8	1
	18:00	+62.9	60	7	64.2	1
	17:00	+63.4	60	6	64.4	1
	16:00	+64.6	37	5	64.6	1
	15:00	+65.7	60	4	64.6	1
	14:00	+65.2	60	3	64.2	0
	13:00	+64.6	60	2	63.7	0
	12:00	+62.5	60	1	62.5	0

Temperature						Conditions when Wet			
Date	Max	Min	Avg	DO	Cum	Hours	Tmax	Tmin	Avg
5/30	71.3	60.1	65.0	10	45	22	70.1	60.1	64.5

Infection: There were 3 severity values today.

Anexo 3

HOJA DE RECOLECCION DE DATOS DEL HIDROTERMOGRAFO



Anexo 4

**TABLA PARA CONVERSION DE LOS DATOS DEL HIDROTERMÓGRAFO
EN UNIDADES DE SEVERIDAD PARA EL BLITECAST**

Temperatura	Horas consecutivas de humedad relativa > 90% que producen unidades de severidad 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	8	9	10	11	12	13 - 24
8 - 12	6	7	8 - 9	10	11 - 12	13 - 15	16 - 24	
3 - 7	9	10 - 12	13 - 15	16 - 18	19 - 24			
< 3	24							

Para convertir los datos climatológicos en unidades de severidad se siguen los siguientes pasos:

1. Se toma la lectura diaria del hidrotérmo grafo, contando las horas consecutivas de humedad relativa encima de 90%.
2. Durante esas horas, se calcula la temperatura media.
3. Para leer la tabla, primero se busca el rango de la temperatura media.
4. Se busca dentro de la tabla, la cantidad de horas consecutivas con humedad relativa encima de 90%.
5. Para cada día, hay una unidad acumulada de severidad.

El modelo BLITECAST recomienda que se aplique un fungicida cuando se hayan alcanzado 30 unidades de severidad. Un tratamiento recomendó usar 25 unidades de severidad y otro tratamiento recomendó usar 30 unidades de severidad.

Anexo 5

**RECOMENDACION DE APLICACION DE FUNGICIDAS PARA EL
BLITECAST**

Precipitación	Unidades semanales totales				
	0 - 2	3	4	5 - 6	>7
Alta	No aplicar	No aplicar	Alerta	Aplic. Moderada	Aplicación
Baja	No aplicar	Alerta	Aplic. Moderada	Aplicación	Aplicación

Se recomienda realizar las aplicaciones de fungicidas al alcanzar 30 unidades acumuladas de severidad.

Anexo 6

SITUACION EPIDEMIOLOGICA DEL CULTIVO DE TOMATE EN EL VALLE DE COMAYAGUA

1. Datos Generales

Fecha _____

Nombre del Productor _____

Comunidad _____ Municipio _____ Departamento _____

Propietario _____ Arrendatario _____ Jornalero _____

2. Datos sobre el Cultivo

Que cultivos tenía en su finca antes del Huracan Mitch?

1. _____ area _____

2. _____

3. _____

Que problemas de enfermedades tenía y con que frecuencia?

1. _____ annual _____ esporádica _____

2. _____ (años) _____

3. _____

Como controló estas enfermedades?

1. _____

2. _____

3. _____

Con que frecuencia aplicaba los productos? _____

Como aplicaba? Preventivo _____ Curativo _____ Calendarizado _____

Hacia rotación de cultivos? Si _____ No _____ Como? _____

Que porcentaje de las pérdidas se debía a enfermedades?

0-20% _____ 20-40% _____ 40-60% _____ 60-80% _____ >80% _____

3. Situación Actual (después del Mitch)

Cuanta area de su terreno fue afectada por el Mitch? _____ mz

Ha vuelto a sembrar después del Mitch? Si _____ No _____

Que cultivos siembra ahora?

1. _____ area _____

2. _____

3. _____

Que enfermedades se han presentado ahora?

1. _____ 3. _____

2. _____ 4. _____

Como las controla?

1. _____

2. _____

Con que frecuencia? _____

Que cambios climáticos ha observado después del Mitch?

	Mas	Menos	Igual
Precipitación	_____	_____	_____
Temperatura	_____	_____	_____
Humedad Relativa	_____	_____	_____
Viento	_____	_____	_____
Patrón de Lluvias	_____	_____	_____

Otro _____

Cree usted que los cambios de clima estan relacionados con la incidencia de enfermedades?

Si _____ No _____

Como? _____

Anexo 8

COSTOS DE PRODUCCION DE UNA HECTAREA DE TOMATE PARA CADA TRATAMIENTO

	Unidad	Cantidad	Co. Unitario	T1	T2	T3	T4	T5
Insumos								
Semilla	pl/ha	2132	0.02	42.64	42.64	42.64	42.64	42.64
Maquinaria	hrs	1	185	185	185	185	185	185
18-46-0	kg	200	0.26	52	52	52	52	52
0-0-60	kg	184	0.18	33.12	33.12	33.12	33.12	33.12
Urea	kg	260	0.165	42.9	42.9	42.9	42.9	42.9
Sulpomag	kg	43	0.25	10.75	10.75	10.75	10.75	10.75
Confidor	kg	0.5	320	160	160	160	160	160
Manzate	kg	2	5	20	10	30	20	40
Curzate	kg	3	2.85	17.1	17.1	8.55	8.55	34.2
Rovral	kg	8	4.28	34.24	34.24	34.24	34.24	34.24
Adherente	L	0.5	5.7	2.85	2.85	2.85	2.85	5.7
Bomba Solo		1	100	100	100	100	100	100
Equipo Aplicación		1	52	52	52	52	52	52
Hidrotermógrafo		1	500	0	0	500	500	0
Computadora		1	700	700	700	0	0	0
TOM-CAST		1	3000	3000	3000	0	0	0
Total				4452.6	4442.6	1254.05	1244.05	792.55
Mano de Obra								
Transplante	hrs	48	2.52	120.96	120.96	120.96	120.96	120.96
Fertilización	hrs	3	2.52	7.56	7.56	7.56	7.56	7.56
Deshierba	hrs	105	2.52	264.6	264.6	264.6	264.6	264.6
Aplicación	hrs	23	2.52	231.84	173.88	231.84	173.88	463.68
Cosecha	hrs	83	2.52	209.16	209.16	209.16	209.16	209.16
Total				834.12	776.16	834.12	776.16	1065.96
TOTAL COSTOS				5286.72	5218.76	2088.17	2020.21	1858.51
BEN. BRUTO	lb	50000	0.12755	6377.5	6377.5	6377.5	6377.5	6377.5
BEN. NETO				1090.78	1158.74	4289.33	4357.29	4518.99
RENTABILIDAD				20.6%	22.2%	205.4%	215.7%	243.2%

Anexo 9

PRESUPUESTO PARCIAL DE UNA HECTAREA DE TOMATE PARA CADA TRATAMIENTO

	Unidad	Cantidad	Co. Unitario	T1	T2	T3	T4	T5
Insumos								
Semilla	pl/ha	2132	0.02	42.64	42.64	42.64	42.64	42.64
Maquinaria	hrs	1	185	185	185	185	185	185
18-46-4)	kg	200	0.26	52	52	52	52	52
0-0-60	kg	184	0.18	33.12	33.12	33.12	33.12	33.12
Urea	kg	260	0.165	42.9	42.9	42.9	42.9	42.9
Sulpomag	kg	43	0.25	10.75	10.75	10.75	10.75	10.75
Confidor	kg	0.5	320	160	160	160	160	160
Manzate	kg	2	5	20	10	30	20	40
Curzate	kg	3	2.85	17.1	17.1	8.55	8.55	34.2
Rovral	kg	8	4.28	34.24	34.24	34.24	34.24	34.24
Adherente	L	0.5	5.7	2.85	2.85	2.85	2.85	5.7
Bomba Solo		1	100	100	100	100	100	100
Equipo Aplicación		1	52	52	52	52	52	52
Total				752.6	742.6	754.05	744.05	792.55
Mano de Obra								
Transplante	hrs	48	2.52	120.96	120.96	120.96	120.96	120.96
Fertilización	hrs	3	2.52	7.56	7.56	7.56	7.56	7.56
Deshierba	hrs	105	2.52	264.6	264.6	264.6	264.6	264.6
Aplicación	hrs	23	2.52	231.84	173.88	231.84	173.88	463.68
Cosecha	hrs	83	2.52	209.16	209.16	209.16	209.16	209.16
Total				834.12	776.16	834.12	776.16	1065.96
TOTAL COSTOS				1586.72	1518.76	1588.17	1520.21	1858.51
BEN. BRUTO	lb	50000	0.12755	6377.5	6377.5	6377.5	6377.5	6377.5
BEN. NETO				4790.78	4858.74	4789.33	4857.29	4518.99
RENTABILIDAD				301.9%	319.9%	301.6%	319.5%	243.2%

ANÁLISIS DE INVERSIÓN PARA TRATAMIENTOS

	Año 1			Año 2			Año 3		
	TOM-CAST	BLITECAST	Calendario	TOM-CAST	BLITECAST	Calendario	TOM-CAST	BLITECAST	Calendario
Fungicidas	64.19	75.64	114.14	77,028	90,768	136,968	92,4336	108,9216	164,3616
Mano de Obra	173.88	173.88	463.68	208.656	208.656	556.416	250.3872	250.3872	667.6992
TOM-CAST	3700	0	0						
BLITECAST	0	500	0						
TOTAL	3938.07	749.52	577.82	285.684	299.424	693.384	342.8208	359.3088	832.0608
Beneficio Bruto	6377.5	6377.5	6377.5	7971.875	7971.875	7971.875	9964.84375	9964.844	9964.844
Beneficio Neto	2439.43	5627.98	5799.68	7686.191	7672.451	7278.491	9622.02295	9605.5352	9132.7832

