

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS

EFFECTO DE LA APLICACION SECUENCIAL DE CUATRO FUNGICIDAS
EN EL CONTROL DEL TIZON TARDIO (*Phytophthora infestans*
De Bary), EN EL TOMATE (*Lycopersicum esculentum* L.)
EN TACTIC, ALTA VERAPAZ.

TESIS

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

POR

JUAN CARLOS SALAZAR LOPEZ

En el acto de investidura como

INGENIERO AGRONOMO

EN

SISTEMAS DE PRODUCCION AGRICOLA

EN EL GRADO ACADEMICO DE

LICENCIADO

GUATEMALA, OCTUBRE DE 1994

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

10/10/10

10/10/10

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA

RECTOR

DR. JAFETH CABRERA FRANCO

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO:	Ing. Agr. Efraín Medina Guerra
VOCAL PRIMERO:	Ing. Agr. Maynor Estrada Rosales
VOCAL SEGUNDO:	Ing. Agr. Waldemar Nufio Reyes
VOCAL TERCERO:	Ing. Agr. Carlos Motta de Paz
VOCAL CUARTO:	Prof. Gabriel Amado Rosales
VOCAL QUINTO:	Br. Augusto Saúl Guerra Gutierrez
SECRETARIO:	Ing. Agr. Marco Romilio Estrada Muy

Guatemala, octubre de 1994

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 vuestra consideración el trabajo de Tesis titulado:

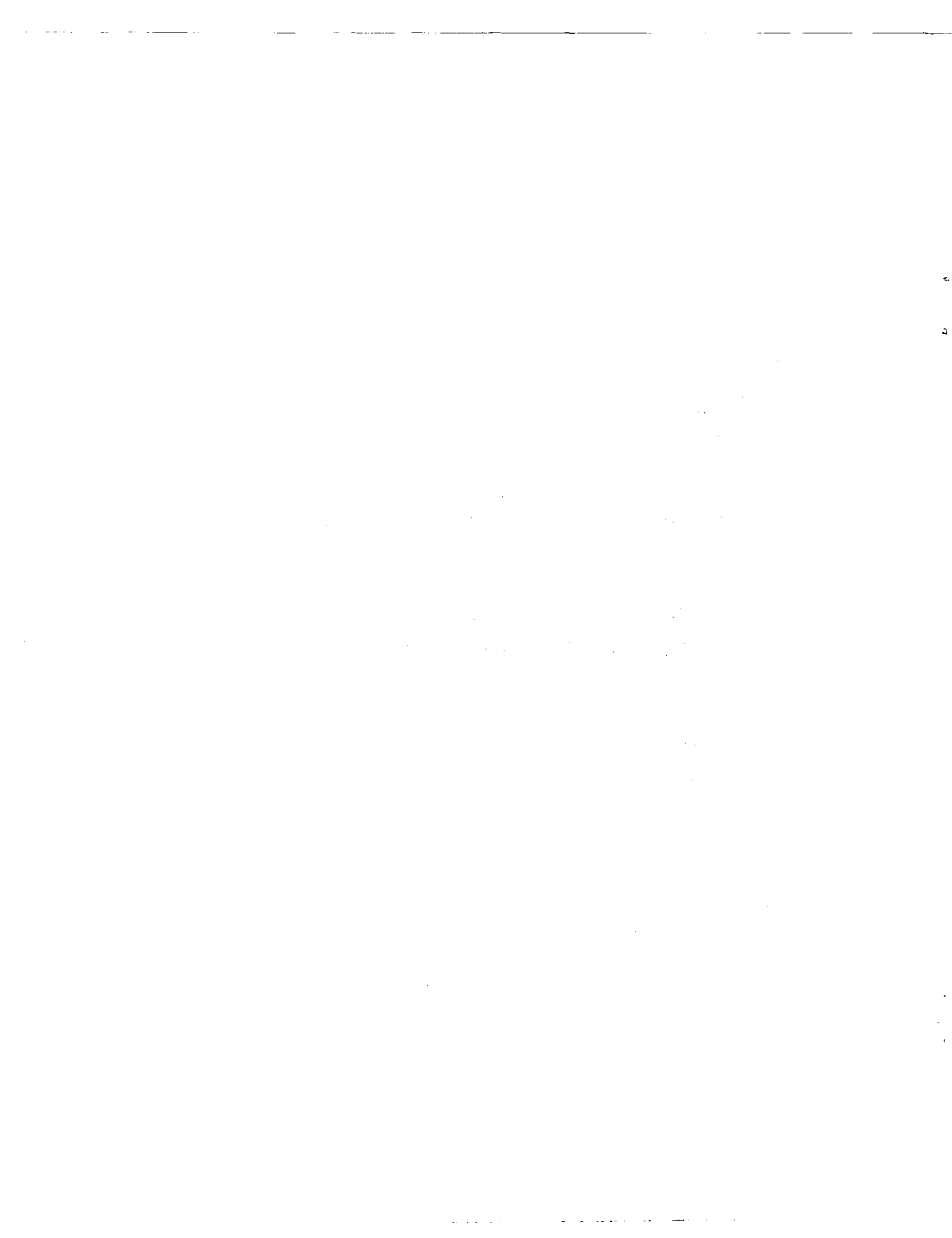
EFECTO DE LA APLICACION SECUENCIAL DE CUATRO
FUNGICIDAS EN EL CONTROL DEL TIZON TARDIO
(*Phytophthora infestans* De Bary), EN EL
TOMATE (*Lycopersicum esculentum* L.), EN
TACTIC, ALTA VERAPAZ.

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

Atentamente,



Juan Carlos Salazar López



ACTO QUE DEDICO

A DIOS TODO PODEROSO

A MIS PADRES: Baudilio Salazar Mirón
Consuelo López Sancé

A MIS HERMANOS: Nora Patricia, Alma Azucena, Samuel
Baudilio y Gerber Estuardo.

A MIS ABUELOS: Samuel Salazar (QEPD)
Rosaura Sancé (QEPD)
Pedro López

A MI SOBRINA: Keyla Stephania

A MI NOVIA: Mavel Lorena Revolorio González

A MIS TIOS Y TIAS: En especial a Lic. Angel Mario Salazar

A MIS PRIMOS Y PRIMAS: En General

A MI PADRINO: Prof. Juan Girón Soto

A TODOS MIS AMIGOS Y
COMPANEROS DE ESTUDIO: Especialmente a: Arcely Morán, Julio
César Sincal, Axel López, Jorge López,
Arturo Leal, Rudy Tení, Julio Góngora
Saúl Chicas, Oswaldo Chinchilla, Juan
Gordillo, Victor Quiché, Polo Tecúm,
Fam. González Barrientos y Fam.
González Marroquín.

TESIS QUE DEDICO

A MI PATRIA GUATEMALA.

A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

A LA FACULTAD DE AGRONOMIA

A LA ESCUELA ELIZABETH RECINOS DE GIRON

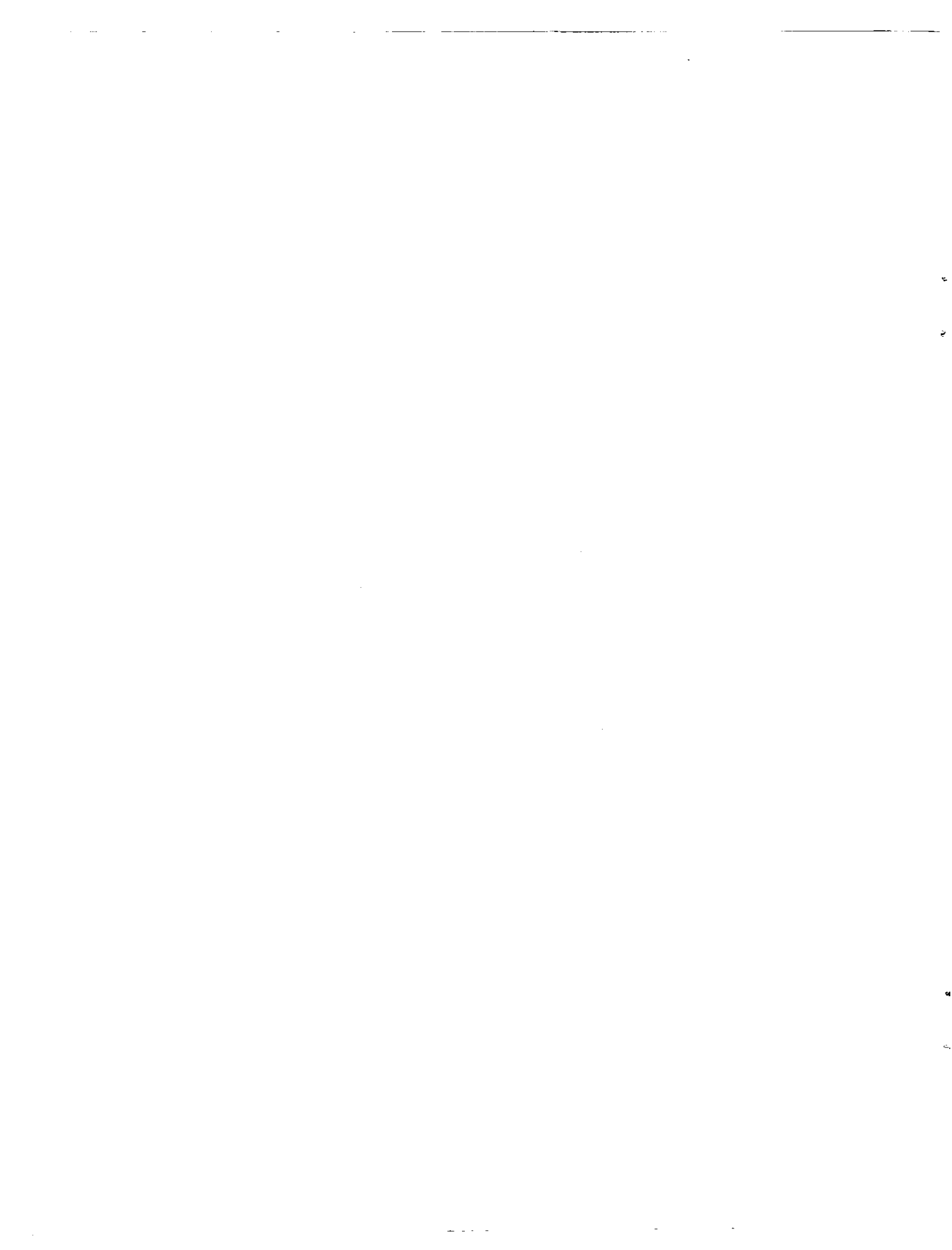
AL COLEGIO VANGUARDIA JUVENIL

AL INSTITUTO NACIONAL CENTRAL PARA VARONES

A LA ALDEA EL CERRITO, MUNICIPIO DE FRAIJANES

A EL GRUPO DE SISTEMAS DE CULTIVOS DE
ESQUIPULAS, CHIQUIMULA.

A LOS PRODUCTORES DE TOMATE DEL CASERIO
CHIJI, TACTIC, ALTA VERAPAZ.



AGRADECIMIENTOS

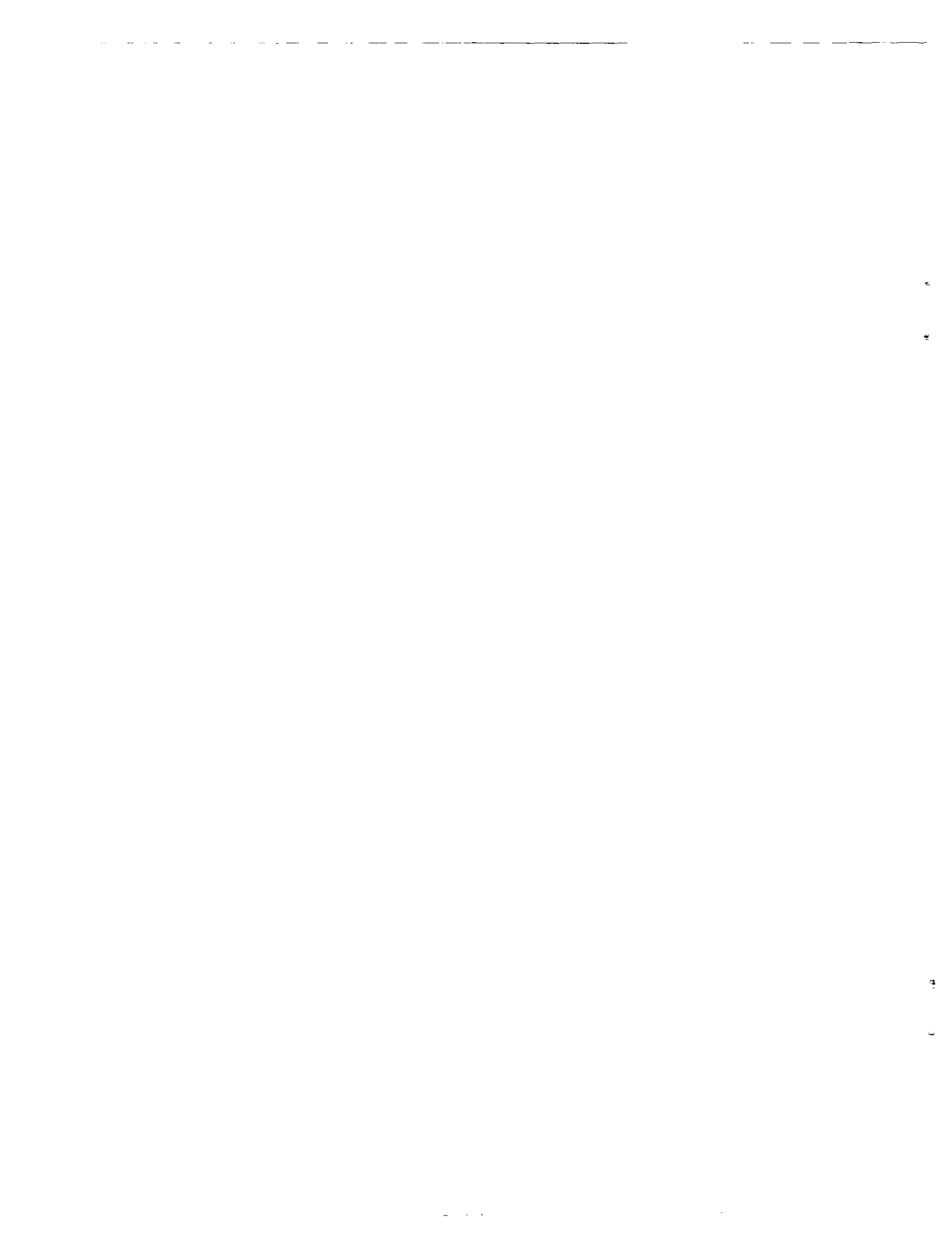
A mis asesores: Ing. Agr. Silvel Elías Gramajo e Ing. Agr. Edil Rodríguez, por su valiosa ayuda, colaboración y apoyo en la realización durante el desarrollo de todas las etapas de la presente investigación.

Al P. Agr. Manolo Barillas, quién por medio de Bayer de Guatemala, colaboró en la realización de la etapa de campo del presente trabajo.

Al Ing. Agr. Roderico Estrada Muy, por su colaboración y aportes al trabajo.

Al personal administrativo de la oficina de la finca La Unión Tacaná, por su valiosa ayuda y colaboración, durante la etapa de gabinete.

A todas las personas que de una u otra forma contribuyeron en la realización de la presente tesis.



CONTENIDO

	PAGINA
CONTENIDO GENERAL	vii
INDICE DE FIGURAS	ix
INDICE DE CUADROS	x
RESUMEN	xii
1. INTRODUCCION	1
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
3. MARCO TEORICO	4
3.1 Marco Conceptual	4
3.1.1. Importancia del Cultivo del Tomate	4
3.1.2. Generalidades del Cultivo del Tomate	5
3.1.2.1 Descripción de la Planta	5
3.1.2.2 Exigencias Climáticas	7
3.1.2.3 Condiciones de Suelo	7
3.1.2.4 Disposición de los Carbohidratos	8
3.1.3. Características de la Enfermedad	8
3.1.3.1 Aspectos Generales del Tizón Tardío	8
3.1.3.2 Hospedantes	9
3.1.3.3 Sintomatología	9
3.1.3.4 Etiología	11
3.1.3.5 Reproducción	13
3.1.3.6 Patogénesis	14
3.1.3.7 Ciclo Biológico	15
3.1.3.8 Control de Enfermedad	15
3.2 Marco Referencial	17
3.2.1 Localización del Sitio Experimental	17
3.2.1.1 Ubicación Geográfica	17
3.2.1.2 Condiciones Climáticas	17
3.2.1.3 Condiciones de Suelo	17
3.2.2 Material Experimental Empleado	18
3.2.2.1 Material Genético	18
3.2.2.2 Material Químico	18
3.2.2.2.1 Propineb	18
3.2.2.2.2 Mancozeb	19
3.2.2.2.3 Metalaxil	20
3.2.2.2.4 Oxadixyl	21
3.2.3 Antecedentes de la Investigación	22
4. OBJETIVOS	24
5. HIPOTESIS	24

6.	METODOLOGIA	viii 25
6.1	Metodología Experimental	25
6.1.1	Diseño de los Tratamientos	25
6.1.2	Diseño Experimental	25
6.1.3	Unidad Experimental	27
6.1.4	Variables Respuesta	28
6.1.5	Manejo del Experimento	30
6.1.6	Análisis Estadístico	33
6.1.7	Análisis Económico	34
7.	RESULTADOS Y DISCUSION	35
7.1	Porcentaje de Infección en el Follaje	35
7.2	Porcentaje de Incidencia	38
7.3	Porcentaje de Fruto Sano	41
7.4	Rendimiento	44
7.5	Análisis Económico	47
7.6	Relación del Clima con el Porcentaje de Infección en Follaje y con el porcentaje de incidencia.	51
7.7	Relación entre el Porcentaje de Infección en el Follaje y Porcentaje de Incidencia, con el porcentaje de fruto sano y rendimiento	53
8.	CONCLUSIONES	54
9.	RECOMENDACIONES	56
10.	BIBLIOGRAFIA	57
11.	APENDICE	59

INDICE DE FIGURAS

PAGINA

1.	Escala diagramática de severidad de tizón tardío para determinar el porcentaje del follaje infectado de 1 - 10%.	29
2.	Escala diagramática de severidad de tizón tardío para determinar el porcentaje del follaje infectado de 10 - 25%.	29
3.	Escala diagramática de severidad de tizón tardío para determinar el porcentaje del follaje infectado de 25 - 50%.	29
4.	Escala diagramática de severidad de tizón tardío para determinar el porcentaje del follaje infectado de 50 - 100%.	29
5.	Porcentaje de infección en el follaje de tomate, producido por el tizón tardío, de acuerdo con el tiempo transcurrido. Secuencias A2, A3 y A4.	39
6.	Porcentaje de infección en el follaje de tomate, producido por el tizón tardío, de acuerdo con el tiempo transcurrido. Secuencias A1, A5, A6, A7 y A8.	39
7.	Porcentaje de incidencia producido por el tizón tardío en el cultivo del tomate, acuerdo con el tiempo transcurrido. Secuencias A2, A3 y A4.	42
8.	Porcentaje de incidencia producido por el tizón tardío en el cultivo del tomate, acuerdo con el tiempo transcurrido. Secuencias A1, A5, A6, A7 y A8.	42
9.	Ubicación de Alta y Baja Verapaz.	60
10.	Plano general del experimento y asignación aleatoria de los tratamientos.	61
11.	Parcela bruta y parcela bruta y parcela neta utilizada en el experimento.	63

INDICE DE CUADROS

x

PAGINA

1.	Tratamientos realizados para el control del tizón tardío en el cultivo del tomate, en Tactic, A.V..	26
2.	Testigo relativo; fungicidas aplicados por el agricultor en el cultivo del tomate para el control del tizón tardío, en Tactic, A.V..	27
3.	Resumen de los análisis de varianza en la seis lecturas del porcentaje de infección de tizón tardío en el follaje del cultivo del tomate obtenidos en Tactic, A.V..	35
4.	Resumen del análisis de contrastes ortogonales en las seis lecturas de porcentaje de infección de tizón tardío en el follaje de tomate, obtenidos en Tactic, A.V..	36
5.	Resumen de los análisis de varianza para las seis lecturas del porcentaje de incidencia del tizón tardío en el cultivo del tomate, obtenidos en Tactic, A.V..	38
6.	Resumen del análisis de contrastes ortogonales en las seis lecturas de porcentaje de incidencia de tizón tardío, en el cultivo del tomate, obtenidos en Tactic, A.V..	40
7.	Análisis de varianza de los porcentajes de fruto sano obtenidos en los tratamientos para el control del tizón tardío en el cultivo del tomate, en Tactic, A.V..	41
8.	Análisis de contrastes ortogonales de los porcentajes de fruto sano, obtenidos en los tratamientos para el control del tizón tardío en el cultivo del tomate, en Tactic, A.V..	43
9.	Análisis de varianza de los rendimientos obtenidos en los tratamientos para el control del tizón tardío en el cultivo del tomate, en Tactic, Alta Verapaz.	45
10.	Análisis de contrastes ortogonales de los rendimientos obtenidos en los tratamientos para el control del tizón tardío, en el cultivo del tomate, en Tactic, A.V..	45

	xi
11. Análisis económico para los diferentes tratamientos utilizados en el control del tizón tardío en el cultivo del tomate, en Tactic, A.V..	48
12. Análisis de dominancia para los tratamientos utilizados en el control del tizón tardío en el cultivo del tomate, en Tactic, Alta Verapaz.	48
13. Análisis de correlación de las condiciones de precipitación, temperatura y humedad relativa con el porcentaje de infección en el follaje y de incidencia, en los tratamientos para el control del tizón tardío en el cultivo del tomate, en Tactic, A.V..	51
14. Análisis de correlación del porcentaje infección en el follaje y de incidencia, con el porcentaje de fruto sano y rendimiento, en los tratamientos para el control del tizón tardío en el cultivo del tomate, en Tactic, A.V..	53

INDICE DE CUADROS EN EL APENDICE

15A Ubicación de los fungicidas en cada secuencia y número aplicaciones por etapa de desarrollo del cultivo, en el ensayo.	62
16A - 27A Datos de campo de las variables respuesta medidas en el ensayo.	64
28A Datos climáticos. Estación Cobán. Elevación 1,323 msnm. Junio - Octubre 1,994.	68
29A Datos de precipitación (mm), tomados en el lugar del experimento, elevación 1,540 msnm. Junio a Octubre 1,994.	69
30A Costo de producción el tratamiento con mayor beneficio económico, secuencia A5.	70
31A Resumen de los costos de producción de las secuencias evaluadas en control del tizón tardío en tomate	71



EFECTO DE LA APLICACION SECUENCIAL DE CUATRO FUNGICIDAS
EN EL CONTROL DEL TIZON TARDIO (*Phytophthora infestans*
De Bary), EN EL TOMATE (*Lycopersicum esculentum* L.)
EN TACTIC, ALTA VERAPAZ.

EFFECT OF THE SEQUENTIAL APPLICATION OF FOUR FUNGICIDES
ON LATE BLIGHT CONTROL (*Phytophthora infestans* De Bary)
ON TOMATO (*Lycopersicum esculentum* L.) IN TACTIC,
ALTA VERAPAZ

R E S U M E N

La capacidad del cultivo de tomate para adaptarse a condiciones ecológicas diversas, así como el efecto de algunas limitantes que se dan en las zonas donde tradicionalmente se ha cultivado, ha determinado el surgimiento de áreas nuevas de producción, entre las que se encuentra el municipio de Tactic, Alta Verapaz, en donde el cultivo ha llegado a ocupar un lugar muy importante en la economía de los agricultores, así también el lugar presenta condiciones climáticas, favorables para el desarrollo de enfermedades, principalmente, el tizón tardío, causado por el hongo *Phytophthora infestans* De Bary, que se manifiesta en cualquier etapa de desarrollo del cultivo, y se disemina rápidamente a toda la planta, llegando a destruir incluso toda la plantación si nó se controla efectivamente. Esto es lo que ha sucedido con los agricultores quienes debido al desconocimiento de las características de la enfermedad y de los fungicidas no realizan un control efectivo, también se debe a la escasa información existente sobre alternativas de control de la enfermedad en la zona.

Esto motivó realizar la presente investigación, en la que se

planteó como objetivo, evaluar el efecto de 8 secuencias de aplicación de fungicidas sobre el grado de infección en el follaje, el porcentaje de incidencia, el porcentaje de fruto sano y el rendimiento de tomate, así como el efecto sobre la rentabilidad del cultivo.

Los productos utilizados fueron; Propineb, Mancozeb, Oxadixyl y el Metalaxil. Utilizando un diseño experimental de bloques al azar con 7 tratamientos más el testigo absoluto y 3 repeticiones. Las variables de respuesta medidas fueron; porcentaje de infección en el follaje, porcentaje de incidencia, porcentaje de fruto sano y el rendimiento.

La enfermedad se manifestó en el ensayo en forma natural a los 40 días después del trasplante, en el testigo absoluto (ninguna aplicación de fungicidas). En éste se observa la alta capacidad de diseminación de la enfermedad, ya que el tratamiento fué destruido entre los 54 y 60 días después del trasplante.

Las secuencias que presentaron el mejor control de la enfermedad fueron en las que se aplicaron fungicidas curativos alternados con preventivos a partir de los 40 días después del trasplante, (A6, A7 y A8), pero fueron superadas por la secuencia A5 en la que se aplicó, de 0 a 65 días después del trasplante, dos fungicidas preventivos en forma alterna cada 5 días, y luego de 65 a 90 días después del trasplante un curativo alternado con un preventivo cada 5 días. Este presentó la más alta rentabilidad igual al 361%, así como también la mayor tasa marginal de retorno capital igual a 985%.

1. INTRODUCCION

El cultivo del tomate (Lycopersicon esculentum L.) es muy importante en Guatemala. por ser una de las hortalizas de alto consumo interno. En 1991, un 68.8% de producción nacional se destinó para consumo local, también se reporta un incremento en las exportaciones de 12,273 TM en 1989 a 18,350.63 TM en 1991 (10).

Tradicionalmente se ha cultivado en algunos municipios de los departamentos de Zacapa, El Progreso, Jutiapa, Chiquimula, Jalapa y Baja Verapaz, pero actualmente existe una desconcentración del cultivo hacia otros lugares, debido a diversos problemas de plagas, enfermedades, etc, así como también a la capacidad del cultivo de adaptarse a condiciones ecológicas diversas (9).

Entre estas nuevas áreas de producción de tomate, encontramos algunos municipios del departamento de Alta Verapaz, de los que Tactic, es uno de los más importantes, llegando a convertirse en una de sus actividades agrícolas principales. De dicha importancia surge la necesidad de realizar investigaciones sobre el cultivo, encontrando dentro de ello algo muy importante que es el control de las enfermedades. Entre éstas, el tizón tardío provocado por el hongo Phytophthora infestans De Bary, es una de las enfermedades de mayor importancia, la cual por el tipo de daño que causa, puede provocar la pérdida total del cultivo, en cualquier etapa de desarrollo en que se manifieste, si nó se controla eficazmente. Por otro lado en lo que se refiere al

control, no existe mayor información de variedades resistentes y prácticas culturales adecuadas, por lo que el control químico es el más utilizado. Los agricultores aplican fungicidas, sin contar con una técnica adecuada sobre el manejo de éstos, desconociendo secuencias o programas que realmente les resulten efectivos y económicos para controlar la enfermedad, esto motivó la realización de la presente investigación en la que se evaluaron 8 secuencias o programas de aplicación, utilizando dos fungicidas preventivos, Propineb y Mancozeb, y dos fungicidas curativos, Metalaxil y Oxadixyl, aplicados en todos los casos en forma alterna, para el control del tizón tardío en tomate, la cual se llevó a cabo en el caserío Chijí, municipio de Tactic, Alta Verapaz, con el fin de determinar la secuencia más efectiva y económica.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el municipio de Tactic, A.V., en los últimos años se ha incrementado considerablemente el área de producción de tomate, tanto por la inmigración de agricultores de otras zonas donde se realiza este cultivo, como por la buena aceptación de parte de los agricultores propios del lugar quienes lo ven como una opción para diversificar sus cultivos, pues anteriormente solo se han dedicado a la siembra de maíz y frijol, y de esta forma obtener otra fuente para mejorar sus ingresos económicos.

Pero a la par de ello el lugar presenta condiciones climáticas (alta humedad relativa y bajas temperaturas) que favorecen principalmente el desarrollo del tizón tardío, el cual puede iniciar la infección en cualquier etapa de desarrollo del cultivo, propagandose rápidamente a toda la planta, llegando al extremo de destruir totalmente la plantación si no se logra un control efectivo.

Debido a que el cultivo es relativamente nuevo en la zona no hay mayor información sobre alternativas de control de la enfermedad, lo que trae como consecuencia que los agricultores no tomen en cuenta las características del hongo en relación al desarrollo de la planta, ni las características de los fungicidas provocando un inadecuado uso de los mismos, consistente en no seguir secuencias efectivas para combatirlo, por tal motivo se hace necesario determinar una secuencia efectiva y económica.

3.1.2. Generalidades del Cultivo de Tomate

3.1.2.1 Descripción de la Planta

El tomate (Lycopersicum esculentum. L), pertenece a la familia de la solanáceas, originaria de América (13). Forma un tallo principal y un sistema de ramificaciones laterales. En todas las variedades comerciales el tallo principal es erecto en los primeros 30 a 60 cm de desarrollo, haciéndose decumbente de allí en adelante. En algunas variedades el tallo se prolonga por un pequeño número de nudos solamente, esto sucede en las llamadas variedades de crecimiento determinado. En otras se alarga durante toda la época de crecimiento y es lo que sucede en las variedades de crecimiento indeterminado. Las hojas son alternas, bien desarrolladas, compuestas, relativamente grandes, con folíolos algo anchos en algunas variedades y más o menos angostos en otras. Las hojas tienen pelos glandulares, que cuando se rompen, liberan el olor y el tinte color verde característico de la planta, que es provocado por un aceite volátil (alcaloide) que posee un núcleo de esterol, llamado tomatina (8,16).

Las plántulas jóvenes desarrollan una raíz pivotante y un sistema subordinado de ramificaciones laterales. Durante el trasplante la raíz pivotante se destruye, las laterales se hacen más gruesas y bien desarrolladas y de la porción del tallo situada bajo la superficie del suelo emergen raíces adventicias. En las plantas adultas, tanto las raíces laterales como las adventicias se extienden horizontalmente a una distancia de 0.90 a 1.50 metros. De esta manera el tomate desarrolla un sistema

radical extenso (8).

Las flores nacen en racimos en el tallo principal y en la ramas laterales. El número de racimos varía de 4 a 100 ó más, dependiendo del tipo y de la variedad. Las flores individuales tienen un cáliz verde, una corola amarilla azufrada, cinco o más estambres y un solo pistilo súpero. En su mayor parte son autopolinizadas. El fruto maduro es un ovario succulento, comparativamente grande y jugoso. De acuerdo con la variedad difiere en tamaño, forma, color, número de celdas y disposición de las mismas. El jugo contiene cantidades moderadas de azúcares solubles, varios ácidos orgánicos, sales minerales y cantidades relativamente grandes de vitamina "C". Las semillas están incrustadas en una masa de tejido gelatinoso que contiene grandes cantidades de fósforo. Son relativamente pequeñas y están cubiertas por una masa de bellocidades finas. Bajo condiciones favorables la semilla germina en corto tiempo, de 5 a 10 días y conservan su poder germinativo aproximadamente durante 3 años (8,16).

Entre la floración y maduración comercial del fruto, transcurren de 45 a 55 días, y en consecuencia de 90 a 120 días desde el semillero hasta la primera cosecha. Por su maduración se clasifica el tomate en tres tipos: variedades tipo precoz, de tipo intermedio y de tipo tardío. El tipo precoz requiere de 65 a 80 días para producir sus primeros frutos; en tipo intermedio inicia la maduración entre los 75 y 90 días; mientras que el tipo tardío requiere de 85 a 100 días para que se pueda iniciar la

cosecha (8).

En Guatemala las características de precosidad reciben poca atención, porque a diferencia de otros países se puede sembrar casi durante todo el año debido a que las diferencias de temperatura no limitan en forma radical las épocas de producción (21).

3.1.2.2 Exigencias Climáticas

Según Edmond (8), los principales factores ambientales que influyen en el desarrollo del tomate son la temperatura y la intensidad de luz. Estudios efectuados han demostrado que las variedades actuales producen los altos rendimientos en regiones que se caracterizan por tener temperaturas medias en el verano de 22.8 grados centígrados. Se puede generalizar un rango de buenos rendimientos, entre los 16 y 25 grados centígrados. No fructifica cuando la temperatura pasa de los 28 grados centígrados. El crecimiento de los tomates disminuye cuando se registran temperaturas inferiores a los 10 grados centígrados, el tomate no soporta las heladas. Se desarrolla mejor en alturas comprendidas entre los 0 y 1,500 metros sobre el nivel del mar, pero se desarrolla bien en alturas hasta los 2,600 metros sobre el nivel del mar (8).

3.1.2.3 Condiciones de Suelo

El tomate se desarrolla bien en diferentes tipos de suelo prefiriendo los franco arcillosos y francos, ricos en materia orgánica, bien drenados, con un pH de 6 a 7.

3.1.2.4 Disposición de los Carbohidratos

La vida de la planta de tomate puede dividirse en dos etapas más o menos distintas pero parcialmente coincidentes: una de plántula y otra de fructificación. La etapa de plántula se inicia con la germinación y continúa hasta que se forman los primeros botones florales, y la etapa de fructificación que dura el resto de la vida de la planta. Durante la primera etapa de la planta desarrolla solamente sus tallos, hojas y raíces, y durante la etapa de fructificación la planta desarrolla tallos, hojas, raíces, simultáneamente con las flores y los frutos. Así pues, la utilización de los carbohidratos es dominante durante la etapa de plántula, y se da muy poca dominancia de la utilización y de la acumulación durante la etapa fructífera (7).

3.1.3. Características de la Enfermedad

3.1.3.1 Aspectos Generales del Tizón Tardío (*Phytophthora infestans* De Bary).

Se supone que la enfermedad es originaria de México, condiciones especiales de clima y especies hospedantes apoyan tal suposición, que podría extenderse por los mismos motivos a ciertas zonas de Centro América y algunas de América del Sur. Los primeros que investigaron se referían a la enfermedad, como causada por el hongo de la papa, debido a contaminaciones naturales o artificiales de una a otra especie. Según Mills (1940) la descripción del tizón en el tomate se hizo posteriormente a la del tizón tardío de la papa realizada por

Montagne. Se ha observado en el campo, que el tizón tardío del tomate es más severo en la vecindad de plantas de papa enfermas y que, casi invariablemente aparece varios días o semanas más tarde que el tizón de la papa (19).

También se considera con muchas posibilidades que el origen de los ataques del tizón en el tomate provienen de los túberculos de papa enfermos, ya que según Clinton (1910) el hongo nunca sobrevive en los tejidos de tomate enfermos o en suelos que en años anteriores han sobrevenido fuerte ataque en tomate. Tampoco se ha podido comprobar que el hongo pueda sobrevivir en la semilla de tomate (19).

El tizón tardío del tomate está distribuido mundialmente en todas las regiones productoras de tomate y papa, y es una de las mayores enfermedades de estos cultivos (19).

3.1.3.2 Hospedantes

Además de las tres especies de importancia para la alimentación que son; el tomate, la papa y la berenjena; también se ha encontrado en otras solanáceas y algunas malezas (14,22).

3.1.3.3 Sintomatología

El hongo afecta hojas, tallos y frutos. La infección se inicia en el follaje en cualquier estado de desarrollo de la planta, dependiendo ampliamente de las condiciones ambientales. Los primeros síntomas sobre los folíolos, raquis, pecíolos o tallos, consisten en lesiones de color parduzco o negro púrpureo, que no aparecen delimitadas claramente en tamaño y que

en condiciones favorables crecen rápidamente. Esto produce una grave infección, en las plantas que quedan como si hubieran sido quemadas por heladas.

3.1.3.3.1 En las Hojas

Produce en las hojas manchas castañas oscuras o negras, dando lugar a un escaldado de las mismas. Cuando las condiciones climáticas son muy favorables al parásito aparecen las fructificaciones blancas del hongo especialmente en la cara inferior.

3.1.3.3.2 En el Pecíolo

El pecíolo se adelgaza y las lesiones toman un color castaño o negro púrpura.

3.1.3.3.3 En el Tallo

En ataques graves éste queda mostrando, al igual que las hojas, manchas oscuras o negras púrpuras.

3.1.3.3.4 En los Frutos

Hay una decoloración castaño oscura, frecuentemente cubierta por una tenue fructificación del parásito, especialmente cuando el clima lo favorece. Estos síntomas y signos aparecen en cualquier estado de desarrollo. Más tarde se manifiesta una podredumbre en la parte externa del fruto, de aspecto acuoso, la cual aumenta hasta un tamaño indefinido. Esta podredumbre se inicia en la parte cercana al cáliz, lo que explica por qué la infección casi siempre se produce a través del pedúnculo.

Posteriormente la parte de la superficie afectada se arruga. Al hacer un corte en el fruto se puede observar ennegrecimiento del mesocarpio y el micelio del parásito en los espacios de los lóculos. Al colocar un trozo del fruto en cámara húmeda se desarrolla sobre la epidermis abundantes fructificaciones, que constituyen el signo de la enfermedad.

3.1.3.3.5 En el Pedúnculo

Como en el caso del peciolo, el pedúnculo se adelgaza y las lesiones toman un color castaño o negro púrpura (19).

3.1.3.4 Etiología

El organismo causal del tizón tardío del tomate es *Phytophthora infestans* (Mont) De Bary (1876) (19).

El micelio de éste hongo produce esporangióforos ramificados de crecimiento indeterminado. En las puntas de las bifurcaciones de estos esporangióforos se forman esporangios papilados que tienen la forma de un limón, pero conforme prosigue el crecimiento de las puntas de las ramas, los esporangios son presionados hacia los lados y más tarde se desprenden. En los sitios donde se forman los esporangios, los esporangióforos forman hinchamientos que son una característica particular del hongo que sirve para diferenciarlo de hongos muy relacionados con él, como el caso de *Pythium* (22).

Se caracteriza por su micelio cenocítico inter e intracelular muy ramificado, hialino. Su desarrollo en medios de

cultivo es vigoroso, blanco, algodonoso o aplanado. Los esporangióforos salen a través de los estomas de las hojas y por las lenticelas en los tubérculos (19).

La producción de esporangios o zoosporangios es óptima a un 100% de humedad relativa y con menos del 91% no se forman. La temperatura óptima para ello se halla entre los 18 y 22 grados centígrados, y su formación es rápida y abundante apareciendo dentro de las 8 horas y son muy numerosos a las 14 horas. Las temperaturas críticas para la esporulación en la atmósfera saturada son de 3 y 23 grados centígrados. La luz y la oscuridad no alteran su formación. Los esporangios son multinucleados, entre 7 y 30 núcleos. Germinan ya sea liberando zoosporos o zoosporas, ó, actuando directamente como conidios. Para esto necesitan hallarse en un medio apropiado que pueden ser pequeñas gotas de agua provenientes del rocío, lluvias, etc. Con temperaturas superior a los 20 grados centígrados, en ambiente seco pierde su viabilidad rápidamente (3 horas) y bastante rápidamente (5 a 15 horas) en ambiente húmedo. La temperatura es un factor fundamental en la forma de germinación de los esporangios. Los esporangios formados entre los 10 y 15 grados centígrados, se hayan en condiciones de germinar en un ambiente con humedad relativa superior al 60% en dos o tres horas. En cambio esta propiedad se limita cuando los esporangios se forman con temperaturas superiores. La temperatura óptima de germinación directa es de 25 grados centígrados y la de germinación indirecta es de 12 grados centígrados. La

germinación indirecta se realiza liberando los zoosporangios zoosporas biflajeladas, en cambio la directa produce un tubo germinal. Los zoosporos después de su liberación están en constante movimiento, que van perdiendo gradualmente hasta quedar en reposo. Son móviles a 24 grados centígrados, hasta 24 horas a 12 grados centígrados, los zoosporos pierden sus flajelos y emiten un tubo germinativo, que si se halla sobre una hoja o sobre un túberculo produce infección (19). Las zoosporas no resisten la falta de agua y mueren rápidamente por desecación. En descenso de temperatura estimula la formación de zoosporas (17).

3.1.3.5 Reproducción

Los elementos principales que determinan la velocidad de diseminación del hongo son: la abundancia de inóculo capaz de volver a infectar al huésped y su capacidad de reproducción, esta última depende del tiempo que sea necesario para que el patógeno complete el ciclo de una generación desde el contacto del inóculo con el tejido huésped hasta producción y emisión de inóculo nuevo (17).

La reproducción puede ser sexual o asexualmente. Se reproduce asexualmente en forma indirecta por zoosporos, o directamente por los esporangios, aunque esta última no ha sido comprobada experimentalmente, Crosier menciona que debe ser rara, debido a que necesita condiciones de temperatura que no son muy comunes en el cultivo. La reproducción sexual ha interesado a los fitopatólogos de todo el mundo, desde que De Bary efectuó los

primeros trabajos sobre el hongo, pues éste mismo autor buscó durante 15 años vanamente los oósporas para poder completar su ciclo biológico. Clinton (1910) fué quien observó por primera vez oosporas con anteridio afígeno notando que ambos provenían de hifas distintas. Trabajos posteriores de Smoot (1958) y otros, observaron que utilizando diferentes medios de cultivo, apareando cepas cosmopolitas de E.E.U.U., Canadá, oeste de Europa, Sudáfrica y este de la india, con 4 cepas mexicanas se forman numerosas oosporas, con 3 de estas últimas. Destacan que el hongo necesita líneas sexuales diferentes y que ellas se encuentran en México, y posiblemente en otros países de Centro América y América del Sur (19).

3.1.3.6 Patogénesis

El primero que dió información sobre la penetración de los zoosporos fué De Bary, quién indicó que la penetración era directa y ocurría aproximadamente a las dos horas de la inoculación con los zoosporos. Según Sarasola (19), los zoosporos se enquistan, germinan y producen apresorios.

Los apresorios son ligeramente más pequeños que los zoosporos enquistados. El protoplasma pasa a través del tubo germinativo hacia el apresorio. Este último puede ser confundido con el zoosporo enquistado y sacar como conclusión que la penetración tuvo lugar directamente sin la ayuda del apresorio. El protoplasma pasa desde del apresorio, por el cono de penetración para formar el micelio primario. Este forma un micelio secundario en forma de dedos que invade los tejidos. La

penetración se cumple dos (2) horas después con los zoosporos móvil es tanto en variedades resistentes como susceptibles. La desintegración del micelio primario y la muerte de las células alrededor del punto de penetración ocurre entre 48 y 72 horas de inoculación. En muchos casos la penetración ocurre directamente por la epidermis pero puede hacerlo por los estomas. Si bien la presión es responsable de la penetración, hay evidencias que ciertas substancias actúan con anterioridad, provocando un cambio en la constitución de la pared celular que facilita la invasión del hongo. En el fruto la infección se realiza por medio del pedúnculo o directamente por las heridas (19).

3.1.3.7 Ciclo Biológico

El primer informe del descubrimiento de la reproducción sexual fué publicado por Clinton (1910) quién encontró las oosporas, en cultivo de este organismo. La reproducción sexual se realiza por intermedio del oogonio y el anteridio. la primera infestación del tallo marca el real inicio de un ataque de tizón. Las manchas que se producen en las hojas por infecciones y re-infecciones dan lugar a la producción de enormes cantidades de conidios (zoosporangios). Estos son transportados por el viento a distancias considerables, y llevados dentro de las mismas plantas a sus vecinas y además del viento por gotas de agua de lluvia y riego, etc, a nuevas hojas (22).

3.1.3.8 Control de la Enfermedad

El tizón tardío puede controlarse satisfactoriamente

mediante la combinación de varias medidas sanitarias combinadas con aspersiones de compuestos químicos aplicados en la temporada adecuada. Deben destruirse todas las plantas procedentes de cultivos anteriores de la zona de cultivo, ya que todas las plantas de este tipo constituyen una fuente de infección (17). El control químico de la enfermedad es efectivo cuando se realiza con anterioridad al desarrollo de las epifitias. Está supeditado a las condiciones climáticas y frecuencia de los ataques (1).

Las aspersiones químicas con fungicidas, si se aplican adecuadamente, casi siempre mantienen bajo control al tizón, dichas aspersiones deben iniciarse cuando las plantas tengan una altura de 15 a 30 cm o por lo menos 10 días antes de que aparezca el tizón tardío en la zona de cultivo. El intervalo de aplicación dependerá de las condiciones climáticas de tal forma que los intervalos sean cortos cuando se observe época lluviosa o húmeda y fría; e intervalos relativamente largos cuando se presente época seca y cálida. Una vez establecida la enfermedad es extremadamente difícil controlarla, a menos que el tiempo vuelva a ser cálido (35 grados centígrados) y seco, por lo cual el aprovechamiento del momento oportuno y la protección del follaje reciente y anterior son esenciales para que las plantas sean protegidas de la misma. Los productos químicos que se utilizan para el control del tizón tardío incluyen varios ditiocarbamatos como el Mancozeb, Captafol, Clorotalonil, Polyram combi y el Hidróxido de fentina, así como varios compuestos de cobre y la pasta bordelesa (1).

3.2 MARCO REFERENCIAL

3.2.1. Localización del Sitio Experimental

La investigación se llevó a cabo en el caserío Chijí, aldea Guaxpac, municipio de Tactic, Alta Verapaz.

3.2.2.1 Ubicación Geográfica

El caserío está localizado al oriente de la cabecera municipal de Tactic, a 181 Km. de la ciudad capital, sobre la carretera que de ésta conduce a Cobán, A.V.. Sus coordenadas son 15°19'46" latitud norte y 90°19'14" longitud oeste, a una altura de 1540 msnm.

3.2.1.2 Condiciones Climáticas

Según De La Cruz (7), la zona de vida en la que se encuentra el caserío es Bosque Muy Húmedo Sub-tropical Frio. La temperatura media anual es de 17.5 grados centígrados con una mínima de 12.6°C y una máxima de 24.3°C. El clima está clasificado, de acuerdo a Thornwaithe (12), como una región semicálida, con invierno benigno, muy húmedo, sin estación seca definida. La precipitación media anual es de 2,083.00 mm distribuidos a largo de 240 días, en los meses comprendidos de abril a febrero del año siguiente, la humedad relativa media anual es equivalente a un 80%.

3.2.1.3 Condiciones de Suelo

Los suelos forman parte de la sierra de Chúacus, serie de suelos Telemán, según Simmons *et al* (20), siendo éstos

moderadamente profundos, bien drenados, desarrollados sobre esquistos en clima cálido, húmedo o húmedo seco, tienen alta capacidad de abastecimiento de humedad, fertilidad natural baja y un peligro alto de erosionarse. En general el suelo superficial oscila entre los 10 y 20 cm, presentando una textura franca y bajo contenido de materia orgánica.

3.2.2 Material Experimental Utilizado

3.2.2.1 Material Genético

Se trabajó con el cultivo del tomate (Lycopersicum esculentum L.), variedad Roma Gigante, por ser la más utilizada en la región. Tiene las siguientes características; variedad tipo pasta, de hábito determinado, sus frutos presentan forma de jocote de 6 a 6.5 cm de largo por 3 a 5 cm de diámetro, es resistente a *Fusarium* y *Verticilium*, se cosecha a los 90 - 105 días después del trasplante. La distancia recomendada de siembra es de 0.9 a 1.0 m entre surcos y de 0.35 a 0.40 m entre plantas (13).

3.2.2.2 Material Químico

3.2.2.2.1 Propineb

Es un fungicida orgánico para control de enfermedades criptogámicas en viticultura, horticultura y citricultura, así como en cultivos de lúpulo, tabaco, papa, tomate y otros. Tiene acción protectora inicial e inmediata y además presenta un efecto residual excelente en tiempo seco. Esta formulado a base de Propineb como polvo humectable. Contiene 70% (700 gramos por Kg)

de sustancia activa y 30% de humectantes, adherentes, esparcidores; los que aseguran su estabilidad mejorando considerablemente la distribución y el esparcimiento de la sustancia activa del fungicida. Favorece el crecimiento y la formación de follaje y frutos en muchos cultivos, corrige la carencia de zinc como elemento menor y demuestra buen efecto secundario como acaricida. No es tóxico para personas y animales domésticos. Tiene las siguientes características:

a. Designación química: Propileno-bis-ditiocarbamato de zinc.

b. Formulación: Polvo Mojable.

c. Toxicidad: *Oral DL-50 8,500 mg/kg (ratas)

*Cútanea DL-50 1,000 mg/kg (ratas).

d. Nombre comercial: Antracol 70 WP.

e. Dosis utilizada: 2.0 kg/ha.

f. Enfermedades controladas; tiene un amplio campo de aplicación en banano, arroz, papa, tomate, café, frijol, cebolla, cucurbitáceas, tabaco y floricultura; contra el ataque de diversas enfermedades tales como: manchas de las hojas, tizones, mildius, mohos, roñas, etc (2).

3.2.2.2.2 Mancozeb

Es un fungicida del grupo de los ditiocarbamatos, actúa por contacto y es de acción preventiva. Su ingrediente activo es Etiler-bis-ditiocarbamato de magnesio con iones de zinc, en cual radica la forma de acción del fungicida, pues entre los productos de descomposición del ingrediente activo está el ISOTHIOCIANATO, que inactiva los grupos sulfhidrilos, que son sustancias

esenciales en la fisiología de las células de las esporas las cuales mueren. Esta acción se extiende a esporas germinadas pero antes de que el tubo germinal penetre los espacios intercelulares. Tiene las siguientes características:

- a. Designación Química: etileno-bisditio-carbamato de magnesio.
- b. Formulación: polvo humectable y polvo.
- c. Toxicidad: DL-50 7,500 mg/kg.
- d. Fitotoxicidad: Puede provocar anomalías en plántulas, por lo que no es recomendable aplicarlo a almácigos.
- e. Nombre comercial: Dithane M-45.
- f. Dosis utilizada: 1.5 kg/ha.
- g. Enfermedades Controladas; su espectro de acción es amplio por lo que se emplea para el control de muchas enfermedades, entre ellas Phytophthora infestans, y Alternaria solani (18).

3.2.2.2.3 Metalaxil

Es un fungicida de acción sistémico y de contacto, usado para el tratamiento de semilla, suelo y aplicado al follaje. Contiene dos ingredientes activos: El Metalaxil, que es un fungicida sistémico que controla las infecciones desde el interior de la planta y Mancozeb, que es un fungicida de contacto que actúa externamente como una barrera protectora. El metalaxil inhibe el desarrollo del micelio dentro del tejido, previene la esporulación y tiene actividad post-infección. Este es rápidamente absorbido por todas las partes verdes de la planta (en 30 minutos) transportado acropetalmente (hacia arriba), en el sistema vascular y uniformemente distribuido en el follaje, para

dar protección aproximadamente por 14 días. El modo acción bioquímico del metalaxil na ha sido todavía bién determinado. Las investigaciones al respecto sugieren que este inhibe principalmente la síntesis del ácido ribonucleico (ARN). Debe aplicarse preventivamente antes de que la enfermedad alcance altas proporciones y reducir el número de aplicaciones (4-5 aplicaciones como máximo) para evitar que el hongo adquiera resistencia. Designación química: Metil D,L-N- (2,6-dimetil-fenil)-N-(2`metociacetil)-alanina (metalaxil); complejo de sal de zinc y polímero de etilen bis ditiocarbamato (mancozeb). Presenta las siguientes características:

- a. Toxicidad: DL-50 = 669 mg/kg.
- b. Formulación: polvo humectable.
- c. Nombre comercial: Ridomil MZ-72
- d. Dosis utilizada: 2.5 kg/ha.
- e. Enfermedades controladas; es un fungicida específico para el control de enfermedades del follaje de plantas causado por hongos oomicetos, del orden peronosporales, como el tizón tardío del tomate y la papa, moho azul del tabaco, marchitamiento del chile, mildio canoso en hortalizas en general y cucurbitáceas (6).

3.2.2.2.3 Oxadixyl

Es un fungicida que contiene como ingrediente activo 10% de Oxadixyl y 56% de Propineb. El 34% restante está compuesto por adyuvantes y materia inerte. Posee acción sistémica y de contacto, se caracteriza por su efecto preventivo, curativo y erradicativo, o sea que ejerce su efecto sobre hongos patógenos

antes, durante y después de manifestarse los síntomas de la enfermedad. Tiene las siguientes características:

- a. Formulación: polvo humectable.
- b. Toxicidad: es ligeramente tóxico a los humanos.
- c. Fitotoxicidad: a la dosis indicada es fitocompatible, no causa problemas adversos en las plantas tratadas.
- d. Nombre comercial: Fruvit 66 WP
- e. Dosis utilizada: 2.5 kg/ha.
- f. Enfermedades controladas; este fungicida se orienta al control de enfermedades causadas por hongos del orden peronosporales (clase oomicetos) tales como: tizón tardío en tomate y papa, marchitez del chile, moho azul del tabaco, mildiu veloso de la arveja, cebolla y espinaca, tizón de la fresa, etc (3).

3.2.3 Antecedentes de la Investigación

Tello (21), quién trabajó en el control del tizón tardío en tomate, en el municipio de San Sebastián, Huehuetenango a una altitud de 1,800 a 2,000 msnm, llegó a la conclusión de que el metalaxil aplicado cada 5 días y cada 10 días presentó el mejor control, tomando como base el porcentaje de infección en hojas, brotes y tallos. Además concluye tomando como base los beneficios, el metalaxil aplicado cada 10 días presenta la más alta rentabilidad, seguido por el Clorotalonil (Daconil 75) aplicado cada 5 días.

Por otro lado, Cali (4), trabajó con el tizón tardío en papa, en Chimaltenango a altitudes de 2,259 y 1776 msnm, recomienda utilizar hasta donde sea posible la combinación de

diferentes métodos de control (control integrado) tales como: práctica agronómicas adecuadas (eliminación de plantas voluntarias, destrucción de rastrojos, aporque adecuado, etc), uso de variedades resistentes y control químico. Como alternativa de control químico recomienda alternar Mancozeb (Dithane M-45) con Fenilacetato (Brestan-60), en intervalos de aplicación de 8 días a razón de 1.5 Kg por hectárea.

4. OBJETIVOS

4.1 General

Evaluar el efecto de 8 secuencias de aplicación de Propineb, Mancozeb, Oxadixyl-propineb y Metalaxil para el control de tizón tardío en tomate.

4.2 Específicos

4.2.1 Determinar el efecto de 8 secuencias de aplicación de fungicidas sobre: el grado de infección en el follaje de tomate causado por el tizón tardío, el porcentaje de fruto sano y el rendimiento de dicho cultivo.

4.2.2 Determinar el efecto de la comparación entre las 8 secuencias de aplicación de fungicidas en el control del tizón tardío en tomate.

4.2.3 Determinar el efecto de 8 secuencias de aplicación de fungicidas sobre la rentabilidad del cultivo del tomate.

5. HIPOTESIS

5.1 Existe al menos una secuencias de aplicación de fungicidas que produce diferencias en el grado de infección en el follaje de tomate causado por el tizón tardío, así como diferentes porcentajes de fruto sano y rendimientos.

5.2 Al menos una de las comparaciones entre las 8 secuencias de aplicación de fungicidas para el control del tizón tardío es diferente.

5.3 Al menos una de las secuencias de aplicación de fungicidas presenta una mejor rentabilidad en el cultivo de tomate.

6. METODOLOGIA

6.1 METODOLOGIA EXPERIMENTAL

6.1.1 Diseño de los Tratamientos

Los productos químicos utilizados en la investigación se aplicaron al follaje a partir de 8 días después del trasplante, conforme las dosis recomendadas por las casas comerciales, con intervalos dependiendo de la etapa de desarrollo del cultivo y el producto utilizado. Cada secuencia de fungicidas representó un tratamiento, los cuales aparecen en el cuadro 1. Para el establecimiento de las secuencias o programas de aplicación el ciclo del cultivo se dividió en 3 etapas a partir del trasplante; la primera, es de crecimiento vegetativo con duración de 40 días; la segunda, es una fase intermedia de crecimiento vegetativo con una duración de 25 días; y la tercera es una fase de fructificación también con una duración de 25 días (Ver Apéndice 3). En los tratamientos se incluye el testigo absoluto, en el que no se realiza ninguna aplicación de fungicidas, esto para observar el desarrollo natural de la enfermedad y para garantizar la presencia de la misma en el ensayo. También se incluye el Testigo Relativo, tratamientos A1, (Cuadro 2), en el cual se realizan las aplicaciones de fungicidas de la forma como las realiza el agricultor, para poder hacer comparaciones con las demás secuencias.

6.1.2 Diseño Experimental

Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar, debido

a que la gradiente (pendiente) se encuentra en un solo sentido; con 7 tratamientos más el testigo y 3 repeticiones, ubicando los bloques perpendiculares a la gradiente. El modelo estadístico es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + B_j + \epsilon_{ij} \quad \text{donde,}$$

Y_{ij} = Variable respuesta
 μ = Efecto de la media general
 τ_i = Efecto del i-ésimo tratamiento
 B_j = Efecto del j-ésimo tratamiento
 ϵ_{ij} = Efecto del error experimental

Cuadro 1 Tratamientos realizados para el control del tizón tardío en el cultivo del tomate, en Tactic, A.V.

TRAT.	ddt	PRODUCTO	I DE A	# DE A
A1	0 - 90	Testigo Relativo	-----	-----
A2	0 - 90	Testigo Absoluto	-----	-----
A3	0 - 40	Propineb	5 días	8
	40 - 65	Propineb	5 días	5
	65 - 90	Propineb	5 días	5
A4	0 - 40	Mancozeb	5 días	8
	40 - 65	Mancozeb	5 días	5
	65 - 90	Mancozeb	5 días	5
A5	0 - 40	Propineb y Mancozeb (alternados)	5 días	4 y 4
	40 - 65	Propineb y Mancozeb (alternados)	5 días	3 y 2
	65 - 90	Metalaxil y Mancozeb (alternados)	5 días	3 y 2
A6	0 - 40	Mancozeb y Propineb (alternados)	5 días	4 y 4
	40 - 90	Propineb	10 días	5
		Oxadixyl (alternados)	20 días	3
		Metalaxil	20 días	2
A7	0 - 40	Propineb y Mancozeb (alternados)	5 días	4 y 4
	40 - 65	Propineb y Metalaxil (alternados)	5 días	3 y 2
	65 - 90	Metalaxil y Propineb (alternados)	5 días	3 y 2
A8	0 - 40	Mancozeb y Propineb (alternados)	5 días	4 y 4
	40 - 65	Mancozeb y Oxadixyl (alternados)	5 días	3 y 2
	65 - 90	Oxadixyl y Mancozeb (alternados)	5 días	3 y 2

EN DONDE: ddt = Días después del trasplante.

I de A = Intervalo de aplicación.

de A = Número de aplicaciones.

Quadro 2 Testigo relativo; fungicidas aplicados por al agricultor en el cultivo del tomate para el control del tizón tardío en Tactic, Alta verapaz.

No. Aplic.	PRODUCTO	ddt
1	Propineb	5
2	Propineb	9
3	Propineb	15
4	Metalaxil	20
5	Propineb	25
6	Mancozeb (1)	29
7	Metalaxil	34
8	Metalaxil	41
9	Mancozeb (1)	48
10	Metalaxil	52
11	Mancozeb (1)	60
12	Mancozeb (2)	64
13	Metalaxil	68
14	Mancozeb (2)	76
15	Mancozeb (2)	81
16	Metalaxil	87
17	Mancozeb (2)	95
18	Metalaxil	99
19	Mancozeb (1)	106
20	Metalaxil	112

DONDE:

ddt = Días después del trasplante

Propineb = Antracol 66WP

Metalaxil = Ridomil MZ 72

Mancozeb (1) = Dithane M-45

Mancozeb (2) = Manzate 200

6.1.3 Unidad Experimental

La unidad experimental utilizada fué una parcela de 16.80 metros cuadrados (parcela bruta), con 8 surcos de 2.10 metros de largo, una distancia entre plantas de 0.35 metros y una distancia entre surcos de 1.0 metros. Cada parcela estuvo separada por 0.50 metros entre la última planta de la parcela anterior y la primera de la siguiente. Entre bloques se estableció una separación de 1.5 metros. De esta manera se obtuvo un área total del

experimento de 548 metros cuadrados (Figura 10A). Como parcela neta se utilizaron los 4 surcos centrales a los que se les eliminó una planta en cada extremo, para evitar el efecto de borde, representando ésta un área de 5.6 metros cuadrados (16 plantas)(Figura 11A).

6.1.4 Variables Respuesta

Para poder interpretar los efectos de las diferentes secuencias de aplicación de fungicidas, con respecto a la enfermedad, se consideraron las siguientes variables respuesta.

6.1.4.1 Infección en el Follaje

Para determinar la infección del tizón tardío en el follaje se utilizaron escalas diagramáticas de severidad de daño en base al porcentaje de área afectada, ver figura 1, 2, 3 Y 4. Las lecturas se realizaron a los 30, 45, 60, 75, 90 y 105 días después del trasplante, seleccionando 6 plantas dentro de la parcela neta, y en cada una de ellas se determinó el porcentaje de infección de tizón tardío, para luego hacer un promedio general por tratamiento. En cada lectura se hizo una selección independiente de las plantas.

6.1.4.2 Porcentaje de Incidencia

Se determinó en cada lectura realizada para determinar el porcentaje de infección en el follaje, contando el número de plantas que presentan la enfermedad del total de plantas de la parcela neta, transformando luego los datos a porcentaje.

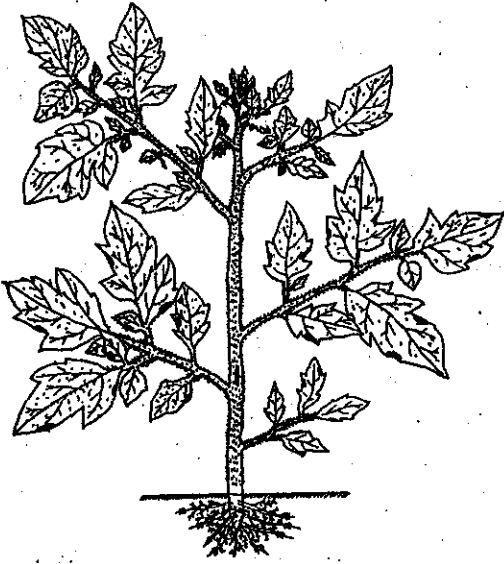


Figura 1 Escala diagramática de severidad de tizón tardío, en tomate. Del 1 al 10 % de área foliar¹.

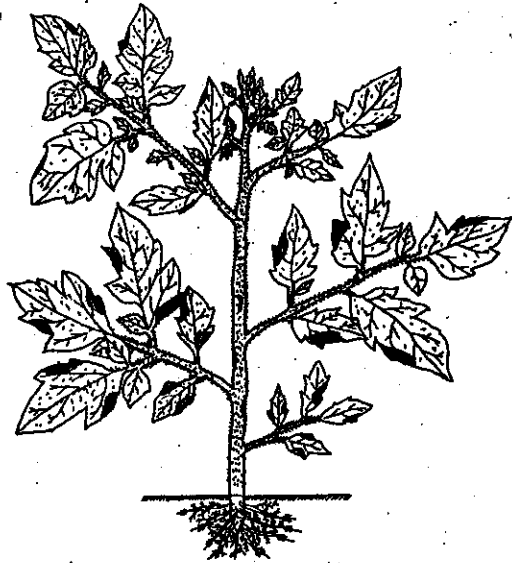


Figura 2 Escala diagramática de severidad de tizón tardío, en tomate. Del 10 al 25 % de área foliar¹.

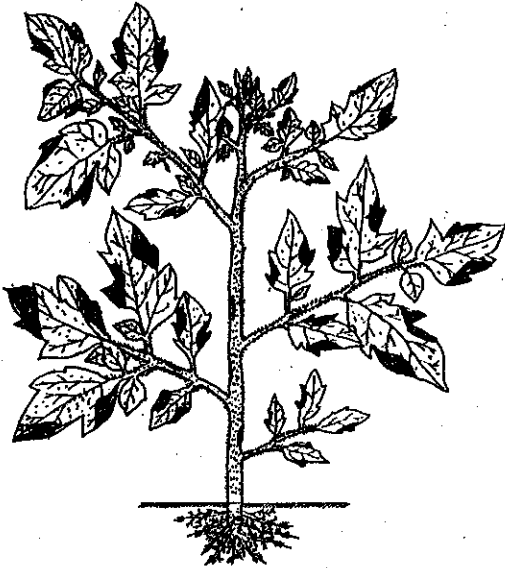


Figura 3 Escala diagramática de severidad de tizón tardío, en tomate. Del 25 al 50 % de área foliar¹.

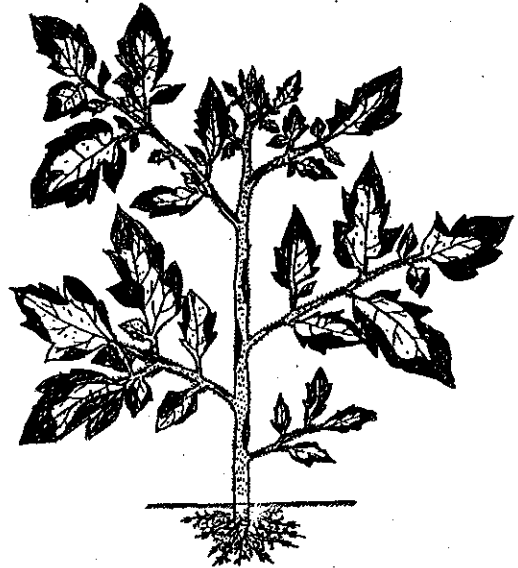


Figura 4 Escala diagramática de severidad de tizón tardío, en tomate. Del 50 al 100 % de área foliar¹.

^{1/} Escalas basadas en el Manual of Assessment Keys for Plant Diseases, de James C.

6.1.4.3 Porcentaje de Fruto Sano

Se determinó el porcentaje de fruto sano, en cada corte realizado, tomando 6 plantas al azar dentro de la parcela neta, independientes en cada corte, seleccionando los frutos sanos y el total de la recolección para obtener un porcentaje de fruto sano por corte. Al final se obtuvo un promedio del porcentaje de fruto sano por tratamiento.

6.1.4.4 Rendimiento

Se determinó el rendimiento de cada tratamiento utilizando el total de las plantas de la parcela neta, pesando el producto por corte realizado, para luego sumar el peso del total de cortes y obtener un rendimiento total en kilogramos por hectárea.

6.1.5 Manejo del Experimento

El experimento se realizó con las prácticas culturales y condiciones de la región.

6.1.5.1 Semillero

Se prepararon dos tablones de 5 metros de largo por 1.20 metros de ancho y 0.20 metros de altura (12 metros cuadrados). La preparación del terreno se hizo con azadón, antes de la siembra se aplicó Pentacloronitrobenceno (PCNB), utilizando 40 gramos por regadera de 4 galones distribuyendo una regadera por tablón. Después de esperar 3 días después de la desinfección se procedió a distribuir la semilla utilizando el método al chorro en surcos separados por 10 centímetros, luego se tapa con paja, la que se quitó cuando la mayoría de semillas germinaron.

6.1.5.2 Trasplante

Después de 25 días de nacidas las plantas, se seleccionaron las más vigorosas y grandes y se procedió a su trasplante al campo definitivo, dejando una distancia entre surcos de 1.0 metro y de 0.35 metros entre plantas.

6.1.5.3 Fertilización

Al momento de la siembra se hizo una aplicación de gallinaza a razón de 3,310.2 kilogramos por hectárea (73 qq/ha). La segunda fertilización se realizó a los 30 días después del trasplante, utilizando la fórmula completa 15-15-15 a razón de 5 quintales por hectárea. La tercera fertilización se realizó al momento de la floración utilizando Urea 46% a razón de 5 quintales por hectárea. Se realizaron 5 aplicaciones del fertilizante foliar, Bayfolan Forte, con una dosis de 1.5 litros por hectárea, iniciando las aplicaciones a los 15 días después del trasplante y las siguientes cada 15 días.

6.1.5.4 Control de Plagas

Se realizó un control químico, utilizando Metamidofos y Baytroid 025, alternados cada 8-15 días dependiendo del ataque de las plagas, utilizando las dosis recomendadas por las casas comerciales.

6.1.5.5 Control de Enfermedades

Se realizó de acuerdo al cuadro de tratamientos (cuadro 1 y cuadro 2).

6.1.5.6 Control de Malezas

Se realizaron dos limpiezas manuales, con azadón, a los 35 y a los 70 días después del trasplante. En cada limpieza se aprovechó para aporcar las plantas de tomate.

6.1.5.7 Tutoreo

Se realizó cuando las plantas alcanzaron una altura mínima de 30 cm, con estacas de 1.5 metros, colocándolas cada 3 plantas. Se colocó rafia a 4 alturas diferentes, hasta una máxima de 1.20 m. Utilizándose un total de 4,608 metros de rafia.

6.1.5.8 Cosecha y Comercialización

La cosecha se inició a los 85 días después del trasplante, cortándose los frutos maduros y los ligeramente maduros, realizándose corte cada 8 días, haciendo un total de 11 cortes. Una vez tomados los datos de las Variables de Respuesta se colocan los frutos en cajas de madera con un peso aproximado de 50 libras por caja, para su posterior traslado y venta a acopiadores en Tactic, al precio circulante del día.

6.1.5.9 Datos Climáticos

De todas las condiciones estudiadas se obtuvo un registro diario de datos. La precipitación se registró en el lugar del experimento, por medio de un pluviómetro Wilh Lambrech, proporcionado por el INSIVUMEH.

Los datos de temperatura se obtuvieron de la estación Purulhá del INDE, situada cercana al experimento.

La humedad relativa se obtuvo de la estación Cobán, del

*INSIVUMEH, situada a 1,328 metros sobre el nivel del mar.

6.1.6 Análisis Estadístico

Los datos de las variables respuesta: porcentaje de infección en el follaje, porcentaje de incidencia, porcentaje de fruto sano (previamente transformados por la fórmula $\sqrt{y + 1}$), rendimiento, se sometieron a un análisis de varianza, a un análisis de contrastes ortogonales. Los contrastes ortogonales generados fueron:

- a. **Contraste 1:** Testigo absoluto (A2) vrs. los demás tratamientos (A1 + A3 + A4 + A5 + A6 + A7 + A8).
- b. **Contraste 2:** Testigo relativo (A1) vrs. los demás tratamientos (A3 + A4 + A5 + A6 + A7 + A8).
- c. **Contraste 3:** Tratamientos sin fungicidas curativos (A3 + A4) vrs tratamientos con fungicidas curativos (A5 + A6 + A7 + A8).
- d. **Contraste 4:** Dentro de los fungicidas preventivos se comparó, preventivo 1 (A3, Propineb) vrs preventivo 2 (A4, Mancozeb).
- e. **Contraste 5:** Dentro de los fungicidas curativos se comparó, la aplicación hasta los 70 días después del trasplante (A5) vrs la aplicación desde los 50 días después del trasplante (A6 + A7 + A8).
- f. **Contraste 6:** También dentro de los fungicidas curativos se comparó la combinación de dos en un mismo tratamiento (A6) vrs la aplicación de cada uno de ellos en diferentes tratamientos (A7 + A8).
- g. **Contraste 7:** Siempre de los fungicidas curativos se comparó el curativo 1 (A7= Metalaxil) vrs. curativo 2 (A8 = Oxadyxil).

También se realizó un análisis de correlación lineal simple utilizando para ello una matriz de correlación, entre las variables porcentaje de infección en el follaje, el porcentaje de incidencia, precipitación, temperatura y humedad relativa, así como también los porcentajes de infección en el follaje y de incidencia, con el porcentaje de fruto sano y con el rendimiento.

6.1.7 Análisis Económico

Se realizó por cada uno de los tratamientos, utilizando el costo total (CT) de producción por ha. Al vender el producto obtenido por tratamiento se obtiene el ingreso bruto (IB) por ha. Con esto se determina el ingreso neto (IN) que es igual a IB - CT, así se obtiene la rentabilidad de cada tratamiento por medio de la siguiente fórmula:

$$R = \frac{IN}{CT} \times 100$$

Utilizando un análisis de dominancia de los costos variables y el ingreso neto, se determina la Tasa Marginal de Retorno Capital (TMRC) por medio de la siguiente fórmula:

$$TMRC = \frac{\Delta IN}{\Delta CV} \times 100$$

Donde: ΔIN = Incremento en el ingreso neto
 ΔCV = Incremento en el costo variable

7. RESULTADOS Y DISCUSION

7.1. Infección en el Follaje

La enfermedad se manifestó a los 40 días después del trasplante, inicialmente en el testigo absoluto (Tratamiento A2), y en menor escala en la secuencia A3. En las demás secuencias se obtienen datos de porcentajes de infección hasta los 60 días después del trasplante (3a. lectura). Se realizaron análisis de varianza para cada lectura (Cuadro 3) encontrando diferencias significativas al 5% entre los tratamientos, por lo que fué necesario realizar una prueba de contrastes ortogonales (Cuadro 4).

CUADRO 3 Resumen de los análisis de varianza, en las seis lecturas de porcentaje de infección de tizón tardío en el follaje de tomate, obtenidos en Tactic, A.V.

LECTURA No.	F.V.	F.C	F.T 0.05	C.V
1	-----	----	----	-----
2	TRATAMIENTO	62.90	2.26*	58.0%
3	TRATAMIENTO	142.55	2.26*	30.20%
4	TRATAMIENTO	690.80	2.26*	10.57%
5	TRATAMIENTO	394.22	2.26*	11.96%
6	TRATAMIENTO	976.70	2.26*	7.44%

* = Existen diferencias significativas (5%).

CUADRO 4 Resumen de análisis de contrastes ortogonales en las seis lecturas de porcentaje de infección de tizón tardío en el follaje de tomate, obtenidos en Tactic, Alta Verapaz.

No	CONTRASTE	LECTURA					
		1	2	3	4	5	6
1	A2 VRS A1 + ... + A8	--	*	*	*	*	*
2	A1 VRS A3 + ... + A8	--	NS	NS	NS	NS	NS
3	A3 + A4 VRS A5 + ... + A8	--	NS	NS	*	*	*
4	A3 VRS A4	--	NS	NS	NS	NS	NS
5	A5 VRS A6 + A7 + A8	--	NS	NS	*	*	*
6	A6 VRS A7 + A8	--	NS	NS	NS	NS	NS
7	A7 VRS A8	--	NS	NS	NS	NS	NS

* = Diferencias significativas (5%).

NS = No existen diferencias significativas.

El análisis permite observar en el contraste 1, en el que se compara el testigo absoluto (ninguna aplicación de fungicidas) con las demás secuencias con control químico, existen diferencias significativas en todas las lecturas realizadas, y además éste (testigo absoluto) presenta mayores porcentajes de infección en el follaje, esto significa que al manifestarse la enfermedad en la plantación de tomate si no se aplican fungicidas ésta se desarrollará libremente. También se observa que no existen diferencias al comparar el testigo relativo (manejo del agricultor) con las demás secuencias, lo que reincidente en que si hay presencia de la enfermedad, y se efectúa alguna aplicación aún en forma desordenada como lo hace el agricultor el porcentaje de infección se ve reducido, aunque éste es mayor en

el manejo del agricultor en todas las lecturas realizadas. Además se observa, que al comparar las secuencias A3 y A4 (solo preventivos) con las secuencias A5 al A8 (preventivos y curativos alternados), las diferencias se marcan a partir de la 4a. lectura (75 días después del trasplante) indicando que los fungicidas preventivos detienen la enfermedad unicamente en las primeras etapas pero una vez presente la enfermedad no son capaces de detener el avance de la infección de la misma, unicamente es reducido al proteger el tejido nuevo, por lo que es necesario combinarlos con el otro tipo, que son los fungicidas curativos. Esto también se manifiesta en el contraste 5 en el cual se compara la secuencia A5 (aplicación tardía de fungicida curativo, 70 días después del trasplante), con las secuencias A6, A7 y A8 (aplicación temprana de fungicidas curativos, 50 días después del trasplante), esto quiere decir que en éstos últimos hubo un mejor control de la infección de la enfermedad, pues en este grupo presenta porcentajes de infección mas bajos que la secuencia A5. En lo que se refiere a la comparación de los dos fungicidas preventivos (contraste 4) no se observan diferencias significativas en el porcentaje de infección, siendo el análisis de las otras variables lo que determine cual de los dos debe utilizarse. Esto también sucede en el contraste 6, en el que se compara la combinación de dos fungicidas curativos en una misma secuencia en forma alterna, con la aplicación de éstos en secuencias diferentes, y en el contraste 7 en el que se compara la aplicación de dos fungidas curativos en secuencias diferentes.

En general en el tratamiento A2 y en las secuencias A3 y A4 se observa un alto desarrollo de enfermedad conforme avanza el tiempo (ver Figura 5). Mientras que en las demás secuencias el desarrollo de la enfermedad se ve disminuido principalmente por acción de los fungicidas curativos (ver Figura 6).

7.2. Porcentaje de Incidencia

Esta variable fué medida en las mismas lecturas que el porcentaje de infección en el follaje (severidad), por lo que los datos inician en la 2a. lectura (45 días después del trasplante), para los tratamientos A2 y A3, y en la 3a. lectura para los demás tratamientos. En este caso también se realizó un análisis de varianza para cada lectura (Cuadro 5), encontrando en todas diferencias significativas entre los tratamientos, haciéndose necesaria una prueba de contrastes ortogonales (Cuadro 6).

Cuadro 5 Resumen de los análisis de varianza en las seis lecturas del porcentaje de incidencia del tizón tardío en el cultivo del tomate, obtenidos en Tactic, A.V..

LECTURA No.	F.V.	F.C	F.T 0.05	C.V
1	-----	-----	-----	-----
2	TRATAMIENTO	38.17	2.76*	70.17%
3	TRATAMIENTO	62.50	2.76*	21.82%
4	TRATAMIENTO	77.87	2.76*	14.00%
5	TRATAMIENTO	29.25	2.76*	24.92%
6	TRATAMIENTO	167.21	2.76*	13.70%

* = Existen diferencias significativas (5%).

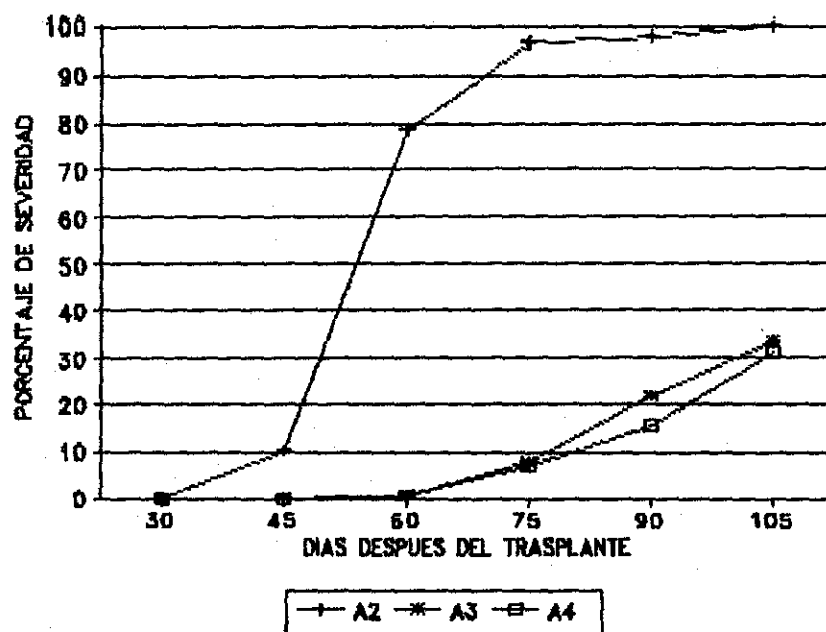


Figura 5. Porcentaje de infección en el follaje de tomate, producido por tizón tardío, de acuerdo al tiempo transcurrido.

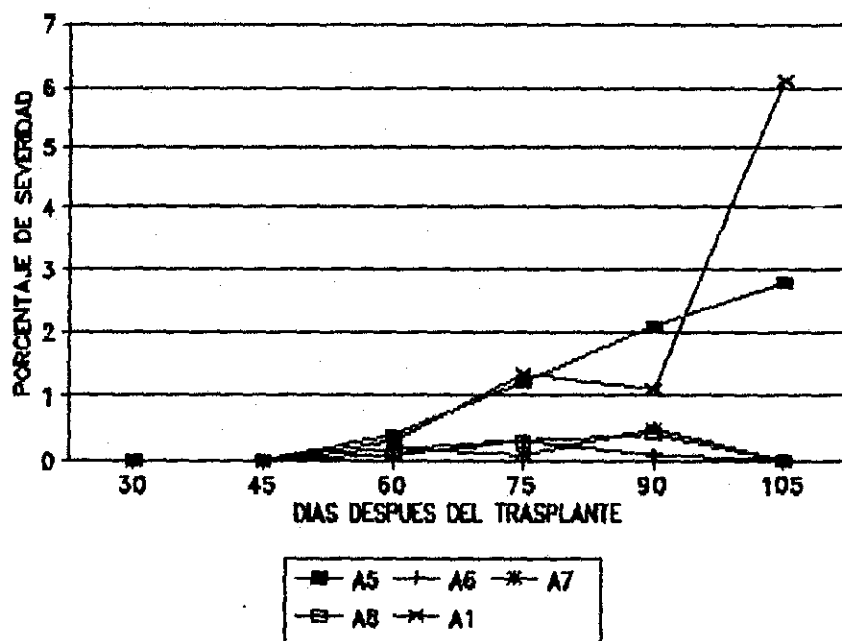


Figura 6. Porcentaje de infección en el follaje de tomate, producido por el tizón tardío, de acuerdo al tiempo transcurrido.

Cuadro 6 Resumen del análisis de contrastes ortogonales en las seis lecturas de porcentaje de incidencia de tizón tardío, en el cultivo del tomate, obtenidos en Tactic, A.V..

No	CONTRASTE	LECTURA					
		1	2	3	4	5	6
1	A2 VRS A1 + ... + A8	--	*	*	*	*	*
2	A1 VRS A3 + ... + A8	--	NS	NS	NS	NS	NS
3	A3 + A4 VRS A5 + ... + A8	--	*	*	*	*	*
4	A3 VRS A4	--	NS	NS	NS	NS	NS
5	A5 VRS A6 + A7 + A8	--	NS	*	*	*	*
6	A6 VRS A7 + A8	--	NS	NS	NS	NS	NS
7	A7 VRS A8	--	NS	NS	*	NS	NS

* = Existen diferencias significativas (5%).

NS = No existen diferencias significativas.

Este cuadro presenta resultados similares a los obtenidos en el porcentaje de infección en el follaje. Las diferencias significativas en todas las lecturas, en el contraste 1 indican que el porcentaje de incidencia es mayor en el tratamiento sin aplicación de fungicidas, demostrando así la alta capacidad de diseminación del hongo si no existe un control químico. También se observa que al comparar la aplicación de fungicidas preventivos con la aplicación de fungicidas curativos las diferencias se observan en todas las lecturas, esto quiere decir que la enfermedad no fué controlada únicamente con la aplicación de fungicidas preventivos, ya que el número de plantas infectadas se incrementa conforme transcurre el tiempo. Esto también lo determina la época en la que se inicien las aplicaciones de los fungicidas curativos, como lo demuestran las diferencias existente en el contraste 5, al comparar la tardía aplicación (secuencia A5) con una temprana aplicación (secuencias A6, A7 y

A8), ya que se observa mayor porcentaje de incidencia la primera de las secuencias mencionadas.

En general el número de plantas enfermas (incidencia) tuvo grandes incrementos en relación al avance del tiempo, en el testigo absoluto, y en menor escala en las secuencias A3 y A4 (Figura 7). En las demás secuencias se presentó poca variación en el porcentaje de incidencia (Figura 8).

7.3 Porcentaje de Fruto Sano

El testigo absoluto (A2) fué el único tratamiento que no llegó a fructificar, el cual fué prácticamente destruido por la enfermedad entre los 45 y 60 días después del trasplante. A continuación se presenta el análisis de varianza de los porcentajes de fruto sano obtenidos (Cuadro 7) y los resultados de la prueba de contrastes ortogonales (Cuadro 8), ya que se manifestaron diferencias significativas entre los tratamientos.

Cuadro 7 Análisis de varianza de los porcentajes de fruto sano obtenido en los tratamientos para el control del tizón tardío en el cultivo del tomate, en Tactic, A.V.

F.V	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F.T.	0.05
BLOQUE	02	7.14116	3.57058	3.09	3.74	
TRATAMIENTO	07	16357.75610	2236.82230	2019.42	2.76*	
ERROR	14	16.20044	1.15717			
TOTAL	23	16381.09770				

C.V. = 1.63		* = Existen diferencias significativas (5%)				

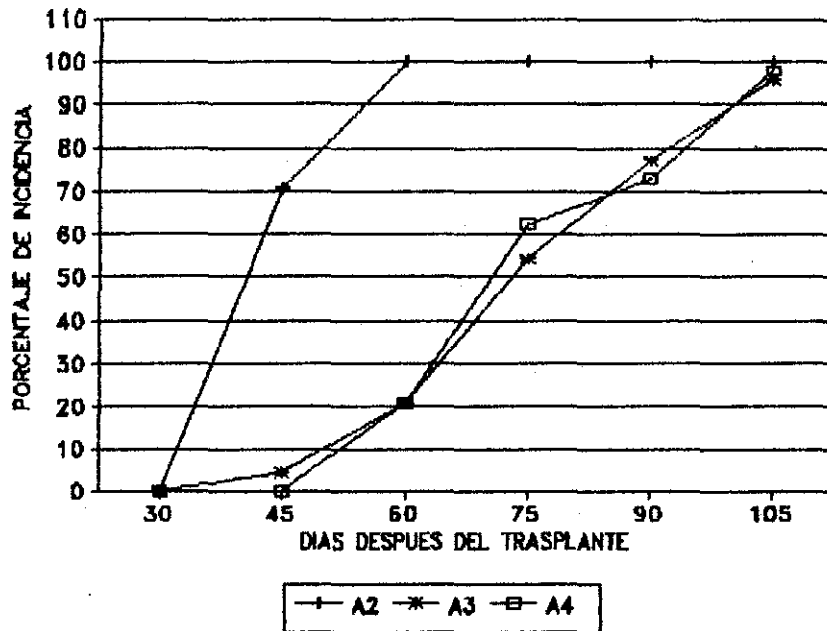


Figura 7. Porcentaje de incidencia producido por el tizón tardío en el cultivo de tomate, de acuerdo al tiempo transcurrido.

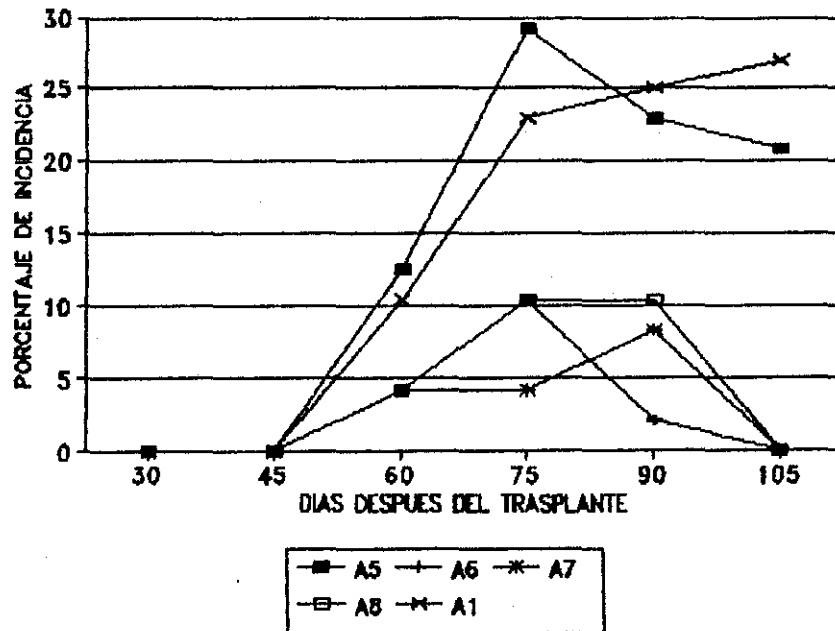


Figura 8. Porcentaje de incidencia producido por el tizón tardío en el cultivo de tomate, de acuerdo al tiempo transcurrido.

Cuadro 8 Análisis de Contrastes Ortogonales de los porcentajes de fruto sano, obtenidos en los tratamientos para el control del tizón tardío en el cultivo del tomate, en Tactic, A.V..

No	CONTRASTE	SUMA DE CUADR.	F.C.	F.T.	0.05
1	A2 VRS A1 +...+ A8	14951.64471	12920.82	4.60	*
2	A1 VRS A5 +...+ A8	51.09887	44.16	4.60	*
3	A3 + A4 VRS A5 +...+ A8	1297.32034	1121.11	4.60	*
4	A3 VRS A4	9.35002	8.08	4.60	*
5	A5 VRS A6 + A7 + A8	38.54340	33.31	4.60	*
6	A6 VRS A7 + A8	9.79769	8.47	4.60	*
7	A7 VRS A8	0.00107	0.00	4.60	NS

* = Existen diferencias significativa (5%).

NS = Estadísticamente no existen diferencias.

En este cuadro se puede observar que existen diferencias significativas en la mayoría de comparaciones realizadas. Así, al comparar el testigo absoluto (ninguna aplicación) con las secuencias con programas de control, las diferencias se manifiestan debido a que este tratamiento no llegó a fructificar, a causa de la severidad e incidencia con la que se desarrolló la enfermedad a no existir ningún tipo de control en este tratamiento (testigo absoluto).

En el contraste 2 observamos que existen diferencias al comparar el testigo relativo (manejo del agricultor) con las secuencias con programas definidos de aplicación, además el porcentaje de fruto sano en este testigo es menor, lo que significa que el agricultor realiza combinaciones de fungicidas curativos y preventivos, pero como no lo hace de una forma

ordenada no obtiene un control efectivo de la enfermedad. También se observa, en el contraste 3, que el mayor porcentaje de fruto sano se da en las secuencias en las que se aplicaron combinaciones de fungicidas curativos con preventivos, demostrando que los fungicidas preventivos necesitan combinarse con los curativos para obtener un mejor control de la enfermedad. En el contraste 4, al comparar los dos fungicidas preventivos, observamos que el mancozeb (secuencia A4) presenta mejor porcentaje de fruto sano.

La diferencias que se observan en el contraste 5, indican que se obtienen mayores porcentajes de fruto sano cuando las aplicaciones de fungicidas curativos se inician a partir de los 50 días después del trasplante (secuencias A6, A7 y A8). Por último, en el contraste 6, se observa que las secuencias en las que se aplicó un fungicida curativo combinado con un fungicida preventivo presentan mayores porcentajes de fruto sano que la secuencia en la que se combinaron dos fungicidas curativos con un preventivo (A6).

7.4. Rendimiento

Los rendimientos se expresan en kg/ha para cada secuencia. Los resultados del análisis de varianza y de la prueba de contrastes ortogonales, se presentan en el cuadros 9 y en el cuadro 10, respectivamente, pues se determinó que existen diferencias significativas entre los tratamientos.

Cuadro 9 Análisis de varianza de los rendimientos obtenidos en los tratamientos para el control del tizón tardío en el cultivo del tomate, en Tactic, A.V.

F.V	G.L.	S.C.	C.M.	F.C	F.T. 0.05
BLOQUES	02	15417340.0	77008672.0	1.2	3.74
TRATAMIENTO	07	6129591000.0	875655800.0	141.3	2.76 *
ERROR	14	86745090.0	6196078.0		
TOTAL	23	6231753000.0			

* = Existen diferencias significativas (5%)
C.V. = 6.30 %

Cuadro 10 Análisis de Contrastes Ortogonales de los rendimientos obtenidos en los tratamientos para el control del tizón tardío, en el cultivo del tomate, en Tactic, A.V..

No.	CONTRASTE	SUMA DE CUADR.	F.C.	F.T. 0.05
1	A2 VRS A1 +...+ AB	535601298	864.46	4.60 *
2	A1 VRS A3 +...+ AB	46396049	7.49	4.60 *
3	A3 + A4 VRS A5 +...+ AB	478213069	77.18	4.60 *
4	A3 VRS A4	177075597	28.58	4.60 *
5	A5 VRS A6 + A7 + AB	25528935	4.12	4.60 NS
6	A6 VRS A7 + AB	41487548	6.70	4.60 *
7	A7 VRS AB	4879099	0.79	4.60 NS

* = Existen diferencias significativas (5%).
NS = Estadísticamente no existen diferencias.

El análisis de contrastes ortogonales permite observar que el rendimiento se ve afectado, en este caso reducido totalmente, cuando no se hacen aplicaciones de fungicidas para controlar el tizón tardío (contraste 1). Además se observan diferencias significativas al comparar el manejo del agricultor (A1) con las demás secuencias (A3 al A8), indicando que el rendimiento obtenido por el agricultor, con su forma desordenada de aplicar los fungicidas, es menor al obtenido cuando se utiliza una secuencia o programa adecuado. Estas diferencias también se presentan al comparar las secuencias con aplicación solo de fungicidas preventivos, con las secuencias en las que se aplican fungicidas curativos, esto quiere decir que el rendimiento puede variar según el modo de acción del fungicida que se aplique para el control del tizón tardío, en este caso es menor el rendimiento en las secuencias que se utilizaron fungicidas preventivos. En el contraste 4, en el que se comparan los dos fungicidas preventivos entre sí, también se observan diferencias significativas, lo que quiere decir que uno de los dos fungicidas presenta una mejor protección para el cultivo, aún teniendo el mismo modo de acción, y para este caso es el mancozeb (Secuencia A4). Esto no sucede cuando se comparan los dos fungicidas curativos entre sí, contraste 7, pues aquí no existen diferencias significativas, lo que implica que se puede usar cualquiera de los dos, sin que ello afecte el rendimiento de tomate.

Otro caso en el que no se dan diferencias significativas, es cuando se compara, la secuencia en la que se aplica el fungicida

curativo hasta los 65 días después del trasplante, con las secuencias en las que las aplicaciones de este tipo de fungicida se inician desde los 45 días después del trasplante, de aquí se puede concluir lo importante de combinar los fungicidas preventivos con los curativos aún en la última etapa de desarrollo del cultivo. Por último, en el análisis de contrastes presenta diferencias significativas el contraste 6, en el que se compara la secuencia en la que se combinan los dos fungicidas curativos, con secuencias en las que se aplican únicamente uno de ellos en forma separada, obteniéndose un mayor rendimiento en las secuencias en las que se aplican un fungicida curativo (A7 y A8).

7.5 Análisis Económico

Para realizar el análisis económico (Cuadro 11), se determinó el costo total por hectárea, considerando como costos variables por cada variables por cada secuencia: mano de obra para el control plagas y enfermedades; mano de obra para el corte, clasificación y empaque, de acuerdo a la cantidad producida y costo de insecticidas fungicidas y adherente (ver Apendice 6). Además se determinó la Tasa Marginal de Retorno Capital (TMRC), partiendo de un análisis de dominancia de los costos variables y los beneficios netos, tomando en cuenta las condiciones no dominadas (Cuadro 12).

Cuadro 11 Análisis económico para los diferentes tratamientos utilizados en el control del tizón tardío en el tomate.

TRAT.	COSTO TOTAL (Q/Ha)	INGRESO B. (Q/Ha)	INGRESO NETO (Q/Ha)	RENDIMIENTO (kg/ha)	RENT.
A1	12,296.90	42,941.55	30,644.65	41,529.75	249.20
A2	4,067.33	0.00	-4,067.33	0.00	-100.00
A3	10,454.44	34,179.34	24,004.64	33,055.53	235.9
A4	9,728.19	36,107.75	26,379.56	34,920.64	271.2
A5	11,632.19	53,713.95	42,081.76	51,948.43	361.8
A6	11,695.19	47,091.65	35,396.46	45,543.67	302.65
A7	12,131.99	52,734.00	40,602.01	50,999.97	334.7
A8	11,796.46	50,868.1	39,071.64	49,196.43	331.12

Cuadro 12 Análisis de dominancia para los tratamientos utilizados en el control del tizón tardío en el cultivo del tomate, en Tactic, A.V.

TRATAMIENTO	BENEFICIO NETO	COSTO VARIABLE	T.M.R.C.
A5	47,863.53	5,850.42 *	984.85%
A7	46,455.18	6,278.82	-----
A8	44,876.88	5,991.22	-----
A6	41,187.53	5,904.12	-----
A1	36,465.07	6,476.48	-----
A4	31,889.33	4,218.42 *	898.00%
A3	29,578.20	4,601.14	-----
A2	-602.21	602.21	-----

* = Condición no dominada.

Como se puede observar, la secuencia A5, en la que se aplicó

Propineb y Mancozeb (fungicidas preventivos) en forma alterna cada 5 días hasta los 65 días después del trasplante, luego se aplicó Metalaxil (fungicida curativo) y Mancozeb también en forma alterna cada 5 días de los 65 a los 90 días después del trasplante, fué la secuencia que presentó los más altos beneficios económicos con una rentabilidad de 361.8% y la más alta tasa marginal de retorno capital igual a 984.85%. Esto se debe a que en esta secuencia se aplicó el fungicida curativo hasta los 65 días después del trasplante, siendo para este caso el Metalaxil, reduciendo en esta forma el número de aplicaciones y como consecuencia reduciendo los costos, pues el valor de este fungicida es encuentra generalmente casi tres veces mayor que el valor de los fungicidas preventivos.

Siguiendo a la secuencia A5, con la mejor segunda tasa marginal de retorno capital, está la secuencia A4 en la que solo se utilizó Mancozeb (preventivo), aunque este tiene una rentabilidad de 271% que es menor que la de las secuencias A6, A7 y A8. Lo que sucede en éste, es que al utilizar solo Mancozeb, cuyo precio es menor que el del Propineb, los costos se reducen considerablemente, y aunque el rendimiento también sea menor que el de las secuencias anteriores, se obtiene un mejor beneficio económico.

Esto no quiere decir que las otras secuencias (A6, A7 y A8) no sean una buena alternativa, pues al contrario éstos aseguran un buen control de la enfermedad porque las aplicaciones de fungicidas curativos se inician a los 40 días después del

trasplante, que es lo que aumenta sus costos de producción pero pronosticando una buena cosecha, mientras que en la secuencia A4, al aplicar solo un fungicida preventivo en determinado caso que se presente un ataque severo y se den las condiciones óptimas para el desarrollo de la enfermedad, la plantación no resista el ataque.

El Manejo del agricultor (A1) presenta una rentabilidad de 249.20%, que es baja comparada con la de las secuencias con las que tuvo, en general, un similar comportamiento en las variables respuesta (severidad e incidencia), esto se debe a que el agricultor aplica los diferentes tipos de fungicidas en forma desordenada, lo que hace que técnicamente haga un mal uso de éstos, en este caso él hace un número de aplicaciones de Metalaxil, mayor que el número recomendado por la casa formuladora, por lo que el producto corre el riesgo de perder su efectividad en el control de la enfermedad, lo que al ocurrir obliga al agricultor a utilizar otro producto, posiblemente más caro, y nuevamente suceda lo mismo, obteniendo con ello aumentar cada vez más los costos de producción del cultivo.

La secuencia que presentó menor rentabilidad, fué el A3 en el solo se utilizó Propineb durante el ciclo del cultivo, siendo esta de 235.9%. Esta rentabilidad es alta comparada con la que reporta el Banco de Guatemala (10) que es de 58.55%, pero como se dijo anteriormente al solo utilizar fungicidas preventivos se corre el riesgo de que en determinado momento la plantación no resista un ataque severo de la enfermedad.

En lo referente al Testigo Absoluto se puede observar que presentó una rentabilidad negativa del 100%, lo que quiere decir que al no controlar la enfermedad, ésta destruirá completamente la plantación obteniéndose únicamente pérdidas, las que aumentan mientras más tarde se presenta la enfermedad.

7.6 Relación del Clima con el Porcentaje de Infección en el Follaje (severidad) y con el porcentaje de incidencia.

Para determinar la relación de la precipitación, temperatura y humedad relativa, con la severidad e incidencia del tizón tardío en el cultivo del tomate se realizó un análisis de correlación lineal simple, utilizando una matriz, con los datos de las variables mencionadas ver cuadro 13.

Cuadro 13 Análisis de correlación, de las condiciones de precipitación, temperatura y humedad relativa, con el porcentaje de severidad y de incidencia, obtenidos en los tratamientos para el control de el cultivo del tomate.

CORR	SEV-PP	SEV-TEMP	SEV-Hr	INC-PP	INC-TEMP	INC-Hr	SEV-INC
A1	0.89	-0.26	0.80	0.89	-0.04	0.65	0.70
A2	0.82	-0.23	0.40	0.80	-0.61	0.03	0.86
A3	0.95	-0.06	0.80	0.96	-0.07	0.80	0.94
A4	0.95	-0.12	0.83	0.94	-0.06	0.80	0.91
A5	0.96	-0.06	0.80	0.80	-0.001	0.50	0.80
A6	0.01	0.05	-0.21	0.007	-0.04	0.07	0.96
A7	0.24	0.12	-0.07	0.21	-0.16	0.09	0.95
A8	0.24	0.32	0.10	0.19	0.26	0.04	0.97

NOTA: Los coeficientes mayores de 0.8 y -0.8 indican que existe alta correlación entre dos variables.

Como se puede observar, en las secuencias en donde la enfermedad se logró desarrollar en mayor o menor grado (A1, A2, A3, A4 y A5) presenta un comportamiento similar, encontrando una alta correlación directa, entre la severidad y la precipitación, lo que quiere decir que al aumentar la precipitación aumenta la severidad de la enfermedad, lo mismo ocurre en el porcentaje de incidencia. En lo referente a la temperatura la correlación existente es muy baja, esto debido a la poca variación de la temperatura, pero se observan coeficientes negativos indicando que se da una correlación inversa, o sea que al disminuir la temperatura aumenta la severidad y el porcentaje de incidencia.

En cuanto a la relación de la severidad y la incidencia con la humedad relativa, se observa que en general si existe una correlación directa, lo que significa que al aumentar la humedad relativa aumenta la severidad y por consiguiente la incidencia de la enfermedad.

En las demás secuencias (A6, A7 y A8), las correlaciones entre las variables y los factores del clima no se definen claramente, esto debido a la escasa presencia de la enfermedad en dichas secuencias.

Algo notable es la alta correlación existente entre la severidad (porcentaje de infección en el follaje) y la incidencia (porcentaje de plantas enfermas), pues hay coeficientes de correlación cercanos a uno, esto quiere decir que conforme aumenta el porcentaje de severidad aumenta el porcentaje de

incidencia, que es lo que sucede con esta enfermedad que tiene alto poder de diseminación.

7.7 Relación entre el porcentaje de infección en el follaje (severidad) y el porcentaje de incidencia, con el rendimiento y el porcentaje de fruto sano.

Cuadro 14 Análisis de correlación de el porcentaje de severidad y de incidencia, con el porcentaje de fruto sano y rendimiento, en los tratamientos para el control del tizón tardío en el cultivo del tomate, en Tactic, A.V.

CORRELACION	FRUTO SANO (%)	RENDIMIENTO (Kg/Ha)
SEVERIDAD	-0.998	-0.970
INCIDENCIA	-0.910	-0.896

NOTA: Los coeficientes mayores de 0.8 y -0.8 indican que existe una alta correlación entre dos variables.

Se puede observar que existe una alta correlación inversa entre el porcentaje de infección y el porcentaje de incidencia, con el porcentaje de fruto sano y el rendimiento, indicando que al aumentar la severidad y la incidencia de la enfermedad disminuye el porcentaje de fruto sano y como consecuencia el rendimiento.

8. CONCLUSIONES

1. Las secuencias de aplicación de fungicidas presentaron diferentes resultados en el control de la enfermedad tizón tardío en el cultivo de tomate.
2. El mejor control de la enfermedad lo manifiestan las secuencias A5, A6, A7 y A8, en las que se combinó la aplicación de fungicidas preventivos (Propineb y Mancozeb), con fungicidas curativos (Metalaxil y Oxadixyl), en forma alterna en todos los casos.
3. De acuerdo al análisis de contrastes ortogonales (comparación entre las ocho secuencias), la aplicación de fungicidas en comparación con el testigo absoluto, sin ninguna aplicación, resultó mejor en el control de la enfermedad. Así mismo se determinó que en este control es muy importante tomar en cuenta las características de los fungicidas que se utilicen, así como, la tecnología aplicada en el manejo de éstos, considerando la forma y el momento oportuno de su aplicación.
4. El mayor rendimiento se obtuvo en la secuencia A5, en la que se aplicó de 0 a 65 días después del trasplante Propineb y Mancozeb en forma alterna cada 5 días, y de 65 a 90 días después del trasplante Metalaxil y Mancozeb, también en forma alterna cada 5 días, además este tratamiento tuvo los más altos beneficios económicos con una rentabilidad de 361.8% y una tasa marginal de retorno capital de 984.85%.

5. En las secuencias en las que el porcentaje de infección en el follaje y de incidencia alcanzaron valores considerables, A1, A2, A3, A4 y A5, se observa una alta correlación directa ($r \geq 0.8$) al relacionarlas con la precipitación y humedad relativa. Con la temperatura únicamente se manifiesta una baja correlación inversa ($r \leq -0.8$).
6. Se determinó que existe una correlación directa ($r \geq 0.8$) entre el porcentaje de infección en el follaje y el porcentaje de incidencia, mientras que al relacionar las variables anteriores con el porcentaje de fruto sano y el rendimiento, existe una alta correlación inversa ($r \leq -0.8$).

9. RECOMENDACIONES

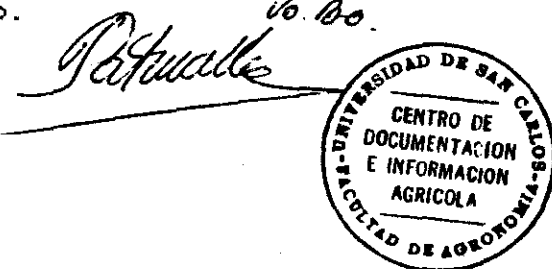
1. Para obtener un control efectivo del tizón tardío en el cultivo del tomate y al mismo tiempo obtener los máximos beneficios económicos, utilizar una secuencia en la que se alterne dos fungicidas preventivos hasta los 65 días después del trasplante, y luego alternar un fungicida curativo con alguno de los fungicidas preventivos, esto si la enfermedad no ha alcanzado grandes magnitudes de desarrollo, antes de este período. En caso contrario utilizar una secuencia en la que se inicien las aplicaciones antes, teniendo en cuenta no realizar más de 5 aplicaciones del fungicida curativo durante el ciclo del cultivo.
2. Tomar en cuenta las condiciones climáticas de precipitación y humedad relativa, en el tipo de fungicida a utilizar, recomendando que cuando la precipitación sea abundante (llovizna intermitente) y exista alta humedad relativa (mayor del 80%) aplicar fungicidas preventivos cada 5 días, complementado con aplicaciones intermedias de fungicidas curativos. Cuando la época sea seca (00 milímetros de lluvia) aplicar fungicidas preventivos hasta cuando exista precipitación.
3. Para ayudar a que el efecto de los fungicidas sea mas efectivo, realizar practicas culturales, tales como destruir hojas, tallos, frutos y aún plantas completas que presenten la enfermedad; así como un manejo adecuado al cultivo.

10. BIBLIOGRAFIA

1. AGRIOS, G.N. 1,988. Fitopatología. Versión al español por Manuel Guzmán. México D.F., Limusa. 756 P.
2. BAYER DE GUATEMALA. DIVISION AGROQUIMICOS. SECCION TECNICA 1989. Antracol 70 WP (fungicida). Guatemala. 10 p.
3. ----- 1989. Fruvit 66 WP (fungicida). Guatemala. 4 p.
4. CALI, E.N. 1986. Evaluación del control químico del tizón tardío (Phytophthora infestans De Bary) en papa (Solanum tuberosum) en dos localidades del departamento de Chimaltenango. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 68 p.
5. CARDONA, E.A. 1,991. Evaluación de cuatro programas químicos de aspersión en el control de la mancha foliar (Septoria leucanthemi Sacc et Speg) en el cultivo del crisantemo (Chrysanthemum morifolium Ramat). Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 66 p.
6. CIBA GEIGY. 1989. Información técnica, ridomil MZ 72 WP. Basilea, Suiza. 17 p.
7. CRUZ, J.R. DE LA. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconomiento. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.
8. EDMOND, J.B. et al 1985. Principios de horticultura. Trad. por Federico Garza. México D.F., Continental 575 p.
9. ENRIQUEZ, V.M. 1989. Diagnóstico y perspectivas de la producción y consumo de tomate (Lycopersicum esculentum y okra (Hibiscus esculentus L.) en Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 40 p.
10. GUATEMALA. BANCO DE GUATEMALA. DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS E INDUSTRIALES. 1993. Costos estimados de producción de los principales productos agrícolas agrícolas, temporada 1990-1991. Guatemala. 93 p.
11. ----- INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL. 1,975. Mapa climatológico preliminar de la República de Guatemala. según el sistema Thorntwaite. Guatemala. Esc. 1:50,000. Color.
12. ----- UNIDAD SECTORIAL DE PLANIFICACION AGROPECUARIA Y DE ALIMENTACION. 1993. Recopilación de estadísticas

agropecuarias 1980-1991. Guatemala. p 25.

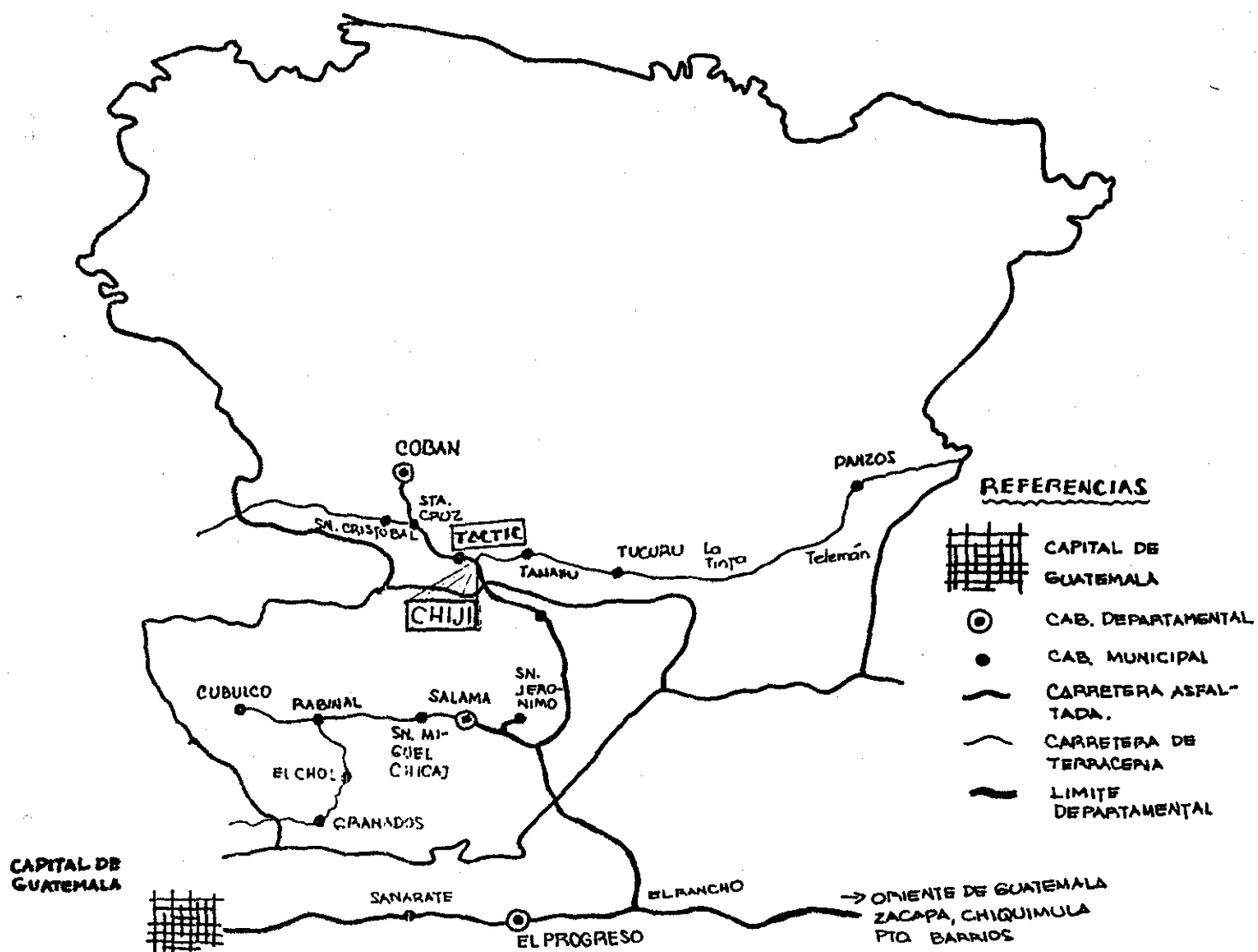
13. GUDIÉL, V.M. 1987. Manual agrícola superb. 6a. ed. Guatemala. Productos Superb. 393 p.
14. HOOKER, W.J. 1980. Compendio de las enfermedades de la papa. Traducido al español por Teresa Ames de Icochea. Lima, Perú, Centro Internacional de la Papa. 166 p.
15. LITTLE, T.; HILLS, F.J. 1976. Métodos estadísticos para la investigación en la agricultura. Trad. por Anatolio de Paula. México D.F., Trillas. 270 p.
16. MESSIAEN, C.M. 1979. Las hortalizas. Trad. al castellano por Juan y María Ferreny. México D.F., Blume. Colección Agricultura Tropical. 455 p.
17. ESTADOS UNIDOS. NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. 1987. Desarrollo y control de enfermedades de las plantas. Trad. al español por Manuel Aragonés. México D.F., Limusa. 223 p.
18. ROHM AND HAAS COMPANY. s.f. La papa, control de sus enfermedades y plagas en América Latina. Florida, E.E.U.U. Latin American Region Agricultural Business Team. 40 p.
19. SARASOLA, A et al 1975. Fitopatología, curso moderno: Micosis. Buenos Aires, Argentina, Hemisferio sur. Tomo 2. 374 p.
20. SIMMONS, Ch.; TARANO, J.M.; PINTO, J.H. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Trad. Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, Ed. José de Pineda Ibarra. 1000 p.
21. TELLO, L.A. 1988. Evaluación de cinco fungicidas a tres frecuencias de aplicación para el control del tizón tardío (*Phytophthora infestans* De Bary) en tomate en el caserío Chemiché, Pueblo Viejo, San Sebastian H., Huehuetenango. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 86 p.
22. WALKER, J.C. 1975. Patología Vegetal. Barcelona, España, Omega. 252 p.



11. APENDICE

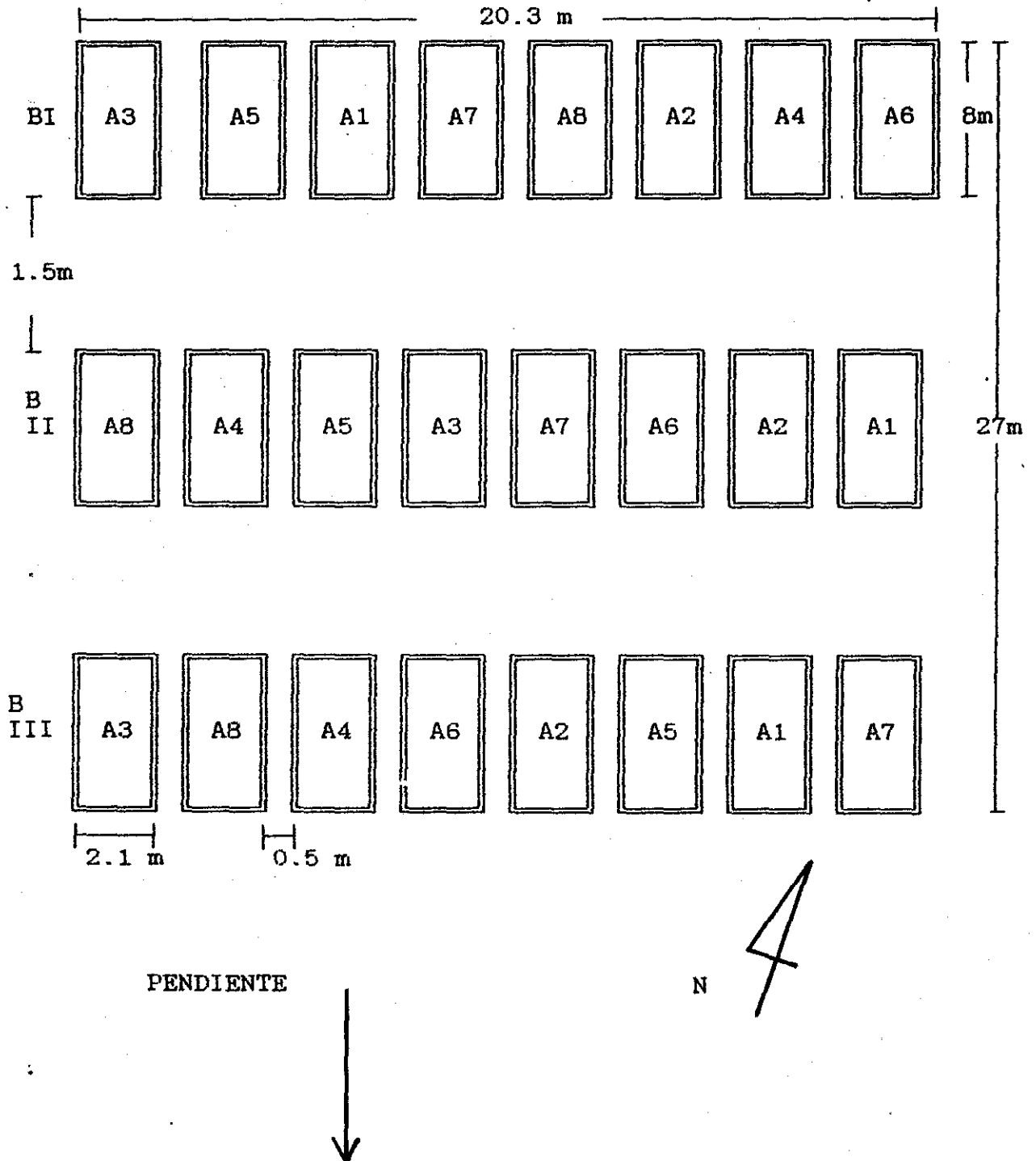
APENDICE 1

Figura 9 Ubicación de Alta y Baja Verapaz.



APENDICE 2

Figura 10 Plano general del experimento y asignación aleatoria de los tratamientos.



APENDICE 3

Figura 15A Ubicación de los fungicidas en cada secuencia y número de aplicaciones por etapa de desarrollo del cultivo en el experimento.

CODIGO	PRIMERA ETAPA	SEGUNDA ETAPA	TERCERA ETAPA
A1	-----	-----	-----
A2	-----	-----	-----
A3	A A A A A A A A	A A A A A	A A A A A
A4	B B B B B B B B	B B B B B	B B B B B
A5	A B A B A B A B	A B A B A	D B D B D
A6	B A B A B A B A	A C A D A	C A D A C
A7	A B A B A B A B	A D A D A	D A D A D
A8	B A B A B A B A	B C B C B	C B C B C

EN DONDE: Primera Etapa: 0 - 40 días después del trasplante.

Segunda Etapa: 40 - 65 días después del trasplante.

Tercera Etapa: 65 - 90 días después del trasplante.

A = Propineb (Antracol 70 WP)

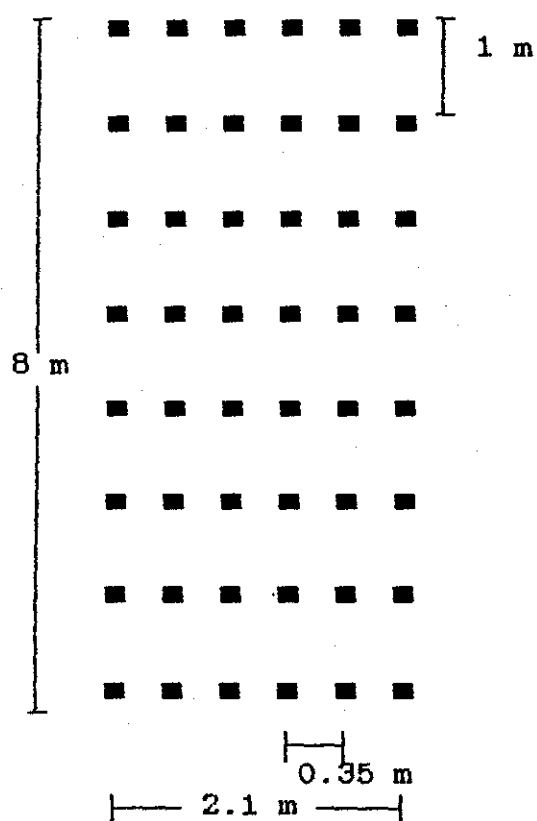
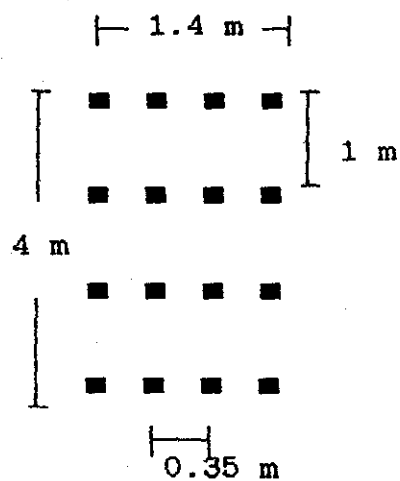
B = Mancozeb (Dithane M-45)

C = Oxadyxil-propineb (Fruvit 66 WP)

D = Metalaxil-mancozeb (Ridomil MZ-72)

APENDICE 4

Figura 11 Parcela bruta y parcela neta utilizada

PARCELA BRUTA = 16.8 metros cuadradosPARCELA NETA = 5.6 metros cuadrados

APENDICE 5 DATOS DE CAMPO DE LAS VARIABLES RESPUESTA MEDIDAS EN LA INVESTIGACION

Cuadro 16A Datos de campo de porcentaje de infección de tizón tardío en el follaje de tomate para la segunda lectura, 45 días después del trasplante*.

BLOQUE	TRATAMIENTOS							
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8
I	0	19.09	0	0	0	0	0	0
II	0	21.81	3.29	0	0	0	0	0
III	0	14.42	0	0	0	0	0	0

* Datos transformados

Cuadro 17A Datos de campo de porcentaje de infección de tizón tardío en el follaje de tomate para la tercera lectura, 60 días después del trasplante*.

BLOQUE	TRATAMIENTOS							
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8
I	2.36	71.56	4.69	5.74	4.05	0	2.36	3.29
II	3.29	63.44	4.05	3.29	4.05	2.36	2.36	0
III	3.29	54.21	4.05	3.29	2.36	2.36	0	0

* Datos transformados

Cuadro 18A Datos de campo de porcentaje de infección de tizón tardío en el follaje de tomate para la cuarta lectura, 75 días después del trasplante*.

BLOQUE	TRATAMIENTOS							
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8
I	6.55	80.90	13.81	15.12	5.13	2.36	0	3.29
II	7.71	78.17	19.64	18.91	7.71	3.29	3.29	2.36
III	4.69	78.17	14.54	11.83	5.13	3.29	0	3.29

* Datos transformados

Cuadro 19A Datos de campo de porcentaje de infección de tizón tardío en el follaje de tomate para la quinta lectura, 90 días después del trasplante*.

BLOQUE	TRATAMIENTOS							
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8
I	8.13	82.31	25.33	22.79	4.69	0	2.36	4.05
II	8.53	80.37	28.86	25.99	10.47	0	6.55	4.69
III	6.29	80.90	29.47	29.47	8.53	2.36	0	0

* Datos transformados

Cuadro 20A Datos de campo de porcentaje de infección de tizón tardío en el follaje de tomate para la sexta lectura, 105 días después del trasplante*.

BLOQUE	TRATAMIENTOS							
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8
I	14.42	90.00	36.27	30.53	9.46	0	0	0
II	14.54	90.00	38.23	36.75	11.97	0	0	0
III	13.94	90.00	31.63	34.27	7.04	0	0	0

* Datos transformados

Cuadro 21A Datos de campo de porcentaje de incidencia de tizón tardío en el follaje de tomate para la segunda lectura, 45 días después del trasplante*.

BLOQUE	TRATAMIENTOS							
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8
I	0	60.0	0	0	0	0	0	0
II	0	69.3	20.7	0	0	0	0	0
III	0	45.0	0	0	0	0	0	0

* Datos transformados

Cuadro 22A Datos de campo de porcentaje de incidencia de tizón tardío en el follaje de tomate para la tercera lectura, 60 días después del trasplante*.

BLOQUE	TRATAMIENTOS							
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8
I	14.54	90.0	30.0	37.76	25.62	0	14.54	20.70
II	20.70	90.0	25.55	20.70	20.70	14.54	14.54	0
III	20.70	90.0	25.55	20.70	14.54	14.54	0	20.70

* Datos transformados

Cuadro 23A Datos de campo de porcentaje de incidencia de tizón tardío en el follaje de tomate para la cuarta lectura, 75 días después del trasplante*.

BLOQUE	TRATAMIENTOS							
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8
I	30.0	90.0	45.0	52.24	30.0	14.54	0	20.7
II	30.0	90.0	48.62	60.0	37.76	20.70	20.70	14.54
III	25.62	90.0	48.62	45.0	30.0	20.70	0	20.70

* Datos transformados

Cuadro 24A Datos de campo de porcentaje de incidencia de tizón tardío en el follaje de tomate para la quinta lectura, 90 días después del trasplante*.

BLOQUE	TRATAMIENTOS							
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8
I	30.0	90.0	45.0	52.24	30.0	0	14.54	20.70
II	31.14	90.0	69.30	64.38	30.0	0	25.62	25.62
III	25.62	90.0	52.24	52.18	30.0	14.54	0	0

* Datos transformados

Cuadro 25A Datos de campo de porcentaje de incidencia de tizón tardío en el follaje de tomate para la sexta lectura, 105 días después del trasplante*.

BLOQUE	TRATAMIENTOS							
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8
I	34.02	90.0	90.0	75.46	25.62	0	0	0
II	30.0	90.0	90.0	90.0	30.0	0	0	0
III	30.0	90.0	69.3	90.0	25.62	0	0	0

* Datos transformados

Cuadro 26A Datos de campo de porcentaje de fruto sano de tomate obtenidos al momento de la cosecha*.

BLOQUE	TRATAMIENTOS							
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8
I	71.47	0	62.65	66.11	78.46	81.67	85.20	83.98
II	70.45	0	61.96	64.97	76.69	81.47	83.45	83.45
III	73.03	0	63.95	64.97	81.87	81.87	82.96	84.26

* Datos transformados

Cuadro 27A Datos de campo de los rendimientos de tomate, kg/ha obtenidos al momento de la cosecha.

		BLOQUE		
		I	II	III
R E N D I M I E N T O	A1	44,505.95	38,958.30	41,125.00
	A2	0.0	0.0	0.0
	A3	34,363.10	33,958.30	30,845.20
	A4	46,803.50	41,934.50	43,017.90
	A5	56,279.80	50,863.10	48,702.40
	A6	43,559.50	48,428.60	44,642.9
	A7	50,458.30	53,434.50	49,107.10
	A8	46,398.80	51,273.80	49,916.70

Cuadro 28A Datos climáticos. Estación Cobán, elevación 1,323 msnm. Junio - Octubre 1994.

JUNIO		JULIO		AGOSTO		SEPTIEMBRE		OCTUBRE	
Hr	T°x	Hr	T°x	Hr	T°x	Hr	T°x	Hr	T°x
82	23.75	88	21.60	82	19.00	90	17.95	88	17.40
89	23.20	90	19.05	88	19.05	89	22.00	90	90.00
89	23.25	92	20.00	88	18.85	87	19.70	91	19.60
78	21.60	93	19.70	88	18.20	90	20.50	92	19.05
81	19.55	90	20.10	86	17.65	84	21.20	87	19.40
86	20.20	92	20.05	93	19.60	89	19.50	91	19.00
67	19.05	94	18.51	82	18.10	90	20.20	92	14.90
89	19.65	76	18.20	88	17.45	86	19.00	88	19.15
82	20.15	76	18.65	77	19.10	92	18.20	89	17.65
89	21.10	76	16.90	84	18.00	90	18.15	89	18.30
76	19.10	92	19.00	76	18.00	90	16.85	93	19.95
96	21.15	87	15.60	82	17.65	88	19.00	90	18.50
85	19.10	89	18.55	86	19.50	88	18.05	94	18.05
79	19.50	87	18.60	83	16.40	88	19.85	90	18.00
77	18.55	87	19.60	84	17.40	86	18.20	92	18.60
83	20.66	96	19.00	84	16.90	85	19.90	93	16.95
86	18.40	93	19.30	84	13.55	83	17.25	93	14.90
80	20.10	84	18.55	88	19.50	87	17.60	96	17.15
86	20.20	85	19.05	87	19.60	87	17.95	93	16.05
98	20.70	83	19.65	84	19.35	90	15.80	90	17.50
89	19.60	96	18.50	86	19.55	90	18.15	92	18.40
92	19.65	94	17.55	92	19.30	91	19.50	91	18.05
76	20.3	81	16.80	87	19.15	92	19.00	93	19.60
96	20.00	83	18.20	86	19.65	97	18.00	90	18.00
96	20.75	84	18.70	88	18.20	90	17.10	90	16.35
94	19.55	84	17.70	87	20.10	91	18.30	85	16.35
91	22.20	78	18.20	89	18.55	90	18.70	85	15.70
92	19.90	80	18.10	91	17.95	86	19.40	86	16.35
81	20.55	84	16.50	89	17.20	90	18.00	85	18.40
85	19.00	85	16.35	84	16.50	92	18.60	86	18.90
		85	15.85	87	17.05			85	16.40

Donde:

Hr = Porcentaje de humedad relativa.

T°x = Temperatura media en grados centígrados.

CUADRO 29A Datos de precipitación (mm), tomados en el lugar de experimento, elevación 1,540 msnm.

JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPT	OCT
---	0.50	0.35	4.90	8.80
---	11.20	0.00	0.80	11.20
---	3.10	17.00	0.00	4.20
---	23.70	0.30	0.50	2.80
---	13.20	0.00	7.20	19.60
---	6.40	4.90	12.70	4.10
---	9.20	15.80	0.40	5.20
---	4.30	3.30	18.70	1.20
---	3.20	0.60	3.20	2.30
---	4.00	8.40	5.40	1.30
---	0.00	1.50	0.40	14.10
---	15.40	4.80	15.80	15.40
---	0.00	0.80	5.90	13.50
---	0.00	1.30	5.60	0.40
---	1.10	0.00	3.20	6.80
---	17.00	0.00	1.10	18.30
---	5.00	0.00	0.00	11.50
6.00	2.20	4.60	0.00	7.60
4.20	8.20	4.90	0.00	12.60
9.10	1.10	0.00	1.20	1.80
9.00	36.20	0.20	8.10	2.20
1.10	15.80	1.40	18.60	24.40
3.20	2.10	13.50	23.80	20.60
2.70	0.00	9.40	17.40	0.00
2.30	2.20	0.60	2.60	0.00
15.00	1.70	4.40	17.60	0.00
2.90	0.00	0.40	13.10	0.00
0.40	0.00	0.30	22.60	0.00
0.00	0.00	0.40	3.80	0.00
0.30	0.00	2.20	0.70	0.00
	7.60	0.00		0.00

**APENDICE 6 COSTOS DE PRODUCCION POR HECTAREA DE LAS SECUENCIAS
EVALUADAS EN EL CONTROL DEL TIZON TARDIO EN TOMATE.**

Cuadro 30A Costo de producción del tratamiento con mayor
Beneficio económico: Secuencia A5.

	unidad medida	CANTIDAD	precio Unit.	TOTAL
I. COSTO DIRECTO.....			Q	9,970.46
1. Renta de la tierra				137.14
2. Mano de Obra				
2.1 Preparación de la Tierra	Jornal	23.00	8.00	184.00
2.2 Preparación del Semillero	Jornal	6.87	8.00	54.96
2.3 Transplante y 1a. Fert.	Jornal	15.00	8.00	120.00
2.4 Limpias y Aporques	Jornal	45.71	8.00	365.71
2.5 2a. y 3a. Fertilización	Jornal	22.86	8.00	182.88
2.6 Control de Plag. y Enf.	Jornal	55.85	8.00	446.80
2.7 Corte Clasif. y Empaque	Jornal	423.00	8.00	3,384.00
2.8 Entutorado	Jornal	45.00	8.00	360.00
2.9 Poner Rafia	Jornal	45.00	8.00	360.00
3. Insumos				
3.1 Semilla	Onza	8.50	14.00	119.00
3.2 Fertilizantes				
3.2.1 Gallinaza	qq	69.00	8.00	552.00
3.2.2 15-15-15	qq	5.00	64.23	321.15
3.2.3 Urea 46%	qq	5.00	55.88	279.40
3.2.4 Foliares	Litro	7.15	19.00	135.85
3.3 Insecticidas				
3.3.1 Tamaron 600 SL	Litro	4.29	47.74	204.80
3.3.2 Baytroid 025 EC	Litro	5.79	74.62	426.82
3.4 Fungicidas				
3.4.1 Antracol 70 WP	Kg	14.00	38.00	532.00
3.4.2 Dithane M-45	Kg	8.00	32.00	256.00
3.4.3 Ridomil MZ-72	Kg	6.00	100.00	600.00
3.5 Adherente B10	Litro	12.60	12.00	151.20
3.6 Rafia	Libras	314.00	1.40	439.60
3.7 Tutores	-----	7,143	0.05	357.15
II. COSTOS INDIRECTOS			Q	1,661.73
1. Administración (1% sobre costos directos)				99.70
2. Financieros (22% sobre costos directos. 6 meses)				1,462.33
3. Imprevistos (1% sobre costos directos)				99.70
III. COSTO TOTAL POR HECTAREA			Q	11,632.19
(para una producción de 2,285.70 cajas = 51,948.43 Kg)				
IV. COSTO UNITARIO POR CAJA			Q	5.00
V. INGRESO VENTA PRODUCCION (Q.23.50 c/caja)			Q	53,713.95
VI. INGRESO NETO			Q	43,081.76
VII. RENTABILIDAD (%)				361.80

Cuadro 31A Resumen de los costos de producción de las secuencias evaluadas en el control del tizón tardío en tomate.

SECUENCIA	COSTO TOTAL (Q/ha)	COSTO POR CAJA EN Q (50 lb)	RENDIM kg/ha	RENT. %
A1	10,540.21	6.72	41,529.75	249.20
A2	4,067.53	----	000000.00	-100.00
A3	10,174.70	6.99	33,055.33	235.90
A4	9,728.19	6.33	34,920.64	271.20
A6	11,695.19	5.83	45,543.67	302.65
A7	12,131.99	5.40	50,999.97	334.70
A8	11,796.46	5.44	49,196.43	331.12

100

100




LA TESIS TITULADA: "EFECTO DE LA APLICACION SECUENCIAL DE CUATRO FUNGICIDAS EN EL CONTROL DEL TIZON TARDIO (Phytophthora infestans De Bary), EN EL TOMATE (Lycopersicum esculentum L.) EN TACTIC, ALTA VERAPAZ".

DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE: JUAN CARLOS SALAZAR LOPEZ

CARNET No: 85-10384

HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES: Ing. Agr. Arturo López
 Ing. Agr. Fernando Rodríguez
 Ing. Agr. Gustavo Alvarez
 Ing. Agr. Roderico Estrada

Los Asesores y las Autoridades de la Facultad de Agronomía, hacen constar que ha cumplido con las normas universitarias y reglamentos de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.



 Ing. Agr. Silvel ELÍAS
 ASESOR


 Ing. Agr. Edil Rodríguez
 ASESOR


 Ing. Agr. Rolando Lara Alecio
 DIRECTOR DEL IIA.



I M P R I M A S E


 Ing. Agr. Maynor Estrada Rosales
 DECANO EN FUNCIONES



c.c. Control Académico APARTADO POSTAL 1545 • 01901 GUATEMALA, C.
 Archivo TELEFONO: 769794 • FAX (5022) 78
 /prr.

10/10

10/10