

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS**

**EXPERIENCIAS EN LA IMPLEMENTACIÓN DE UN PROGRAMA FITOSANITARIO PARA
EL MANEJO DEL TIZÓN TARDÍO OCASIONADO POR *Phytophthora infestans* (Mont.) de
Bary EN EL CULTIVO DE TOMATE (*Lycopersicon esculentum* Mill) EN EL MUNICIPIO DE
MONJAS, JALAPA.**

MAX EDGARDO CRUZ SALGUERO

Guatemala, octubre de 2,006

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS**

**EXPERIENCIAS EN LA IMPLEMENTACIÓN DE UN PROGRAMA FITOSANITARIO PARA
EL MANEJO DEL TIZÓN TARDÍO OCASIONADO POR *Phytophthora infestans* (Mont.) de
Bary EN EL CULTIVO DE TOMATE (*Lycopersicon esculentum* Mill) EN EL MUNICIPIO DE
MONJAS, JALAPA.**

TESIS

**PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA DE LA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

**POR
MAX EDGARDO CRUZ SALGUERO**

**En el Acto de Investidura como
INGENIERO AGRÓNOMO
EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA
EN EL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIADO**

Guatemala, octubre de 2,006

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA**

RECTOR MAGNIFICO

LIC. CARLOS ARTURO GALVEZ BARRIOS

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

DECANO	Dr. Ariel Abderraman Ortiz López
VOCAL I	Ing. Agr. Alfredo Itzep Manuel
VOCAL II	Ing. Agr. Walter Arnoldo Reyes Sanabria
VOCAL III	Ing. Agr. Danilo Ernesto Dardón Ávila
VOCAL IV	Bachiller Douglas Antonio Castillo Álvarez
VOCAL V	P. Agr. José Mauricio Franco Rosales
SECRETARIO	Ing. Agr. Pedro Peláez Reyes

Guatemala, octubre de 2006

Señores:
Honorable Junta Directiva
Honorable Tribunal Examinador
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala

De conformidad con las normas establecidas en la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a su consideración el trabajo de tesis titulado:

Experiencias en la implementación de un Programa fitosanitario para el manejo del tizón tardío ocasionado por *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary en el cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) en el municipio de Monjas, Jalapa.

Presentado como requisito previo a optar por el título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado.

En espera de que este trabajo merezca su aprobación,

Atentamente,

Max Edgardo Cruz Salguero

Jutiapa, octubre de 2006.

Ing. Agr. Marino Barrientos
Director del Instituto de Investigaciones Agronómicas
y Ambientales, IIA, Facultad de Agronomía,
Universidad de San Carlos de Guatemala.

Me dirijo a usted deseándole éxito en sus labores diarias como director de uno de los pilares importantes en la formación de nuevos profesionales en Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Al mismo tiempo para informarle que actuando en representación de la empresa **Bayer CropScience**, he leído y revisado el documento de Tesis,

Experiencias en la implementación de un Programa fitosanitario para el manejo del tizón tardío ocasionado por *Phytophthora infestans* Mont. De Bary en cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum*) en el municipio de Monjas, Jalapa.

Y después de supervisar la ejecución de las correcciones planteadas manifiesto mi respaldo técnico al documento elaborado por el señor Max Cruz, y no habiendo más que hacer constar me suscribo de usted,

Atentamente,

Ing. Agr. Velter Mauricio Ruiz Recinos
Representante de Ventas – Bayer CropScience
Colegiado 1499

ACTO QUE DEDICO

A:

- DIOS:** MI PADRE CELESTIAL;
Por darme la inspiración para alcanzar mis objetivos y permitirme culminar mi carrera.
- MI MADRE:** Vilma Graciela Salguero Cardona de Cruz; Por su incondicional apoyo durante toda mi carrera, por sus sabios consejos y como recompensa a sus sacrificios, por lo cual siempre estaré en deuda.
- MI PADRE:** Maximiliano Cruz Bonilla;
Por ser un amigo en todo momento y darme el ejemplo que necesito para ser un buen padre.
- MI ESPOSA:** Olma Guísela Florián Paredes;
Por Complementar Mi Vida y Apoyarme fielmente para poder alcanzar mis metas.
- MIS HIJOS:** Eduardo José y José Carlos;
Por ser la fuerza que motiva mis acciones.
- MI FAMILIA:** Por sus muestras de cariño.

TESIS QUE DEDICO

A:

DIOS

Mis Padres

Mi Esposa

Mis Hijos

AGRADECIMIENTOS

El autor de este documento desea agradecer a sus Asesores: Dr. En Ciencias David Monterroso Salvatierra y al Ingeniero Agrónomo Velter Mauricio Ruiz Recinos, por su valiosa orientación y apoyo,

A los productores de tomate del valle de Monjas, Jalapa, por su desinteresada colaboración,

A la empresa Bayer CropScience por el soporte técnico proporcionado

Y a todos aquellos que de una u otra forma estuvieron involucrados y tuvieron participación indirecta en la elaboración de este documento de Tesis.

ÍNDICE

	Página
ÍNDICE DE FIGURAS Y CUADROS.....	v
RESUMEN.....	vii
1. INTRODUCCIÓN.....	01
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	02
3. MARCO REFERENCIAL.....	03
3.1. Ubicación y localización.....	03
3.2. Clima, suelos y zona de vida.....	03
3.3. Características del cultivo de tomate y manejo del tizón tardío por agricultores de Monjas, Jalapa.....	03
4. MARCO CONCEPTUAL.....	06
4.1. Descripción del cultivo.....	06
4.1.1. Origen.....	06
4.1.2. Características y Clasificación Botánica.....	06
4.1.3. Importancia Económica.....	07
4.1.4. Requerimientos del cultivo.....	07
4.1.4.1. Temperatura.....	07
4.1.4.2. Humedad.....	08
4.1.4.3. Suelo.....	08
4.2. Descripción del Fitopatógeno.....	08
4.2.1. Información General.....	08
4.2.2. Historia.....	09
4.2.3. Clasificación Taxonómica.....	09
4.2.4. Características Morfológicas.....	10
4.2.5. Reproducción.....	10
4.2.6. Hospedantes.....	10
4.2.7. Ciclo Biológico.....	11
4.2.8. Etiología.....	11
4.2.9. Patogénesis.....	12
4.2.10. Sintomatología.....	12
4.2.11. Incidencia y Severidad.....	13
4.2.12. control.....	13
4.2.13. Resistencia.....	14
5. OBJETIVOS.....	15
6. METODOLOGÍA.....	16
7. RESULTADOS.....	17
7.1. Programa fitosanitario para el manejo del tizón tardío.....	17
7.1.1. Muestreo de suelos.....	17
7.1.2. Plan de Fertilización.....	17
7.1.3. Preparación del suelo.....	18
7.1.4. Cobertura Plástica.....	18
7.1.5. Distanciamiento de siembra.....	19
7.1.6. Irrigación.....	19
7.1.7. Clima.....	19
7.1.8. Identificación del Patógeno.....	25
7.1.9. Monitoreo de la enfermedad.....	26
7.1.10. Control Químico.....	26
7.1.10.1. Manejo con baja presión de inóculo y condiciones climáticas No favorables al desarrollo del tizón tardío.....	28
7.1.10.2. Manejo con baja presión de inóculo y condiciones climáticas Favorables al desarrollo del tizón tardío.....	29

7.1.10.3. Manejo con alta presión de inóculo del tizón tardío.....	30
8. CONCLUSIONES.....	31
9. RECOMENDACIONES.....	32
10. BIBLIOGRAFIA.....	36

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
FIGURA 1: Ciclo biológico propuesto de <i>Phytophthora infestans</i> (Mont.) <i>De Bary</i> en el cultivo de tomate (<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill)	11
FIGURA 2: Gráfica que muestra el comportamiento de la precipitación pluvial medida en milímetros y de la humedad relativa (%) durante el período de enero a diciembre de 1999 registrados por el INSIVUMEH en la estación meteorológica “La Ceibita” ubicada en el municipio de Monjas, Jalapa.	21
FIGURA 3: Gráfica que muestra el comportamiento de la precipitación pluvial medida en milímetros y de la humedad relativa (%) durante el período de enero a diciembre de 2000 registrados por el INSIVUMEH en la estación meteorológica “La Ceibita” ubicada en el municipio de Monjas, Jalapa.	21
FIGURA 4: Gráfica que muestra el comportamiento de la precipitación pluvial medida en milímetros y de la humedad relativa (%) durante el período de enero a diciembre de 2001 registrados por el INSIVUMEH en la estación meteorológica “La Ceibita” ubicada en el municipio de Monjas, Jalapa.	22
FIGURA 5: Gráfica que muestra el comportamiento de la precipitación pluvial medida en milímetros y de la humedad relativa (%) durante el período de enero a diciembre de 2002 registrados por el INSIVUMEH en la estación meteorológica “La Ceibita” ubicada en el municipio de Monjas, Jalapa.	22
FIGURA 6: Gráfica que muestra el comportamiento de la temperatura medida en Grados centígrados durante el período de enero a diciembre de 1999 registrados por el INSIVUMEH en la estación meteorológica “La Ceibita” ubicada en el municipio de Monjas, Jalapa.	23

FIGURA 7:	Gráfica que muestra el comportamiento de la temperatura medida en Grados centígrados durante el período de enero a diciembre de 2000 registrados por el INSIVUMEH en la estación meteorológica “La Ceibita” ubicada en el municipio de Monjas, Jalapa.	23
FIGURA 8:	Gráfica que muestra el comportamiento de la temperatura medida en Grados centígrados durante el período de enero a diciembre de 2001 registrados por el INSIVUMEH en la estación meteorológica “La Ceibita” ubicada en el municipio de Monjas, Jalapa.	24
FIGURA 9:	Gráfica que muestra el comportamiento de la temperatura medida en Grados centígrados durante el período de enero a diciembre de 2002 registrados por el INSIVUMEH en la estación meteorológica “La Ceibita” ubicada en el municipio de Monjas, Jalapa.	24

ÍNDICE DE CUADROS

	Página	
CUADRO 1:	Rangos de distanciamientos de siembra utilizados por los productores de tomate (<i>Lycopersicon esculentum Mill</i>) en el valle de Monjas, Jalapa.	04
CUADRO 2:	Plaguicidas agrícolas utilizados por los productores de tomate para el control del tizón tardío provocado por <i>Phytophthora infestans</i> en el valle de Monjas, Jalapa.	05
CUADRO 3:	Descripción general de los plaguicidas agrícolas que integran el programa fitosanitario propuesto para la prevención y control químico del tizón tardío causado por <i>Phytophthora infestans</i> .	26
CUADRO 4:	Aplicación de plaguicidas agrícolas para el manejo del tizón tardío con <u>Baja Presión</u> del inoculo y condiciones climáticas No favorables al desarrollo de la enfermedad ocasionada por <i>Phytophthora infestans</i> Mill.	28
CUADRO 5:	Aplicación de plaguicidas agrícolas para el manejo del tizón tardío con <u>Baja Presión</u> del inoculo y condiciones climáticas favorables al desarrollo de la enfermedad ocasionada por <i>Phytophthora infestans</i> Mill.	29
CUADRO 6:	Aplicación de plaguicidas agrícolas para el manejo del tizón tardío con <u>Alta Presión</u> del inoculo de la enfermedad ocasionada por <i>Phytophthora infestans</i> Mill.	30

EXPERIENCIAS EN LA IMPLEMENTACION DE UN PROGRAMA FITOSANITARIO PARA EL MANEJO DEL TIZON TARDIO OCASIONADO POR *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary EN EL CULTIVO DE TOMATE (*Lycopersicon esculentum* Mill) EN EL MUNICIPIO DE MONJAS, JALAPA.

EXPERIENCES IN THE MANAGEMENT OF A PLANT PROTECTION PROGRAM FOR LATE BLIGHT OCCASIONED BY *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary IN TOMATO (*Lycopersicon esculentum* Mill) IN MONJAS, JALAPA.

RESUMEN

El cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) es de importancia económica para el municipio de Monjas, Jalapa, sin embargo este es fuertemente afectado por el tizón tardío ocasionado por *Phytophthora infestans* Mont. De Bary, por lo tanto es necesario contar con las herramientas para prevenir y controlar este problema. Entre estas se encuentran la implementación de prácticas culturales para la prevención y utilización del control químico a través de productos químicos que ofrecen controlar el tizón tardío creando un ambiente de uso irregulado y arbitrario de cada uno de ellos, provocando entre otros problemas, el uso de productos cuando no es necesario y así mismo el uso de productos químicos con similar mecanismo de acción, con lo cual puede incrementarse la resistencia del patógeno.

Por lo tanto es necesario contar con un programa fitosanitario de tal manera que esté estructurado con el objetivo de incrementar el vigor del cultivo a través de su manejo integrado con por prácticas que promuevan las defensas naturales de la planta y aporten condiciones de campo que disminuyan la presencia del inóculo y que además disminuya el número de aplicaciones, incrementando la eficiencia de las mismas, reduciendo la posibilidad de resistencia por parte de *Phytophthora infestans*. Como objetivo de este trabajo documental se tiene la implementación de un programa fitosanitario integrado por prácticas culturales y control químico que constituyen una estrategia para el manejo del tizón tardío.

Un programa fitosanitario efectivo para el manejo del tizón tardío además de las técnicas de Manejo Integrado de cultivos deben incluir la selección de fungicidas con comprobado efecto de control sobre el patógeno, además de la implementación de prácticas de cultivo que se enfoquen en promover el desarrollo vigoroso y nutricionalmente balanceado lo cual debe conformar la primera línea de defensa.

Las prácticas deben enfocarse en tener un plan de fertilización de acuerdo a las exigencias del cultivo de tomate y a los requerimientos del suelo, incorporando potasio y calcio desde el momento en que se inicia la floración o a los 30 días después del trasplante, es importante la utilización del acolchado e incrementar el distanciamiento de siembra a un rango de 1.4 a 1.5 metros entre surco y de 0.4 a 0.5 metros entre planta, lo cual facilita la ventilación del cultivo y se aumenta el rendimiento y calidad de los frutos.

El clima juega un papel muy importante en la aparición y desarrollo del tizón tardío en los cultivares de tomate, considerándose los siguientes factores climáticos como favorables para el desarrollo de la enfermedad: temperaturas máximas diarias en el rango de 17 a 24 grados centígrados, temperaturas mínimas en el rango de 10 a 13 grados centígrados, humedad relativa por arriba del 75 por ciento, días nublados, lluvias frecuentes, o lluvias esporádicas acompañadas de bajas temperaturas.

Para Monjas, se determinó en base a registros climáticos de 4 años, que los meses de mayor riesgo para el apareamiento del tizón tardío son de junio a septiembre e inicios de octubre, meses durante los cuales es necesaria una constante supervisión de los campos de cultivo realizando monitoreos del hongo, lo cual nos dará el criterio para determinar el tipo de fungicidas a ser utilizado. Cuando las condiciones climáticas son favorables al desarrollo del tizón tardío as se recomienda iniciar con las aplicaciones a base de Iprovalicarb+Propineb (Positron Duo 69 WP) en forma alterna con Dimetomorf+Mancozeb (Acrobat CT 69 WP) y Propamocarb (Previcur 72 SL). Cuando las condiciones climáticas son favorables para el desarrollo del tizón y este presente sus signos característicos sobre la planta, entonces se recomienda el uso de 2 aplicaciones continuas a intervalo de 4 a 6 días de Fenamidona+Propamocarb (Consento 45 SC) y continuar con aplicaciones de Iprovalicarb+Propineb (Positron Duo 69 WP).

El criterio a utilizar para decidir el momento de manejo del tizón a través del uso de fungicidas está condicionado por los factores climáticos existentes y el apareamiento de los síntomas característicos de *Phytophthora infestans* Mont. De Bary. El incremento en la aparición de síntomas del tizón tardío es determinante para la intensificación de las aplicaciones de fungicidas sistémicos.

La clave para combatir con éxito el tizón tardío ocasionado por *Phytophthora infestans* Mont. De Bary esta en proveerle las condiciones al cultivo para un sano desarrollo a través de la eliminación de rastrojos, suelos drenados y sueltos para favorecer el desarrollo de las raíces, fertilización adecuada a los requerimientos del cultivo, monitoreo del clima y de la enfermedad y por supuesto aplicaciones de plaguicidas agrícolas en el momento en que las condiciones del clima y la presencia de la enfermedad lo requieran.

1. INTRODUCCIÓN

En Guatemala el cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) es de gran importancia, la producción ha ido en aumento y en la actualidad se le cultiva en gran escala tanto para el mercado nacional como para el extranjero.

El municipio de Monjas, Jalapa, se ha caracterizado por ser una zona de fuerte explotación agrícola y el cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) es actualmente uno de los cultivos de mayor importancia para la agricultura de la localidad, debido a que es fuente de ingresos y generador de fuentes de trabajo, llegándose a cultivar de 266 a 280 hectáreas al año, con rendimientos de 54 a 89 TM/Hectárea (1,500 a 2,100 cajas por manzana). Sin embargo uno de los principales problemas que obstaculizan el éxito del cultivo, durante la temporada de invierno y cuando las condiciones climáticas son favorables para su desarrollo, es el tizón tardío ocasionado por *Phytophthora infestans* Mont. De Bary, hongo que está considerado en la mayoría de las zonas de cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.), como el principal problema fitosanitario, debido que puede causar la pérdida total del cultivo en cualquier etapa de desarrollo en que se manifieste si no se controla eficazmente.

Por lo tanto es necesario contar con las herramientas necesarias para prevenir y controlar éste problema. Entre estas herramientas se encuentra la utilización de prácticas culturales y el uso del control químico a través de productos fitosanitarios que ofrezcan un adecuado manejo del tizón durante todas sus etapas de crecimiento y desarrollo.

El presente trabajo de documentación describe la implementación de un programa fitosanitario para el manejo del tizón tardío ocasionado por *Phytophthora infestans* Mont. De Bary, el cual cuenta con técnicas de manejo integrado de cultivos en base a las experiencias de campo.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Según el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola (ICTA), citado por Quixtan Gómez (16), los productores de tomate sufren pérdidas que en algunos casos pueden ser del 100 por ciento debido a la incidencia y severidad del tizón tardío principalmente cuando no se aplican medidas de prevención o cuando las de control se realizan fuera de tiempo.

El valle de Monjas, Jalapa, no es la excepción, pues el tizón tardío se encuentra entre las principales causas de daño al cultivo. Los productores recurren principalmente a métodos químicos de control, por esta razón los trabajos de investigación o documentación enfocados a buscar soluciones integradas a este problema son de apreciable valor.

Actualmente se encuentran en el mercado un gran número de productos químicos que ofrecen controlar al tizón, creando un ambiente de uso irregular y arbitrario de cada uno de ellos, provocando entre otros problemas, el uso de productos cuando no es necesario y así mismo el uso de productos químicos con similar modo y mecanismo de acción, con lo cual puede incrementarse la resistencia del patógeno hacia los ingredientes activos utilizados. Las consecuencias por el abuso en la aplicación de plaguicidas han sido y siguen siendo graves. El desarrollo de resistencia de las plagas a los plaguicidas ha sido ampliamente documentado.

Por lo tanto es necesario contar con un programa fitosanitario para el manejo del tizón tardío ocasionado por *Phytophthora infestans* de tal manera que esté estructurado con el objetivo de incrementar el vigor del cultivo a través de su manejo integrado con prácticas que promuevan las defensas naturales de la planta y aporten condiciones de campo que disminuyan la presencia del inóculo y que además disminuya el número de aplicaciones, incrementando la eficiencia de las mismas, reduciendo la posibilidad de resistencia por parte de *Phytophthora infestans* Mont. De Bary hacia los productos químicos utilizados, generando como resultado cultivos sanos y un incremento en la producción.

En el presente trabajo se describe y documenta las experiencias del autor en ocho años de trabajo de campo enfocado al control de enfermedades en cultivos de hortalizas en el sur oriente de Guatemala de tal manera de contribuir con la búsqueda de soluciones a un problema de importancia económica para los productores de la región.

3. MARCO REFERENCIAL

3.1. Ubicación y localización

El municipio de Monjas, se encuentra ubicado en el departamento de Jalapa, limitando al norte con el municipio de Jalapa, al oeste con el municipio de San Carlos Alzatate, al este con el municipio de Santa Catarina Mita, Jutiapa y al sur con el municipio de El progreso, Jutiapa. Se ubica en 14°30'18" de latitud norte y 89°52'32" de longitud oeste (8).

3.2. Clima, suelos y zona de vida

Los datos reportados por la estación climatológica "La Ceibita" (12) ubicada en Monjas, muestran que la zona posee una temperatura media de 22.3°C, una precipitación pluvial anual de 975 mm y una humedad relativa media de 76%.

Según la Clasificación de las zonas de vida de Guatemala (9), Monjas se encuentra dentro la zona Bosque Seco Subtropical, la cual se caracteriza por días claros y soleados durante los meses en que no llueve, y parcialmente nublados durante enero y abril, las precipitaciones más abundantes se dan en Junio a Octubre y la precipitación varía de 500 a 1,000 milímetros.

Según Simmons, Tarano y Pinto (21), los suelos del valle de Monjas son del tipo Mongoy los cuales se caracterizan por ser suelos moderadamente profundos, bien drenados, desarrollados sobre lava máfica o brecha de tufa en un clima cálido, seco a húmedo seco.

3.3. Características del cultivo de tomate y manejo del tizón tardío (*Phytophthora infestans* Mont. De Bary) por agricultores de Monjas, Jalapa

El cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum*) tiene importancia económica para los agricultores de Monjas, Jalapa, y al igual que en el resto del país el cultivo del híbrido Silverado ocupa del 80 al 90 por ciento del área destinada para este cultivo, el 10 a 20 por ciento restante esta ocupado por materiales como Sheriff, Tara, Paisano. Del Silverado se pueden obtener rendimientos promedios de 1,800 a 2000 cajas por manzana, lo cual está en función del manejo del cultivo, del clima y del ataque de plagas.

3.3.1. Prácticas culturales de prevención del tizón tardío

Para los agricultores de Monjas, Jalapa, la práctica más eficaz para la prevención y el control del tizón tardío es el uso de plaguicidas agrícolas. Sin embargo, algunos son conscientes que el aumentar el espacio entre surco y entre mata favorece la ventilación reduciendo la posibilidad de la formación de un micro clima que incremente el desarrollo del patógeno, permitiendo además que las aplicaciones de fungicidas tengan una mayor cobertura, los rangos de distanciamiento utilizados por los productores de tomate en el valle de Monjas, Jalapa se muestra en el cuadro 1.

CUADRO 1. Rango de distanciamientos de siembra utilizados por los productores de tomate en el valle de Monjas, Jalapa.

Temporada de Cultivo de Tomate	Distancia entre surco (mt)	Distancia entre planta (mt)	Densidad de Población plantas/Hectárea
Verano e Invierno	1.2 - 1.4	0.3 - 0.4	17,000 a 26,000

Fuente: Entrevista a los principales productores de tomate de la zona en estudio.

3.3.2. Prácticas químicas para el control del tizón tardío

Los productores de tomate en el valle de Monjas, Jalapa, consideran que el tizón tardío es una enfermedad provocada por un agente patógeno agresivo y que el problema tienen que afrontarlo de manera preventiva, pues la incidencia y la severidad de la enfermedad se desarrollan de manera rápida cuando las condiciones son favorables y pueden perder el cultivo en un 100 por ciento en cuestión de 2 o 3 días.

Preventivamente, y cuando las condiciones climáticas no son favorables para el desarrollo del tizón tardío, se realizan aplicaciones alternas de fungicidas de contacto y de amplio espectro de control, como Propineb 1.5 a 2.5 Kg./Ha., Mancozeb 2 a 3 Kg./Ha., Clorotalonil 1.5 a 3 Kg./Ha. e Hidróxido de Cobre 2 Kg./Ha. En ocasiones los productores realizan mezclas de los productos anteriores sin reducir la dosis correspondiente a cada uno de ellos. Estas aplicaciones tienen como objetivo reducir al mínimo la cantidad de inóculo presente en la superficie de la planta a través de la acción de los fungicidas de contacto.

Si las condiciones climáticas cambian, presentándose días nublados, temperaturas en un rango de 17-24 grados centígrados o menos, días cargados de alta humedad relativa y lluvias frecuentes sin importar la intensidad de las mismas, entonces se inician las aplicaciones de fungicidas con características sistémicas y traslaminares siendo los más populares los que a continuación se mencionan: Iprovalicarb, Propamocarb, Fenamidona, Metalaxyl, Dimetomorf y Cymoxanil, realizándose en ocasiones mezclas de alguno de ellos con Clorotalonil. Las dosis utilizadas y otras características se muestran a continuación en el cuadro 2.

CUADRO 2. Plaguicidas agrícolas utilizados por los productores de tomate para el control del tizón tardío provocado por *Phytophthora infestans* en el valle de Monjas, Jalapa.

Producto Químico	Dosis por Ha.	Comercialmente se encuentra en mezcla con
Cymoxanil	2 a 3 Kg.	Mancozeb
Dimetomorf	1.5 Kg.	Mancozeb o Clorotalonil
Fenamidona	1.5 Kg.	Propamocarb o Mancozeb
Iprovalicarb	2 a 2.5 Kg.	Propineb
Metalaxyl	1.5 Kg.	Clorotalonil o Cobre
Propamocarb	1 a 1.5 Lt.	Fenamidona

Fuente: Entrevista a los principales productores de tomate de la zona en estudio.

Como puede observarse en el cuadro anterior, todos los plaguicidas agrícolas con propiedades de fungicidas sistémicos y/o traslaminares, no se encuentran solos en forma comercial, pues forman mezcla con fungicidas de contacto o con otros sistémicos.

Los intervalos de aplicación para los fungicidas de contacto oscilan entre 8 a 10 días y para los fungicidas sistémicos y/o traslaminares, oscilan entre 4 a 6 días, estando en función de las características del clima, que se mantenga o baje la temperatura y que se mantenga o suba la frecuencia de las lluvias y la humedad ambiental.

De presentarse la enfermedad es frecuente que el productor realice la mezcla de 2 fungicidas sistémicos en cada aplicación o realizan aplicaciones continuas del mismo producto repitiéndola en intervalos de 4 a 5 días, pero algunos incluso pueden bajar a 3 días de intervalo. Los fungicidas recomendados para el control del tizón son de alto costo, lo cual genera un incremento notable en el costo de producción repercutiendo sobre la rentabilidad del cultivo según las condiciones del mercado en un momento determinado.

4. MARCO CONCEPTUAL

4.1. Descripción del cultivo

4.1.1. Origen

El origen del género *Lycopersicon* se localiza en la región andina que se extiende desde el sur de Colombia al norte de Chile, pero parece que fue en México donde se domesticó, quizá porque creció como mala hierba entre los huertos. Durante el siglo XVI se consumían en México tomates de distintas formas y tamaños e incluso rojos y amarillos, pero por entonces ya habían sido llevados a España y servían como alimento en España e Italia. En otros países europeos solo se utilizaban en farmacia y así se mantuvieron en Alemania hasta comienzos del siglo XIX. Los españoles y portugueses difundieron el tomate a Oriente Medio y África, y de allí a otros países asiáticos, y de Europa también se difundió a Estados Unidos y Canadá (10).

4.1.2. Características y Clasificación botánica

López Sandoval (13) menciona que la planta de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) es de porte arbustivo y se cultiva anualmente. Puede desarrollarse en forma rastrera, semirrecta o erecta. Existen variedades de crecimiento limitado (determinados) y de crecimiento ilimitado (indeterminados). Su sistema radicular consta de una raíz principal corta y débil, de raíces secundarias las cuales son numerosas y potentes, y de raíces adventicias.

El tallo principal tiene un grosor que oscila entre 2 a 4 centímetros en su base, sobre el que se van desarrollando hojas, tallos secundarios e inflorescencias. Al inicio el desarrollo es erecto, posteriormente se inclina por el peso de los frutos por lo que resulta necesario tutorarlo llegando a medir hasta 2 metros y 50 centímetros.

Las flores se agrupan en inflorescencias de tipo racimo, que surgen de las axilas de las hojas, es perfecta, regular e hipogina y consta de 5 o más sépalos, de igual número de pétalos los cuales son de color amarillo y dispuestos en forma helicoidal (13).

En plantas de crecimiento indeterminado, el tallo crece regularmente y la planta emite una inflorescencia cada 3 hojas. Las de crecimiento determinado, por el contrario, cuando aparecen entre 2 y 6 inflorescencias, detienen el desarrollo del tallo y desarrollan una inflorescencia a partir de la yema apical (13).

El fruto es una baya bi o plurilocular que puede llegar a alcanzar un peso de hasta 600 gramos. Existen tres tipos de clasificación del tomate, según el número de días que tardan las plantas en iniciar la maduración después del trasplante. El tipo precoz inicia su maduración entre los 65 y 80 días después del trasplante, el tipo intermedio entre los 75 y 90 días y por último el tipo tardío entre los 85 y 100 días (13).

La Clasificación Botánica del tomate es la siguiente (13):

Reino.....	Vegetal
Sub-Reino.....	Embriofita
División.....	Traqueófitas
Sud-División.....	Pterópsidas
Clase.....	Angiosperma
Sub-clase.....	Dicotiledónea
Familia.....	Solanaceae
Género.....	Lycopersicon
Especie.....	<i>Lycopersicon esculentum</i>

4.1.3. Importancia económica

El tomate es la hortaliza más difundida en todo el mundo y la de mayor valor económico. Su demanda aumenta continuamente y con ello su cultivo, producción y comercio. El incremento anual de la producción en los últimos años se debe principalmente al aumento en el rendimiento y en menor proporción al aumento de la superficie cultivada. El tomate en fresco se consume principalmente en ensaladas, cocido o frito (13).

4.1.4. Requerimientos del cultivo

4.1.4.1. Temperatura

Edmond (6), menciona que los principales factores ambientales que influyen en el desarrollo del tomate son la temperatura y la intensidad de luz. Se puede generalizar un rango en los cuales se obtienen buenos rendimientos entre los 16 y 25 grados centígrados. No fructifica cuando la temperatura sobrepasa los 28 grados centígrados y disminuye cuando se registran temperaturas inferiores a los 10 grados centígrados.

Otras fuentes mencionan que la temperatura óptima de desarrollo oscila entre 20 y 30 grados centígrados durante el día y entre 1 y 17 grados centígrados durante la noche

temperaturas superiores a los 30-35 grados centígrados afectan a la fructificación, por mal desarrollo de óvulos y al desarrollo de la planta en general y del sistema radicular en particular (10).

Temperaturas inferiores a 12-15 grados centígrados también originan problemas en el desarrollo de la planta. A temperaturas superiores a los 25 grados centígrados e inferiores a 12 grados centígrados la fecundación es defectuosa o nula.

En lo referente a la precocidad, coloración y maduración del fruto estos factores están influidos por la temperatura, de forma que valores cercanos a los 10 grados así como superiores a los 30 grados, ambos en centígrados, originan tonalidades amarillentas. No obstante, los valores de temperatura descritos son meramente indicativos, debiendo tener en cuenta las interacciones de la temperatura con el resto de los parámetros climáticos (10).

4.1.4.2.Humedad

La humedad relativa óptima oscila entre los 60 y 80 por ciento. Humedades relativas superiores a este rango favorecen el desarrollo de enfermedades de las partes aéreas y el agrietamiento del fruto y dificultan la fecundación, debido a que el polen se compacta, abortando algunas flores.

El rajado del fruto también puede deberse a un exceso de humedad edáfica o riego abundante tras un periodo de estrés hídrico. Humedades relativas bajas dificultan la fijación del polen al estigma de la flor (10, 13).

4.1.4.3.Suelo

Según Salazar López (18), El tomate se desarrolla bien en diferentes tipos de suelo, prefiriendo los francos arcillosos y francos, ricos en materia orgánica, bien drenados y con un pH de 6 a 7.

4.2. Descripción del Fitopatógeno

4.2.1. Información General

Phytophthora infestans es mencionado por Gonzáles L.C. (7), como la especie más estudiada dentro de la clase Oomycetos, debido a su importancia como hongo fitopatógeno, cuyos daños pueden presentarse en toda la planta y en toda etapa fenológica del cultivo.

Phytophthora infestans, además de tizón tardío es también conocido como argeño, quemazón y late blite (en idioma inglés).

4.2.2. Historia

Phytophthora infestans apareció casi simultáneamente en Europa y Estados Unidos en la década de 1830-1840, causando severos daños, particularmente en Irlanda. Desde entonces, continúa siendo un problema serio en las zonas productoras con clima fresco y húmedo de Rusia, China, Suecia, Holanda, Alemania, Inglaterra, Canadá, Estados Unidos, México, Colombia, Perú, Argentina y Chile (17).

El primero en ocuparse de la taxonomía de *Phytophthora infestans* fue Mathius en 1842, quién le dio el nombre de *Gangrena ruberum solani*, en 1945, Montagne la clasificó como *Botrytis infestans*, posteriormente fue ubicada con el género *Phytophthora* quedando esta especie como tipo y su nombre completo como *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary (7).

Según Mills, citado por Bonilla Alarcón (3), en 1947 Payen realizó estudios de inoculación del hongo en cultivos de papa y tomate, dando como resultado los mismos síntomas y crecimiento fungoso. En función de los datos de Payen, el tizón tardío del tomate ha sido reconocido prácticamente en todas las regiones productoras de tomate del mundo y es una de las principales enfermedades del cultivo.

Las primeras investigaciones de esta enfermedad tenían como origen al hongo de la papa, debido a contaminaciones naturales o artificiales de una a otra especie.

4.2.3. Clasificación Taxonómica

Agrios (1) menciona que *Phytophthora infestans* conocido en Guatemala como tizón tardío o argeño del tomate está clasificado de la siguiente manera:

Phyllum.....	Oomycota
Clase.....	Oomycetos
Orden.....	Phytiales
Familia.....	Pythiaceae
Género.....	Phytophthora
Especie.....	<i>Phytophthora infestans</i>

4.2.4. Características Morfológicas

González L.C. (7), menciona que *Phytophthora infestans* se caracteriza por tener micelio liso, poco ramificado, de 4.2 a 13.5 micras de diámetro, esporangióforos abundantes en avena-agar, frijol, lima-agar, jugo de verduras-agar, jugo de tomate-agar; y en agua destilada, ramificados, en simposio compuesto, con hinchamientos en las ramas donde nacen los esporangios, de crecimiento indeterminado; esporangios ovales a elípticos, alimonados, con papila inconspicua, deciduos de 21 a 38 x 12 a 23 micras. El oogonio es liso, globosos y activo, de 38 a 59 micras, el anteridio es anfigino y pasivo; oosporas lisas, de paredes gruesas, esféricas, apleróticas de 25 a 35 micras de diámetro.

Conviene señalar que la descripción de *Phytophthora infestans* fue hecha considerando únicamente sus estructuras asexuales (micelio, esporangióforos y esporangios), pues a pesar del examen minucioso que de hojas y tallos llevó a cabo De Bary, jamás encontró oosporas. El primero en observar este tipo de esporas fue Clinton en 1910, quién las encontró en cultivos viejos de avena-agar. Murphy, en 1927, confirmó este hallazgo, no obstante el número de oosporas encontrado fue bastante reducido.

4.2.5. Reproducción

Puede ser sexual o asexual. Reproduce asexualmente en forma indirecta por zoosporas, o directamente por los esporangios, aunque esta última forma no ha sido comprobada experimentalmente (19).

Priston y Gallegly (1954), citados por Bonilla Alarcón (3), mencionan que al efectuar observaciones sobre el tubo germinativo en los esporangios, no se observó penetración a pesar que se desarrolla sobre la superficie de la hoja. La reproducción sexual ha interesado a los fitopatólogos de todo el mundo, desde que De Bary, efectuó los primeros trabajos sobre el hongo. El mismo autor busco vanamente durante 15 años las esporas para poder completar su ciclo.

4.2.6. Hospedantes

Se mencionan como hospedantes principales a tres especies de importancia económica, las cuales son papa, tomate y berenjena. Además se ha encontrado en especies silvestres de *Solanum nigrum* y *Solanum dulcamara* (3).

4.2.7. Ciclo Biológico

La primera infestación de tallo y/o hojas marca el inicio real de un ataque de tizón tardío, las manchas que se producen son el resultado de invasión en células del tejido vegetal por parte del patógeno y da lugar a la reproducción de enormes cantidades de conidias y esporangios los cuales son transportados por el viento o gotas de lluvia y de riego a distancias considerables y favoreciendo su dispersión dentro del campo de cultivo y llegando a nuevas hojas y tallos para reiniciar la infestación (18), una descripción gráfica se realiza en la figura 1 que se muestra a continuación.

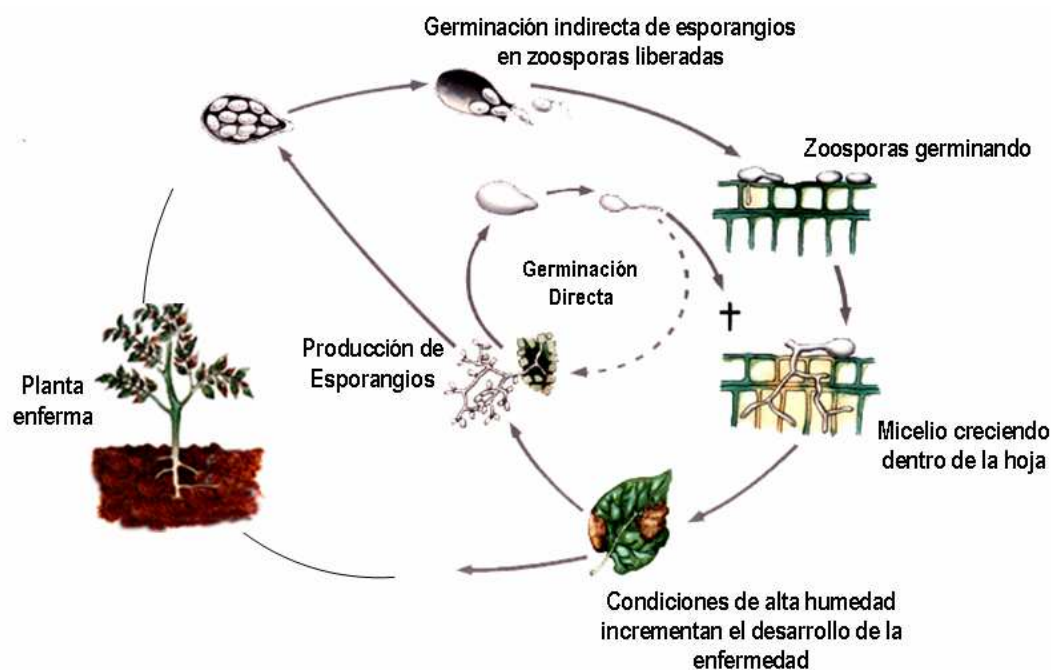


FIGURA 1. Ciclo biológico propuesto de *Phytophthora infestans* (Mont.) De Bary en el cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill). (2).

4.2.8. Etiología

Sarasola, A. y Rocca de Sarasola, M. (19), mencionan que *Phytophthora infestans* se caracteriza por un desarrollo vigoroso en medios de cultivos cuyo color es blanco algodonoso. Los esporangióforos salen a través de los estomas de las hojas y las lenticelas. La producción de esporangios o zoosporas es óptima con 100 por ciento de humedad relativa y con menos de 90 por ciento no se forma. La temperatura óptima para ello se encuentra entre 18 y 22 grados centígrados

y su formación es rápida y abundante apareciendo dentro de las 8 horas y son numerosas a las 14 horas. Las temperaturas críticas para la esporulación en atmósfera saturada son de 3 y 23 grados centígrados. La luz o la oscuridad no alteran su formación. Los esporangios son multinucleados, entre 7 y 30 núcleos, los cuales germinan ya sea liberando zoosporas o actuando directamente en conidios, para lo cual necesita hallarse en un medio apropiado como pequeñas gotas de agua provenientes de rocío, lluvias, etc. Con temperaturas superiores a 20 grados centígrados en ambiente seco pierden su viabilidad rápidamente (3 horas). La temperatura es un factor fundamental para la germinación de los esporangios. Los esporangios formados entre 10 y 15 grados centígrados, se hallan en condiciones de germinar en un ambiente con humedad relativa superior al 60 por ciento en 2 o 3 horas.

4.2.9. Patogénesis

Según Romero, S. (17), las zoosporas se enquistan y producen apresorios, los cuales son ligeramente más pequeños que las zoosporas enquistadas. En tomate, la infección se realiza a través de las hojas, los frutos o directamente a través de heridas.

Dickson, C.M. (5), menciona que la severidad potencial de un brote de enfermedad depende del resultado de la infección en plantas individuales y la capacidad del patógeno para propagarse en el cultivo. Se presenta así una situación compleja de los efectos del ambiente sobre la reproducción y dispersión del patógeno.

4.2.10. Sintomatología

Cuando la infección comienza en el follaje en cualquier estado de desarrollo del cultivo, dando lugar a manchas color castaño o negras que tienen aspecto acuoso y se encuentran en cualquier punto del raquis, pecíolo y tallo, avanzando rápidamente si las condiciones climáticas le favorecen. Esto produce una grave infección, quedando las plantas como si hubieran sido quemadas por las heladas. Cuando las condiciones climáticas son muy favorables al parásito, aparecen las fructificaciones blancas del hongo, especialmente en la cara inferior de las hojas (17).

La primera infestación del tallo, marca el comienzo real de un ataque de tizón, las manchas que se producen en hojas por infección y reinfecciones dan lugar a la producción de enormes cantidades de conidios (zoosporangios). Estos son transportados por el viento a distancias

considerables y llevadas dentro de las mismas plantas y sus vecinas, además del viento por gotas de agua de lluvia y riego hacia nuevas hojas (3).

En los frutos se presenta una decoloración castaña oscura, frecuentemente cubierta por una tenue fructificación del parásito, especialmente cuando el clima lo favorece. Estos síntomas y signos aparecen en cualquier estado de su desarrollo. Más tarde se manifiesta una podredumbre en la parte externa del fruto de aspecto acuoso, hasta un tamaño indefinido. Esta podredumbre generalmente se inicia en la parte cercana al cáliz, posteriormente la parte de la superficie afectada se arruga, al hacer un corte en el fruto se puede observar el ennegrecimiento del mesocarpio y el micelio del parásito en los espacios de los lóbulos (3).

4.2.11. Incidencia y Severidad

El grado del daño provocado por un patógeno a la planta puede medirse en función de valores como la incidencia y la severidad de la enfermedad (4).

Incidencia: Número o cantidad de unidades enfermas que presentan cualquier síntoma (plantas por cultivo o tallos, hojas, flores o frutos por planta).

Severidad: Proporción de área de tejido dañada, o porcentaje de tejido que presenta síntomas de la enfermedad, lo cual se debe medir a través de una escala diagramática.

Estudios anteriores (18) han revelado que existe una correlación directa entre la severidad y la precipitación pluvial, pues al aumentar la precipitación aumenta la severidad de la enfermedad, y el mismo comportamiento sucede con la incidencia. En lo referente a la temperatura la correlación existente es inversa, al bajar la temperatura ambiental aumenta la incidencia y la severidad de la enfermedad.

4.2.12. Control

El tizón tardío puede controlarse satisfactoriamente mediante aspersiones con productos químicos aplicados en el momento adecuado, o sea, cuando las plantas tienen una altura de 15 a 30 centímetros y por lo menos 10 días antes de que aparezca el tizón en la zona de cultivo (18).

El intervalo de aplicación dependerá de las condiciones climáticas, de tal forma que los intervalos sean cortos cuando se observe época lluviosa, húmeda y fría; e intervalos relativamente largos cuando se presente época seca y cálida (18).

Las aspersiones deben llevarse a cabo cada 4 a 5 días cuando el tiempo sea húmedo, brumoso, lluvioso y cuando las noches sean moderadamente frías. Una vez establecido el tizón tardío es difícil controlarlo a menos que el clima vuelva a ser cálido (35 grados centígrados o más) y seco (1). Deben destruirse todas las plantas procedentes de cultivos anteriores para eliminar las fuentes de infección (4).

El control químico es efectivo cuando se realiza antes del desarrollo de la enfermedad. Las sustancias químicas actúan reduciendo, desplazando o eliminando el inóculo en su fuente (erradicación); previniendo las enfermedades de las plantas (protección); curándolas (terapia). La mayoría de las medidas de control químico implica el principio de protección, este impide que el inóculo penetre en el huésped y provoque la infección. Para realizar esto se pueden usar sustancias químicas para impedir el crecimiento, la esporulación de microorganismos o para matar e inactivar el inóculo en su fuente, en tránsito o en el sitio de la infección (4).

4.2.13. Resistencia

Shaw, D. (20) menciona que durante los últimos 20 años se ha descubierto que *Phytophthora infestans* se ha vuelto más resistente y adaptable a las diferentes condiciones climáticas. Además de reproducirse asexualmente, ahora se tiene claro su reproducción sexual (esporas sexuales) lo cual le permite sobrevivir más tiempo en el suelo. Es preocupante el reciente descubrimiento acerca de su mayor variabilidad y adaptación para desarrollarse más rápidamente.

5. OBJETIVOS

5.1. Objetivo General

Implementar un programa fitosanitario integrado por practicas culturales y control químico que constituyen una estrategia para el manejo del tizón tardío ocasionado por *Phytophthora infestans* Mont. De Bary en el cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) en el municipio de Monjas, Jalapa, y proponer un programa de manejo integrado de la enfermedad.

5.2. Objetivos Específicos

- 5.2.1. Descripción de las prácticas culturales que favorecen el desarrollo vigoroso del cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) y conforman una estrategia de manejo preventivo del tizón tardío ocasionado por *Phytophthora infestans* Mont. De Bary.
- 5.2.2. Proponer un programa de control químico para el manejo del tizón tardío ocasionado por *Phytophthora infestans* Mont. De Bary.

6. METODOLOGÍA

Para la elaboración del presente trabajo se describió la implementación de un programa fitosanitario integrado por prácticas culturales y control químico enfocado a la prevención y control de *Phytophthora infestans* Montt. De Bary, el cual es el resultado de 8 años de estar vinculado al trabajo de campo como técnico promotor y asesor de cultivos para la empresa Bayer CropScience, y entrevistas a técnicos profesionales y productores de tomate del municipio de Monjas, Jalapa.

Se describen a detalle las prácticas culturales para la prevención y control químico del tizón tardío ocasionado por *Phytophthora infestans*, las cuales tienen diferente grado de éxito en el alcance de su objetivo, obteniéndose como resultado la implementación de un programa fitosanitario integrado por los siguientes aspectos:

1. Muestreo de suelos.
2. Plan de Fertilización.
3. Preparación del suelo.
4. Cobertura Plástica.
5. Distanciamiento de siembra.
6. Irrigación.
7. Monitoreo del clima.
8. Identificación del patógeno.
9. Monitoreo de la enfermedad.
10. Control Químico.

7. RESULTADOS

7.1. PROGRAMA FITOSANITARIO PARA EL MANEJO DEL TIZÓN TARDÍO OCASIONADO POR *Phytophthora infestans* Mont. De Bary

Un programa fitosanitario efectivo para el manejo del tizón tardío además de las técnicas de manejo integrado de cultivos debe incluir la selección de fungicidas con comprobado efecto de control sobre el patógeno.

Estas técnicas de manejo integrado tienen que enfocarse en promover el desarrollo vigoroso del cultivo de tal manera de estimular sus defensas naturales, que reduzca la presencia del inóculo y que limiten el rango de reproducción del patógeno.

El manejo integrado del cultivo que promueva el crecimiento vigoroso, nutricionalmente balanceado y que favorezca la prevención de la enfermedad debe conformar la primera línea de defensa. El manejo integrado del cultivo como parte de un programa fitosanitario debe incluir:

7.1.1. Muestreo de Suelos

Con esta práctica se busca determinar la cantidad y calidad de los nutrientes disponibles en el suelo. Y con base en la información obtenida de los resultados del muestreo se deberá elaborar un plan de fertilización de acuerdo a los requerimientos nutricionales del cultivo de tomate. Además el muestreo proporcionará información sobre el contenido de materia orgánica y de la textura y estructura del suelo, información necesaria para obtener riegos efectivos.

7.1.2. Plan de Fertilización

El plan de fertilización se elaborará teniendo como base los resultados del muestreo de suelos y de acuerdo a las exigencias nutricionales del cultivo de tomate.

Datos proporcionados por el Instituto Canadiense del Fosfato y Potasio (11), revelan que un cultivo de tomate cuyos rendimientos sean de 99 Toneladas/ha extrae 260 Kg. De Nitrógeno (N), 97 Kg. de Fósforo (P_2O_5), y 519 Kg. de Potasio (K_2O). Con un eficiente plan de fertilización se incrementa el vigor del cultivo y aumenta su potencial de resistencia a plagas.

La Dr. Peet del NCSU (15), menciona que los cultivos de tomate particularmente estresados por bajos contenidos de potasio y calcio en la solución del suelo se tornan susceptibles al ataque del tizón tardío.

Las aplicaciones de potasio (K_2O) en tomate generalmente son más altas que para cualquier hortaliza y muchas veces más altas que para otros cultivos no hortícolas. Como ejemplo, el maíz y los granos pequeños requieren de menos de la quinta parte del potasio (K_2O) requerido por el tomate a nivel comercial. Por cada tonelada de fruto de tomate producido, se requiere que el cultivo haya removido 4.5 kg./ha de potasio (K_2O) disponible en el suelo, el cual debe incorporarse desde la aparición de los primeros frutos (11).

A nivel foliar realizar aplicaciones de bioestimulantes y promotores del desarrollo que coadyuven a la formación de fitoalexinas, las cuales son sustancias bioquímicas que constituyen el sistema de defensa natural de las plantas. Estos bioestimulantes deben contener y aportar a la planta Potasio (K), Fósforo (P), Elementos Menores (S, B, Mg, Mo, Mn, Co, Cu, Fe, Z) Aminoácidos, vitamina B, polisacáridos, péptidos y polipéptidos.

7.1.3. Preparación del Suelo

La preparación del suelo como práctica preventiva de plagas es importante porque permite evitar la compactación suelo y favorece la aireación con lo cual el desarrollo radicular será más eficiente. El adecuado desarrollo radicular promueve un mayor aprovechamiento de los nutrientes existentes en la solución del suelo dando como resultado cultivos más sanos resistentes al ataque de plagas.

7.1.4. Cobertura Plástica

El uso de cobertura plástica, conocido también como “mulch” o “acolchado”, es una práctica que se está generalizando debido a las múltiples ventajas que tiene su uso. Entre estas ventajas se encuentran: Incremento en el vigor general del cultivo, mejor crecimiento y desarrollo, reducción de la presencia de malezas y un mejor aprovechamiento del agua de riego al conservar por más tiempo la humedad del carril, indispensable durante los estados críticos de crecimiento.

Además, la importancia adicional de la cobertura plástica se encuentra en el hecho de que *Phytophthora infestans* puede sobrevivir en el suelo y trasladarse a la superficie de las hojas “bajeras” a través de salpicaduras ocasionadas por lluvia o riego. Esta vía de contaminación se evita y se ve bloqueada por medio del uso del acolchado. Esta práctica de cultivo está siendo adoptada por mayor cantidad de productores en el valle de Monjas. Llegando incluso a un 60 por ciento del área total cultivada.

7.1.5. Distanciamiento de siembra

Un incremento del espacio entre plantas y entre surcos favorece la ventilación del cultivo. Por lo tanto disminuye el efecto de micro clima necesarios para el desarrollo del tizón, además las aplicaciones de fungicidas son más efectivas debido a que se logra una mayor cobertura de aplicación, reduciendo la cantidad de inóculo presente. Los distanciamientos que resultan efectivos son los que se encuentran en el rango de 1.4 a 1.5 metros entre surco y 0.4 a 0.5 metros entre planta, logrando una densidad aproximada de 13,000 a 17,000 plantas por hectárea.

7.1.6. Irrigación

El sistema de irrigación más eficiente desde el punto de vista de “economía del agua” y “conservación del suelo” es el de riego por goteo. Además es importante considerar que la calidad y la cantidad de agua son imprescindibles durante los estados críticos de desarrollo como el trasplante, la floración, fructificación y maduración de frutos.

Crear estados de estrés por insuficiencia en el riego conlleva a aumentar la susceptibilidad de la planta al ataque de enfermedades, y el caso contrario, saturar el suelo con agua de riego, puede provocar problemas de asfixia radicular limitando al sistema de transporte de nutrientes de la planta.

7.1.7. Clima

A diferencia de otros agentes patógenos, *Phytophthora infestans* (agente causal del tizón tardío) necesita de características climáticas particulares para desarrollarse y crecer dentro de un campo de cultivo. Años anteriores se creía que únicamente podría presentarse en temporada de invierno, sin embargo, cualquier época del año en la cual los patrones climáticos le sean favorables el tizón tardío se presentará.

Estos factores climáticos son:

- a. *Temperaturas máximas diarias en el rango de 17°C a 24°C*
- b. *Temperaturas mínimas en el rango de 10°C a 13°C*
- c. *Humedad por arriba del 75%*
- b. *Días nublados.*
- d. *Lluvias frecuentes, o lluvias esporádicas acompañadas de bajas temperaturas.*

El monitoreo del clima, según Monterroso, D; Bustamante, M; y Pineda, L.M. (14), es importante, pues a través de él se pueden establecer los “Momentos Críticos” para el desarrollo del hongo. Estos “Momentos Críticos” están en función de lo siguiente:

1. *Para el desarrollo de la epidemia es más importante el rocío y la llovizna, que la lluvia con precipitaciones mayores de 3 milímetros por día.*
2. *Para la Germinación de las esporas la temperatura óptima es de 12 a 13 grados centígrados.*
3. *Para el crecimiento del micelio del hongo la mejor temperatura es de 17 a 23 grados centígrados.*

En el caso del área en estudio para poder determinar los meses del año con riesgo de apareamiento del tizón tardío (*Phytophthora infestans* Mont. de Bary) se presentan en forma gráfica los datos climáticos registrados por el INSIVUMEH en la Estación Meteorológica ubicada en La Ceibita, Monjas, Jalapa (12), durante los meses de enero a diciembre y de 1999 a 2002.

La información obtenida se muestra a continuación de la manera siguiente; comportamiento de la precipitación pluvial y la humedad relativa de los años 1999 a 2002, en figura 2 a figura 5, respectivamente, y temperaturas máximas, temperaturas medias, temperaturas mínimas y temperaturas mínimas absolutas de los años 1999 a 2002, en figura 6 a figura 9, respectivamente.

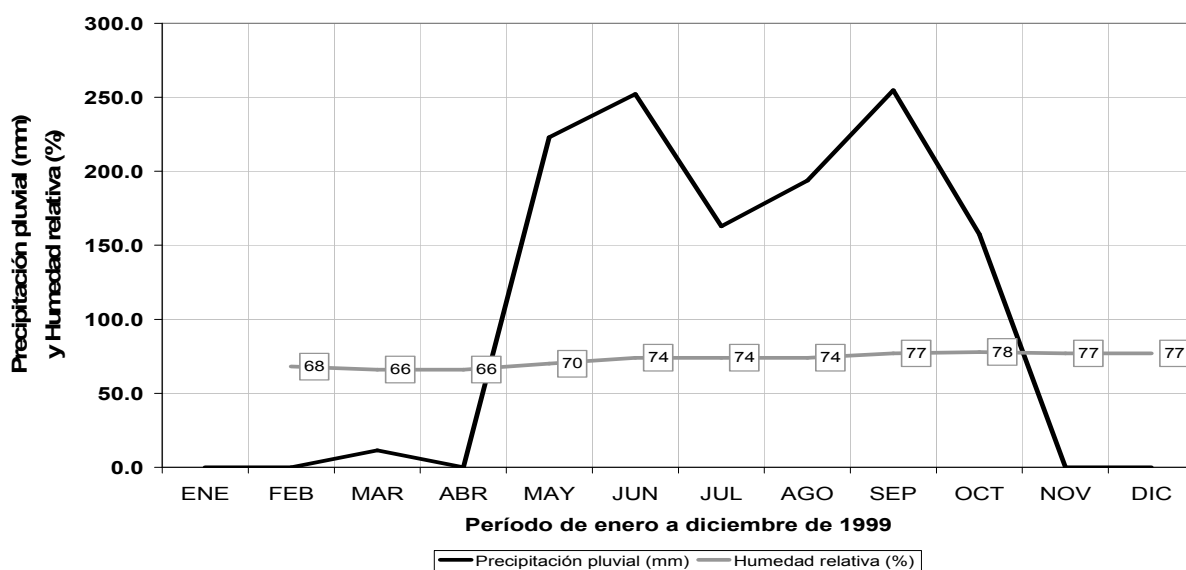


FIGURA 2. Gráfica que muestra el comportamiento de la precipitación pluvial medida en milímetros y de la humedad relativa (%) durante el período de enero a diciembre de 1999 registrados por el INSIVUMEH en la estación meteorológica “La Ceibita” ubicada en el municipio de Monjas, Jalapa (12).

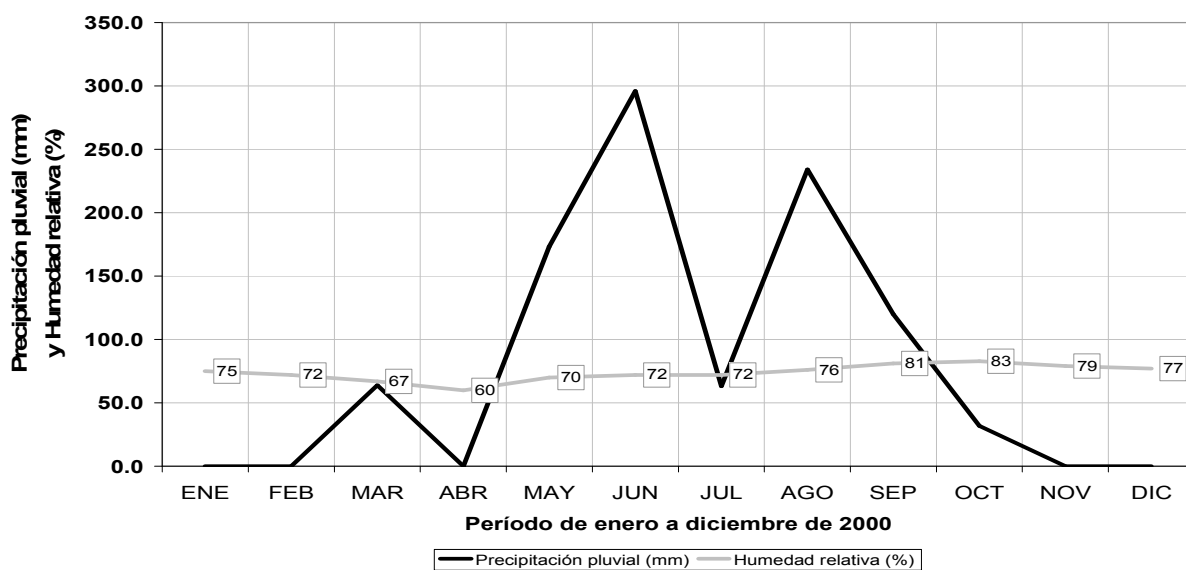


FIGURA 3. Gráfica que muestra el comportamiento de la precipitación pluvial medida en milímetros y de la humedad relativa (%) durante el período de enero a diciembre de 2000 registrados por el INSIVUMEH en la estación meteorológica “La Ceibita” ubicada en el municipio de Monjas, Jalapa (12).

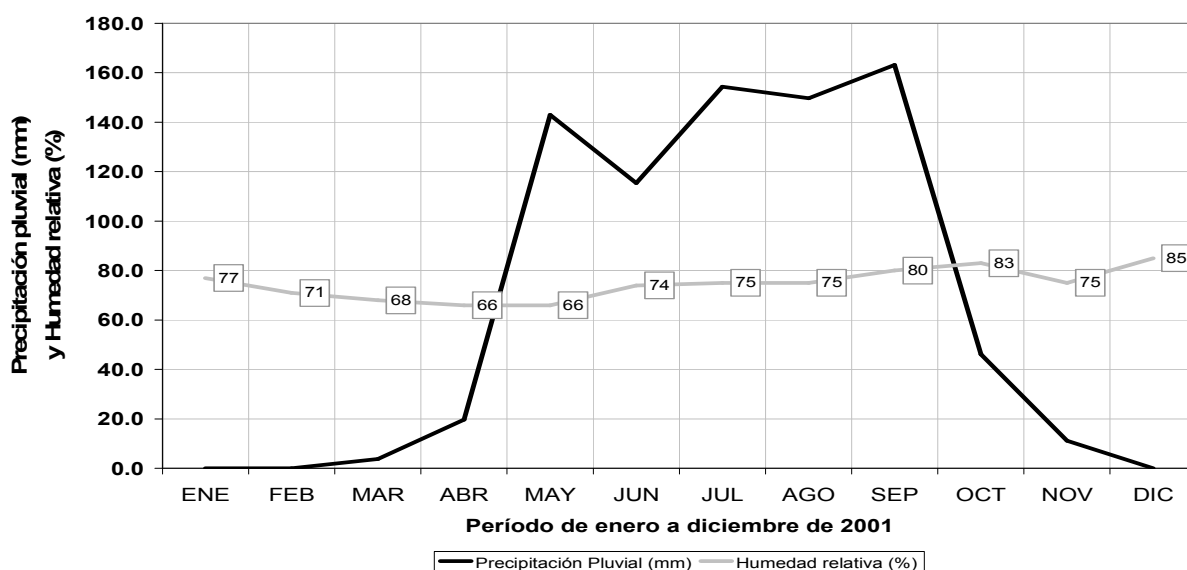


FIGURA 4. Gráfica que muestra el comportamiento de la precipitación pluvial medida en milímetros y de la humedad relativa (%) durante el período de enero a diciembre de 2001 registrados por el INSIVUMEH en la estación meteorológica “La Ceibita” ubicada en el municipio de Monjas, Jalapa (12).

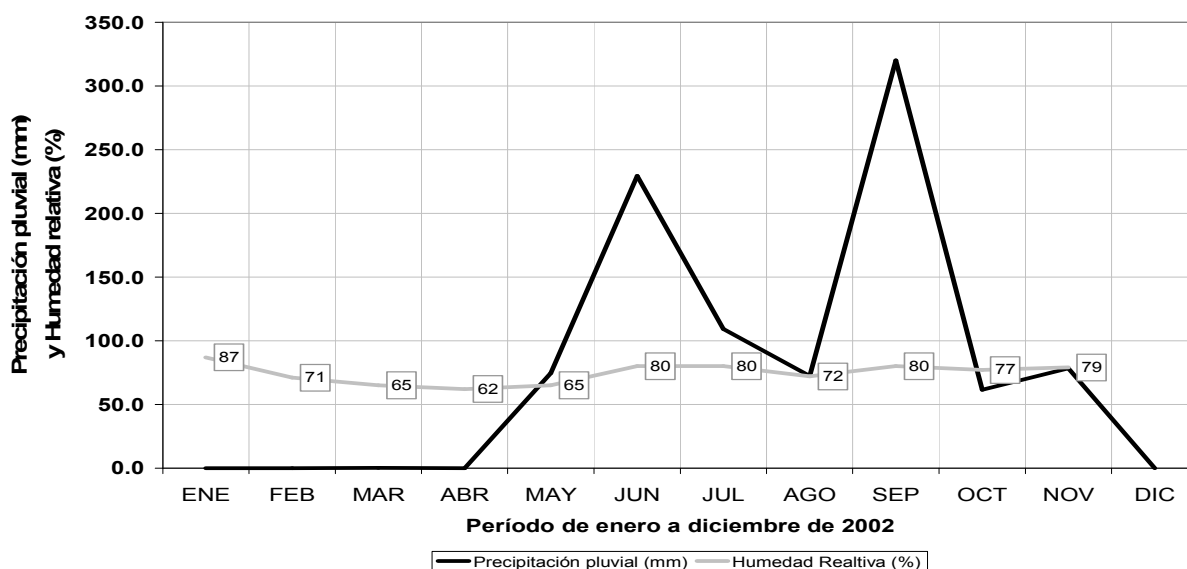


FIGURA 5. Gráfica que muestra el comportamiento de la precipitación pluvial medida en milímetros y de la humedad relativa (%) durante el período de enero a diciembre de 2002 registrados por el INSIVUMEH en la estación meteorológica “La Ceibita” ubicada en el municipio de Monjas, Jalapa (12).

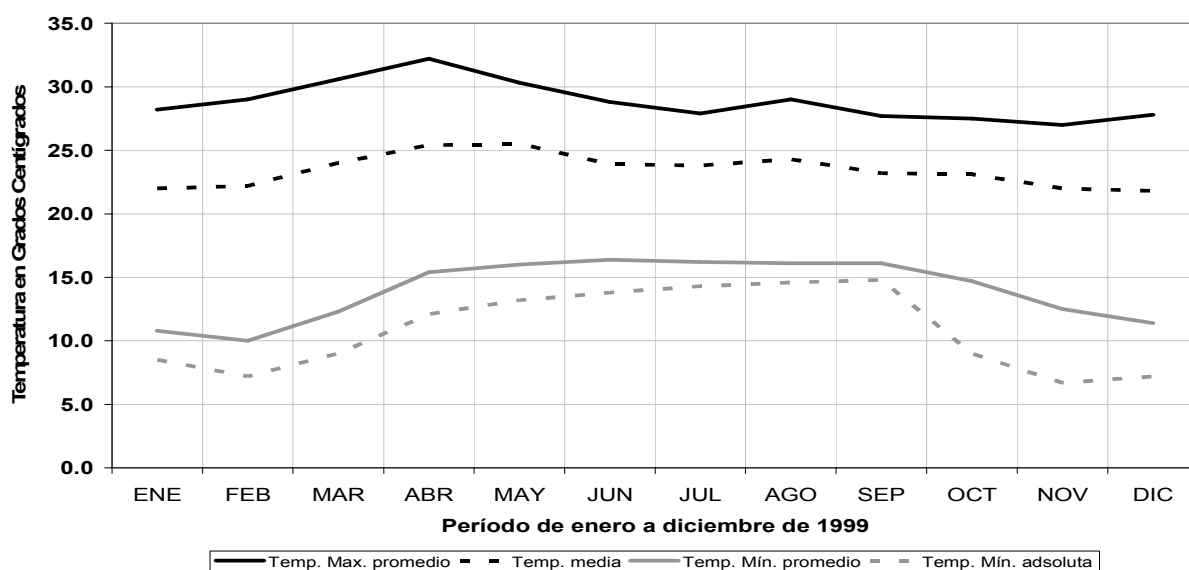


FIGURA 6. Gráfica que muestra el comportamiento de la temperatura medida en grados centígrados durante el período de enero a diciembre de 1999 registrados por el INSIVUMEH en la estación meteorológica “La Ceibita” ubicada en el municipio de Monjas, Jalapa (12).

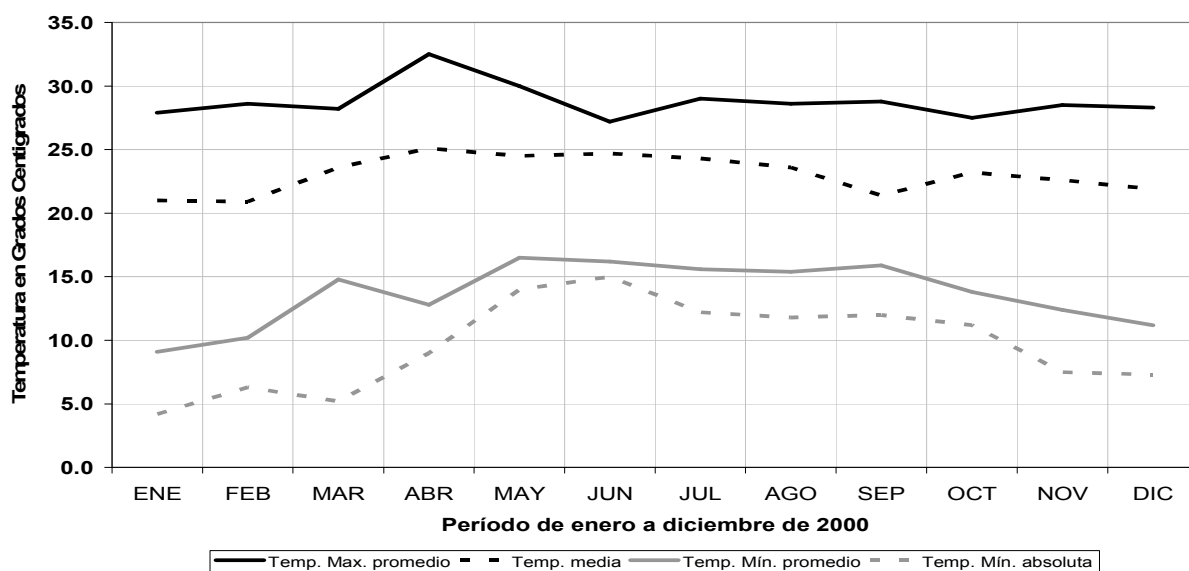


FIGURA 7. Gráfica que muestra el comportamiento de la temperatura medida en grados centígrados durante el período de enero a diciembre de 2000 registrados por el INSIVUMEH en la estación meteorológica “La Ceibita” ubicada en el municipio de Monjas, Jalapa (12).

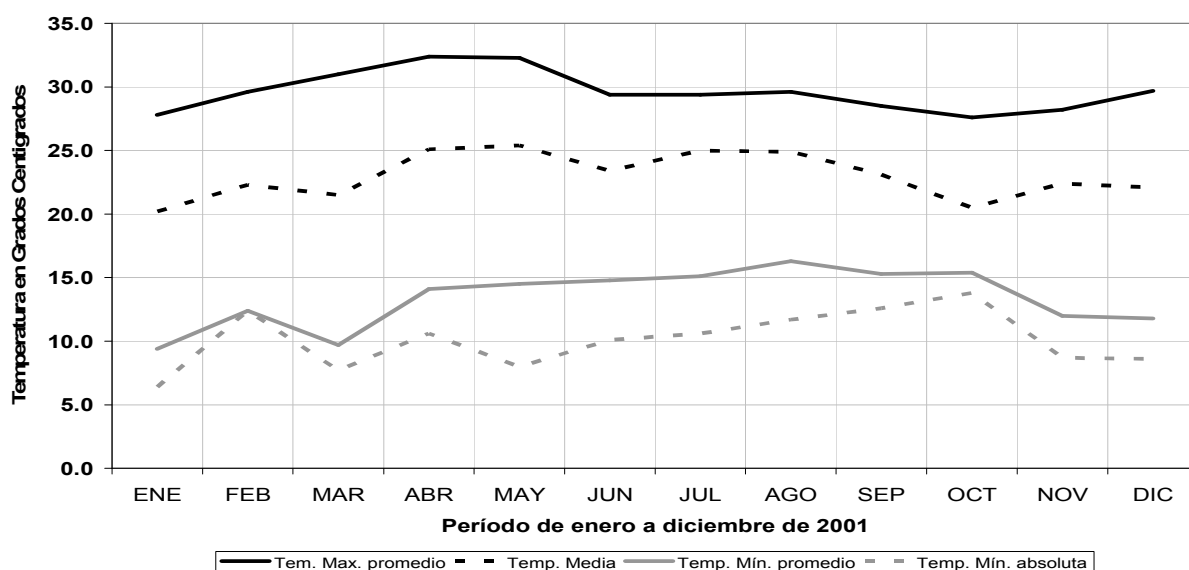


FIGURA 8. Gráfica que muestra el comportamiento de la temperatura medida en grados centígrados durante el período de enero a diciembre de 2001 registrados por el INSIVUMEH en la estación meteorológica “La Ceibita” ubicada en el municipio de Monjas, Jalapa (12).

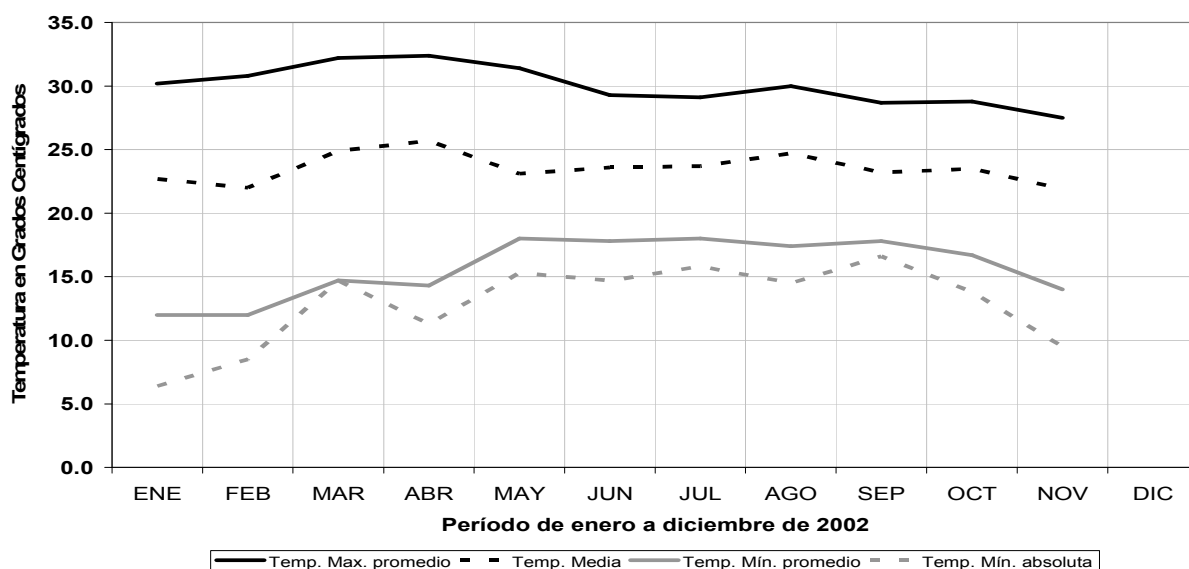


FIGURA 9. Gráfica que muestra el comportamiento de la temperatura medida en grados centígrados durante el período de enero a diciembre de 2002 registrados por el INSIVUMEH en la estación meteorológica “La Ceibita” ubicada en el municipio de Monjas, Jalapa (12).

Con base en las gráficas de precipitación pluvial y humedad relativa anteriormente expuestas (fig. 2 a fig. 5) se determina que los meses en los cuales la precipitación pluvial y la humedad relativa crean condiciones de riesgo para el desarrollo y diseminación del tizón tardío son mayo, junio, julio, agosto y septiembre.

En cuanto a la temperatura se determina que este valor climático en asocio con la precipitación pluvial y la humedad relativa registrada conforman los factores que predisponen a los cultivos establecidos durante los meses de junio a septiembre como expuestos al posible desarrollo de la enfermedad del tizón tardío provocada por *Phytophthora infestans* Mont. De Bary.

Actualmente existen sistemas computarizados de predicción de enfermedades utilizando como base patrones climáticos, no son sistemas nuevos y cada vez son más las empresas agrícolas que los utilizan, entre estos se encuentran los sistemas “TomCast” y “BliteCast”. La Dra. Peet, M. (15) menciona que BliteCast es un sistema computarizado para el monitoreo específico del tizón tardío y predicción del apareamiento de la enfermedad. Para su funcionamiento utiliza parámetros de temperatura (máximos y mínimos), frecuencia de las lluvias y la humedad relativa.

Dependiendo de las condiciones climáticas existentes en determinada área de cultivo, los agricultores son advertidos de la posibilidad del desarrollo de la enfermedad, información que es utilizada para iniciar las aplicaciones de fungicidas sistémicos y determinar la frecuencia de los mismos. BliteCast se utilizó por primera vez en 1983 y para 1987 ya era utilizado en 28,000 acres de cultivo de papa en los Estados Unidos.

7.1.8. Identificación del Patógeno

Es necesaria la precisa identificación del patógeno de tal manera de realizar las aplicaciones de fungicidas correctos. El tizón tardío ocasionado por *Phytophthora infestans* pertenece a la clase Oomicetos y requiere de fungicidas sistémicos específicos para esa clase, por lo tanto identificar erróneamente a *Phytophthora infestans* y confundirlo con Deuteromicetos, Ascomicetos y/o Bacterias recae en la aplicación de productos que no lo afectan, aumentando el riesgo que conlleva retrasar las aplicaciones de control de una enfermedad caracterizada por su alta incidencia y severidad. Cuando la confusión es en forma inversa (Confundir los síntomas de Deuteromicetos, Ascomicetos y/o Bacterias con los síntomas de *Phytophthora infestans*) el principal daño es

económico pues se incurrió en la compra y aplicación de fungicidas que técnicamente no afectan al patógeno realmente presente.

La importancia de la correcta identificación del tizón tardío ocasionado por *Phytophthora infestans* se encuentra en la agresividad del patógeno y la rapidez con que se desarrolla acelerando su incidencia y severidad cuando las condiciones climáticas son propicias para ello.

7.1.9. Monitoreo de la enfermedad

El monitoreo de la enfermedad se lleva a cabo a través de la supervisión de los campos de cultivo verificando que las plantas muestreadas no presenten los síntomas característicos del tizón tardío. El monitoreo es una herramienta que nos permite determinar el momento de aplicación de los plaguicidas, el tipo de fungicidas a utilizar, ya sea de contacto o sistémicos y el intervalo de las aplicaciones.

7.1.10. Control Químico

Los plaguicidas agrícolas integran el componente “control químico” dentro de un manejo integrado del cultivo, después de las prácticas de prevención anteriormente descritas es necesario tener un programa de fungicidas de contacto y sistémicos para ser utilizados cuando las condiciones climáticas y el monitoreo de la enfermedad requieran de su aplicación. Para realizar un manejo preventivo y curativo del tizón tardío a través de la aplicación de fungicidas, se recomiendan los productos químicos que se detallan en el cuadro 3 y cuya efectividad tiene respaldo técnico a través de ensayos publicados (4, 18) y la experiencia obtenida a través de aplicaciones de campo efectivas.

CUADRO 3. Descripción general de los plaguicidas agrícolas que integran el programa fitosanitario propuesto para la prevención y control químico del tizón tardío causado por *Phytophthora infestans* (2):

Ingrediente Activo	Descripción de las características generales de fungicidas.	
Propineb	<i>Grupo Químico</i>	<i>Ditiocarbamatos</i>
	<i>Concentración</i>	<i>70% (700 gramos de activo por kilo de producto comercial)</i>
	<i>Formulación</i>	<i>WP: Polvo Mojable</i>
	<i>Modo de Acción</i>	<i>Acción preventiva y por contacto contra diversas enfermedades, posee alta adherencia al tejido vegetal.</i>
	<i>Mecanismo de Acción</i>	<i>Protectante, preventivo.</i>

	<i>Clasificación Toxicológica</i>	<i>IV</i>
Hidróxido de Cobre	<i>Grupo Químico</i>	<i>Cuprico</i>
	<i>Concentración</i>	<i>35% (350 gramos de activo por kilo de producto comercial)</i>
	<i>Formulación</i>	<i>WP: Polvo Mojable</i>
	<i>Modo de Acción</i>	<i>Preventivo de Contacto</i>
	<i>Mecanismo de Acción</i>	<i>Inhibe la germinación de esporas</i>
	<i>Clasificación Toxicológica</i>	<i>III – Ligeramente Toxicó</i>
Iprovalicarb + Propineb	<i>Grupo Químico</i>	<i>Valino Carbámico</i>
	<i>Concentración</i>	<i>69% (690 gramos de activo por kilo de producto comercial)</i>
	<i>Formulación</i>	<i>WP: Polvo Mojable</i>
	<i>Modo de Acción</i>	<i>Sistémico con movimiento acropetal. Acción Sistémica, de Contacto y Erradicante.</i>
	<i>Mecanismo de Acción</i>	<i>Inhibe el crecimiento del tubo germinativo y de las hifas del hongo. Eficiente acción antiesporulante.</i>
	<i>Clasificación Toxicológica</i>	<i>IV</i>
Propamocarb	<i>Grupo Químico</i>	<i>Carbamato</i>
	<i>Concentración</i>	<i>72% (720 gramos de activo por kilo de producto comercial)</i>
	<i>Formulación</i>	<i>SL: Solución Líquida</i>
	<i>Modo de Acción</i>	<i>Sistémico, acropetal. Preventivo y Curativo.</i>
	<i>Mecanismo de Acción</i>	<i>Interfiere en la síntesis de fosfolípidos y ácidos grasos afectando la permeabilidad de la membrana celular, inhibe la formación y germinación de oosporas, el tubo germinativo y el micelio del patógeno. Adicionalmente estimula la activación de fitoalexinas.</i>
	<i>Clasificación Toxicológica</i>	<i>IV</i>
Fenamidona + Mancozeb	<i>Grupo Químico</i>	<i>Imidazolinona + Ditiocarbamatos</i>
	<i>Concentración</i>	<i>60% total (10%+50% respectivamente, 600 gramos de activo por kilo de producto comercial)</i>
	<i>Formulación</i>	<i>WP: Polvo Mojable</i>
	<i>Modo de Acción</i>	<i>Sistemia local traslaminar y acropetal. Preventivo, curativo y antiesporulante.</i>
	<i>Mecanismo de Acción</i>	<i>Inhibe la respiración mitocondrial, bloqueando el transporte de electrones a nivel de la enzima ubihydroquinona: Citocromo C oxidoreductasa complejo III.</i>
	<i>Clasificación Toxicológica</i>	<i>IV</i>
Fenamidona + Propamocarb	<i>Grupo Químico</i>	<i>Imidazolinona + Carbamato</i>
	<i>Concentración</i>	<i>45% total (7.5%+37.5% respectivamente, 450 gramos de activo por kilo de producto comercial)</i>
	<i>Formulación</i>	<i>SC: Solución Concentrada</i>
	<i>Modo de Acción</i>	<i>Sistémico acropetal y sistemia traslaminar. Preventivo, curativo y antiesporulante.</i>
	<i>Mecanismo de Acción</i>	<i>Inhibe la respiración mitocondrial e interfiere en la síntesis de fosfolípidos y ácidos grasos afectando la</i>

		<i>permeabilidad de la membrana celular, inhibe la formación y germinación de oosporas, el tubo germinativo y el micelio del patógeno.</i>
	<i>Clasificación Toxicológica</i>	<i>III</i>
Dimetomorf + Mancozeb	<i>Grupo Químico</i>	<i>Morfolina + Ditiocarbamato</i>
	<i>Concentración</i>	<i>69% total (9%+60% respectivamente, 690 gramos de activo por kilo de producto comercial)</i>
	<i>Formulación</i>	<i>WP: Polvo Mojable</i>
	<i>Modo de Acción</i>	<i>Sistémico acropetal y sistemía traslaminar. Preventivo, curativo y antiesporulante.</i>
	<i>Clasificación Toxicológica</i>	<i>IV</i>

Para tener un mejor aprovechamiento de las propiedades y cualidades de los productos químicos propuestos se recomienda cumplir con el siguiente orden y dosis de aplicación, el cual tiene como objetivo la prevención, control oportuno y erradicación del tizón tardío, tomando como criterio la baja o alta presión del inóculo presente en el cultivo determinado por la incidencia y severidad del patógeno y por las condiciones climáticas existentes.

7.1.10.1. Manejo con baja presión de inóculo y condiciones climáticas “no favorables” al desarrollo del tizón tardío ocasionado por *Phytophthora infestans* Mill

Cuando las condiciones climáticas no favorecen el desarrollo del tizón tardío, entonces se recomienda realizar las aplicaciones de fungicidas descritas en el cuadro 4.

CUADRO 4. Aplicación de plaguicidas agrícolas para el manejo del tizón tardío con baja presión del inóculo y condiciones climáticas no favorables al desarrollo de la enfermedad ocasionada por *Phytophthora infestans* Mill.

Aplicación No.	Producto(s)	Dosis / ha.	Comentarios
1	Propineb al 70%	1.5 - 2.5 Kg.	Iniciar a partir de los 15-20 días después del trasplante. Realizar aplicaciones en forma alterna con intervalos de 8 a 10 días. Detener las aplicaciones cuando las condiciones climáticas sean favorables para el desarrollo del tizón tardío.
2	Hidróxido de Cobre al 35%	3 Kg.	

El uso de productos a base de cobre es también recomendado cuando se han realizado prácticas culturales que ocasionan daños mecánicos a la planta como el tutorado, la colocación

de la pita y primeras cosechas, debido a que ramas rotas, raspones y cortaduras son provechas como sitios de infección.

Cuando se presenten las condiciones climáticas favorables para el desarrollo del tizón tardío y a través del monitoreo de la enfermedad aún no se observan los síntomas característicos, entonces se recomienda realizar las aplicaciones de fungicidas descritas en el cuadro 5. Estos fungicidas tienen características de contacto, traslaminares y sistémicos

7.1.10.2. Manejo con baja presión de inóculo y condiciones climáticas “favorables” al desarrollo del tizón tardío ocasionado por *Phytophthora infestans* Mill

CUADRO 5. Aplicación de plaguicidas agrícolas para el manejo del tizón tardío con baja presión del inóculo y condiciones climáticas favorables al desarrollo de la enfermedad ocasionada por *Phytophthora infestans* Mill.

Aplicación No.	Producto(s)	Dosis / ha.	Comentarios
1 y 2	Iprovalicarb + Propineb al 69% Mezcla Química	1.5 - 2.5 Kg.	Iniciar cuando las condiciones climáticas sean favorables para el desarrollo del tizón tardío. Realizar aplicaciones con intervalos de 6 días. Este bloque de 5 aplicaciones debe repetirse si es necesario (según clima).
3	Dimetomorf + Mancozeb al 69% Mezcla Química	1.5 - 2.5 Kg.	
4	Propineb al 70% + Hidróxido de Cobre al 35% Mezcla Física	1.5 - 2.5 Kg.	
5	Propamocarb al 72%	1.5 Lt.	

Las aplicaciones 1 a 5 constituyen un bloque de fungicidas de contacto y sistémicos que deben llevarse a cabo cuando las condiciones climáticas son favorables para el desarrollo del hongo y no se han observado los síntomas del tizón tardío después de efectuar un monitoreo de la enfermedad.

Si las condiciones climáticas persisten y a través del muestreo se encuentran plantas con síntomas del tizón tardío a pesar de efectuar las aplicaciones 1 a 5, entonces es necesario

realizar las aplicaciones para el manejo del tizón tardío con alta presión de inóculo descrito en el cuadro 6.

7.1.10.3. Manejo con alta presión de inóculo del tizón tardío ocasionado por *Phytophthora infestans* Mill

Deben realizarse aplicaciones cuando se presenten los primeros síntomas característicos del tizón tardío, teniendo por contexto condiciones climáticas que favorecen el desarrollo de la enfermedad, los productos recomendados se mencionan en el cuadro 6. Los síntomas de la enfermedad del tizón tardío deben observarse a través del monitoreo en el campo de cultivo.

CUADRO 6. Aplicación de plaguicidas agrícolas para el manejo del tizón tardío con alta presión del inóculo de la enfermedad ocasionada por *Phytophthora infestans* Mill.

Aplicación No.	Producto(s)	Dosis / ha.	Comentarios
1-2	Fenamidona + Propamocarb al 45% Mezcla Química	2.5 Lt.	Iniciar cuando ya se observan los primeros síntomas. Realizar aplicaciones con intervalos de 4 a 5 días.
3-4	Iprovalicarb + Propineb al 69% Mezcla Química	2 - 2.5 Kg.	

Todas las prácticas descritas anteriormente conforman la propuesta del programa fitosanitario para el manejo del tizón tardío ocasionado por *Phytophthora infestans* Mont. De Bary, el cual está conformado por prácticas de manejo integrado del cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) según las condiciones del valle del municipio de Monjas, Jalapa.

8. CONCLUSIONES

Lo más importante es propiciar el vigor de la planta con prácticas de Manejo Integrado de Cultivos, que no favorezcan el desarrollo de la enfermedad, lo cual será la primera línea de defensa.

El criterio ha utilizar para decidir los momentos de manejo del tizón tardío a través del uso de fungicidas está condicionado por los factores climáticos existentes y el apareamiento de los síntomas característicos de *Phytophthora infestans*. El incremento en la aparición de síntomas del tizón tardío es determinante para la intensificación de las aplicaciones de fungicidas sistémicos.

9. RECOMENDACIONES

Se recomienda el siguiente programa general de manejo del cultivo de tomate, el cual está conformado por prácticas de manejo integrado y tiene como objetivo que las condiciones en las cuales se desarrolle el cultivo le estimulen a obtener un crecimiento vigoroso con resistencia natural al ataque de plagas y las prácticas culturales implementadas disminuyan la presencia o no favorezcan el desarrollo y diseminación del inóculo del tizón tardío.

- **Manejo del suelo:** Realizar un muestreo del suelo, para determinar la cantidad de nutrientes presentes, minerales y materia orgánica, información importante que permite conocer si es necesario o no realizar enmiendas de suelo y en que medida deben realizarse. El muestreo de suelos permite además estructurar un plan de fertilización de acuerdo a las necesidades nutricionales del cultivo de tomate.
- **Fertilización:** Para obtener el máximo rendimiento según el potencial de la variedad o híbrido de tomate a cultivar, a través de la fertilización se debe aportar la cantidad de nutrientes que el cultivo de tomate requiere tal como se menciona en el numeral 6.2.2. *Plan de Fertilización*. Considerando además que los aportes de fósforo (P_2O_5) al inicio del cultivo estimulan a la formación del sistema radicular, el fósforo además debe estar disponible durante todo el crecimiento pues el fósforo es parte importante de los procesos energéticos en el metabolismo vegetal, el elemento Calcio (Ca) y Boro (B) son necesarios durante la floración y fructificación además de fortalecer la pared celular, el potasio estimula las defensas naturales y los elementos menores (Mg, Mn, Co, Cu, Zn, Mo, Fe y S) esenciales en todo proceso de desarrollo y crecimiento. El Potasio y el Calcio es importante que se incorporan a partir del establecimiento de la floración, además se deben realizar aplicaciones de Bayfolan Forte durante todo el ciclo de cultivo y a un intervalo de 7 días.
- **Labores de Cultivo:** Entre las labores de cultivo que deben llevarse a cabo se encuentran una adecuada Preparación del suelo, utilizar cobertura plástica en el surco e incrementar el distanciamiento de siembra para permitir una mayor ventilación y eliminar microclimas que pueden favorezcan el desarrollo del tizón tardío, se recomienda un distanciamiento entre surco

de 1.4 a 1.5 metros y de 0.4 a 0.5 metros entre planta, además este distanciamiento favorece el desarrollo de frutos de mayor tamaño aumentando la cantidad de frutos de primera condición importante considerando la variabilidad de los precios del mercado guatemalteco.

- **El Clima:** Las características del clima permitirá predecir, con base en factores climáticos, el momento en que el patógeno del tizón tardío cambiará de baja a alta presión de inóculo presente en el campo de cultivo. Monitorear el clima permite determinar los “Momentos Críticos” para el desarrollo de la enfermedad (6.2.7. *Monitoreo del Clima*). Considerar que temperaturas entre 12 y 13 grados centígrados favorecen el desarrollo de esporas, y temperaturas de 18 a 23 grados centígrados posteriores a días con alta humedad relativa (arriba del 75-90%) favorecen el crecimiento del micelio del tizón tardío ocasionado por *Phytophthora infestans* Mill.
 - Para la zona de Monjas, Jalapa de acuerdo a los patrones climáticos registrados de 1999 a 20002 se considera que los meses que presentan mayor riesgo de un ataque de *Phytophthora infestans* Mill. Son junio, julio, agosto y septiembre con posibilidad de octubre. El monitoreo del clima junto a el monitoreo de la enfermedad proporcionan información acerca del tipo de fungicidas a utilizar y la frecuencia de aplicación.
- **Monitoreo de la enfermedad:** Cuando las condiciones climáticas arriba descritas (y mencionadas en el numeral 6.2.7.) estén presentes es necesario supervisar el campo de cultivo en busca de los síntomas característicos del tizón tardío los cuales se amplían en 3.2.10. *Sintomatología*. El apareamiento de estos síntomas es un indicador para iniciar las aplicaciones que constituyen el manejo a alta presión de inóculo a través del uso de fungicidas sistémicos como *Fenamidona+Propamocarb (mezcla química)* como se menciona en el Cuadro 6.
- **Control Químico:** El uso del Control Químico está en función de las condiciones climáticas y del monitoreo de la enfermedad, en conjunto estos tres factores son parte de un manejo integrado del cultivo, y según nuestra investigación puede dividirse en tres tipos de manejo de la enfermedad.

- **Manejo con baja presión del inóculo de *Phytophthora infestans* y condiciones climáticas No favorables al desarrollo de la enfermedad (Cuadro 5, pagina 25):** Para realizar este manejo se recomiendan aplicaciones de *Propineb* al 70 por ciento de concentración y a razón de 1.5 a 2.5 kilogramos por hectárea, con intervalo de 8 a 10 días entre las aplicaciones, no realizando más de 3 aplicaciones seguidas. Continuar con aplicaciones de *Hidróxido de Cobre* al 35 por ciento de concentración y a razón de 3 kilogramos por hectárea, realizando 2 aplicaciones seguidas con intervalo de 8 a 10 días. Los rangos en las dosis están en función de la fase fenológica en la se encuentre el cultivo.

- **Manejo con Baja presión del inóculo de *Phytophthora infestans* y condiciones climáticas favorables al desarrollo del a enfermedad (Cuadro 6, pagina 26):** Si las condiciones climáticas son favorables para el desarrollo del tizón tardío, pero después del monitoreo de la enfermedad no se detectan síntomas del patógeno, entonces se recomiendan las siguientes aplicaciones: iniciar con *Iprovalicarb+Propineb* (mezcla química) al 69 por ciento y a razón de 1.5 a 2.5 kilogramos por hectárea, realizar 2 aplicaciones con intervalo de 6 días, continuar con *Dimetomorph+Mancozeb* (mezcla química) al 69% y con una dosis de 1.5 a 2.5 kilogramos por hectárea, continuar después de 6 días con *Propineb* al 70 por ciento de concentración y a razón de 2.5 kilogramos por hectárea en mezcla con *Hidróxido de Cobre* al 35 por ciento de concentración y a razón de 3 kilogramos por hectárea. Continuar con aplicaciones de *Propamocarb* al 72 por ciento, a razón de 1.5 litros por hectárea.

- **Manejo con Alta presión del inóculo de *Phytophthora infestans* (Cuadro 7, pagina 27):** Cuando en el cultivo se presentan los síntomas y/o signos de la enfermedad y se presentan condiciones favorables para los “momentos críticos” de la enfermedad es necesario iniciar las aplicaciones de *Fenamidona + Propamocarb* al 45 por ciento de concentración en mezcla química, a una dosis de 2.5 litros por hectárea, realizando dos aplicaciones con un intervalo de 4 días, luego continuar con dos aplicaciones de *Iprovalicarb + Propineb* al 69 por ciento a una dosis de 2.5 kilogramos por hectárea con un intervalo de 4 días entre cada una de ellas.

- **Capacitaciones:** Tomar en cuenta que toda actividad de capacitación a productores de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) o documentos técnicos de apoyo serán más efectivos si incluyen la información necesaria para que el productor pueda reconocer los síntomas característicos de la enfermedad del tizón tardío, y no confundirla con otros agentes patógenos, error que provoca se incurra en gastos adicionales y en un incremento en el costo de producción.
- **Sistemas de Predicción de Enfermedades:** Realizar estudios acerca de la efectividad de los sistemas de predicción de enfermedades para el monitoreo del tizón tardío ocasionado por *Phytophthora infestans*.
- **Registro Climático:** Si se cuenta con los recursos necesarios se recomienda llevar un registro climático que permita monitorear la presencia del tizón tardío. Ese registro será una valiosa herramienta de criterio para la aplicación de fungicidas de contacto o sistémicos.

10. BIBLIOGRAFÍA

1. Agrios, GN. 1986. Fitopatología. México, Limusa. 756 p.
2. Bayer CropScience, GT. 2005. Ciclo del tizón (*Phytophthora infestans* Bary de Mill) (en línea). Consultado 2 ene 2006. Disponible en http://www.bayercropscience-ca.com/pls/web_bayer/inicio.html
3. Bonilla Alarcón, CR. 1995. Efecto de cuatro extractos vegetales en el control de tizón tardío (*Phytophthora infestans*) en el cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum*) en la aldea Poza Verde, Jalapa. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 62 p.
4. Castañeda Orellana, EL. 2000. Evaluación de la eficacia del fungicida Positron Duo, para el control de *Phytophthora infestans*, en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) variedad Loman en San José Pinula, Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 50 p.
5. Cruz S., JR. De la. 1982. Calcificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala. 42 p.
6. Dickson, CM. 1987. Patología vegetal y patógenos de plantas. México, Limusa. 312 p.
7. Edmond, JB; Senn, TL; Andrews, FS. 1985. Principios de horticultura. Trad. por Federico Garza. Mexico, Continental. 575 p.
8. González, LC. 1989. Introducción a la fitopatología. San José, Costa Rica, IICA. 156 p.
9. IGN (Instituto Geográfico Nacional, GT). 1976. Diccionario geográfico nacional de Guatemala. Guatemala. tomo 2.
10. InfoAgro.com, ES. 2005. Cultivo de tomate (en línea). España. Consultado 25 nov 2005. Disponible en <http://www.infoagro.com/hortalizas/tomate.htm>
11. INPOFOS (Instituto Canadiense del Fosfato y Potasio, CA). 2006. Cultivos con alta demanda de potasio (en línea). Consultada 12 feb 2006. Disponible en [http://www.inpofos.org/ppiweb/mexnca.nsf/\\$webindex/0DDD9D60C7E4933F86256D16005AE781](http://www.inpofos.org/ppiweb/mexnca.nsf/$webindex/0DDD9D60C7E4933F86256D16005AE781)
12. INSIVUMEH (Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, GT). Estaciones meteorológicas de Guatemala, estación Ceibita (en línea). Consultada 26 ago. de 2006. Disponible en <http://www.insivumeh.gob.gt/meteorologia/ESTACIONES/JALAPA/CEIBITA%20PARAMETROS.htm>

13. López Sandoval, PR. 2005. Sistematización de las experiencias de uso de tecnologías en el cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) en la laguna de Retana, El Progreso, Jutiapa. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 28 p.
14. Monterroso, D; Bustamante, M; Pineda, LM. 1988. Establecimiento de un plan de manejo integrado de plagas (MIP) en los cultivos de repollo y papa en la republica de Honduras. *In* Taller sobre conceptos y métodos del manejo integrado de plagas (1., 1988, HN). Honduras, Universidad Nacional de Honduras. p. 264-278
15. Peet, M. 2005. Practicas del manejo integrado de plagas (en línea). US, Universidad Estatal de Carolina del Norte. Consultado 11 dic 2005. Disponible en http://www.cals.ncsu.edu/sustainable/peet/IPM/diseases/d_mgmt.html
16. Quixtan Gómez, FB. 1999. Evaluación de extractos vegetales para controlar el tizón tardío *Phytophthora infestans* (Mont) de Bary. del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) en Barcenas, Villa Nueva, Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 61 p.
17. Romero, S. 1988. Hongos fitopatógenos. México, Universidad Autónoma de Chapingo. 347 p.
18. Salazar López, JC. 1994. Efecto de la aplicación secuencial de cuatro fungicidas en el control del tizón tardío (*Phytophthora infestans* De Bary), en el tomate (*Lycopersicum esculentum* L.) en Tactic, Alta Verapaz. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 58 p.
19. Sarasola, A; Roca de Sarasola, M. 1973. Fitopatología general. Buenos Aires, Argentina, Hemisferio Sur. 4 v.
20. Shaw, D. 2001. Late blight: an overview: late blight disease of potato - an evolving problem (en línea). Bangor, UK, University of Wales, School of Biological Sciences. Consultada 23 nov 2005. Disponible en http://biology.bangor.ac.uk/~bss081/blight_beginners.html
21. Simmons, CH; Tárano, J; Pinto, J. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Traducido por Pedro Tirano Sulsona. Guatemala. p. 331-361