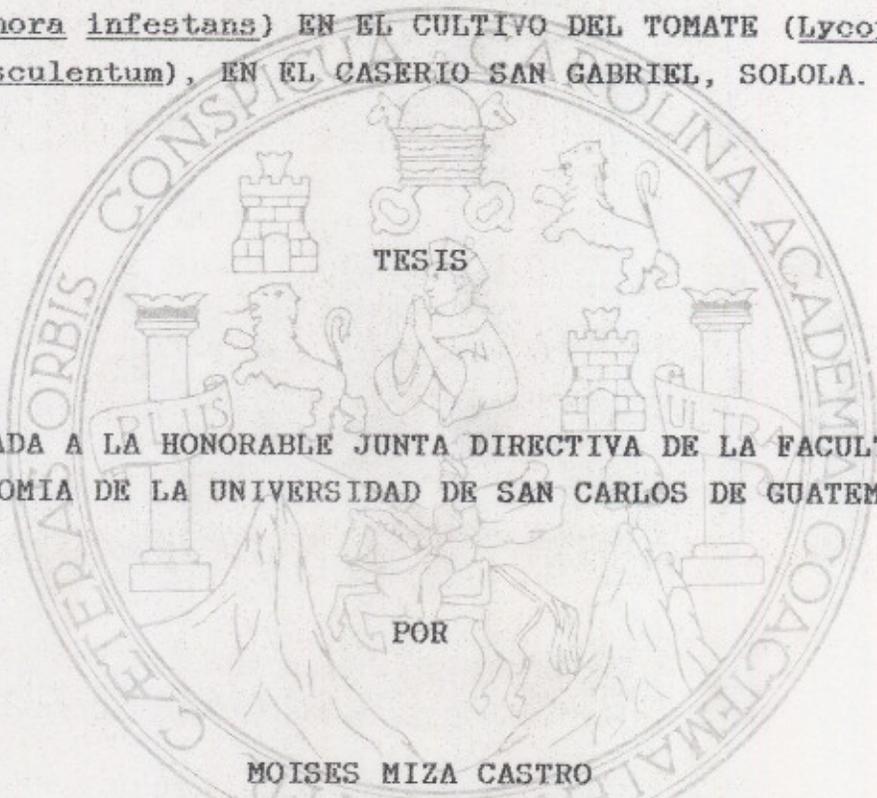


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMIA  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS

EVALUACION DE PRODUCTOS BOTANICOS PARA EL CONTROL DE TIZON TARDIO  
(Phytophthora infestans) EN EL CULTIVO DEL TOMATE (Lycopersicum  
esculentum), EN EL CASERIO SAN GABRIEL, SOLOLA.



TESIS

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

POR

MOISES MIZA CASTRO  
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

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

EVALUACION DE PRODUCTOS BOTANICOS PARA EL CONTROL DE TIZON TARDIO  
(*Phytophthora infestans*) EN EL CULTIVO DEL TOMATE (*Lycopersicon*  
*esculentum*), EN EL CASERIO SAN GABRIEL, SOLOLA.

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

JOSE MIXA CASTRO  
EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO  
INGENIERO AGRONOMO  
EN  
SISTEMAS DE PRODUCCION AGRICOLA  
EN EL GRADO ACADÉMICO DE  
LICENCIADO

Guatemala, Octubre de 1984.

DL  
01  
T(1498)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMIA

RECTOR

Dr. JAFETH ERNESTO CABRERA FRANCO

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO

Ing. Agr. EFRAIN 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 GUERRA GUTIERREZ

SECRETARIO

Ing. Agr. MARCO ROMILIO ESTRADA MUY



Guatemala, Octubre de 1994.

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

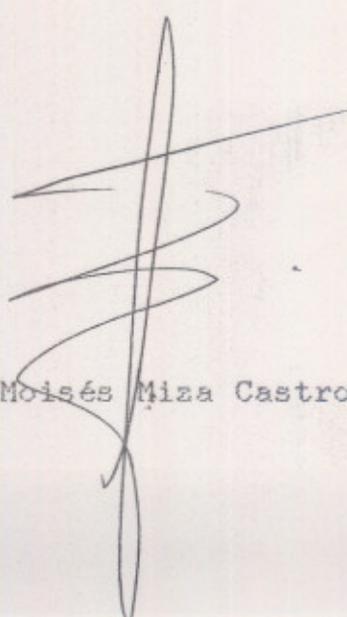
Señores Miembros:

De conformidad con las normas establecidas por la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración, el trabajo de tesis titulado:

**EVALUACION DE PRODUCTOS BOTANICOS PARA EL CONTROL DE TIZON TARDIO (Phytophthora infestans) EN EL CULTIVO DEL TOMATE (Lycopersicon esculentum), EN EL CASERIO SAN GABRIEL, SOLOLA.**

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

Atentamente,



Moisés Miza Castro



ACTO QUE DEDICO

A DIOS TODO PODEROSO

por sus multiples bendiciones y por permitirme alcanzar una de mis metas.

A MIS PADRES

Juan Miza Bran  
Petronila Castro

A MIS HERMANOS

Gilberto, Felipe, Esaú, Jhonatán,  
Israel, Martha A. y Aurora E. Miza  
Castro en especial a Amilcar.

A MIS SOBRINOS

Con cariño

A MIS AMIGOS

En general

A MI PUEBLO

San Lucas Tolimán, Sololá.

A LA FACULTAD DE AGRONOMIA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE  
GUATEMALA

A MIS AMIGOS

En general



## AGRADECIMIENTO

Agradecimiento sincero a mis asesores Ing. Agr. Gustavo Adolfo Alvarez Valenzuela e Ing. Q. Lisely de León, por su orientación en el presente trabajo de tesis.

A la profesora Celia Gramajo de León por su apoyo moral y económico, incondicionalmente brindado, durante el proceso de mi formación profesional.

Al compañero y amigo Ing. Agr. Jorge Gaitán Ramos, por su ayuda y apoyo proporcionados para la realización de la investigación, especialmente en el documento.

A la Ing. Agr. Argentina Berganza, por proporcionarme el producto Biofungol.

A todas aquellas personas que de una u otra forma colaboraron en la realización de ésta tesis.



EL QUE LABRA SU TIERRA SE SACIARA  
DE PAN, MAS EL QUE SIGUE A LOS  
OCIOSOS SE LLENARA DE POBREZA.

Prob. 28:19



## INDICE DE CONTENIDO

	PAGINA
1. INTRODUCCION.....	1
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
3. JUSTIFICACION.....	3
4. MARCO TEORICO.....	5
4.1 MARCO CONCEPTUAL.....	5
4.1.1 Cultivo del tomate.....	5
4.1.2 Tizón tardío.....	7
4.1.3 Material químico.....	15
4.1.4 Material botánico.....	15
4.2 MARCO REFERENCIAL.....	20
4.2.1 Investigaciones realizadas.....	20
5. OBJETIVOS.....	23
6. HIPOTESIS.....	24
7. METODOLOGIA.....	25
8. RESULTADOS Y DISCUSION.....	32
8.1 Infección en hojas.....	32
8.2 Infección en brotes.....	36
8.3 Infección en tallos.....	39
8.4 Rendimiento.....	43
8.5 Análisis económico.....	44
8.6 Análisis parcial de los extractos.....	49
8.7 Análisis de residualidad.....	50
9. CONCLUSIONES.....	54
10 RECOMENDACIONES.....	55
11 BIBLIOGRAFIA.....	56
12 APENDICE.....	59



## INDICE DE FIGURAS

Figura No.	PAGINA
1. Porcentaje de infección en hojas para tratamientos evaluados en frecuencias de 4 días y testigo absoluto.....	33
2. Porcentaje de infección en hojas para tratamientos evaluados en frecuencia de 8 días y testigo químico.....	33
3. Porcentaje de infección en brotes para tratamientos evaluados en frecuencia de 4 días y testigo absoluto.....	37
4. Porcentaje de infección en brotes para tratamientos evaluados en frecuencia de 8 días y testigo químico.....	38
5. Porcentaje de infección en tallos para tratamientos evaluados en frecuencia de 4 días y testigo absoluto.....	41
6. Porcentaje de infección en tallos para tratamientos evaluados en frecuencia de 8 días y testigo químico.....	42
7. Rendimiento en Kg/Ha para los diferentes tratamientos evaluados.....	46
8. Dimensiones del area experimental y distribución de los tratamientos.....	61
9. Escala diagamática de severidad de tizón tardío con base al porcentaje de area foliar...	60



## INDICE DE CUADROS

Cuadro No.	PAGINA
1. Análisis bromatológico de las cola de caballo y papaya.....	18
2. Tratamientos a utilizar en el control de <i>Phytophthora infestans</i> en tomate ( <i>Lycopersicum - esculentum</i> ).....	27
3. Análisis de varianza para porcentaje de infección en hojas (incluye testigos).....	34
4. Prueba de Tukey para el porcentaje de infección en hojas (incluye testigos).....	34
5. Análisis de varianza para el porcentaje de infección en hojas (factorial).....	35
6. Prueba de Tukey para el porcentaje de infección en hojas (factorial).....	36
7. Análisis de varianza para el porcentaje de infección en brotes (incluye testigos).....	38
8. Prueba de Tukey para el porcentaje de infección en brotes (incluye testigos).....	39
9. Análisis de varianza para el porcentajes de infección en brotes (factorial).....	39
10. Prueba de Tukey para el porcentaje de infección en brotes (factorial).....	40
11. Análisis de varianza para el porcentaje de infección en tallos (incluye testigos).....	42
12. Prueba de Tukey para el porcentaje de infección en tallos (incluye testigos).....	43
13. Análisis de varianza para el porcentaje de infección en tallos (factorial).....	43
14. Prueba de Tukey para el porcentaje de infección en tallos (factorial).....	44
15. Análisis de varianza para el rendimiento.....	45
16. Prueba de Tukey para el rendimiento.....	45
17"A". Presupuesto parcial de los tratamientos evaluados en el control de <i>P. infestans</i> , en tomate en el caserío San Gabriel.....	62
18"A" Costos que varían por hectárea relacionados con la producción del cultivo de tomate.....	58
19. Análisis de dominancia.....	49
20. Tasa marginal de retorno.....	49
21. Análisis parcial de los extractos.....	50
22. Análisis de residualidad.....	51



EVALUACION DE PRODUCTOS BOTANICOS EN EL CONTROL DEL TIZON  
TARDIO (Phytophthora infestans) EN EL CULTIVO

DE TOMATE (Lycopersicon esculentum)

EN EN CASERIO SAN GABRIEL, SOLOLA.

EVALUATION OF BOTANISTS LATE BLIGHT (Phytophthora infestans)

IN TOMATO CROP (Lycopersicon esculentum)

IN SAN GABRIEL, SOLOLA

RESUMEN

En Guatemala, se ha cultivado tomate (Lycopersicon esculentum) tradicionalmente en el oriente del país, comercializado como producto fresco principalmente en los mercados nacionales, pero su producto ha estado condicionado a variaciones estacionales del clima, esto se traduce en oferta irregular a lo largo del año que como consecuencia ocasiona grandes fluctuaciones en los precios.

En el caserío San Gabriel, se ha incrementado el cultivo del tomate sembrándose en cualquier época del año, encontrándose el agricultor con problemas principalmente el de la enfermedad tizón tardío provocado por el hongo Phytophthora infestans; para tratar de eliminar y contrarrestar el problema se realizó la evaluación de tres productos botánicos a dos frecuencias de aplicación.

Los objetivos que se evaluaron fueron: Identificar la frecuencia con mejor control sobre el hongo Phytophthora infestans en el cultivo del tomate; determinar que producto botánico realiza mejor control sobre el hongo y establecer que producto representa la mayor relación beneficio-coste.

Este trabajo se realizó en el caserío San Gabriel, Agua Escondida, municipio de San Antonio Palopó, en Sololá, utilizando tomate de la variedad Roma, los extractos de cola de caballo (Equisetum arvense), papaya (Carica papaya) y el producto biofungol, cada uno a dos frecuencias de aplicación 4 y 8 días.

Se utilizó un diseño bloques al azar con 8 tratamientos y 3 repeticiones incluyendo dos testigos un químico y un absoluto, seguidamente se tomaron los tratamientos donde se aplicaron únicamente los extractos botánicos para las interacciones producto-frecuencia con diseño bloques al azar con arreglo factorial 3 X 2; las variables de respuesta fueron porcentaje de infección en hojas, brotes y tallos, finalmente el rendimiento en kg/ha.

#### RESUMEN

La incidencia de la enfermedad fungosa llegó al 100% en todos los tratamientos y la severidad del hongo se incrementó gradualmente hasta alcanzar el 100% causando la muerte de las plantas de los tratamientos donde se aplicaron los extractos con frecuencias de 8 días. De los tratamientos evaluados, el que permitió los beneficios económicos más altos y a la vez un alto rendimiento fue el Equisetum (Cola de caballo), aplicado cada 4 días con una tasa marginal de 21.35% y un rendimiento de 16,209.94 Kg/Ha, seguido del testigo químico con una tasa marginal de retorno de 2.46% y un rendimiento de 17,738.78 Kg/Ha, finalmente el Equisetum (Cola de caballo) aplicado a una frecuencia de 8 días con una tasa marginal de retorno de 7.68% y un rendimiento de 5,791.25 Kg/Ha.

Los objetivos que se evaluaron fueron: identificar la frecuencia con mejor control sobre el hongo *Phytophthora infestans* en el cultivo del tomate, determinar que producto botánico realiza mejor control sobre el hongo y establecer que producto representa la mayor relación beneficio-costo.

Este trabajo se realizó en el caserío San Gabriel, Área Económica Municipal de San Antonio Palero, en Soledad, utilizando tomate de la variedad Roma, los extractos de cola de caballo (*Equisetum arvense*), papaya (*Carica papaya*) y el producto químico, cada uno a dos frecuencias de aplicación 4 y 8 días.

## 1. INTRODUCCION

El cultivo del tomate (Lycopersicon esculentum), es una hortaliza presente en la dieta de la población guatemalteca, su cultivo se ha generalizado en las diferentes condiciones y regiones del país, comercializandose como producto fresco en los mercados nacionales (20, 33).

Sin embargo su producción está condicionada a diversos factores lo que se traduce en oferta irregular en cualquier época del año que como consecuencias ocasiona grandes fluctuaciones en los precios, además la demanda del tomate va cada día en aumento provocado por el incremento del consumo nacional.

Particularmente en el caserío San Gabriel, del municipio de San Antonio Palopó en Sololá el cultivo del tomate ocupa el primer lugar en orden de importancia y primero en rentabilidad pero la enfermedad fungosa tizón tardío provocado por el hongo Phytophthora infestans ataca con severidad al extremo de terminar con el cultivo causando graves pérdidas.

Los agricultores con el fin de controlar la enfermedad aplican fungicidas, pero no tienen el conocimiento sobre intervalos de aplicación, uso de productos y economía de los fungicidas que utilizan, además en lo que respecta a prácticas culturales a pesar que contribuye grandemente en el control de la enfermedad son muy poco utilizadas.

En el presente trabajo de investigación se evaluó la eficiencia de los extractos de Cola de caballo (Equisetum arvense) y Papaya, (Carica papaya) y el producto Bio-fungol; evaluándose también la tasa marginal de retorno de cada uno de los tratamientos en el control de Phytophthora infestans.

## 2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El encarecimiento de los insumos para la producción de cultivos y la falta de recursos económicos, obliga a plantear investigaciones que permitan encontrar alternativas que minimicen los costos y aumente la rentabilidad de las cosechas, principalmente en los cultivos importantes en Guatemala como tomate (Lycopersicon esculentum) que últimamente se ha trasladado a otras regiones debido al ataque severo de la mosca blanca en el oriente del país que según un sondeo realizado el 27% de los agricultores piensa retirarse por este problema y la fluctuación de precios.

En el caserío San Gabriel el cultivo del tomate Lycopersicon esculentum, actualmente ha venido a ocupar el primer lugar en orden de importancia, debido a la obtención de mayores ganancias en pequeñas extensiones de tierra, además es considerado como el cultivo más rentable.

En algunas regiones de nuestro país (Sololá, Huehuetenango, Totonicapán), el cultivo del tomate ha sido objeto de problemas fungosos como el tizón tardío provocado por el hongo Phytophthora infestans, situación que ha causado desesperación en el agricultor por la creciente amenaza.

El caserío San Gabriel, del departamento de Sololá no es la excepción, la enfermedad es número uno del tomate, en ésta zona, atribuyéndose la susceptibilidad a la altura y el manejo tradicional no tecnificado. Colateralmente con la enfermedad del tomate existen otras enfermedades y plagas cuyas incidencias no causan mucho impacto.

La utilización de los extractos botánicos es una alternativa que minimizan los costos de producción y aumenta la rentabilidad comparado con los productos químicos que además de tener precios exagerados contaminan el medio ambiente.

JUSTIFICACION

Los extractos que se utilizaron poseen propiedades fungicidas para el control de tizones y cenicillas y han sido usados desde algún tiempo en Momostenango Totonicapán, Chimaltenango, Quiché, entre otros.

Esta investigación pretende encontrar una alternativa al agricultor, que disminuya el ataque de la enfermedad en el cultivo del tomate, de manera que se convierta en un pequeño aporte al agricultor en su lucha contra éste problema.

El tomate (Lycopersicon esculentum) es uno de las hortalizas más importantes en la producción en la comunidad ya que está en constante estado de desarrollo del cultivo causando severos daños. Tratado únicamente como método de control de la enfermedad el uso de productos químicos y además el agricultor desconoce el estado de los productos respecto de acción, dosis, toxicidad; el uso de agroquímicos incrementa los costos de producción, además de la contaminación del medio ambiente. A todo esto se suma que debido a que el cultivo es nuevo en la zona no existe ningún tipo de información referente a su manejo.

Los extractos de plantas (Equisetum arvense, Galium aparine y Euphorbia corollata) son altamente efectivos con propiedades fungicidas para el control de tizones y cenicillas y han sido usados desde hace algún tiempo en Totonicapán, Quiché, Chimaltenango, Jalapa, etc. La utilización de extractos botánicos es una alternativa que disminuye los costos y asegura de la rentabilidad respecto a los productos que además de los precios elevados contaminan el medio ambiente.

### 3. JUSTIFICACION

El cultivo del tomate (Lycopersicon esculentum), tradicionalmente se ha cultivado en el oriente del país, pero debido a los problemas ocasionados por la mosca blanca y los virus que transmite, se ha visto desplazado a otras regiones. Actualmente en el departamento de Sololá, específicamente en el caserío San Gabriel, San Antonio Palopó; se ha incrementado dicho cultivo argumentando que es el que tiene mayor mercado y alta rentabilidad. Los agricultores siembran en cualquier época del año, sin embargo el lugar presenta condiciones climáticas favorables para el desarrollo de enfermedades fungosas como el tizón tardío provocado por el hongo Phytophthora infestans.

El hongo Phytophthora infestans, es una de las mayores limitantes a la producción en la comunidad ya que ataca en cualquier etapa de desarrollo del cultivo causando severos daños, teniendo únicamente como método de control de la enfermedad el uso de productos químicos y además el agricultor desconoce el manejo de los productos (espectro de acción, dosis, frecuencias); el mal uso de agroquímicos incrementa los costos de producción, además de la contaminación del medio ambiente. A todo esto se suma que debido a que el cultivo es nuevo en la zona no existe ningún tipo de información referente a su manejo.

Los extractos ha utilizar (Equisetum arvense, Carica papaya y Bio-fungol), son netamente botánicos con propiedades fungicidas para el control de tizones y cenicillas y han sido usados desde hace algún tiempo en Totonicapan, Quiché, Chimaltenango, Jalapa, etc, la utilización de extractos botánicos es una alternativa que minimiza los costos y aumento de la rentabilidad respecto a los químicos que además de los precios elevados contaminan el medio ambiente.

## 4. MARCO TEORICO

### 4.1 MARCO CONCEPTUAL

#### 4.1.1 CULTIVO DEL TOMATE

##### 4.1.1.1 Nombre científico: Lycopersicon esculentum

##### 4.1.1.2 Cualidades generales del tomate

Según Mortensen, citado por Carrillo (5), el tomate es importante y muy popular en la dieta de la población en los trópicos, se adapta a muchos lugares y generalmente puede cultivarse durante algún tiempo del año, en cualquier área agrícola, si se seleccionan cuidadosamente las variedades. Generalmente se considera que la temporada de lluvias es difícil para el cultivo debido a los problemas que presentan las enfermedades. Durante la temporada de sequía, es necesario el riego para obtener buenos rendimientos.

De acuerdo a su maduración podemos clasificar el tomate en tres tipos. Se reconocen las variedades de tipo precoz, intermedio y tardío. El tipo precoz, generalmente produce sus primeros frutos entre los 65 y 90 días. El tipo intermedio empieza a madurar entre los 75 y 90 días. El tipo tardío requiere de 85 a 100 días a más para que se pueda iniciar su cosecha (5).

En Guatemala, la característica de precocidad recibe 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.

##### 4.1.1.3 Variedad Roma:

Es una de las variedades más populares entre las de tipo pasta, buena para transporte, mercado y la industria de enlatado. Las plantas son de hábito determinado, densas y muy productivas. Su

madurez relativa a madurez en días desde la germinación es de 115 días, el tamaño de la planta es determinado grande, con un tamaño o peso promedio de fruto de 50 a 60 gramos, esta variedad es bastante tolerante a los nematodos y a la marchitez; sus épocas apropiadas de trasplante son de mayo a agosto y de septiembre a noviembre (30).

#### 4.1.1.4 Ecología General:

Según Edmond, citado por Martínez (18), los principales factores ambientales que influyen en el desarrollo del tomate son la temperatura y la intensidad de la luz. Se desarrolla mejor en climas cálidos y templados. Los mejores rendimientos de tomate se obtienen a temperaturas que oscilan entre los 18 a 25 °C, aunque se puede desarrollar a temperaturas promedio tan bajas como 11 °C y tan altas como 26.6 °C. El crecimiento de los tomates disminuye cuando se registran temperaturas inferiores a los 10 °C y presentan daños físicos con enfriamientos que se presentan más o menos a los 4.4 °C.

Según Folquer, citado por Martínez (18), el frío, aún sin llegar al punto de congelación, causa daños en los cultivos debido al desequilibrio fisiológico en los procesos de transpiración, respiración y fotosíntesis. Tanto las bajas como las altas temperaturas afectan el color de los tomates.

El cultivo del tomate es comúnmente desde 0 a 1000 metros sobre el nivel del mar. El cultivo de tomate se hace en muchos tipos de suelos (18), es tolerante a la presencia de sales y la acidez. Cuando el pH baja de 5 debe escalarse y un pH por encima de 6.8, provoca disminución del rendimiento. El pH óptimo está entre 6 y 6.6.

Se desarrolla mejor en suelos franco arcillosos y francos. Al estar protegidos por bosques o barreras rompevientos se evitan daños por brisas fuertes y ayudarán a mantener un microclimas

favorable para el cultivo.

Las lluvias excesivas causan el lavado de los nutrientes y favorecen la aparición de enfermedades diversas.

Al estudiar el efecto del clima sobre la expresión de la enfermedad es natural que se haga nuestro énfasis en la importancia de los patrones climáticos regionales. En particular la humedad relativa en el ecoclima del cultivo permanece muy alta, el contenido de humedad es un requisito importante para la esporulación del hongo Phytophthora infestans y aumenta también las probabilidades de que exista una nueva infección exitosa de otras plantas hospederas. A este respecto el descubrimiento de la existencia de este ambiente bastante favorable llevó la observación en que el cultivo casi parece haberse dirigido hacia su propia autodestrucción (9).

Algunos investigadores creen que el agua absorbida por las hojas permanecen en una dirección negativa por la planta y llegan hacia el suelo por las raíces. Estudios debidos a Brazeale y otros (1950, 1951) y Brazeale y McGeorge (1953) demostraron que las plantas de tomate son capaces de transformar el agua absorbida por sus hojas hasta el suelo. Este efecto, naturalmente tiene lugar a favor de gradientes de presión que favorecen al movimiento de esta dirección (8).

#### 4.1.2 Tizón tardío:

##### 4.1.2.1 Nombre científico: Phytophthora infestans

Dentro de la especie más estudiada de la clase ficomicete esta Phytophthora infestans, siendo uno de los más importantes de los hongos fitopatógenos, muchas especies atacan la parte aérea de las plantas, otras permanecen en el suelo y causan el "Mal del talluelo" en plantas jóvenes o bien pudriciones y llagas corticales en tallos y raíces de plantas adultas (12).

#### 4.1.2.2 Tizón del tomate

Según Mills (1,940), el tizón tardío en el tomate se describió posteriormente a las del tizón tardío de la papa realizada por Montagne. Payen (1,847), en Francia informó que la inoculación del hongo de papa y de tomate dio los mismos síntomas y crecimiento fungoso. Debido los datos de Payen, el tizón tardío del tomate ha sido citado prácticamente en todas las regiones productoras del tomate del mundo y es una de las mayores enfermedades del cultivo. Los primeros que investigaron se refería la enfermedad como causada por el hongo causada por el hongo de la papa, debido a contaminaciones naturales o artificiales de una a otra especie (23).

Se ha observado en el campo, que el tizón del tomate es más serio en la vecindad de plantas de papas enfermas y que, casi invariablemente aparece varios días o semanas más tarde que el tizón de la papa.

También se considera con muchas posibilidades que el origen de los ataques del tizón en tomate proviene de los tubérculos de papa enfermos, ya que según Sarasola el hongo nunca sobrevive en los tejidos de tomate enfermos o en suelos que años anteriores ha sobrevenido fuerte a que en tomate. Tampoco se ha podido comprobar que el hongo pueda sobrevivir en la semilla de tomate (23).

#### 4.1.2.3 Hospedantes:

Además de las tres especies de importancia en la alimentación, como papa, tomate y berenjena (4, 23).

Hirst y Stedman (1,960) mencionan que en Nueva Zelandia que hallada en Solanum spp. silvestres y que en Inglaterra se le aisló de Pitunia hybrida, y de Datura stramonium. También de hojas de Solanum nigrum, que se hallaban a la sombra y de hojas seniles de S. dulcamara. En ésta última especie, perenne, no hay signos de

infección sistémica, la infección aparece tarde, en la epidermis y afecta hojas que pronto caen.

#### 4.1.2.4 Sintomatología:

La infección comienza en el follaje en cualquier estado de desarrollo. La enfermedad da lugar a manchas castañas o negras púrpuras que tienen aspecto acuoso y se encuentra en cualquier punto del raquis, pecíolo y tallo, avanzado rápidamente si las condiciones climáticas le favorecen. Esto produce una grave infección, quedando las plantas como si hubiera sido quemadas por las heladas.

##### En 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 el parásito, aparecen las fructificaciones blancas del hongo, especialmente en la parte inferior.

##### En Pecíolo:

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

##### En Tallo:

En ataques graves éste queda como si hubiera sido quemado por efectos de las heladas, mostrando, al igual que en las hojas, manchas oscuras o negras púrpuras.

##### En Frutos:

Hay una decoloración castaña oscura, frecuentemente cubierta por una tenue fructificación del parásito, especialmente cuando el clima lo favorece.

Estos síntomas y signos aparecen en cualquier estado de su desarrollo. Más tarde se manifiesta una podredumbre en la parte

externa del fruto de aspecto acuoso, la cual hasta un tamaño indefinido.

Esta podredumbre generalmente se inicia en la parte cercana al cáliz, lo que explica porqué el ataque casi siempre a través del pedúnculo. Posteriormente la parte de la superficie afectada se arruga. Al hacer un corte en el fruto se puede observar el ennegrecimiento del mesocarpio y el micelio del parásito en los espacios de los lóculos.

Al colocar un trozo de fruto de cámara humedad se desarrollan sobre su superficie (epidermis) abundantes fructificaciones que constituyen el signo de la enfermedad.

En el pedúnculo, como en el caso del peciolo, el pedúnculo se adelgaza y las lesiones toman un color castaño o negro púrpura (1, 22, 28).

#### 4.1.2.5 Etiología:

El organismo causal del tizón de la papa y el tomate es Phytophthora infestans (Mont), de Bary (1,876).

En 1,875 De Bary propuso el nuevo género Phytophthora (del griego phyton-planta, phteiros-destructor), sobre la base del modo peculiar de producir los conidios. Se caracteriza por su micelio cenocítico inter e intracelular muy ramificado, hialino. Su desarrollo en medios de cultivos es vigoroso, blanco, algodonoso o aplanado. Los esporangióforos salen a través de los estomas de las hojas y por las lenticelas.

El desarrollo del hongo en diferentes medios de cultivo artificiales, según Crosier (1,934), es óptimo con temperatura de 21 °C, pero admite que entre 18 y 24 °C también es favorable. Las temperaturas críticas son de 3 a 30 °C.

La producción de esporangios o zoosporangios es óptima con 100% de humedad relativa y con menos de 90% no se forma. La temperatura óptima para ello se halla entre 18 y 22 °C, y su formación es rápida y abundante apareciendo dentro de las 8 horas y son numerosas a las 14 horas. Las temperaturas críticas para la esporulación es atmósfera saturada son de 3 y 23 °C. La luz o la oscuridad no alteran su formación. Los esporangios son multinucleados, entre 7 y 30 núcleos. Germinan ya sea liberando zoosporas o actuando directamente en conidios. Para esto necesita hallarse en un medio apropiado como ser pequeñas gotas de aguas proveniente de rocío, lluvias, etc. Con temperaturas superior a 20 °C en ambiente seco pierden 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 germinar de los esporangios. Los esporangios formados entre 10 y 15 °C, se hallan 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 indirecta es de 12 °C y la germinación directa es de 24 °C.

El hongo desarrolla rápidamente en los tejidos a temperaturas entre 20 y 23 °C. En los tallos puede tolerar temperatura intermedia de hasta 40 °C (23).

#### 4.1.2.6 Reproducción:

Puede ser asexual o sexual. Se reproduce asexualmente en forma indirecta por zoosporos, o directamente por los esporangios, aunque ésta última forma no ha sido comprobada experimentalmente. Crosier menciona que debe ser rara, debido a que necesita condiciones de temperaturas, que no son comunes en el cultivo; según Priston y Gallegly (1,954) al efectuar observaciones sobre el tubo germinativo en los esporangios, no observaron penetración a pesar que se desarrolla sobre superficie de la hoja.

La reproducción sexual ha interesado a los fitopatólogos de todo el mundo, desde que De Bary, efectuó los primeros trabajos sobre el hongo. El mismo autor buscó durante 15 años vanamente las oosporas para poder completar su ciclo (23).

#### 4.1.2.7 Patogénesis

El primero que dio información sobre la penetración de los zoosporos fue de Bary, quien indicó que la penetración era directa y ocurría aproximadamente a las horas después de la inoculación con los zoósporos. Según Friston y Gallegly (1,954) los zoosporos se equistan y producen apresorios. Los apresorios son ligeramente más pequeños que los zoósporos enquistados (23).

En tomate la infección se realiza a través del pedúnculo o directamente por las heridas (28).

La severidad potencial de un brote de enfermedad depende del resultado de la infección en plantas individuales y la capacidad del patógeno para propagarse en el cultivo. Se enfrenta así una situación compleja y los efectos del ambiente sobre la reproducción y dispersión del patógeno (10).

#### 4.1.2.8 Variabilidad patogénica

Giddings y Berg (1919), de la Universidad de Virginia del Oeste, fueron los primeros en notar que Phytophthora infestans es muy susceptible de variar patogénicamente. Estos autores observaron que los aislamientos de papa atacan ligeramente al tomate, pero los de este cultivo atacan severamente a ambos hospedantes.

Mas tarde, Reddick y Mills (1938), en Nueva York, también se dieron cuenta que este organismo adquiria progresivamente más virulencia mediante transferencia sucesivas en variedades resistentes. El mismo fenómeno observaron Mills, en 1940 y De Bruyn en 1951, trabajando con tubérculos de variedades resistentes. Por un tiempo, sus observaciones fueron interpretadas como una

respuesta de adaptación al substrato, pero estudios posteriores sugirieron que la patogenicidad de Phytophthora infestans puede mutar fácilmente (22).

#### 4.1.2.9 Ciclo biológico:

El primer informe del descubrimiento de la reproducción sexual fue publicada por Clinton en 1,910 quién encontró las oósporas, en cultivo de este organismo.

La reproducción sexual se realiza por intermedio del oogonio y el anteridio.

La forma en que este hongo sobrevive en un año para otro ha dado lugar a numerosas explicaciones, de carácter especulativo que son respaldadas por experiencia concreta.

La primera infestación del tallo, marca el real comienzo de un ataque de tizón. Las manchas que se producen en hojas por infección y reinfecciones dan lugar a la producción de enormes cantidades de conidios (zoosporangios). Estos son transportados por el viento a distancias considerables y llevados dentro de las mismas plantas y sus vecinas además del viento por gotas de agua de lluvia y riego, etc, a nuevas hojas (23).

#### 4.1.2.10 Control:

El tizón tardío puede contrarestarse satisfactoriamente mediante la combinación de varias medidas sanitarias, variedades resistentes y asperciones con compuestos químicos aplicados en la temporada adecuada. Solo debe utilizarse semilla sana. Deben destruirse todas las plantas procedentes de semilla de cultivos anteriores de la zona de cultivo, ya que todas las plantas de este tipo constituyen una fuente de infección por el tizón tardío (1, 22).

No se conocen variedades resistentes. Pero existen variedades que poseen la denominada resistencia de campo la cual solo es una

resistencia parcial variante pero que es efectiva sobre todas las razas del hongo del tizón tardío. Sin embargo, no es suficiente confiar solo en la resistencia de las variedades vegetales para controlar el tizón debido a que en un clima favorable, esta enfermedad infecta severamente a esas variedades a menos de que se les aplique un buen fungicida protector. Incluso a las variedades resistentes deben aplicarseles fungicidas con cierta regularidad a fin de eliminar tanto como sea posible el ataque por razas de hongos a las que no son resistentes, o bien para razas completamente nuevas.

Las aspersiones químicas con fungicidas, si se aplica adecuadamente, casi siempre mantienen bajo control al tizón tardío. Dichas aspersiones deben llevarse a cabo cuando las plantas tengan una altura de 15 a 30 cm. por lo menos 10 días antes de la fecha en que aparezca el tizón tardío en la zona del cultivo. Las aspersiones deben llevarse a cabo una vez cada 4 o 5 días cuando el tiempo sea húmedo, brumoso o lluvioso y cuando las noches sean moderadamente frías y deben seguirse efectuando. El aprovechamiento del momento oportuno y la protección del follaje reciente y anterior son esenciales para que las plantas sean protegidas de la enfermedad. Una vez que se ha establecido el tizón tardío, es extremadamente difícil controlarlo, a menos de que el tiempo vuelva a ser cálido (35 °C o más) y seco. Los compuestos químicos que se utilizan para el control del tizón tardío incluyen varios ditiocarbamatos como el mancozeb, el captafokl, clorotalonil, polyran y el hidroxido de fentina, así como varios compuestos de cobre que incluyen kocide, oxiclورو de cobre, y la pasta bordelesa (1, 22).

#### 4.1.3. Fungicidas:

##### 4.1.3.1 Material Químico:

##### 4.1.3.1.A Mancozeb:

Fungicida del grupo de los ditiocarbamatos, actúa por contacto y es preventivo, su ingrediente activo es Etileno-bistiocarbamato

de manganeso con iones de zinc.

Fitotoxicidad y compatible ligeramente tóxico, es compatible con la mayoría de pesticidas, precauciones con arseniato de calcio y cúpricos.

Parece menos fitotóxico que el mancozeb a algunos cultivos sensibles.

Su espectro de control es amplio, por lo que se emplea para el control de muchas enfermedades, principalmente Phytophthora infestans, Alternaria, etc.

Dosis: 1.5 kg/ha 1 kg en 200 lts. de agua (10, 23).

Otros nombres: Dithane M-45, Furen, Mancopol (10, 24).

#### 4.1.3.2 Material Botánico:

##### 4.1.3.2.A Cola de caballo

Nombre científico: Equisetum arvense

Se le llama también hierba de platero, equisetum, hierba de plata y rabo de mula, pertenece a la familia de las equisetáceas (13).

Deriva de plantas que hace 400 millones de años (período paleozóico), formaban grandes bosques (13).

Esta planta es una de las pocas que durante el transcurso de los siglos no ha sufrido transformaciones y que ha llegado hasta nosotros tal y como era hace milenios, es una planta perenne que crece en sitios húmedos y pantanosos de tierras silíceas y arcillosa sobre todo en el altiplano del país (26, 6).

Según Robbins, citado por Gómez (13), los tallos son verdes y por lo tanto son los órganos que fabrican los alimentos. Las especies actuales de equisetum son homospóricas.

La cola de caballo contiene ácido silícico en proporciones hasta del 10% contribuyendo también las saponinas y flavonas las cuales tienen como función biológica atraer ciertos insectos, favoreciendo la polinización, aplicando en forma foliar penetra a la epidermis aumentando la resistencia al ataque de otros insectos, las infecciones de virus y hongos, etc.

La cola de caballo además de tener propiedades fungicidas actúa como insecticida, y controla enfermedades como los tizones y cenicilla, también se le usa en el control de pulgones y otros insectos en cultivos como papa, tomate, fresa, brócoli, frijol, arveja china y otros. El extracto usado como fungicida e insecticida se prepara poniendo a hervir por 15 minutos una libra de cola de caballo en 3 litros de agua. De éste extracto se utiliza un litro por 4 galenas de agua para aplicar al follaje de las plantas por tratar (26).

El uso de equisetum no es estrictamente un remedio, si no ayuda a restablecer cierto equilibrio ecológico de las plantas (26).

Cuando el daño a los cultivos es grave, se debe asperjar cada 3 días, en situaciones leves se hace semanalmente. El extracto debe usarse entre los tres días después de su preparación.

Se puede mezclar el extracto con chichicaste (*Urtica* sp.), en proporciones de 1:2 ó 1:1 diluirlo 5 veces para asperjar, aumentando la resistencia a plagas.

La cola de caballo se utiliza en la medicina popular contra afecciones pulmonares, el reuma y la gota, para gargarismos y enjuagues, en heridas mal cicatrizadas y para trastornos de la vejiga y los riñones (13).

La cola de caballo además de tener propiedades de fungicidas actúa también como insecticida, controla enfermedades como la

cenicilla y también se le usa en el control de pulgones y otros insectos en cultivos de papa, tomate, fresa, brócoli, frijol, arveja china y otros (13).

#### 4.1.3.2.B Papaya:

Nombre científico: Carica papaya

Es una planta tropical y subtropical, de mucha importancia por sus frutos, en la industria es importante por los derivados de la papaína, con propiedades fungicidas (29).

La parte utilizable de la planta son las hojas, de las cuales se extrae sustancias dejándolas en remojo durante unos diez días (29).

Los elementos que se encuentran en la papaya, según Barberá(2), menciona que el azufre y sus derivados bioquímicos, son antimetabolitos, ya que el azufre, permeando las capas a externas de las esporas del hongo, sería capaz de introducirse en su metabolismo sustituyendo al oxígeno, en los fenómenos respiratorios; además el azufre tiene una acción acaricida.

Devin (8), menciona que el azufre, puede encontrarse en grandes concentraciones en las plantas, conformando la estructura de las proteínas, como parte integrante de los aminoácidos sulfurados, tales como cistina, cisteína y metionina.

Stoll (27), menciona que la hoja de papaya tiene propiedades fungicidas que pueden utilizarse en la protección de cultivos tropicales y subtropicales, contra hongos tales como mildius y royas. El producto se prepara pulverizando 1 kilogramo de hoja, en un litro de agua y luego diluir y asperjar. Según Alternativas técnicas (32), que de la hoja de papaya se prepara un fungicida para el herrumbre, moho y roya del cafeto, mildius y que el producto se obtiene, picando 4 kilogramos de hoja en 15 litros de agua, luego agitar vigorosamente y dejarlo en remojo por 3 días,

la solución de diluye en 60 litros de agua jabonosa (jabón comercial), 14 gramos/26.26 litros de agua.

En general Alternativas técnicas (26), señala que el control botánico es una de las alternativas que el agricultor tiene para sustituir a los agroquímicos. Las medidas se deben de combinar con otras del control integrado de plagas.

Las hojas de la papaya actúa como fungicidas de las enfermedades herrumbre, mocho y roya del cafeto; mildiu, otros. Actúa también como repelente para la mayoría de insectos, el extracto se prepara con 9 libras de hojas bien picadas, es agitado o revuelto vigorosamente en un galon de agua, luego se deja en remojo por 3 días, cada galón de esta solución debe ser mezclada en 4 galones de una solución jabonosa. La solución jabonosa se prepara usando 5 onzas de jabon por cada 7 galones de agua. Este preparado debe aplicarse en forma de spray (26).

Cuadro 1. Análisis bromatológico de las plantas cola de caballo y papaya orientado hacia la determinación del ingrediente activo.

PLANTA	% HUM.	% MS	TANINOS %		AZUFRE %		SILICE %	
			BH	BS	BH	BS	BH	BS
C. CAB.	82	18	0.36	2.04	0.128	0.71	1.66	9.22
PAPAYA	76.7	23.3	0.66	2.85	0.342	1.47	0.305	1.31

Fuente: QUIXTAN GOMEZ (25).

#### 4.1.3.2.C Bio-fungol.

Es un fungicida natural líquido, mediante fermentación orgánica anaeróbica de varias familias de plantas principalmente como cola de caballo, ajo, cipres, esparragos, cardosanto, etc. que

poseen propiedades para prevenir y combatir hongos. Estas plantas aparte de poseer la propiedad de fungicida actua asi mismo como un fortalecedor de la planta.

#### Características:

- a. No es toxico (Humanos ni fauna)
- b. Posee miscibilidad con otros plaguicidas quimicos.
- c. Conserva al insecto benéfico.
- d. Es esencialmente orgánico o natural.
- e. Control fitosanitario en los cultivos.
- f. No produce contaminación ambiental.
- g. Es abono foliar en menor escala.
- h. Se adhiere facilmente a las plantas.
- i. En caso de sobre dosis no afecta al cultivo ni al medio ambiente.
- j. En la combinación adecuada de las diversas familias de plantas las plagas o enfermedad NO TOMAN RESISTENCIA.

#### Usos.

Biofungol es aplicable a todos los cultivos como:

1. Cultivos de cafe
2. Cultivo de papa, tomate, chile, tabaco.
3. Fruticultura engeneral y citricos.
4. Horticultura, plantas ornamentales en general.

Controla eficazmente los hongos siguientes:

Hemilea vastatrix

Pellicularia koleroga

Ceratocystis fimbriata

Cotidium salmonicolor

Mycencitricolo

Cercospora coffeicola

Colletotrichum coffeanum

Phytophthora infestans

Alternaria sp

Phytophthora parasitica

erysiphe cichoracearum

Septoria lycopersici

Cercospora spp

Colletotrichum nigrum

#### Dosificación.

La dosis mínima a aplicar es de 1/4 litro de biofungol por bomba de aspersión de 4 galones, pudiéndose variar sus proporciones dependiendo del desarrollo del cultivo y grado de infestación de la plaga o enfermedad a controlar a un intervalo de 8 a 10 días, pudiéndose utilizar desde el inicio hasta obtener la cosecha del producto.

#### 4.2 MARCO REFERENCIAL

##### 4.2.1 Investigaciones realizadas

##### 4.2.1.1 Evaluación de tres extractos vegetales y un producto químico en el control (Phytophthora infestans), en tomate (Lycopersicon esculentum).

La investigación se realizó en la aldea El Palmar, en el municipio de Uspantan, en el departamento de Quiché, utilizando el cultivo de tomate de la variedad Roma VEN.

Se evaluaron tres productos botánicos para el control de la enfermedad obteniendo buenos resultados al aplicar los productos botánicos. Los productos utilizados fueron extractos de hoja de papaya, flor de muerto y planta de cola de caballo. Los rendimientos obtenidos en cola de caballo se obtuvo 4278 kg/ha, flor de muerto 6203 kg/ha, papaya 6310 kg/ha, dichos extractos superaron al testigo absoluto que obtuvo 3850 kg/ha (20).

##### 4.2.1.2 Evaluación de cinco fungicidas a tres frecuencias de aplicación para el control de Phytophthora infestans, en el tomate (Lycopersicon esculentum).

La investigación se realizó en el caserío Chemiche, Pueblo

Viejo, San Sebastian H., Huehuetenango, utilizando para el control del hongo metalaxil, clorotalonil, mancozeb, oxiclórico de cobre y fentinacetato, concluyendo dicha investigación que los productos utilizados son efectivos para el control del hongo aplicados a frecuencia menores, el que permitió los beneficios económicos más altos y a la vez un alto rendimiento es el metalaxil aplicados a cada 10 días, con una rentabilidad de 124% una tasa marginal de retorno al capital de 3.48 y un rendimiento de 16443.21 kg/ha, el segundo fue el clorotalonil aplicado cada cinco días con una rentabilidad de 95%, una tasa marginal de retorno al capital de 2.17% y un rendimiento de 18711.55 kg/ha (18).

#### 4.2.1.3 Evaluación del efecto fungicida de la cola de caballo (Equisetum arvense) en Arveja China (Pisum sativa) y su acción sobre el rendimiento.

La investigación se realizó en el parcelamiento La Alameda, departamento de Chimaltenango. Los productos evaluados fueron 3 concentraciones de Equisetum (0.78, 0.52, 0.26 Kg/Ha), como alternativa cultural para el control de la cenicilla.

Los resultados obtenidos muestran que el tratamiento que presentó un mayor rendimiento fue el Equisetum 0.78 kg/ha, seguido de Equisetum 0.52 Kg/Ha y para determinar que tratamiento tiene mayor relación beneficio-costos se efectuó un análisis económico concluyendo que el producto natural Equisetum 0.52 kg/ha fue el mejor (11).

#### 4.2.1.4 Investigaciones del ICTA en Zacapa

El ICTA recomienda para el control de enfermedades en tomate en las regiones norte y antiplano occidental mancozeb, manzate o antracol cada 8 días o ridomil cada 15 días o 22 días a razón de 2.5 kg/ha.

#### 4.2.1.5 Fungicidas de origen natural u orgánico.

Los fungicidas orgánicos son normalmente preventivos o sea que deben aplicarse antes de que aparezca la enfermedad, para evitarla; por tal razón se denominan también fungistáticos, ya que inhiben primordialmente la germinación de las esporas del hongo y el desarrollo subsiguiente de la enfermedad. Varios de estos fungicidas orgánicos ostentan propiedades curativas, consiguiendo eliminar la enfermedad o detenerla si se aplican debidamente, esta condición curativa debe ser comprendida aquiladamente para no llamarse a engaño en su aplicación, estas propiedades son ciertas y efectivas, pero siempre usando el producto en el momento adecuado, no debe esperarse de ellos que eliminen la mancha o necrosis ya producidas, pues la infección esta adelantada (2).

Para la aplicación de los fungicidas orgánicos hay dos puntos básicos que no deben olvidarse para obtener el debido éxito en su aplicación:

1. La primera aplicación debe hacerse antes de aparecer la enfermedad.
2. Iniciado el tratamiento, deben seguirse estos a ritmo regular, según indicaciones del fabricante del producto y de acuerdo con el crecimiento del cultivo, para que este se encuentre siempre protegido. Como norma general cuando las condiciones son óptimas al desarrollo de la enfermedad (humedad media o elevada con temperatura adecuada), conviene disminuir la frecuencia de tratamientos haciéndolos a intervalos más cortos; si por el contrario, el clima ambiental no es propicio al desarrollo, puede ser alargados los intervalos en un tino prudencial, pero nunca excesivo (2).

## 5. OBJETIVOS

### GENERAL

Generar nueva tecnología de manejo agronómico, acordes a las distintas condiciones socioeconómicas de los productores del país que contrarresten la patogenicidad de la actividad del hongo Phytophthora infestans y protejan el medio ambiente.

### ESPECIFICOS

Identificar la frecuencia con mejor control sobre el hongo Phytophthora infestans, el cultivo de tomate.

Determinar que producto botánico realiza un mejor control sobre el hongo Phytophthora infestans.

Establecer que producto representa la mayor relación beneficio-coste.

## 2. OBJETIVOS

## 6. HIPOTESIS

GENERAL

1. Existe diferencia significativa entre las frecuencias de aplicación de los productos botánicos para el control del hongo Phytophthora infestans en tomate (Lycopersicon esculentum).

2. Los productos botánicos son eficientes para el control de Phytophthora infestans.

Determinar que producto botánico realiza un mejor control sobre el hongo Phytophthora infestans.

Establecer que producto representa la mayor relación beneficio-costo.

## 7. METODOLOGIA

### 7.1 Características del área experimental.

#### 7.1.1 Localización

La investigación se realizó en el caserío San Gabriel, aldea Agua Escondida, municipio de San Antonio, ubicado en el departamento de Sololá, al este del lago de Atitlan y la población de San Lucas Tolimán, entre las coordenadas siguientes:

Latitud norte 14° 38' 10''

Longitud oeste 91° 07' 26''

Con una altura de 1,865 msnm. Dista de la ciudad capital a unos 150 kilómetros aproximadamente, en el occidente del país.

#### 7.1.2 Clima

Temperatura media anual de 19 C, con una precipitación media anual de 1,024.4 mm. y humedad relativa de 80%(14).

Según Thorwaite (15), el carácter del clima es templado con invierno benigno, húmedo con bosque como vegetal natural, con invierno seco.

#### 7.1.3 Zona de vida

Según Holdrige (18), San Gabriel se encuentra enmarcado en la zona de vida de bosque húmedo montano bajo subtropical, la vegetación natural típica esta representado por especies de Quercus spp asociado generalmente con Pinus pseudostrobus y Pinus moctezumbe.

#### 7.1.4 Suelos

Según Simmons (25), estos suelos pertenecen a la serie Tolimán, siendo sus características relieve fuertemente ondulados, drenaje interno bueno, suelo superficial de color café oscuro, textura franco arenoso friable, desarrollados sobre cenizas volcánica de color claro.

## 7.2 Material experimental

### 7.2.1 Material genético

El cultivo que se trabajó fue el tomate (Lycopersicon esculentum), variedad Roma por ser esta la más utilizada en el Caserío San Gabriel.

- Dithane M-45
- Extracto de cola de caballo
- Extracto de papaya
- Producto biofungol.

### 7.2.4 Preparación de productos botánicos

#### Cola de Caballo

Para obtener el extracto de cola de caballo se tomó la parte aérea de la planta, se procedió a cocer el material, la cantidad de 0.45 kilogramos de materia verde en tres litros de agua, durante 15 minutos, se dejó enfriar y se aplicó. La dosis que se utilizó fue de un litro para diluirlo en 15 litros de agua y se aplicó directamente a las plantas de tomate.

#### Papaya

Dos kilogramos de hojas de papaya bien picadas se dejaron en reposo por tres días en dos litros de agua, la dosis consistió en diluir en cuatro galones agua agregándose una onza de detergente (29).

## 7.3 Metodología experimental

### 7.3.1 Manejo de los tratamientos

Los productos que se utilizaron en la investigación se aplicaron con frecuencias de 4 y 8 días a partir del trasplante.

El extracto de cola de caballo y el extracto de papaya, así como el biofungol y se utilizaron de acuerdo al cuadro 2 para el control de la enfermedad fungosa. Así mismo se utilizó un testigo químico del agricultor (Mancozeb), además un testigo absoluto el

cual no se le asperjó ningún producto. Los tratamientos que se emplearon se muestran en el cuadro 2.

Cuadro 2. Tratamientos utilizados en el control de Phytophthora infestans en tomate Lycopersicon esculentum, en el caserío San Gabriel, Sololá.

Código	Tratamientos	Frecuencia
A1B1	Extracto de papaya	4
A2B1	Ex. Cola de caballo	4
A3B1	Bio-fungol	4
A1B2	Extracto de papaya	8
A2B2	Ex. Cola de caballo	8
A3B2	Bio-fungol	8
X1	Testigo absoluto	-----
X2	Testigo químico	-----

### 7.3.2 Diseño experimental

Para poder realizar este estudio se usó un diseño de bloques azar con 13 tratamientos y tres repeticiones (17, 21).

### 7.3.3 Modelo estadístico

El modelo estadístico que se utilizó para los testigos fue:

$$Y_{ij} = M + T_i + B_j + E_{ij}$$

El modelo estadístico para las interacciones (producto-frecuencia) fue:

$$Y_{ij} = M + A_i + B_j + AB_{ij} + B_k + E_{ijk}$$

### 7.3.4 Distribución de los tratamientos y dimensiones del área

La distribución de los tratamientos, la dimensión y la aleatorización puede apreciarse en la figura 8 en el apéndice.

### 7.3.5 Área experimental

Las dimensiones del área experimental fueron las siguientes:

Bloque:  $55 * 3.20 = 176 \text{ mts}^2$

Parcela bruta:  $5.00 * 3.20 = 16 \text{ mts}^2$

Parcela neta:  $3.60 * 1.60 = 5.76 \text{ "}$

Area total del

experimento  $55 * 11.60 = 638 \text{ "}$

Numero de unidades experimentales = 33 (3, 5)

## 7.4 Métodos de análisis

### 7.4.1 Análisis estadístico

Para las variables infección en hojas, infección en brotes e infección en tallos se realizó un análisis de varianza, transformando los porcentajes a valores angulares mediante la formula:

$$\text{Arcoseno} = \sqrt{x\%} \quad (17).$$

Posteriormente se realizó una prueba de medias utilizando el método Tukey incluyendo los testigo con el propósito de determinar el desarrollo del grado de efectividad de los tratamientos.

Seguidamente se tomaron únicamente los tratamientos donde se aplicaron fungicidas utilizando un arreglo combinatorio  $3 \times 2$  para realizar la prueba Tukey con el propósito de determinar que tratamiento es el mejor (fungicida-frecuencia)(17).

Para el caso del rendimiento se pesó cada corte que se hizo por tratamiento y se sumaron todos los pesos de los cortes que se hicieron y se procedió con la metodología anterior.

### 7.4.2 Análisis económico

- Presupuesto parcial
- Análisis de dominancia
- Tasa marginal de retorno

### 7.4.3 Análisis parcial de los extractos

Se realizó un análisis parcial de los extractos en el laboratorio de química de la facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

#### 7.4.4 Análisis de residualidad

Se realizó un análisis de residualidad a los frutos de tomate maduro y verde para el tratamiento donde se utilizó el producto químico como testigo del agricultor en el laboratorio de LUCAM.

#### 7.5 Variables de respuesta

Para poder interpretar el efecto de los fungicidas tanto químicos como botánicos y las frecuencias de aplicación con respecto a la enfermedad se consideró las siguientes variables:

##### 7.5.1 Infección en hojas

Para poder interpretar la infección del tizón tardío en hojas provocado por el hongo Phytophthora infestans se seleccionaron al azar 4 plantas dentro de la parcela neta y en cada una de ellas se determinó el porcentaje de área foliar total de planta infectada por el hongo. La determinación de área foliar infectada se realizó utilizando la escala diagramática de severidad de tizón (Figura 9). Esta determinación se realizó a los 15, 30, 45, 60 y 75 días después del trasplante.

##### 7.5.2 Infección en Brotes

Al mismo tiempo con las lecturas de infección en hojas utilizando las mismas 4 plantas se determinó el número de brotes infectados del total de la plantas, para luego transformar los datos a porcentaje de brotes infectados por planta en parcela neta.

##### 7.5.3 Infección en tallos

Utilizando la misma metodología de lecturas en hojas y brotes se determinó la infección en tallos, contando el número de tallos infectados del total de planta, para luego transformar los datos en porcentaje de tallos infectados por planta en parcela neta.

##### 7.5.4 Rendimiento

Se determinó el rendimiento bruto de cada tratamiento utilizando el total de las plantas de la parcela neta, pesando el

producto por corte realizado en Kg/Ha.

#### 7.6 Toma de datos

A los 0, 15, 30, 45 60 y 75 días después del trasplante, utilizando la escala diagramática de la figura 9, se realizó las lecturas de infección en hojas, infección en brotes e infección en tallos.

#### 7.7 Manejo del experimento

##### 7.7.1 Semillero

Se preparó 2 tablones de 3 metros de largo por 1 de ancho y 20 centímetros de altura, utilizando para el efecto la cantidad de 14 gramos de semillas y surcos de diez centímetros de distancia y uno de profundidad, cubriéndose con paja.

##### 7.7.2 Trasplante

A las cuatro semanas de nacidas las plantas más vigorosas y grandes para hacer la siembra definitiva, el terreno se preparó 15 días antes y se realizó con azadón.

##### 7.7.3 Fertilización

Se realizó la primera fertilización a los 10 y 20 días después del trasplante con 15-15-15, a los 45 días después del trasplante se fertilizó con 20-20-0, finalmente se realizó una fertilización foliar en etapa de floración.

##### 7.7.4 Control de plagas

Se realizó de acuerdo a las exigencias y presencia de plagas en el cultivo.

##### 7.7.5 Control de enfermedades

De acuerdo al cuadro 3, para la aplicación de los productos se utilizó cortinas para evitar que el producto de una parcela llegase a otra por efecto de viento. Se realizó a intervalo de 4 y 8 días.

### 7.7.6 Control de malezas

El control de malezas se realizó manualmente utilizando azadón, esta práctica se realizó constantemente para mantener sin malezas las parcelas.

### 7.7.7 Tutorio

Cuando las plantas alcance una altura aproximada de 30 cms. se procedió a tutorear utilizando estacas colocadas a ambos lados de las plantas, se repitió dicha práctica 4 veces.

### 7.7.8 Cosecha

Se realizó 4 meses aproximadamente después del trasplante, haciéndolo en varios cortes de acuerdo a la maduración.

### 7.7.9 Comercialización

Se comercializó el producto el mismo día del corte, al precio de la época en los mercados locales.

## 8. RESULTADOS Y DISCUSION

La evaluación de los productos botánicos para el control del hongo *Phitopbhthora infestans*, en el cultivo del tomate se inició despues del trasplante con frecuencias de 4 y 8 días, se utilizaron los tratamiento extracto de cola de caballo (*Equisetum arvense*), extracto de papaya (*Carica papaya*) y el producto biofungol; para observar el el desarrollo y el comportamiento de la enfermedad fungosa se evaluaron las variables infección en hojas, infección en brotes, infección en tallos y rendimiento.

### 1. Infección en hojas:

Con base en el comportamiento del hongo en el porcentaje de infección en hojas a través del tiempo, sin hacer diferencia entre tratamientos aplicados, puede decirse que en general ninguno de los mismos logro evitar el desarrollo del hongo. A los 30 días después del trasplante el porcentaje de infección en hojas era de 5.5% a los 45 días de 16.5%, a los 60 días de 45%, a los 75 días de 72%, a los 90 días de 80%.

Es conveniente señalar que los tratamientos evaluados lograron mantener niveles aceptables del porcentaje de infección en hojas hasta los 60 días después del trasplante (45%), a pesar de que las condiciones climáticas fueron adversas, lo que favorecia el rapido desarrollo y proliferación del hongo, sin embargo el comportamiento del hongo fue elevandose hasta el 100%, quedando unicamente el testigo químico, el biofungol, el extracto de cola de caballo y el de papaya con frecuencias de 4 días con mínimas diferencias respecto al testigo absoluto, esto puede apreciarse mejor en la figura 1 y 2.

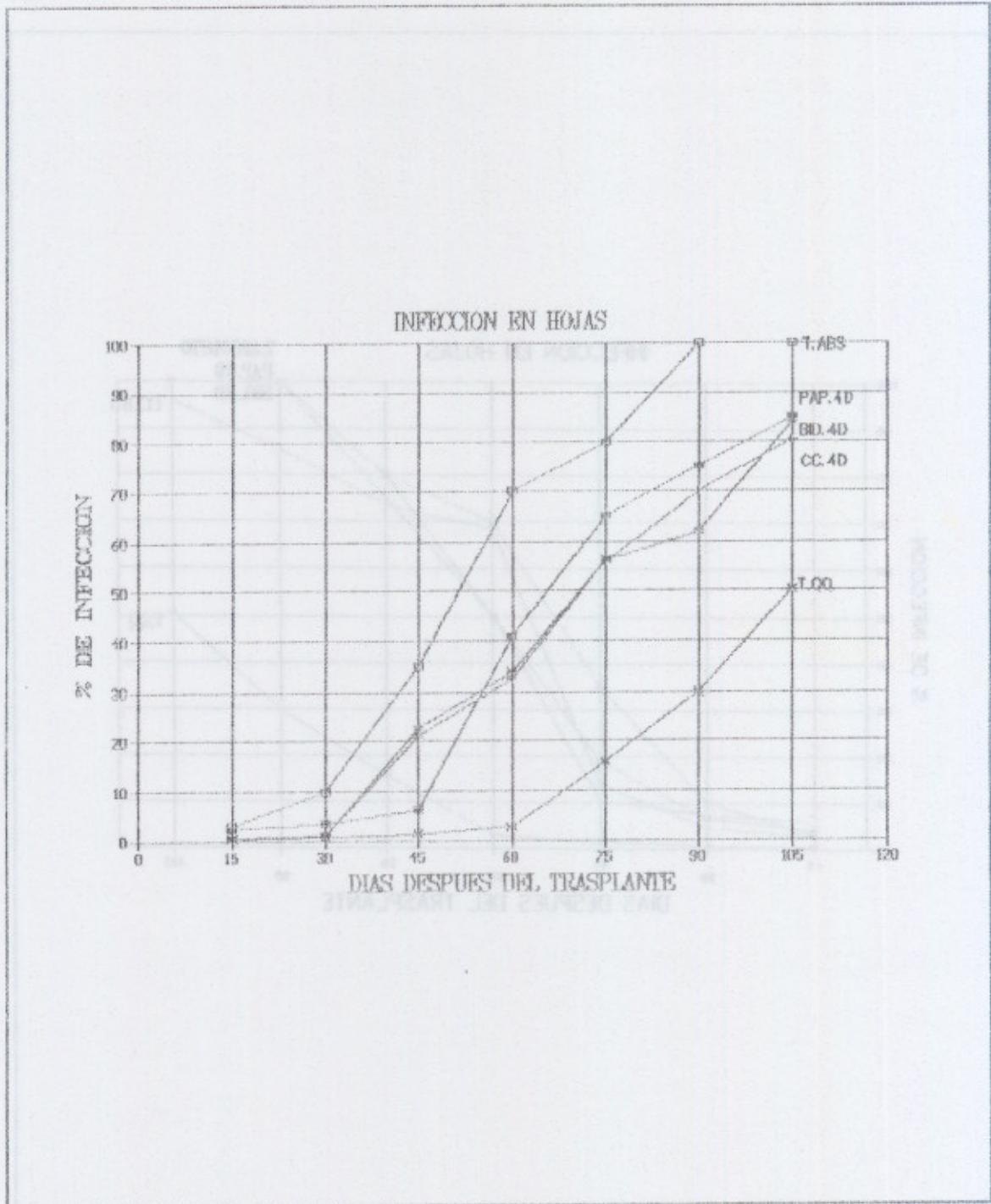


Figura 1: Porcentaje de infección en hojas para los tratamientos evaluados en frecuencia de 4 días y testigos químico y absoluto.

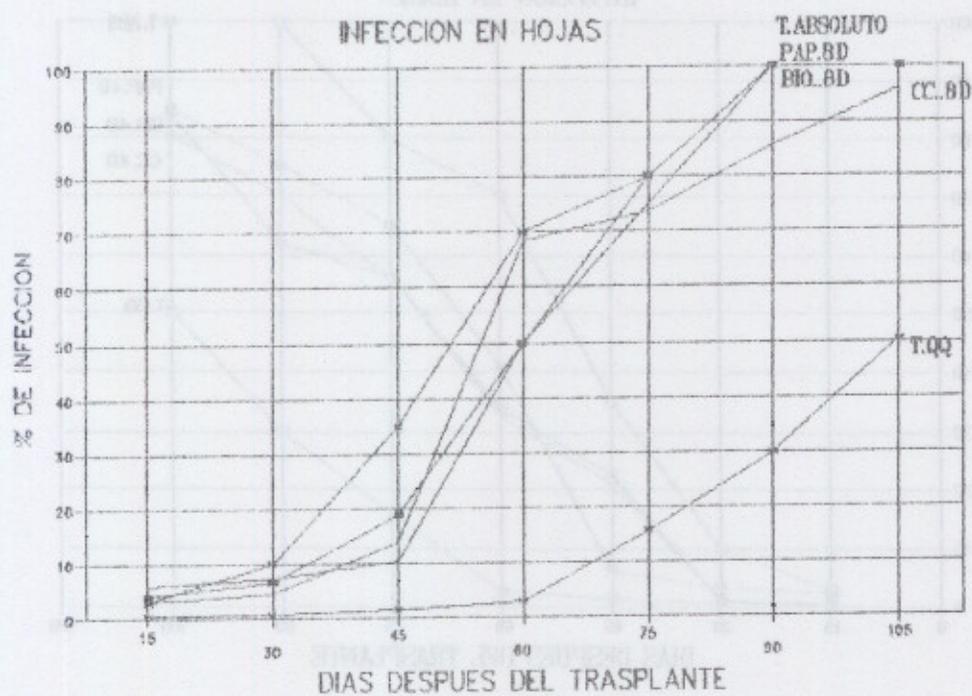


Figura 2: Porcentaje de infección en hojas de los tratamientos evaluados en frecuencia de 8 días y testigos químico y absoluto.

En el cuadro 3, podemos ver que existe diferencia significativa entre los tratamientos para el porcentaje de infección en hojas donde se incluye los testigos del agricultor y absoluto, pudo observarse por ejemplo que dentro de las mismas unidades experimentales existieron plantas con alto grado de severidad.

Cuadro 3: Análisis de varianza para el porcentaje de infección en hojas de acuerdo al tratamiento y al tiempo transcurrido (incluye testigos). Datos transformados Arcoseno  $\sqrt{x}$ .

FV.	GL.	SC.	CM.	FC.	Ft.
Bloque	2	1.62			
Tratamiento	7	5366.53	766.65		
Error	14	30.07	2.15	356.58 *	
Total	23	5398.22			

\* Significativo CV. 2.00%

En general puede decirse que la prueba de medias (Cuadro 4), demuestra que el testigo químico y el extracto de cola de caballo con frecuencia de 4 días, presentan los más bajos porcentajes de infección (50.29% y 80.50%) respectivamente, seguidos por el producto biofungol (84%) y el extracto de papaya que estadísticamente son iguales. Ver figura 1 y 2.

Lo anterior refleja un claro dominio por parte del testigo químico, sin embargo para fines económicos, según análisis económico realizado dicho tratamiento queda descartado.

Cuadro 4: Prueba de Tukey para el porcentaje de infección en hojas (incluye testigos). Comparador al 0.01% 2.97.

Producto	Frecuencia	Datos originales	Interpretación
Testigo Químico	-	50.29	a
Ex. Cola caballo	4	80.50	b
Prod. Biofungol	4	84.00	c
Ex. Papaya	4	85.00	c
Ex. Cola caballo	8	96.00	d
Prod. Biofungol	8	100.00	e
Ex. Papaya	8	100.00	e
Testigo absoluto	-	100.00	e

Como lo demuestra el cuadro 5, existe diferencia significativa, entre los productos botánicos, frecuencias e interacción para el porcentaje de infección en hojas (factorial).

Cuadro 5: Análisis de varianza para el porcentaje de infección en hojas (factorial) de acuerdo al tiempo transcurrido.

Datos transformados Arcoseno  $\sqrt{x}$ .

FV.	GL.	SC.	CM.	FC.	Ft.
Bloque	2	5.33			
Frecuencia	1	1865.38	1865.38	881.07	
Producto	2	240.84	120.42	56.88	
Frec. X Prod.	2	121.67	60.84	28.73	*
Error	10	21.17	2.12		
Total	17	2254.40			

\* Significativo

CV. 1.93%

Según el cuadro 6, muestra la prueba de medias para el porcentaje de infección en hojas; el primer grupo lo conforma el extracto cola de caballo y el extracto de papaya, así como el producto biofungol con frecuencias de 4 días donde estadísticamente son iguales; el segundo grupo lo conforman los mismos productos botánicos a una frecuencia de 8 días donde estadísticamente son iguales, el comportamiento del hongo se puede observar en la grafica 1. Es importante señalar que los productos botánicos aplicados a una frecuencia de 4 días mantuvieron porcentajes de infección en hojas aceptables hasta los 60 días después del trasplante respecto a los aplicados a una frecuencia de 8 días.

Cuadro 6: Prueba de Tukey para tratamientos del porcentaje de infección en hojas (factorial).

Producto	Frecuencia	Datos originales	Interpretación
Ex.Cola de caballo	4	80.50	a
Prod. Biofungol	4	84.00	a
Ex. Papaya	4	85.00	a
Ex.Cola de caballo	8	96.00	b
Prod. Biofungol	8	100.00	b
Ex. Papaya	8	100.00	b

## 2. Infección en brotes

Con base en el comportamiento del porcentaje de infección en brotes a través del tiempo sin hacer diferencias entre tratamientos, puede decirse en forma general que ninguno de los tratamientos aplicados logró evitar el desarrollo del hongo. A los 30 días después del trasplante el porcentaje de infección en brotes era de 9.21%, a los 45 días de 22.64%, a los 60 días de 41.72%, a los 75 días de 55.50%, a los 90 días de 73.20%.

Es conveniente se señalar que los tratamientos aplicados al cultivo del tomate para el control de *Phitopthota infestans*, lograron mantener niveles aceptables del porcentaje de infección

en brotes hasta los 60 días después del trasplante, a pesar de que las condiciones favorecía el rápido desarrollo del hongo, sin embargo el comportamiento del hongo fué severo llegando a porcentajes del 100%, esto puede apreciarse mejor en la figura 3 y 4.

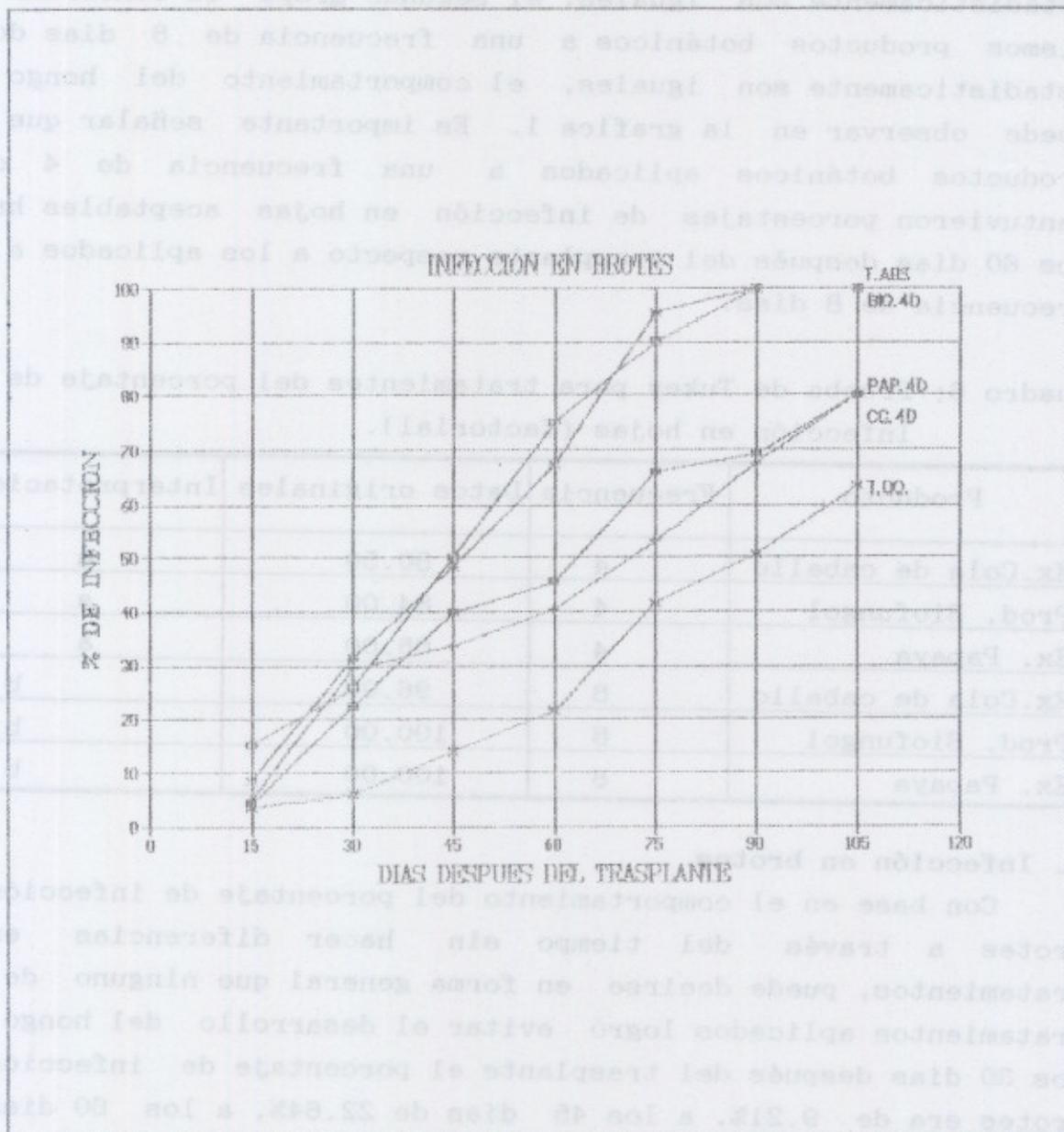


Figura 3: Porcentaje de infección en brotes para los tratamientos evaluados con frecuencia de 4 días y testigos químico y absoluto.

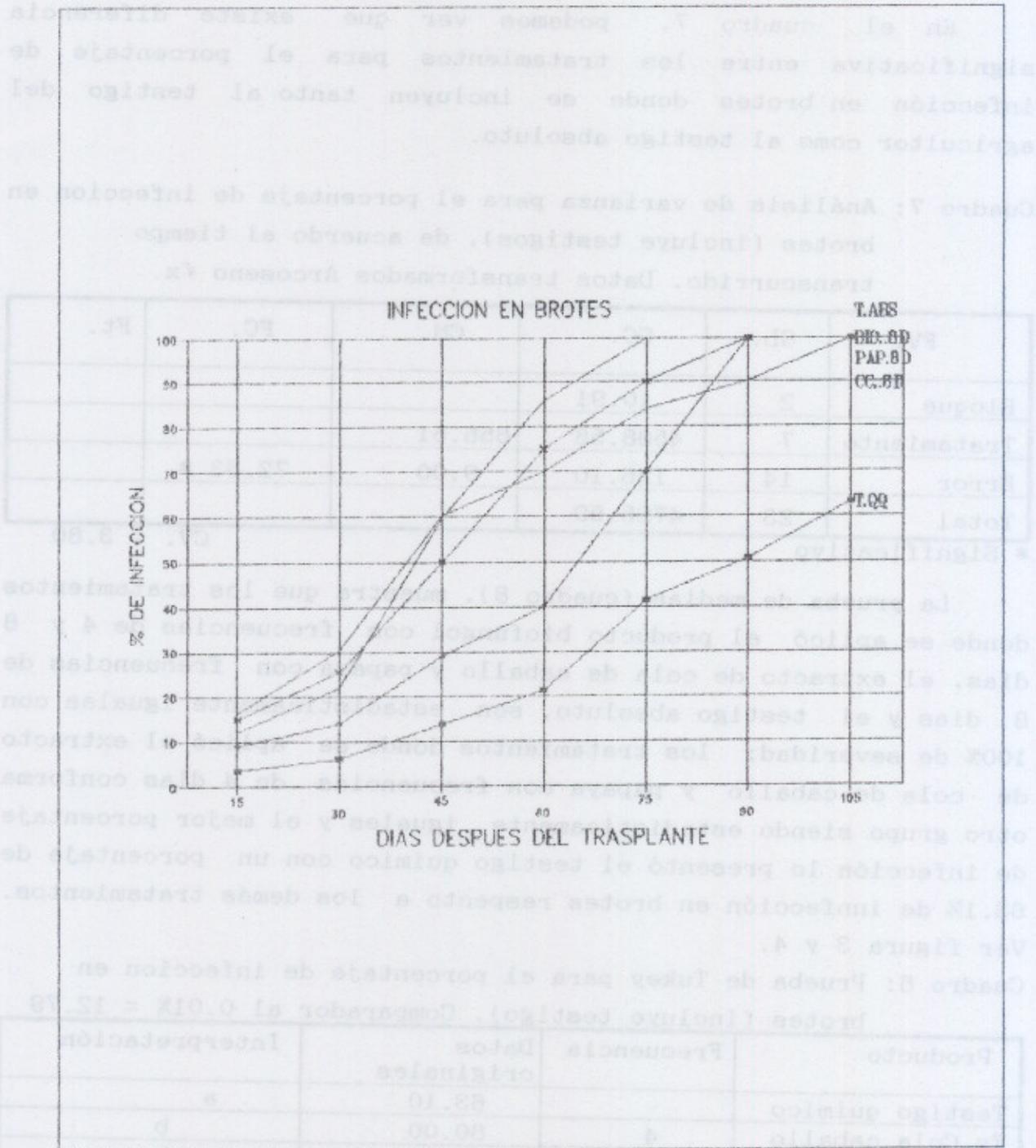


Figura 4: Porcentaje de infección en brotes para tratamientos evaluados con frecuencia de 8 días y testigos químico y absoluto.

Producto	Frecuencia	Datos originales	Interpretación
Testigo absoluto	-	100.00	c
Prod. Biológico	8	100.00	c
Ex. Papaya	8	100.00	c
Ex. Cola de caballo	8	100.00	c
Testigo químico	8	82.10	a
Testigo absoluto	8	80.00	b

En el cuadro 7, podemos ver que existe diferencia significativa entre los tratamientos para el porcentaje de infección en brotes donde se incluyen tanto al testigo del agricultor como al testigo absoluto.

Cuadro 7: Análisis de varianza para el porcentaje de infección en brotes (incluye testigos), de acuerdo al tiempo transcurrido. Datos transformados Arcoseno  $\{x$ .

FV.	GL.	SC.	CM.	FC.	Ft.
Bloque	2	10.91			
Tratamiento	7	4588.58	655.51		
Error	14	126.10	9.00	72.83 *	
Total	23	4725.59			

\* Significativo

CV. = 3.80

La prueba de medias (cuadro 8), muestra que los tratamientos donde se aplicó el producto biofungol con frecuencias de 4 y 8 días, el extracto de cola de caballo y papaya con frecuencias de 8 días y el testigo absoluto, son estadísticamente iguales con 100% de severidad; los tratamientos donde se aplicó el extracto de cola de caballo y papaya con frecuencias de 4 días conforma otro grupo siendo estadísticamente iguales y el mejor porcentaje de infección lo presentó el testigo químico con un porcentaje de 63.1% de infección en brotes respecto a los demás tratamientos. Ver figura 3 y 4.

Cuadro 8: Prueba de Tukey para el porcentaje de infección en brotes (incluye testigo). Comparador al 0.01% = 12.79

Producto	Frecuencia	Datos originales	Interpretación
Testigo químico	-	63.10	a
Ex.Cola caballo	4	80.00	b
Ex.Papaya	4	80.00	b
Prod. Biofungol	4	100.00	c
Ex.Cola caballo	8	100.00	c
Ex.Papaya	8	100.00	c
Prod. Biofungol	8	100.00	c
Testigo absoluto	-	100.00	c

Como lo demuestra el cuadro 9, existe diferencia significativa entre frecuencias, productos botánicos y para las interacciones entre frecuencias y productos botánicos, para el porcentaje de infección en brotes (factorial). El coeficiente de variación es de 4.26%.

Cuadro 9: Análisis de varianza para el porcentaje de infección en brotes (factorial) de acuerdo al tiempo transcurrido. Datos transformados con Arcoseno  $\sqrt{x}$

FV.	GL.	SC.	CM.	FC.	Ft.
Bloque	2	15.98			
Frecuencia	1	1394.27	1394.27	116.57	
Producto	2	393.02	196.51	16.43	
Frec x Prod	2	393.02	196.51	16.43 *	
Error	10	119.61	11.96		
Total	17	2315.92			

\* Significativo

CV. = 4.26%

Según el cuadro 10, muestra la prueba de medias para el porcentaje de infección en brotes (factorial), donde el extracto de cola caballo y el extracto de papaya aplicados a una frecuencia de 4 días, son estadísticamente iguales con un porcentaje de severidad de 80%, mientras que el producto Biofungol aplicado a cada 4 días y los extractos de papaya, cola de caballo y el producto biofungol aplicados a una frecuencia de 8 días presentan el porcentaje más alto con un 100% de severidad en brotes.

Para el porcentaje de infección en brotes el hongo fué más severo que en hojas, logrando soportar la enfermedad fungosa 60 días después del trasplante con un porcentaje aceptable; el comportamiento puede observarse en la figura 3 y 4.

Cuadro 10: Prueba de Tukey para el porcentaje de infección en brotes (factorial). Comparador al 0.01 = 12.79

Producto	Frecuencia	Datos originales	Interpretación
Ex.Cola caballo	4	80.00	a
Ex.Papaya	4	80.00	a
Prod. Biofungol	4	100.00	b
Ex.Cola caballo	8	100.00	b
Ex.Papaya	8	100.00	b
Prod. Biofungol	8	100.00	b

### 3. Infección en tallos

Con base en el comportamiento de infección a través del tiempo, sin hacer diferencias entre tratamientos aplicados puede decirse que en general ninguno de los mismos logro evitar el desarrollo del hongo. A los 30 días después del trasplante el porcentaje de infección era de 19.89%, a los 45 días de 35.58%, a los 45 días de 35.58%, a los 60 días de 51.10%, a los 75 días de 65.56%, a los 90 días de 74.68%; también es conveniente señalar que algunos de los tratamientos aplicados lograron mantener niveles aceptables de porcentajes de infección a pesar que las condiciones eran adversas, lo que favorecía el rápido desarrollo y proliferación del hongo, esto puede observarse en la figura 5 y 6.

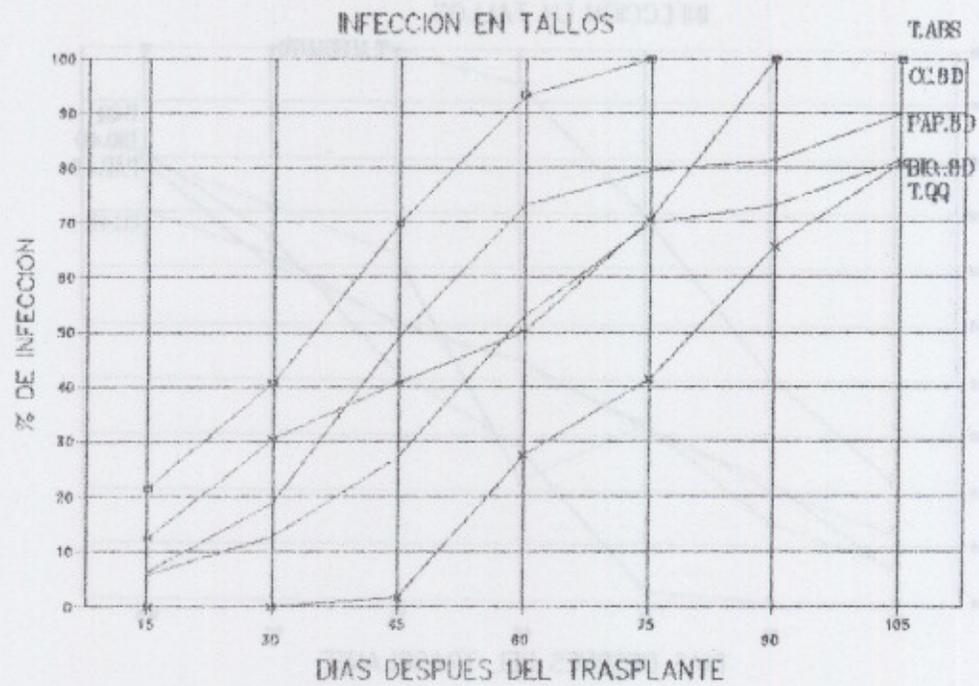


Figura 5: Porcentaje de infección en tallos para tratamientos evaluados con frecuencia de 8 días y testigos químico y absoluto.

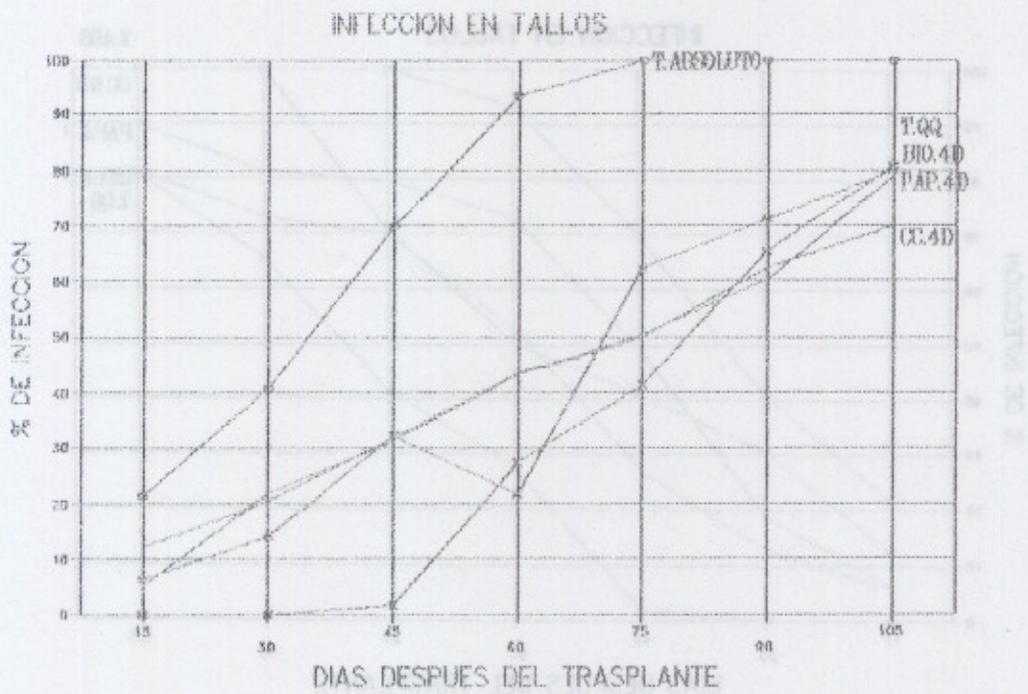


Figura 6: Porcentaje de infección en tallos para tratamientos evaluados con frecuencia de 4 días y testigos químico y absoluto.

En el cuadro 11, podemos ver que existe diferencia significativa entre tratamientos para el porcentaje de infección en tallos donde se incluyen al testigo del agricultor y al testigo absoluto, el coeficiente de variación es de 1.61%.

Cuadro 11. Análisis de varianza para el porcentaje de infección en tallos (incluyen testigos). Datos transformados.

FV.	GL.	SC.	CM.	FC.	Ft.
Bloque	2	1.00			
Tratamiento	7	3445.87	492.27		
Error	14	17.89	1.28	384.58*	
Total	23	3464.76			

\* Significativo

CV. = 1.61%

Según la prueba de medias para el porcentaje de infección en tallos (cuadro 12), donde se incluyen a los testigos, muestra que el mejor tratamiento fue donde se aplicó el extracto de cola de caballo con 70% de infección, seguido por los tratamientos donde se aplicó extracto de papaya, el producto biofungol con frecuencias de 4 días y el testigo del agricultor que estadísticamente son iguales. El tratamiento donde se aplicó el producto biofungol a cada 8 días presentó un porcentaje de 81.50%, el extracto de papaya a cada 8 días 89.93% y por último los tratamientos extracto de cola de caballo aplicado cada 8 días y testigo absoluto, siendo estadísticamente iguales con 100% de severidad. Ver figura 5 y 6.

Cuadro 12: Prueba de Tukey para el porcentaje de infección en tallos (incluye testigos). Comparador al 0.01%=2.3

Producto	Frecuencia	Datos originales.	Interpretación
Ex.Cola caballo	4	70.00	a
Ex.Papaya	4	79.00	b
Prod. biofungol	4	80.00	b
Testigo químico	-	80.82	b
Prod. biofungol	8	81.50	c
Ex. Papaya	8	89.93	d
Ex.Cola caballo	8	100.00	e
Testigo absoluto	-	100.00	e

El cuadro 13, demuestra que existe diferencia significativa entre frecuencias, productos botánicos e interacciones para el porcentaje de severidad en tallos de acuerdo al tratamiento y al tiempo transcurrido (factorial). El coeficiente de variación es de 2.91%.

Cuadro 13: Análisis de varianza para el porcentaje de infección en tallos. (factorial). Datos transformados con arcoseno  $\sqrt{x}$ .

FV.	GL.	SC.	CM.	FC.	Ft.
Bloque	2	8.31			
Frecuencia	1	152.66	152.66	39.40	
Producto	2	1400.07	700.03	180.65	
Frec x Prod	2	498.74	249.37	64.35 *	
Error	10	38.75	3.87		
Total	17	2098.53			

\* Significativo

CV. = 2.91%

Según el cuadro 14, muestra la prueba de medias para el porcentaje de infección en tallos (factorial), donde el extracto de cola de caballo aplicado a cada 4 días es el mejor con un porcentaje de 70% seguido por el extracto de papaya, el producto biofungol aplicado a cada 4 días y el extracto biofungol aplicado a una frecuencia de 8 días donde estadísticamente son iguales, el tratamiento donde se aplicó extracto de papaya con frecuencia de 8 días tuvo un porcentaje de 89.93 y el extracto de cola caballo con frecuencia de 8 días de 100%.

Cuadro 14: Prueba de Tukey para el porcentaje de infección en tallos (factorial). Comparador al 0.01% = 7.33

Producto	Frecuencia	Datos originales	Interpretación
Ex. Cola caballo	4	70.00	a
Ex. Papaya	4	79.00	b
Prod. Biofungol	4		?
Prod. Biofungol	8	81.50	b
Ex. Papaya	8	89.93	c
Ex. Cola caballo	8	100.00	d

#### 4. Rendimiento

De acuerdo a los resultados del análisis de varianza (cuadro 15), puede apreciarse que existe diferencia significativa estadística entre los tratamientos evaluados para la variable rendimiento, obteniendo así también un coeficiente de variación de 2.31%

Cuadro 15: Análisis de varianza para el rendimiento de tomate (kg/ha), de los tratamientos utilizados para el control del tizon tardío.

FV.	GL.	SC.	CM.	FC.	Ft.
Bloque	2	38830.39			
Tratam.	7	624619132	89231304		
Error	14	692992.21	49499.44	1802.67*	
Total	23	625350955			

\* Significativo

CV. = 2.31%

Cuadro 16: Prueba de Tukey para el Rendimiento total, evaluando el efecto de 8 tratamientos fungicidas en el control de *P. infestans*, en tomate. Comparador al 0.01% = 450.90

Producto	Frecuencia	Rendimiento	Interpretación
Testigo químico	-	17738.78	a
Ex.Cola caballo	4	16209.94	b
Prod. Biofungol	4	13164.46	c
Ex. Papaya	4	9850.35	d
Ex. Cola caballo	8	5791.25	e
Ex. Papaya	8	5655.12	e
Prod. Biofungol	8	5129.57	f
Testigo absoluto	-	3644.13	g

Como puede notarse en el cuadro 16, la prueba de medias, los tratamientos testigo químico, y los botánicos cola de caballo, papaya y biofungol presentaron un rendimiento total relativamente mayor.

En lo referente a productos naturales, el extracto de cola caballo, el producto biofungol y el extracto de papaya aplicados a una frecuencia de 4 días fueron los que presentaron rendimientos más altos. Si se comparan estos rendimientos con el resto de tratamientos y del testigo absoluto se puede notar que existió influencia sobre el rendimiento al controlar en parte la enfermedad los productos aplicados a cada 4 días. El efecto de los productos en el control de la enfermedad fungosa puede observarse más claramente en la figura 7.

Otros estudios realizados con Equisetum para controlar el hongo *Phytophthora* muestra que el rendimiento es sumamente bajo. Para el caso del caserío Chocox, Quiche (marco referencial 4.2.1.1) el rendimiento obtenido fue de 4278 Kg/Ha, este resultado se debió al intervalo de aplicación que fue de 8 días; y se compara con la investigación realizada en el caserío San Gabriel a la misma frecuencia se obtuvo un rendimiento de 5791.25 Kg/Ha, debido a las diferentes condiciones climáticas que prevalecen en cada zona.

La respuesta manifestada por el rendimiento indica que los productos naturales influyen considerablemente en el vigor de las plantas para estimular su productividad, aunque se vean afectadas por el patógeno en cierta medida; además es notoria la influencia de la frecuencia de aplicación, con respecto al absoluto, lo que indica que a medida que se reduce el intervalo de aplicación los productos botánicos son más eficientes, dicha respuesta es lógica considerando la naturaleza de los compuestos orgánicos que son biodegradables e incluso fotosensibles y análisis químicos efectuados a los productos, como lo muestra el cuadro 21.

Como puede notarse en el cuadro 21, los rendimientos de los tratamientos con productos botánicos (cola de caballo, papaya y biofungol) presentaron un rendimiento total relativamente mayor.

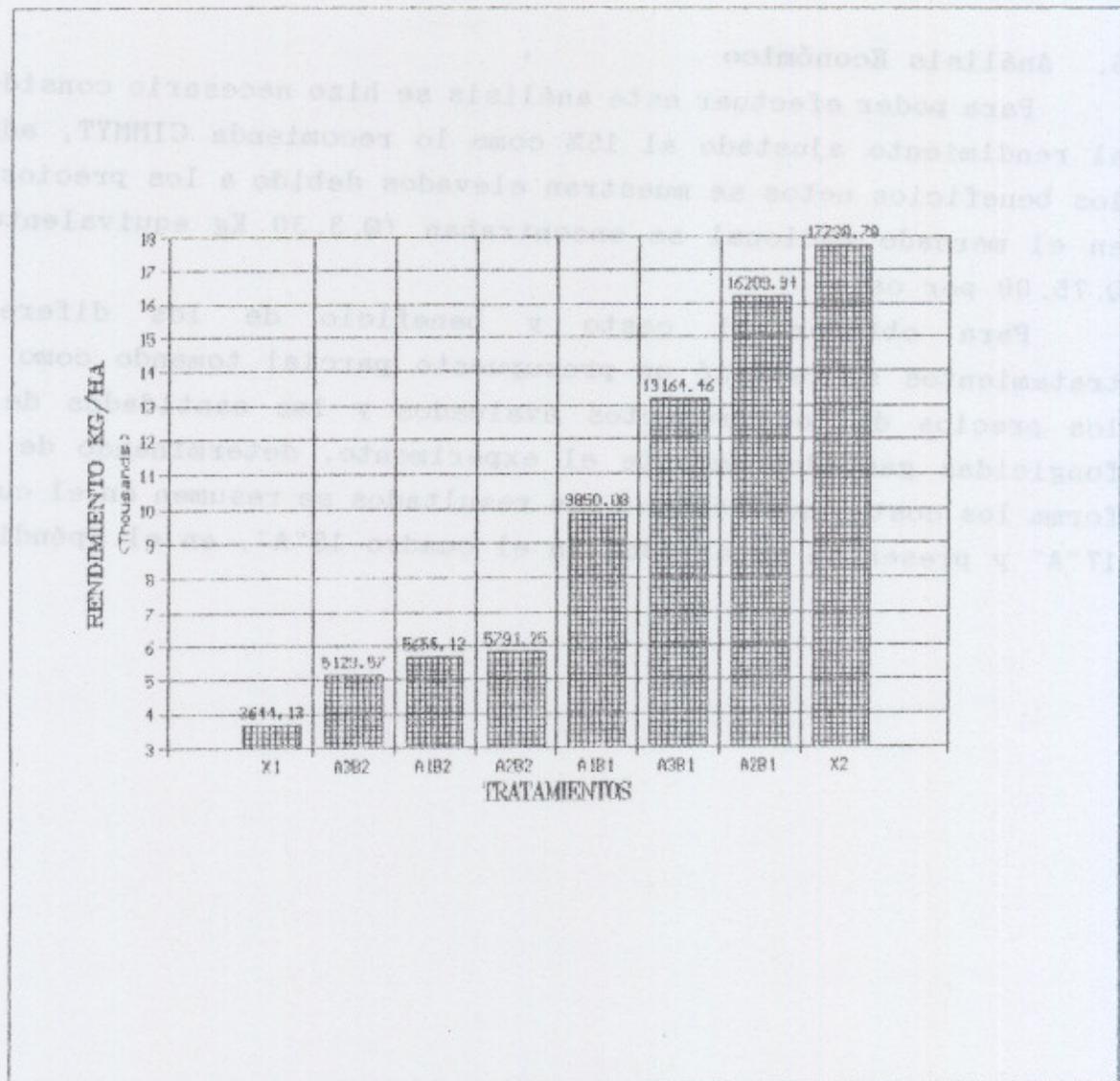


Figura 7: Rendimiento en Kg/Ha para los diferentes tratamientos evaluados para el control de *Phytophthora infestans*.

A1 = Papaya                      B1 = 4 días                      X1 = testigo absoluto  
 A2 = Cola de Caballo          B2 = 8 días                      X2 = testigo químico  
 A3 = Biofungol

5. Análisis Económico

Para poder efectuar este análisis se hizo necesario considerar el rendimiento ajustado al 15% como lo recomienda CIMMYT, además los beneficios netos se muestran elevados debido a los precios que en el mercado nacional se encontraban (Q.3.30 Kg equivalentes a Q.75.00 por caja).

Para obtener el costo y beneficio de los diferentes tratamientos se realizó un presupuesto parcial tomando como base los precios de los productos evaluados y las cantidades de los fungicidas gastados durante el experimento, determinando de esta forma los costos que varían, los resultados se resumen en el cuadro 17"A" y presentan detallados en el cuadro 18"A", en el apéndice.



Figura 7: Rendimiento en Kg/ha para los diferentes tratamientos evaluados para el control de *Physalis peruviana*.

A1 = Fungo  
 A2 = Coa de Cabello  
 A3 = Biológico  
 H1 = 4 días  
 H2 = 8 días  
 X1 = testigo absoluto  
 X2 = testigo químico

Según el cuadro 17"A", los beneficios netos más altos fueron proporcionados por el testigo químico; en cuanto a los productos naturales el extracto cola de caballo, el producto biofungol y el extracto de papaya con frecuencias de 4 días fueron los que presentaron los beneficios más altos.

Cuadro 19: Análisis de dominancia para los 8 tratamientos en el control de *Phitophthora infestans*. Caserío San Gabriel Sololá.

Tratamiento	Costos que Varian (Q)	Beneficio neto (Q/Ha)
Testigo Absoluto	600.00	9621.78ND
C. Caballo 8 días	1293.25	14951.19ND
Papaya 8 días	1453.25	14409.35D
Biofungol 8 días	1901.25	12487.17D
C. Caballo 4 días	2466.50	43002.35ND
Papaya 4 días	2546.50	25082.94D
Biofungol 4 días	3562.50	33363.77D
Testigo Químico	3705.00	46052.26ND

D = Tratamientos dominados, descartados para la Tasa Marginal de Retorno.

ND = Tratamientos no dominados.

Cuadro 20: Tasa marginal de retorno para los tratamientos seleccionados del análisis de dominancia.

Tratm.	B.N.	C.V.	▲ B.N.	▲ C.V.	TMR
T.Abs.	9621.78	600.00			
C.C.8d.	14951.19	1293.25	5329.41	693.25	7.68%
C.C.4d.	43002.35	2466.50	25051.16	1173.25	21.35%
T.QQ.	46052.26	3705.00	3049.91	1238.50	2.46%

Como se aprecia en el cuadro 20, el producto botánico de extracto de cola de caballo, aplicado a una frecuencia de 4 días obtuvo la mayor tasa marginal de retorno con un 21.35%, lo cual quiere decir que por cada quetzal adicional que se invierta en

costos que varían para este tratamiento se recupera un total de 20.35 quetzales , constitullendose un adecuado resultado ya que según esta metodología de análisis, se recomienda que por lo menos el tratamiento seleccionado dentro de una tecnología nueva tenga una tasa mínima de retorno del 100% siendo para este caso de 2,035%.

Así mismo el tratamiento donde se aplicó extracto de cola de caballo a una frecuencia de 8 días, obtuvo un valor de 7.68% siendo estos beneficios netos significativos y a la vez presentan costos que varían bajos. Con el testigo químico se obtienen beneficios netos más altos pero las mayores ganancias se obtienen cuando se aplican el extracto de cola de caballo a cada 4 días; de ahí que se opte por utilizar este extracto natural pues este no incrementa los costos que varían pero si tiene un incremento en beneficio neto significativo, tomando como resultado una mayor relación beneficio-costos; en última instancia la conveniencia económica es uno de los factores que son tomados en cuenta para la aceptación o rechazo de una nueva tecnología.

## 6. Análisis Parcial de los extractos

Cuadro 21: Análisis parcial de los extractos utilizados en el control de *Phitophthora infestans*, en el cultivo de tomate.

Producto	Azufre (mg/Lt)	Taninos (mg/Lt)
C.Caballo	140.00	41.00
Biofungol	1049.03	312.70
Papaya	955.00	500.26

El cuadro 21, muestra, el análisis parcial de los productos evaluados en cultivo de tomate, los elementos encontrados tienen la función de proteger a las plantas. Al realizar el análisis de

los productos únicamente se encontró azufre y taninos, mientras que fenoles, polifenoles, ácido cafeico, ácido clorogénico y quinonas no se reportó nada.

El extracto de cola de caballo reportó la menor cantidad de azufre (140 mg/litro de extracto), en comparación con los otros productos que presentaron mayor, para el caso de biofungol reportó 955 mg/litro, y extracto de papaya 1049.3 mg/litro.

Para taninos el extracto de cola de caballo presentó 41 mg/litro, el extracto de papaya 312.7 mg/litro y el producto biofungol 500.26 mg/litro. Es de hacer notar que el tratamiento donde se aplicó el extracto de cola de caballo fué uno de los mejores en cuanto a rendimiento y control de la enfermedad fungosa, seguido del producto biofungol y extracto de papaya.

Los otros elementos como fenoles, polifenoles, ácido cafeico, y ácido clorogénico no se presentaron en los extractos.

## 7. Análisis de Residualidad

Cuadro 22: Análisis de residualidad del fruto, luego de haber realizado aplicaciones con producto químico (Dithane).

Producto	Muestra	Ppm Ingrediente activo (Dithane)
Dithane	Fruto verde	9 ppm
Dithane	Fruto maduro	6 ppm

El cuadro 22, muestra la cantidad en ppm, de ingrediente activo del producto utilizado en el ensayo como testigo del agricultor (Dithane). Al realizar el análisis de residualidad a los frutos de tomate, la muestra con fruto verde presentó 9 ppm del ingrediente activo, y para la muestra con fruto maduro presentó 6 ppm del ingrediente activo. Dichos análisis muestran la contaminación existente en los frutos, que son contaminantes para el ser humano, sin embargo el producto se encuentra en el listado de la EPA permitiendo hasta 10 ppm del ingrediente activo.

Los productos únicamente se encontró en las hojas, mientras que los productos polifenólicos, ácidos católicos y ácidos clorogénicos y quinonas no se reportó nada.

El extracto de cola de caballo reportó la menor cantidad de azúcar (140 mg/litro de extracto), en comparación con los otros productos que presentaron mayor para el caso de diosgenol.

7. CONCLUSIONES

1. Las frecuencias de aplicación que efectuaron un mejor control sobre el hongo Phytophthora infestans, fueron los productos aplicados cada 4 días, especialmente el producto equisetum (Cola de caballo).
2. El producto botánico que efectuó un control eficiente sobre el hongo Phytophthora infestans, en hojas, brotes y tallos, fué el extracto Equisetum, aplicado a una frecuencia de 4 días.
3. La evaluación económica determinó que la tasa marginal de retorno más alta fue la de Equisetum aplicado a una frecuencia de 4 días siendo de 21.35% con un beneficio neto significativo y con costos que varían bajos.

Producto	Muestra	Porcentaje de actividad (%)
Diosgenol	Fruto verde	9.5%
Diosgenol	Fruto maduro	8.5%

El cuadro 25 muestra la cantidad en ppm de ingrediente activo del producto utilizado en el ensayo como testigo del extracto (Diosgenol). Al realizar el análisis de actividad en los frutos de tomate, la muestra con fruto verde presentó 9 ppm del ingrediente activo, y para la muestra con fruto maduro presentó 8 ppm del ingrediente activo. Dichos análisis muestran la contaminación existente en los frutos, que son contaminantes para el ser humano, sin embargo el producto se encuentra en el listado de la EPA permitiendo hasta 10 ppm del ingrediente activo.

II BIBLIOGRAFIA

1. ACOSTA, G.M. 1988. Fitosociología. México, D.F., Limusa. 188 p.

B. RECOMENDACIONES

1. Para contrarrestar el efecto del tizón tardío provocado por el hongo Phytophthora infestans, se recomienda utilizar el extracto Equisetum aplicado en la frecuencia de 4 días, siempre teniendo en cuenta las condiciones climáticas que prevalezcan en la zona.
2. Se recomienda a las instituciones agrícolas de la región, capacitar a los agricultores en cuanto a tecnología adecuada para el cultivo de hortalizas, y a utilizar la combinación de diferentes métodos de control de las enfermedades (control integrado), tales como: prácticas culturales, control botánico, y la combinación de productos químicos con botánicos.
3. Se recomienda realizar evaluaciones variando los intervalos de aplicación de los extractos utilizados para mejorar su eficiencia.

2. DEVIL, R.M. 1982. Fisiología vegetal. Trad. Dr. Xavier J. Pérez. 4 ed. Barcelona, Omega. 219 p.

3. DICKSON, G.H. 1987. Patología vegetal. Patógenos de plantas. México, D.F., Limusa. 212 p.

10. DE HONT DE COLOMBIA. e.l. Huesate 200. Barranquilla, Colombia. 2 p.

11. GOMEZ GOMEZ, M.J. 1983. Evaluación del efecto tuericidad de coque de carbón (Lignosulfonatos) en arvejas chinas (Lupinus sativus) y su acción sobre el rendimiento. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 47 p.

12. GONZALEZ, J.C. 1989. Introducción a la fitopatología. San José, C.R., LICA. 125 p.

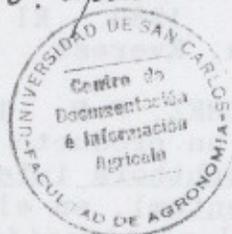
## 11. BIBLIOGRAFIA

1. AGRIOS, G.N. 1986. Fitopatología. México, D.F., Limusa. 756 p.
2. BARBERA, C. 1976. Pesticidas agrícolas. México, Omega. 569 p.
3. BUESO CAMPOS, M.L. 1985. Determinación optima de parcelas experimentales de melón (Cucumis melo) y tomate (Lycopersicum esculentum), para el valle de la Fragua, Zacapa. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de agronomía. 33 p.
4. CALI BALA, 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. 25 p.
5. CARRILLO GRAJEDA, R. 1981. Evaluación de diferentes distancias de siembra del cultivo de tomate (Lycopersicum esculentum) variedad Roma V.F. en la región de San Jerónimo. Baja Verapaz. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 25 p.
6. CECCHINI, T. 1973. Enciclopedia de las hierbas y plantas medicinales. Barcelona, España, Blume. 62 p.
7. CIMMYT. 1988. Programa de Economía: formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos. México, D.F. 79 p.
8. DEVLIN, R.M. 1982. Fisiología vegetal. Trad. Dr. Xavier L. Pages. 4 ed. Barcelona, Omega. 517 p.
9. DICKSON, C.H. 1987. Patología vegetal y patógenos de plantas. Mexico, D.F., Limusa. 312 p.
10. DU PONT DE COLOMBIA. s.f. Manzate 200. Barranquilla, Colombia. 2 p.
11. GOMEZ GOMEZ, M.J. 1993. Evaluación del efecto fungicida de cola de caballo (Equisetum arvense), en arveja china (Pisum sativum) y su acción sobre el rendimiento. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 47 p.
12. GONZALEZ, L.C. 1989. Introducción a la fitopatología. San José, C.R., IICA. 75 p.

13. GUIA PRACTICA ilustrado de las plantas medicinales. 1980.  
Trad. por Marcelo Conian. Barcelona, España, Blume. 62 p.
14. GUATEMALA, INSTITUTO NACIONAL DE SISMOLOGIA, VULCANOLOGIA METEOROLOGIA E HIDROLOGIA. Datos climatológicos, Estación el Capitán, San Lucas Tolimán No. 19.10.5, Sololá, de 1993. Guatemala.  
  
Sin publicar.
15. ----- INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL. 1970. Mapa climatológico de la república de Guatemala. Guatemala. Esc. 1:50000. Color.
16. HOLDBERGE, L.R. 1982. Ecología basada en zonas de vida. Trad. por Humberto Jimenez. San José, C.R., IICA. 216 P.
17. LITTLE, T.M.; JACKSON HILLS, F. 1987. Metodos estadísticos para la investigación en la agricultura. México D.F., Trillas. 270 p.
18. MARTINEZ GUERRA, J.A. 1982. Evaluación de 20 genotipos de tomate tipo ciruelo en 4 localidades de la republica de Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 52 p.
19. PAHLOW, M. 1982. El gran libro de las plantas medicinales. España, Everest. 500 p.
20. QUIXTAN GOMEZ, F.B. 1992. Evaluación de 3 productos vegetales y un producto químico en el control de tizón tardío (*Phytophthora infestans*) en tomate (*Lycopersicum esculentum*), en el caserío Chocox, Uspantan, Quiché. EPS. Investigación Inferencial. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 56 p.
21. BEYES CASTANEDA, C. 1982. Diseños experimentales aplicados. Mexico, Trillas. 344 p.
22. ROMERO, S. 1988. Hongos fitopatógenos. Mexico, D.F., Universidad Autónoma de Chapingo. 347 p.
23. SARASOLA, A. 1975. Fitopatología, curso moderno. Buenos Aires, Hemisferio Sur. v. 2, p. 14.
24. S.D.S. BIOTECH CORPORATION (EE.UU). s.f. Química agrícola; Dithane. Estados Unidos. s.p.

25. SIMMONS, C.S.; TARANO, J.M.; PINTO, J.H. 1959. Clasificación de reconocimiento de suelos de la república de Guatemala. Trad. por Pedro Tirado. Guatemala, José Pineda Ibarra. 1000 p.
26. SOLORZANO GONZALES, R. 1989. Alternativa Técnica. Guatemala, ed. Altermec. p 1.
27. STOLL, G. 1983. Control natural de cultivos en zonas tropicales, enfoque ecológico. Momostenango, Guatemala, Ed. Altermec. 304 p.
28. TELLO LEYSBETH, L.A. 1988. Evaluación de 5 fungicidas a 3 frecuencias de aplicación para el control de (*Phytophthora infestans*), en tomate (*Lycopersicon esculentum*), en el caserío Chemiche, Pueblo Viejo San Sebastian H, Huehuetenango. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 86 p.
29. TECNOLOGIA ALTERNATIVA (Gua.). 1992. Permacultura aplicada, enfoque ecológico. Totonicapan, Guatemala. 304 p.
30. VILLELA RAMIREZ, J.D. 1993. El cultivo del tomate. Guatemala, Proyecto de desarrollo Agrícola. 147 p.

*V. Bo. Quiam de la Roca*



Cuadro 18-A. Costos que varían por hectáreas relacionadas con la producción del cultivo y cosecha.

Concepto	Unidad/Medida	Valor (Q)	V.P. Total
Trabajo preventivo	5 cortes	105.00	525.00
Fajaya 5 d.	8 cortes	105.00	840.00
Fajaya 4 d.	5 cortes	105.00	525.00
Cola caballo 5 d.	5 cortes	105.00	525.00
Cola caballo 4 d.	11 cortes	105.00	1155.00
Holmugo 5d.	5 cortes	105.00	525.00
Holmugo 4 d.	10 cortes	105.00	1050.00
Quilico	12 cortes	105.00	1260.00
Conceptos			
Fajaya 5 d.	18.75 bombas	1.00	18.75
Fajaya 4 d.	37.5 bombas	1.00	37.5
Cola caballo 5 d.	18.75 bombas	1.00	18.75
Cola caballo 4 d.	37.5 bombas	1.00	37.5
Holmugo 5 d.	18.75 bombas	1.00	18.75
Holmugo 4 d.	37.5 bombas	1.00	37.5
Valor del agua			
Fajaya 5 d.	18.75 jornales	7.00	131.25
Fajaya 4 d.	37.5 jornales	7.00	262.5
Cola caballo 5 d.	18.75 jornales	7.00	131.25
Cola caballo 4 d.	37.5 jornales	7.00	262.5
Holmugo 5 d.	18.75 jornales	7.00	131.25
Holmugo 4 d.	37.5 jornales	7.00	262.5
12. APENDICE			
Fajaya 5 d.	18.75 jornales	15.00	281.25
Fajaya 4 d.	37.5 jornales	15.00	562.5
Cola caballo 5 d.	18.75 jornales	15.00	281.25
Cola caballo 4 d.	37.5 jornales	15.00	562.5
Holmugo 5 d.	18.75 jornales	15.00	281.25
Holmugo 4 d.	37.5 jornales	15.00	562.5
Aplicación de Saida			
Fajaya 5 d.	18.75 jornales	15.00	281.25
Fajaya 4 d.	37.5 jornales	15.00	562.5
Cola caballo 5 d.	18.75 jornales	15.00	281.25
Cola caballo 4 d.	37.5 jornales	15.00	562.5
Holmugo 5 d.	18.75 jornales	15.00	281.25
Holmugo 4 d.	37.5 jornales	15.00	562.5
Bisnaga			
Fajaya 5 d.	30 jornales	7.00	210.00
Fajaya 4 d.	60 jornales	7.00	420.00
Cola caballo 5 d.	30 jornales	7.00	210.00
Cola caballo 4 d.	60 jornales	7.00	420.00
Holmugo 5 d.	30 jornales	7.00	210.00
Holmugo 4 d.	60 jornales	7.00	420.00
Bisnaga			
Fajaya 5 d.	45 kilos	35.00	1575.0
Bisnaga	100 lb.	15.00	1500.00
Holmugo 4 días	50 lb.	15.00	750.00
Holmugo 5 días	100 lb.	15.00	1500.00
Cola caballo 4 días	100 lb.	0.71	284.00
Cola caballo 5 días	200 lb.	0.71	142.00
Fajaya 4 días	400 lb.	1.51	604.00
Fajaya 5 días	200 lb.	1.51	302.00
V.P. Total			

Cuadro 18"A". Costos que varían por hectarea relacionados con la producción del cultivo de tomate.

Concepto	Unidad/Medida	Valor (Q)	V.P.Total
<b>1. Producto</b>			
Dithane	45 kilos	35.00	1575.0
Biofungol 4 Días	100 Lt.	15.00	1500.00
Biofungol 8 días	50 lt.	15.00	750.00
Cola caballo 4 días	400 lt.	0.71	284.00
Cola caballo 8 días	200 lt.	0.71	142.00
Papaya 4 días	400 lt.	1.51	604.00
Papaya 8 días	200 lt.	1.51	302.00
<b>Aplicación (Asperc.)</b>			
Dithane	30 jornales	15.00	450.00
Biofungol 4 d.	37.5 jornales	15.00	562.5
Biofungol 8 d.	18.75 jornales	15.00	281.25
Cola caballo 4 d.	37.5 jornales	15.00	562.5
Cola caballo 8 d.	18.75 jornales	15.00	281.25
Papaya 4 d.	37.5 jornales	15.00	562.25
Papaya 8d.	18.75 jornales	15.00	281.25
<b>Alquiler de Bomba</b>			
Dithane	30 jornales	7.00/ha	210.00
Biofungol 4 d.	37.5 jornales	7.00	262.5
Biofungol 8 d.	18.75 jornales	7.00	131.25
Cola caballo 4 d.	37.5 jornales	7.00	262.5
Cola caballo 8 d.	18.75 jornales	7.00	131.25
Papaya 4 d.	37.5 jornales	7.00	262.5
Papaya 8 d.	18.75 jornales	7.00	131.25
<b>Valor del agua</b>			
Dithane	30 bombadas	1.00	30.00
Biofungol 4 d.	37.5 bombadas	1.00	37.5
Biofungol 8 d.	18.75 bombadas	1.00	18.75
Cola caballo 4 d.	37.5 bombadas	1.00	37.5
Cola caballo 8 d.	18.75 bombadas	1.00	18.75
Papaya 4 d.	37.5 bombadas	1.00	37.5
Papaya 8 d.	18.75 bombadas	1.00	18.75
<b>Cosecha</b>			
Químico	12 cortes	105.00	1260.00
Biofungol 4 d.	10 cortes	105.00	1050.00
Biofungol 8d.	6 cortes	105.00	630.00
Cola caballo 4 d.	11 cortes	105.00	1155.00
Cola caballo 8 d.	6 cortes	105.00	630.00
Papaya 4 d.	9 cortes	105.00	945.00
Papaya 8 d.	6 cortes	105.00	630.00
Testigo absoluto	5 cortes	105.00	525.00

Preparación del producto para venta			
Químico	12 cortes	15.00	180.00
Biofungol 4 d.	10 cortes	15.00	150.00
Biofungol 8 d.	6 cortes	15.00	90.00
ola caballo 4 d.	11 cortes	15.00	165.00
Cola caballo 8 d.	6 cortes	15.00	90.00
Papaya 4 d.	9 cortes	15.00	135.00
Papaya 8 d.	6 cortes	15.00	90.00
Testigo absoluto	5 cortes	15.00	75.00

Cuadro 17"A": Presupuesto parcial de los tratamientos evaluados para el control de Phytophthora infestans en tomate. Caserio San Gabriel, Solola, 1994.

T R A T A M I E N T O S

RUERO	X2	A1E1	A2E1	A3E1	A1E2	A2E2	A3E2	X1
Producto	1575.00	1500.00	750.00	284.00	142.00	604.00	302.00	-
plicac.	450.00	562.50	281.25	562.50	281.25	562.50	281.25	-
Alq. bomba	210.00	262.50	131.25	262.50	131.25	262.50	131.25	-
Agua	30.00	37.50	18.75	37.50	18.75	37.50	18.75	-
Cosecha	1260.00	1050.00	630.00	1155.00	630.00	945.00	630.00	525.00
P.F.V.	180.00	250.00	90.00	165.00	90.00	135.00	90.00	75.00
C.T.V	3705.00	3562.50	1901.25	2466.50	1293.25	2546.50	1453.25	600.00
Rend.	15077.96	11189.78	4360.13	13778.44	4922.56	8372.56	4806.85	3097.51
E.N	46052.26	33363.77	12467.17	43002.35	14951.19	25082.94	14409.35	9621.78

Precio de venta 63.30/Kg.

- A1-Extracto de papaya
- A2-Extracto de cola caballo
- A3-Producto biofungol
- E1-4 Dias
- E2-8 Dias
- X1-Testigo absoluto
- X2-Testigo quimico

PPV= Preparación producto para la venta  
 CTV= Costos totales que varian  
 EN= Beneficio neto  
 Beneficio bruto = Rendimiento x Precio.

A2B1	A3B1	X1	A3B2	A1B2	A2B2	A1B1	X2
------	------	----	------	------	------	------	----

A1B2	A3B1	A3B2	A1B1	X2	A2B2	A2B1	X1
------	------	------	------	----	------	------	----

A1B2	A2B2	A1B1	X1	A3B2	A2B1	X2	A3B1
------	------	------	----	------	------	----	------

Referencias:

A1 = Extracto de papaya                      B1 = 4 días  
 A2 = Extracto de cola de caballo        B2 = 8 días  
 A3 = Producto biofungol  
 X1 = Testigo absoluto  
 X2 = Testigo químico

Ancho de bloque = 3.2 m.  
 Largo del bloque = 40 m.  
 Ancho unidad experimental = 5 m.  
 Ancho de área unidad experimental = 11.60 m.  
 Área total = 464 m.

Figura 8. Croquis de la distribución de tratamientos en el campo.  
 San Gabriel, Sololá. 1994.

Figura 8: Croquis de la distribución de tratamientos en el campo.  
 San Gabriel, Sololá. 1994.

IX	IBIA	IBSA	IBLA	IBBA	IX	IBBI	IBBI
----	------	------	------	------	----	------	------

IX	IBSA	IBSA	IX	IBBI	IBBA	IBBI	IBBI
----	------	------	----	------	------	------	------



IBBI	IX	IBBI	IX	IBBI	IBBA	IBBI	IBBI
------	----	------	----	------	------	------	------



Referencias:

- AI = Extracto de pepino
  - A2 = Extracto de colza
  - A3 = Producto fitosanitario
  - X1 = Tizón temprano
  - X2 = Tizón tardío
- Ancho de bloque = 3.2 m.  
 Largo del bloque = 40 m.  
 Ancho unidad experimental = 5 m.  
 Ancho de área unidad experimental = 11.60 m.  
 Área total = 464 m.

Figura 9. Gráfica de la distribución de tizón tardío en el campo. San Gabriel, Colón, 1994.

Figura 9: Escala diagramática de severidad de tizón tardío en tomate.



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

Ref. Sem.036-94

LA TESIS TITULADA: "EVALUACION DE PRODUCTOS BOTANICOS PARA EL CONTROL DEL TIZON TARDIO (Phytophthora infestans) EN EL CULTIVO DEL TOMATE (Lycopersicum esculentum), EN EL CASERIO SAN GABRIEL, SOLOLA".

DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE: MOISES MIZA CASTRO

CARNET No: 85-30888

HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES: Ing. Agr. Edil Rodríguez  
 Ing. Agr. Mirna Herrera  
 Ing. Agr. Marino Barrientos

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. Gustavo Alvarez  
 ASESOR

Ing. Q. Lisely de León  
 ASESOR

Ing. Agr. Rolando Lara Alejo  
 DIRECTOR DEL IIA.



I M P R I M A S E

Ing. Agr. Maynor Estrada Rosales  
 DECANO EN FUNCIONES



Control Académico  
 vo

APARTADO POSTAL 1545 • 01901 GUATEMALA, C. A.  
 TELEFONO: 769794 • FAX (5022) 769675

BIBLIOTECA CENTRAL  
Universidad de San Carlos de Guatemala

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES  
FACULTAD DE AGRICULTURA  
ALBUQUERQUE



LA TESIS TITULADA: "EVALUACION DE PRODUCTOS NUTRICIONALES PARA EL CULTIVO DEL TUBO TARDIO  
(Physopenthorax intezans) EN EL CULTIVO DEL TUBO (Lycopersicon es-  
culentum), EN EL CASERIO SAN GABRIEL, SEKOLA."

DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE: MOISES MIZA CASTRO

CARENT No: 82-3088

EN SITIO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES: Ing. Agr. Edil Rodríguez  
Ing. Agr. Maira Herrera  
Ing. Agr. Marino Hurtado

Los asesores y las autoridades de la facultad de Agronomía, hacen constar que ha con-  
plido con las normas universitarias y reglamentos de la facultad de Agronomía de la  
Universidad de San Carlos de Guatemala.

Ing. Agr. Roberto Lara Alarcón  
ASESOR

Ing. Agr. Gustavo Álvarez  
ASESOR



Ing. Agr. Roberto Lara Alarcón  
DIRECTOR DEL IIA



Ing. Agr. Reynor Estrada Rodríguez  
DECANO

TELÉFONO: 78734 - FAX (5023) 78675  
APARTADO POSTAL 1345 - 01001 GUATEMALA, C. A.

Control Académico  
Archivo