

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

EFEECTO DE CUATRO EXTRACTOS VEGETALES EN EL CONTROL DE TIZON
TARDIO (*Phytophthora infestans*) EN EL CULTIVO DE TOMATE
(*Lycopersicon esculentum*) EN LA ALDEA POZA VERDE, JALAPA.

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

POR
CARLOS RENALDO BONILLA ALARCON
EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO
INGENIERO AGRONOMO

EN
SISTEMAS DE PRODUCCION AGRICOLA
EN EL GRADO ACADEMICO DE
LICENCIADO

GUATEMALA, MAYO DE 1995

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

Dr. JAFETH ERNESTO CABRERA FRANCO

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO:	Ing. Agr. EFRAIN MEDINA GUERRA
VOCAL PRIMERO:	Ing. Agr. JUAN JOSE CASTILLO MONT
VOCAL SEGUNDO:	Ing. Agr. WALDEMAR NUFIO REYES
VOCAL TERCERO:	Ing. Agr. CARLOS ROBERTO MOTTA DE PAZ
VOCAL CUARTO:	Prof. GABRIEL AMADO ROSALES VASQUEZ
VOCAL QUINTO:	Br. AUGUSTO SAUL GUERRA GUTIERREZ
SECRETARIO:	Ing. Agr. MARCO ROMILIO ESTRADA MUJ

Guatemala, mayo de 1995.

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

Señores representantes:

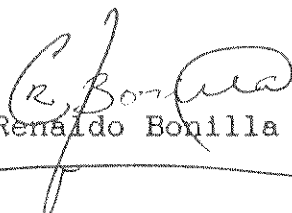
De conformidad con las normas establecidas por la ley orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración, el trabajo de tesis titulado:

"EFECTO DE CUATRO EXTRACTOS VEGETALES EN EL CONTROL DE TIZÓN TARDIO (*Phytophthora infestans*) EN EL CULTIVO DE TOMATE (*Lycopersicon esculentum*) EN LA ALDEA POZA VERDE, JALAPA".

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

Esperando que el presente trabajo de investigación llene los requisitos necesarios para su aprobación, me es grato presentarles mi agradecimiento por la atención a la presente.

Atentamente,


Carlos Renaldo Bonilla Alarcón

ACTO QUE DEDICO

AL CREADOR

Todo poderoso que me ha permitido
alcanzar mis metas.

A MIS PADRES

Carlos Renaldo Bonilla Rossill,
Thelma Yolanda Alarcón. Eterno
agradecimiento por sus esfuerzos
y sacrificios realizados.

A MIS HERMANOS

Libna y Danilo. Con especial cariño
por el apoyo recibido.

A MIS SOBRINOS

Mario José y Claudia Lucía.
Con cariño.

A MIS ABUELOS

Juan Salvador Zuñiga G., Rosalva
Alarcón de Zuñiga, Trinidad Rossill
vda. de Bonilla. Gracias por todo el
cariño y apoyo recibido.
Carlos Enrique Bonilla y Bonilla (QEPD)
como un recuerdo a su memoria.

A MIS TIOS

Carlos, Hugo, Melvin, Elmer, Ena, Nidia
y Mirian. Gracias por el apoyo y cariño
recibido.

A MIS PRIMOS
Y FAMILIA
EN GENERAL

Como muestra de cariño y agradecimiento
por su apoyo.

A MIS AMIGOS
Y COMPAÑEROS
EN GENERAL

Como muestra de amistad y recuerdo a las
experiencias compartidas.

AGRADECIMIENTO

A: Todas las personas que con su apoyo permitieron la realización y culminación de este trabajo.

Mis asesores: Ing. Agr. Gustavo Alvarez e Ing. Agr. Fredy Hernández Ola. Gracias por la orientación brindada en la ejecución de este trabajo.

La Ing. Agr. Argentina Berganza. Por el apoyo en la donación del producto Fungeli.

Alternativas Técnicas (ALTERTEC) y Agropecuaria Popoyan. Por el financiamiento para la realización de este trabajo.

Mi tío Victor Hugo Zuñiga Alarcón. Por el apoyo recibido principalmente en la realización de la etapa de campo de este trabajo.

INDICE

	Pag.
RESUMEN.....	x
1. INTRODUCCION.....	1
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
3. MARCO TEORICO.....	4
3.1 Marco Conceptual.....	4
3.1.1. Cultivo de tomate.....	4
3.1.2. Tizón tardío.....	4
3.1.3. Fungicidas de origen natural.....	14
3.1.4. Material botánico.....	15
3.1.5. Material químico.....	19
3.2 Marco referencial.....	20
3.2.1. Investigaciones realizadas.....	20
4. OBJETIVOS.....	23
5. HIPOTESIS.....	24
6. METODOLOGIA.....	25
6.1 Características del área experimental.....	25
6.2 Material experimental.....	26
6.3 Metodología experimental.....	28
6.4 Variables respuestas.....	30
6.5 Manejo del experimento.....	31
6.6 Análisis de datos.....	33
6.7 Análisis económico.....	34
7. RESULTADOS Y DISCUSION.....	36
8. CONSLUSIONES.....	58
9. RECOMENDACIONES.....	59
10. BIBLIOGRAFIA.....	60
11. APENDICE.....	63

INDICE DE FIGURAS

	pag.
1. Porcentaje de infección en hojas de los tratamientos evaluados en frecuencia lunes, viernes, testigo químico y absoluto.....	39
2. Porcentaje de infección en hojas de los tratamientos evaluados en frecuencia lunes, miercoles y viernes, testigo químico y absoluto.....	40
3. Porcentaje de infección en brotes de los tratamientos evaluados en frecuencia lunes, viernes, testigo químico y absoluto.....	43
4. Porcentaje de infección en brotes de los tratamientos evaluados en frecuencia de lunes, miercoles y viernes, testigo químico y absoluto.....	44
5. Porcentaje de infección en tallos de los tratamientos evaluados en frecuencia lunes, viernes, testigo químico y absoluto.....	48
6. Porcentaje de infección en tallos de los tratamientos evaluados en frecuencia lunes, miercoles y viernes, testigo químico y absoluto.....	49
7. Porcentaje de incidencia de los tratamientos evaluados en frecuencia lunes, viernes, testigo químico y absoluto.....	51
8. Porcentaje de incidencia de los tratamientos evaluados en frecuencia lunes, miercoles y viernes, testigo químico y absoluto.....	52
9. Rendimiento de tomate en kg/ha para los tratamientos evaluados, testigo químico y absoluto.....	55
10A. Escala diagramática de severidad en área foliaar de tizón tardío.....	69
11A. Croquis de campo.....	70
12A. Ubicación del sitio experimental.....	71

INDICE DE CUADROS

	Pag.
1. Clave para la estimación del daño del tizón tardío.....	9
2. Tratamientos utilizados para el control de <i>P. infestans</i> en tomate (<i>L. esculentum</i>) en la aldea Poza Verde, San Manuel Chaparrón Jalapa.....	30
3. Prueba de tukey para el porcentaje de infección en hojas (factorial).....	37
4. Prueba de tukey para el porcentaje de infección en hojas (incluye testigos).....	38
5. Prueba de tukey para el porcentaje de infección en brotes (factorial).....	41
6. Prueba de tukey para el porcentaje de infección en brotes (incluye testigos).....	45
7. Prueba de tukey para el porcentaje de infección en tallos (factorial).....	46
8. Prueba de tukey para el porcentaje de infección en tallos (incluye testigos).....	47
9. Prueba de tukey para el rendimiento de tomate en kg/ha de los tratamientos evaluados (incluye testigos).....	54
10. Análisis de dominancia para los tratamientos evaluados incluye testigo químico y absoluto.....	56
11. Tasa marginal de retorno para los tratamientos no dominados.....	57
12A. Análisis de varianza para el porcentaje de infección en hojas (factorial).....	64
13A. Análisis de varianza para el porcentaje de infección en hojas (incluye testigos).....	64
14A. Análisis de varianza para el porcentaje de infección en brotes (factorial).....	64
15A. Análisis de varianza para el porcentaje de infección en brotes (incluye testigos).....	65
16A. Análisis de varianza para el porcentaje de infección en tallos (factorial).....	65

17A. Análisis de varianza para el porcentaje de infección en tallos (incluye testigos).....	65
18A. Análisis de varianza para el rendimiento de tomate en kg/ha de los tratamientos evaluados (incluye testigos).....	66
19A. Presupuesto parcial de los tratamientos evaluados incluye testigo químico y absoluto.....	66
20A. Datos de campo del porcentaje de infección de tizón tardío en hojas de tomate.....	67
21A. Datos de campo del porcentaje de infección de tizón tardío en brotes de tomate.....	67
22A. Datos de campo del porcentaje de infección de tizón tardío en tallos de tomate.....	68
23A. Datos de campo del rendimiento en kg/ha de tomate en la aldea Poza Verde, Jalapa.....	68

EFECTO DE CUATRO EXTRACTOS VEGETALES EN EL CONTROL DE TIZON TARDIO
(Phytophthora infestans) EN EL CULTIVO DE TOMATE (Lycopersicon
esculentum) EN LA ALDEA POZA VERDE, JALAPA.

EFFECT OF FOUR VEGETABLES EXTRACTS FOR CONTROL OF LATE BLIGHT
(Phytophthora infestans) IN TOMATO CROP (Lycopersicon esculentum)
AT POZA VERDE, JALAPA.

RESUMEN

En Guatemala el cultivo de tomate es de mucha importancia para pequeños, medianos y grandes agricultores del oriente, altiplano central y norte del país debido a su rentabilidad; particularmente en la aldea Poza Verde del municipio de San Manuel Chaparrón Jalapa la enfermedad que causa mas daño en época de invierno es el tizón tardío (Phytophthora infestans) la cual es una de las mayores limitantes a la producción de tomate en la comunidad. Para el control del hongo tradicionalmente utilizan productos químicos, sin embargo provocan alta contaminación del fruto, del humano (agricultores y consumidores de tomate) y contaminación ambiental. Una alternativa para el control del hongo son extractos vegetales con propiedades fungicidas. Es por ello que la presente investigación se llevó a cabo con la evaluación de los extractos de Equisetum giganteum, Cebolla (Allium cepa), papaya (Carica papaya) y el producto botánico Fungeli, comparados con un fungicida químico

(Metalaxil-Mancozeb), cada uno a dos frecuencias de aplicación, tres y dos veces por semana.

Los objetivos de ésta investigación fueron: Determinar que producto botánico es más eficaz para el control de tizón tardío e identificar la frecuencia de aplicación con mayor control para el hongo.

Para realizar la investigación se utilizó un diseño en bloques al azar con arreglo bifactorial 4x2 con 3 repeticiones, siendo las variables respuestas: Porcentaje de severidad, incidencia y rendimiento en kg/ha las cuales fueron sometidas a un análisis estadístico, así mismo se realizó un análisis económico por medio de la técnica del presupuesto parcial.

Al final del experimento se determinó que de los tratamientos evaluados el extracto de Equisetum giganteum aplicado tres veces por semana mostró ser el mas efectivo para el control del hongo, además obtuvo el rendimiento mas alto con 49,364 kg/ha y una tasa marginal de retorno del 4000%; seguido por el producto botánico Fungeli aplicado tres veces por semana con un rendimiento de 49,247 kg/ha.

1. INTRODUCCION

En Guatemala el cultivo de tomate (Lycopersicon esculentum) reviste de gran importancia, la producción ha ido aumentando y en la actualidad se le cultiva a gran escala. Las áreas que se dedican al cultivo son principalmente en la zona de oriente como Zacapa, Jutiapa, Jalapa, Chiquimula; en la zona central como Sacatepequez, Guatemala; y en la zona norte Baja Verapaz.

Sin embargo la producción y la calidad de los frutos no han logrado alcanzar un rendimiento deseado para el agricultor, debido a que esta hortaliza se ve afectada por enfermedades fungosas, tal es el caso de tizón tardío, hongo que en época lluviosa ocasiona severos daños a todo el país.

Particularmente en la aldea Poza Verde del municipio de San Manuel Chaparrón Jalapa, el cultivo de tomate ha venido a ocupar un lugar muy importante, debido a que con la producción del mismo se obtienen mayores ingresos económicos, pero la enfermedad fungosa tizón tardío provocada por el hongo Phytophthora infestans ataca de tal manera que llega al extremo de terminar con el cultivo causando severos daños, por lo que es necesario evaluar nuevas alternativas que disminuyan los riesgos de crear resistencia y contaminación ambiental.

En la presente investigación se evaluaron los extractos de Equisetum giganteum, Papaya, (Carica papaya) Cebolla, (Allium cepa) y el producto botánico Fungeli, los cuales presentaron cierta eficiencia en el control de tizón tardío.

De los extractos evaluados destacan principalmente, el Equisetum giganteum y el producto botánico Fungeli aplicados, tres

veces por semana; los mismos obtuvieron un rendimiento de 49,369 y 49,247 kg./Ha. respectivamente, superados únicamente por el testigo químico con 61,294 kg/Ha.

Para la realización de dicha investigación se utilizó un diseño en bloques al azar, con arreglo bifactorial 4x2, con tres repeticiones durante los meses de Agosto a Octubre de 1,994.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Actualmente en la aldea Poza Verde del municipio de San Manuel Chaparrón, Jalapa el cultivo de tomate ocupa un lugar importante debido a la obtención de mayores ganancias comparado con los cultivos que siembran tradicionalmente los agricultores de la región, maíz y frijol.

El tomate es atacado por enfermedades fungosas en la época lluviosa en la que destaca el tizón tardío que es provocada por el hongo Phytophthora infestans.

El control químico ha sido siempre el método utilizado por los agricultores para el control de dicha enfermedad, pero debido a alto costo de los pesticidas y la falta de recursos económicos es necesario plantear investigaciones que permitan encontrar alternativas que minimicen los costos de producción y aumenten la rentabilidad de las cosechas.

Así mismo es importante tomar en cuenta la contaminación ambiental provocada por los plaguicidas químicos, por lo que en esta investigación se planteó el uso de productos botánicos los cuales evitan la contaminación ambiental y vienen a reducir los costos de producción de las cosechas.

3. MARCO TEORICO

3.1 MARCO CONCEPTUAL

3.1.1 Cultivo del Tomate (Lycopersicon esculentum)

3.1.1.1 Generalidades

Según Mortensen, citado por Carrillo (6) el tomate es muy importante y popular en la dieta de la población en los trópicos, se adapta a distintos lugares y se le puede cultivar en cualquier época del año. Generalmente se considera que la temporada de lluvias es difícil para el cultivo debido a los problemas que presentan las enfermedades; en época seca es necesario el riego para obtener rendimientos.

De acuerdo a su maduración, el tomate se clasifica en tres tipos: precoz, intermedio y tardío. El tipo precoz produce sus primeros frutos entre los 65 y 90 días; el tipo intermedio entre 75 y 90 días y el tipo tardío entre los 85 y 100 días a mas para que se pueda iniciar la cosecha.

En Guatemala la característica de precocidad recibe muy poca atención, puesto que se puede sembrar durante todo el año debido a que las diferencias de temperatura no limitan en forma radical las épocas de producción.

3.1.1.2 Variedad Butte:

Es una variedad que tiene excelente calidad para salsa y pasta de tomate. Su madurez relativa en días es de 105, el tamaño de la planta es relativamente pequeño, con un peso promedio de fruta de 68 grs. de forma redonda, uniforme verde. Esta variedad es bastante tolerante o resistente a *Verticillium*, *Fusarium* y *Alternaria*. (12)

3.1.2 TIZON TARDIO (Phytophthora infestans)

Clasificación:

Clase: Phycomycetes
Subclase: Oomycetes
Orden: Peronosporales
Familia: Pythiaceae
Género: Phytophthora
Especie: infestans (1)

Dentro de la especie más estudiada de la clase Phycomycetes está P. 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 y raíces de plantas adultas. (13)

3.1.2.1 Historia

P. infestans, apareció casi simultáneamente en Europa y Estados Unidos en la década de 1,830-1,840, causando severos daños, particularmente en Irlanda. Desde entonces, continúa siendo un problema serio en la zonas productoras con clima fresco y húmedo de Rusia, China, Suecia, Holanda, Alemania, Inglaterra, Canadá, Estados Unidos, México, Colombia, Perú, Argentina y Chile. (22)

Según Mills en 1,940, el tizón tardío en el tomate se describió posteriormente a las del tizón tardío de la papa realizada por Montagne. Payen en 1,847, en Francia informó que la inoculación del hongo de papa y de tomate dio los mismos síntomas y crecimiento fungoso. Debido a 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 referían a la enfermedad como causada por el hongo de la papa, debido a contaminaciones naturales ó artificiales de una a otra especie. (23)

3.1.2.2 Características Morfológicas

El primero en ocuparse de la taxonomía de P. infestans fue Matius en 1,842, quién le dio el nombre de Gangrena ruberum solani, en 1,945 Montagne la clasificó como Botrytis infestans; Uknger, en 1,847 la cambió de género Phytophthora surgiendo a ésta especie como tipo, con las siguientes características micelio liso, poco ramificado, de 4.2 a 13.5 micras de diámetro, promedio de 9.2 micras; esporangióforos abundantes en avena-agar, frijol, lima-agar, jugo de verduras-agar, jugo de tomate-agar y en agua destilada, ramificados, en simpodio compuesto, con hinchamientos en las ramas donde nacen los esporangios, de crecimiento indeterminado; esporangios ovales a elípticos, alimonados, con papila inconspicua, deciduos de 21 a 38 x 12 a 23 micras, promedio de 29 x 14 micras; gametangios; el oogonio es liso, globoso y activo, de 38 a 50 micras promedio de 40 micras, el anteridio es anfigino y pasivo; oosporas lisas, de paredes gruesas, esféricas, apleróticas de 25 a 35 micras de diámetro promedio de 30 micras.

Conviene señalar que la descripción de P. infestans fue hecha considerando únicamente sus estructuras asexuales (micelio, esporangióforos y esporangios), pues a pesar del examen minucioso

que de hojas y tallos llevó a cabo De Bary, jamás encontró oosporas. El primero en observar este tipo de esporas fue Clinton en 1,910, quién encontró en cultivos viejos de avena-agar. Murphy, en 1,927, confirmó este hallazgo, con más méritos aún, ya que las localizó directamente en tubérculos. No obstante en ambos casos, el número de oosporas fue bastante reducido. (13)

3.1.2.3 Hospedantes

Además de las tres especies de importancia en la alimentación, como papa, tomate y berenjena (6, 27), Hirst y Stedman (1,960) mencionan que en Nueva Zelandia fue hallado en Solanum sp. 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 esta última especie perenne no hay signos de infección sistémica, la infección aparece tarde en la epidermis y afecta hojas que pronto caen. (13)

3.1.2.4 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, peciolo y tallo, avanzando rápidamente si las condiciones climáticas le favorecen. Esto produce una grave infección, quedando las plantas como si hubieran sido quemadas por las heladas. (28)

En las hojas produce manchas castañas oscuras o negras dando

lugar a un escaldado de las mismas. Cuando las condiciones climáticas son muy favorables a el parásito aparecen las fructificaciones blancas del hongo, especialmente en la cara inferior. (22)

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

El peciolo se adelgaza y las lesiones toman un color castaño o negro púrpura. (22)

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, 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. 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, 30).

En el cuadro 1 se presentan algunas características para estimar el daño de *P. infestans*.

Cuadro 1. Clave para la estimación del daño del tizón tardío.

Descripción del Cultivo Enfermo	% Cultivo
No se ha observado en el campo	0
Solo unas cuantas plantas afectadas en varios puntos; mas de una o dos manchas en un radio de 12 metros	0.1
Mas de diez manchas por planta o bien manchado general ligero.	1.0
Casi 50 manchas por planta o mas de un foliolo en 10 atacados.	5.0
Casi todos los foliolos con lesiones plantas que retienen todavia la forma normal, el campo puede tener señas del tizón, pero se ve verde, aunque todas las plantas afectadas y casi la mitad de área foliar destruidas por el tizón, el campo se ve verde manchado de café.	50.0
Casi tres cuartas partes del área foliar destruidas por el tizón, el campo no se ve no predominantemente café ni verde. En algunas variedades, las hojas mas jóvenes se escapan de la infección, de modo que el verde predomina más que en variedades.	75.0
Sólo unas pocas hojas quedan verdes pero los tallos están verdes.	95.0
Todas las hojas mueren y los tallos también o quedan moribundos.	100.0

Fuente: Dickinson & Lucas 1,987 (10)

3.1.2.5 Etiología

El organismo causal del tizón de la papa y el tomate es *P. infestans*, de Bary. 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 grados centígrados pero admite que entre 18 y 24 grados centígrados también es favorable. Las temperaturas críticas son de 3 a 30 grados centígrados.

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 grados centígrados, y su formación es rápida y abundante apareciendo dentro de los 8 horas y son numerosas a las 14 horas. Las temperaturas críticas para la esporulación en atmósfera saturada son de 3 y 23 grados centígrados. La luz o la oscuridad no alteran su formación. Los esporangios son multinucleados, entre 7 y 30 núcleos. Germinan ya sea liberando zoosporas o actuando directamente en conidios. Para esto necesita hallarse en un medio apropiado como ser pequeñas gotas de agua provenientes de rocío, lluvias, etc. Con temperaturas superior a 20 grados centígrados 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 grados centígrados, se hallan en condiciones de germinar en un ambiente con humedad relativa superior al 60% en dos o tres horas. En cambio, ésta propiedad se limita cuando los esporangios se forman con temperaturas superiores. La temperatura óptima de germinación

indirecta es de 12 grados centígrados y la germinación directa es de 24 grados centígrados. El hongo se desarrolla rápidamente en los tejidos a temperaturas entre 20 y 23 grados centígrados. En los tallos puede tolerar temperaturas intermedias de hasta 40 grados centígrados. (23)

Se ha observado en el campo, que el tizón del tomate es más serio en la vecindad de plantas de papa enfermas y que casi invariablemente aparece varios días o semanas más tarde que el tizón de la papa. (23)

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 Clinton el hongo nunca sobrevive en los tejidos de tomate enfermos o en suelos que años anteriores ha sobrevenido fuerte ataque en tomate. Tampoco se ha podido comprobar que el hongo pueda sobrevivir en la semilla de tomate. (23)

3.1.2.6 Reproducción

Puede ser sexual o asexual. 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 la superficie de la hoja. La reproducción sexual ha interesado a los fitopatólogos de todo el mundo, desde que De Bary, efectuó los primeros trabajos sobre el hongo. El mismo

autor buscó durante quince años vanamente las esporas para poder completar su ciclo. (23)

El primer informe del descubrimiento de la reproducción sexual fue publicada por Clinton en 1,910 quién encontró las oosporas, en cultivo de éste organismo. La reproducción sexual se realiza por intermedio del oogonio y el anteridio. La forma en que éste hongo sobrevive de un año para otro ha dado lugar a numerosas explicaciones de carácter especulativo que son respaldadas por experiencias concretas. (23)

3.1.2.7 Patogénesis

El primero que dió información sobre la penetración de los zoosporos fue De Bary. Según Priston y Gallegly (1,954) los zoosporos se equistan y producen apresorios. Los apresorios son ligeramente más pequeños que los zoosporos enquistados. En tomate la infección se realiza a través de los frutos y las hojas, o directamente por las heridas. (22)

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 a los efectos del ambiente sobre la reproducción y dispersión del patógeno. (10)

3.1.2.8 Variabilidad Patogénica

Giddings y Berg (1,919), de la Universidad de Virginia del Oeste, fueron los primeros en notar que *P. infestans* es muy susceptible de variar patogénicamente. Estos autores observaron que

los aislamientos de papa atacan ligeramente al tomate, pero los de éste cultivo atacan severamente a ambos hospedantes. Mas tarde, Reddick y Mills (1,938), en Nueva York, también se dieron cuenta que éste organismo adquiriría progresivamente más virulencia mediante transferencia sucesivas en variedades resistentes. El mismo fenómeno observaron Mills, en 1,940 y De Bruyn en 1,951, trabajando con tubérculos de variedades resistentes. Por un tiempo, sus observaciones fueron interpretadas como una respuesta de adaptación al substrato, pero estudios posteriores surgieron que la patogenicidad de *P. infestans* puede mutar fácilmente. (22)

3.1.2.9 Control

El tizón tardío puede contrarrestarse satisfactoriamente mediante la combinación de mas medidas sanitarias, tales como variedades resistentes o aspersiones con compuestos químicos aplicados en la temporada adecuada, sólo debe utilizarse semilla sana, deben destruirse todas las plantas voluntarias, ya que todas las plantas de éste tipo constituyen una fuente de infección por el tizón tardío. No se conocen variedades resistentes, pero existen variedades que poseen la denominada resistencia de campo la cual sólo es una resistencia parcial variante pero que es afectiva sobre todas las razas del hongo del tizón tardío. Sin embargo no es suficiente confiar sólo en la resistencia de las variedades vegetales para controlar el tizón tardío debido a que en un clima favorable ésta 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. (1, 22)

Las aspersiones químicas si se aplican 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 cms. 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 grados centígrados o mas) y seco. Los compuestos químicos que se utilizan para el control del tizón tardío incluyen varios ditiocarbamatos como el Mancozeb y Polyram, otros como el Captafol, Clorotalonil, y el Hidróxido de Fentina, así como varios compuestos de cobre que incluyen Hidróxido de Cobre, Oxiclورو de Cobre y la pasta bordelesa. (1, 22)

3.1.3 Fungicidas de Origen Natural

Los fungicidas orgánicos son normalmente preventivos, o sea que deben aplicarse antes de aparecer la enfermedad para proteger las plantas, 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 éstos fungicidas orgánicos ostentan propiedades curativas, consiguiendo eliminar la enfermedad o detenerla si se aplican debidamente, ésta condición curativa debe ser comprendida bien para no llamarse a engaño en su aplicación; éstas 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 está ya muy 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. Iniciando el tratamiento, deben seguirse éstos 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 estrechar el ritmo de tratamientos haciéndolos a intervalos más cortos; si por el contrario, el clima ambiental no es propicio al desarrollo, pueden ser alargados los intervalos en un término prudencial pero nunca excesivo. (28)

3.1.4 Material Botánico

3.1.4.1 Cebolla (Allium cepa)

Dentro de las sustancias activas de la cebolla está el aceite esencial, diversas sustancias que por descomposición fermentiva

liberan el éster del ácido tiosulfínico de acción bacteriostática (inhibidora del crecimiento de las bacterias), tiopropionaldehído que es el responsable de las lágrimas que produce la cebolla al cortarla, flavonglucósidos, ácidos orgánicos, vitaminas y una sustancia cardioactiva. (19)

Con respecto a sus usos medicinales actúa estimulando las secreciones, favoreciendo la digestión, abriendo el apetito, como diuréticas, cicatrizantes y como exelente profiláctico contra la gripe, el catarro, la amigdalitis y la tos. Todos estos usos quedan reservados a la medicina popular. (19)

La cebolla debido a sus propiedades químicas (sales minerales, fosfatos, azufre, calcio, vitaminas, sulfuro de alilo) es un fungicida y repelente en cultivos de hortalizas, así mismo tiene sustancias que matan a los hongos; además sirve para el control de ácaros en cultivos. (11, 26)

La parte utilizable de la cebolla es el bulbo, del cual se extraen sustancias dejándolas reposar en remojo por 4-5 días para luego aplicarlas a los cultivos. (25)

3.1.4.2 Equisetum giganteum

Se le llama también hierba de platero, Equisetum y rabo de mula, pertenece a la familia de las equisetáceas. (7)

Según Robbins, citado por Gómez (14) los tallos son verdes y por lo tanto son los órganos que fabrican los alimentos. Las especies actuales de E. giganteum son homosporidas. El Equisetum contiene ácido silícico en proporciones hasta el 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. (27)

El *E. giganteum* 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. (25)

El uso de *E. giganteum* no es estrictamente un remedio, sino ayuda a reestablecer cierto equilibrio ecológico de las plantas. (14)

3.1.4.3 Papaya (*Carica papaya*)

Es una planta tropical y subtropical, de mucha importancia por sus frutos, en la industria es importante por los derivados con propiedades fungicidas de la papaína. (25)

La parte utilizable de la planta son las hojas, de las cuales se extrae sustancias dejándolas en remojo durante unos 10 días. (25).

Los elementos que se encuentran en la papaya, según Stoll (28), menciona que el azufre y sus derivados bioquímicos son antimetabolitos ya que el azufre permeando las capas externas de las esporas del hongo es capaz de introducirse en su metabolismo sustituyendo al oxígeno, en los fenómenos respiratorios, además el azufre tiene una acción acaricida.

Stoll (28) 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. Alternativas técnicas (30) menciona que de la hoja de papaya se prepara un fungicida para la herrumbre, moho y roya del cafeto, y mildius.

La papaya contine sustancias o elementos químicos como Ca, P, Fe, Na, betacaroteno, papaína, riboflavina, niacina, carbohidratos, ácido málico entre otros. El latex y los frutos contienen enzimas, papaína y quimopapaína. En la hoja y la raíz se aislan alcaloides, carpaina, insorcarpaina y deshidrocarpaina I y II. (11)

3.1.4.4 Fungeli

Es un fungicida natural líquido, producido mediante fermentación orgánica anaerobica de varias familias de plantas que poseen propiedades para prevenir y combatir hongos. Estas plantas aparte de poseer la propiedad de fungicida actúa así mismo como un fortalecedor de la planta.

Características:

- a. No es tóxico para humanos y fauna.
- b. Posee miscibilidad con otros plaguicidas químicos.
- c. Es esencialmente natural.
- d. No afecta el insecto benéfico.
- e. Control fitosanitario en los cultivos.
- f. En menor escala aporta nutrientes.
- g. No produce contaminación ambiental.
- 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 enfermedades no toman resistencia.

Usos:

- a. Cultivo de café.
- b. Cultivo de papa, tomate, chile, tabaco.
- c. Fruticultura en general y cítricos.
- d. Horticultura, plantas ornamentales en general.

Controla eficazmente los siguientes hongos:

- a. Hemileia vastatrix
- b. Pellicularia koleroga
- c. Phytophthora infestans
- d. Cercospora coffeicola
- e. Alternaria sp.
- f. Mycena citricolor
- g. Septoria lycopersici
- h. Colletotrichum nigrum
- i. Cercospora sp.
- j. Phytophthora parasitica

3.1.5 Material Químico

3.1.5.1 Mancozeb (Dithane M-45)

Fungicida del grupo de los Ditiocarbamatos, actúa por contacto y es preventivo; su ingrediente activo es Etilenbis-ditiocarbamato de magnesio con iones de zinc, se ofrece con el nombre de Dithane

M-45 de la química Rohm and Haas Co. Otros nombres Mancozeb, Fure, Manzate 200, Mancofol.

Toxicidad: $LD_{50} = 7,500$ mg/kg.

Fitotoxicidad: Puede provocar anomalías en plántulas, no es recomendable aplicarlo en almácigos.

Formulación: Polvo humectable y polvo.

Enfermedades controladas: Su aspecto de acción es amplio por lo que se emplea para el control de muchas enfermedades principalmente *P. infestans*, *Alternaria solani*, etc.

Dosis: 1.5 kg/ha. (31)

3.1.5.2 Metalaxil (Ridomil Mz-58)

Es un fungicida de acción sistémica, usado para el tratamiento de semilla, suelo y aplicado al follaje, creado en 1,977 por Ciba Geigy Corp. Su ingrediente activo es N-(2,6-Dimetilfenil)-N (metoxiacetil)-alanina metilester. Otros nombres como Metalaxil, CGA-48988, Subdue, Acylon.

Toxicidad: $LD_{50} = 669$ mg/kg

Fitotoxicidad: Se desconoce

Formulación: Polvo humectable

Enfermedades controladas: *P. infestans*, *Alternaria* spp. *Collectotrichum* spp., etc.

Dosis: 2.5 - 2.0 kg/ha. (31)

3.2. MARCO REFERENCIAL

3.2.1. Investigaciones realizadas

a. En la investigación realizada en la aldea El Palmar, en el

municipio de Uspantán departamento de El Quiché, se evaluarón los extractos de flor de muerto, papaya y Equisetum sp. con un producto químico en el control de P. infestans en el cultivo de tomate (Lycopersicon esculentum).

En la evaluación de los tres extractos botánicos se obtuvieron buenos resultados. Los rendimientos obtenidos con Equisetum sp. fueron 4,278 kg/ha, flor de muerto 6,203 kg/ha, papaya 6,310 kg/ha, dichos extractos superaron al testigo que obtuvo 3,850 kg/ha. (20)

b. Evaluación de tratamientos botánicos en el control de tizón tardío (P. infestans) en el cultivo de Papa en Sacsiguan Sololá. Se evaluarón extractos de Equisetum sp., flor de muerto y manzanilla, además el producto químico Dithane M-45.

Los tratamientos botánicos realizados con Equisetum sp. y flor de muerto fueron los más efectivos para el control de tizón tardío en dosis de 4.63 kg/ha y 6.12 kg/ha respectivamente. El testigo químico Dithane M-45 obtuvo rendimientos más altos pero dió una de las menores tasas de retorno marginal y los más altos residuos. (4)

c. Evaluación del efecto fungicida de E. arvense en arveja china (Pisum sativum), en la Alameda Chimaltenango, en donde se evaluaron tres concentraciones de extracto de Equisetum sp. y dos productos químicos.

El Equisetum sp. en concentración de 0.52 kg/ha presentó los mejores resultados en el control de cenicilla con intervalos de aplicación de siete días pero el mayor rendimiento de vainas para exportar se obtuvo con el tratamiento químico Thiovit a razón de

1.5 kg/ha pero el mismo presentó una tasa de retorno marginal mas baja que los tratamientos botánicos. (14)

d. En el caserío San Gabriel del departamento de Sololá se evaluaron los extractos de Equisetum sp., Papaya, el producto Biofungol y el producto químico Dithane M-45, para el control de P. infestans en el cultivo de tomate (Lycopersicon esculentum).

Los tratamientos botánicos realizados con Equisetum sp. y el producto Biofungol (actualmente nominado como Fungeli) fueron los mas efectivos para el control de tizón tardío a una frecuencia de aplicación de cada cuatro días. El tratamiento químico Dithane M-45 obtuvo los rendimientos mas altos pero a la vez dió una de las menores tasas de retorno marginal. (17)

4. OBJETIVOS

4.1 GENERAL

Determinar el efecto de cuatro productos botánicos en el control de tizón tardío (P. infestans) en el cultivo de tomate (L. esculentum).

4.2 ESPECIFICOS

1. Determinar que producto es más eficaz para el control de P. infestans en el cultivo de tomate.
2. Determinar la frecuencia de aplicación más eficiente para el control de P. infestans.

5. HIPOTESIS

1. Por lo menos un extracto vegetal tiene efecto fungicida semejante a los productos químicos para la prevención y control del tizón tardío (P. infestans).
2. Por lo menos una frecuencia de aplicación de los productos botánicos es eficiente para el control del hongo.

6. METODOLOGIA

6.1. Características del área experimental

6.1.1 Localización

El presente estudio se realizó en la Aldea Poza Verde, localizada a diez kilómetros del municipio de San Manuel Chaparrón del departamento de Jalapa. Dicha aldea se ubica dentro de las siguientes coordenadas: 14°33'47'' latitud norte y 89°41'19'' longitud oeste. La altitud es de 840 msnm. (15)

6.1.2 Clima

La temperatura media anual es de 20 grados centígrados, con una precipitación media anual que oscila entre los 650 y 950 mm, la cual está distribuida entre los meses de mayo a octubre. (18)

6.1.3 Zona de Vida

Cruz De La (9) de acuerdo a la clasificación de zonas de vida de Guatemala, según la metodología de Holdridge, describe que la localidad en donde se realizó la investigación pertenece a la zona sub-tropical seca, o bosque seco subtropical.

6.1.4 Suelos

Según Simmons (24), los suelos de ésta zona pertenecen a las clases miscelaneas de terreno, que incluyen áreas donde no predomina ningún tipo de suelo y donde están incluidos los suelos de los valles no diferenciados. La mayor parte ocupada por depresiones de los valles adaptables al cultivo con maquinaria agrícola y suelos friables. Los suelos donde se realizó el

experimento son francos sin pendiente longitudinal y con pendiente transversal, con pH que va de 6.2 a 6.5.

6.2 Material Experimental

6.2.1 Cultivar Genético

El cultivo utilizado para la investigación fue el tomate (L. esculentum) variedad Butte la cual es la mas utilizada en la aldea Poza Verde.

6.2.2 Tratamientos

- a. Extracto de E. giganteum
- b. Extracto de hojas de papaya.
- c. Extracto de cebolla.
- d. Producto Fungeli.
- e. Testigo químico (Ridomil Mz-58 - Dithane M-45)
- f. Testigo absoluto.

6.2.3 Preparación de los Extractos.

- a. Extracto de E. giganteum.

Para la obtención de éste extracto se puso a cocer por 15 minutos 0.125 kg (peso seco) de E. giganteum (que equivalen a 0.45 kg en peso fresco) en tres litros de agua, se dejó enfriar y se filtró. La dosis utilizada fue un litro de solución por cada 15.2 litros de agua, (equivalente a 2.37 kg/ha). (26)

- b. Extracto de hojas de papaya.

Para éste caso se tomarón dos kilogramos de hojas de papaya

bien picadas, éstas se dejarón en reposo por tres días en dos litros de agua, luego se filtró y se diluyó en 15.2 litros de agua agregándole una onza de jabón en polvo, en éste caso se utilizó Fab, la dosis de aplicación fue dos litros de solución por bomba de 15.2 litros de agua, (equivalente a 38 kg/ha).(29)

c. Extracto de cebolla.

Para éste caso se utilizó 0.112 kg de cebolla molida, ésta se disolvió en un litro de agua, luego se dejó fermentar por cuatro días y se filtró. La dosis de aplicación consistió en un litro de la solución por bomba de 15.2 litros de agua, (equivalente a 2.3 kg/ha). (26)

d. Producto botánico Fungeli.

La dosis aplicada fue 125 cc. de producto comercial por mochila de 15.2 litros, la cual equivale a 2.38 Lt/ha.

e. Testigo químico.

Este tratamiento fue manejado por el agricultor, para dicho manejo utilizó Metalaxil (Ridomil Mz-58) a razón de 2.5 kg/ha y Mancozeb (Dithane M-45) a razón de 1.5 kg/ha. Las aplicaciones de éste tratamiento se hicieron alternas durante los primeros 50 días, luego se hicieron sólo aplicaciones con Ridomil Mz-58 (Metalaxil).

f. Testigo absoluto.

A éste tratamiento no se le aplicó nada para observar que tan drástico era el ataque del hongo al cultivo.

6.2.4 Frecuencias de Aplicación:

Se evaluarón dos diferentes frecuencias de aplicación las cuales consisten en lo siguiente:

Frecuencia No. 1: Esta se realizó dos veces por semana (lunes y viernes).

Frecuencia No. 2: Esta se realizó tres veces por semana (lunes, miercoles y viernes).

6.3 Metodología Experimental

6.3.1 Diseño Experimental

Para el desarrollo de la presente investigación, se utilizó un diseño en bloques al azar con arreglo bifactorial 4x2, con 3 repeticiones.

6.3.2 Dimensiones del Experimento (3)

- a. Area de parcela bruta = $5.95\text{m} \times 3.6\text{m} = 21.42\text{m}^2$
- b. Area de parcela neta = $4.55\text{m} \times 1.8\text{m} = 8.19\text{m}^2$
- c. Distancia entre bloques = 1m
- d. Distancia entre tratamientos = 1m
- e. Distancia entre surcos = 0.9m
- f. Distancia entre plantas = 0.35m
- g. Número de parcelas = 30
- h. Area total del ensayo = $68.5\text{m} \times 12.8\text{m} = 876.8\text{m}^2$
- i. Número de plantas por parcela bruta = 90
- j. Número de plantas por parcela neta = 42

6.3.3 Modelos Estadísticos

El modelo estadístico para ver el efecto de los tratamientos testigos (químico y absoluto) fue:

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

donde:

Y_{ij} = Variable respuesta

M = Efecto de la media general

T_i = Efecto de i -ésimo fungicida evaluado

B_j = Efecto del j -ésimo bloque

E_{ij} = Efecto del error experimental (21)

El modelo estadístico para la interacción tratamiento y frecuencias fue:

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

donde:

Y_{ijk} = Variable respuesta

M = Efecto de la media general

A_i = Efecto de la i -ésima modalidad de los fungicidas

B_j = Efecto de la j -ésima modalidad de las frecuencias

AB_{ij} = Efecto de la ij -ésima interacción del fungicida y la frecuencia

B_k = Efecto del k -ésimo bloque

E_{ijk} = Error experimental en la ijk -ésima unidad experimental. (16, 21)

6.3.4 Manejo de los Tratamientos

Los extractos botánicos utilizados se aplicarán de acuerdo al Cuadro 2, en donde se describen los tratamientos y las frecuencias de aplicación. Además se tuvieron dos testigos, un químico manejado por el agricultor y un testigo absoluto el cual no tuvo ninguna aplicación.

Cuadro 2. Tratamientos utilizados para el control de *P. infestans* en tomate (*L. esculentum*) en la aldea Poza Verde, San Manuel Chaparrón Jalapa.

# de Tratamientos	Nombre	Frecuencia veces/semana
1	Testigo Absoluto	Sin frecuencia
2	Testigo Relativo	Variable
3	<i>E. giganteum</i>	2
4	<i>E. giganteum</i>	3
5	Papaya	2
6	Papaya	3
7	Fungeli	2
8	Fungeli	3
9	Cebolla	2
10	Cebolla	3

6.4 Variables Respuestas

6.4.1. Severidad

a) Infección en hojas

Para poder interpretar la variable infección en hojas, se seleccionarán al azar cuatro 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 dicha área foliar infectada se realizó utilizando la escala diagramática de severidad de tizón la cual se muestra en la figura 10A del anexo. Esta determinación se realizó a los 15, 25, 35, 45, 55, 65, 75 días después del trasplante.

b) Infección en brotes

Utilizando las mismas cuatro plantas se determinó el número de brotes infectados del total de las plantas, luego se transformaron los datos a porcentaje de brotes infectados por planta en parcela neta.

c) Infección en tallos

Para ésta variable se utilizarón las mismas cuatro plantas de la infección en hojas y brotes y se determinó contando el número de tallos infectados del total de planta, luego se transformaron los datos en porcentaje de tallos infectados por planta en parcela neta.

6.4.2 Incidencia

Esta se determinó contando el número de plantas infectadas por parcela neta, luego se transformaron los datos a porcentaje de plantas infectadas por parcela neta.

6.4.3 Rendimiento

El rendimiento se obtuvo pesando el producto comerciable del total de plantas en la parcela neta, pesando el mismo en cada corte realizado expresado en kg/ha.

6.5 Manejo del Experimento

6.5.1 Plantilla

Se utilizó plantilla (pilón) proveniente de un invernadero dedicado exclusivamente a ésta actividad, asegurando la calidad del

material vegetativo.

6.5.2 Fertilización

Para ésta actividad se utilizó Triple 15, al momento del trasplante, 20 y 45 días después del mismo. A los 30 y 45 días después del trasplante se utilizó un fertilizante foliar (Superfoliar 20-20-20), y a los 70 días después del trasplante se fertilizó con 12-24-12.

6.5.3 Control de Enfermedades

Este control se realizó de acuerdo a lo que indica el Cuadro 2.

6.5.4 Control de Plagas

Este control se hizo de acuerdo a la presencia de plagas durante el ciclo del cultivo. Se tuvo presencia de Mosca Blanca (*Bemisia tabaci*) para el control de la misma se utilizó Imidacloprid (Confidor) a razón de un litro/ha.

6.5.5 Control de malezas

Este control se realizó en forma manual, utilizando azadón el cual fue constante tratando de que el cultivo estuviera libre de malezas durante todo su ciclo.

6.5.6 Tutoreo

Dicha actividad se realizó cuando las plantas alcanzaron una altura de mas o menos 30 cms. Se utilizó para la misma estacas y

rafia. Dicha actividad fue realizada en tres ocasiones.

6.5.7 Cosecha

Esta se realizó a los 75 días después del trasplante, de forma manual, haciéndolo en varios cortes, de acuerdo al grado de maduración existente en los frutos.

6.5.8 Comercialización

Esta se realizó el mismo día en que se cosechó, al precio del día, en la localidad de la aldea Poza Verde.

6.6 Análisis de Datos (20)

Para las variables infección en tallos, brotes y hojas se realizó un análisis de varianza (ANDEVA) transformando los datos porcentuales a valores angulares con la fórmula.

$$\text{Arcoseno} = \text{Sen}^{-1} (x/100)$$

Posteriormente se tomaron los tratamientos donde se aplicaron los fungicidas naturales a los cuales se les aplicó la prueba de medias de tukey con el propósito de determinar que tratamiento es el mejor (fungicida-frecuencia).

Seguidamente se realizó una prueba de medias de tukey incluyendo los testigos con el propósito de ver la eficiencia de los tratamientos.

Para la variable rendimiento se realizó un análisis de varianza (ANDEVA) y luego incluyendo los testigos se realizó una

prueba de medias de tukey para ver que tratamiento fue el que obtuvo mayores rendimientos.

6.7 Análisis Económico (8)

a. Presupuesto parcial

El presupuesto parcial se refiere al cálculo de los costos que varían y beneficios netos de cada tratamiento.

En este estudio para el cálculo de los costos variables totales se tomó en cuenta el costo de la mano de obra, costo de alquiler de bomba, costo de acarreo de agua y costo de fungicida, para que al sumar todos estos costos nos dieran el total de costos variables.

Para el cálculo de los beneficios netos primero se determinaron los beneficios brutos y la diferencia entre los mismos y los costos variables nos dieron los beneficios netos.

b. Análisis de dominancia

El análisis de dominancia sirve para comparar los costos que varían con los beneficios netos.

Dicho análisis se efectúa primero, ordenando los tratamientos de menores a mayores totales de los costos variables. Se dice entonces que un tratamiento es dominado cuando tiene beneficios netos menores o iguales a los de un tratamiento de costos variables mas bajos.

c. Tasa marginal de retorno

El objeto principal del análisis marginal es revelar

exactamente como los beneficios netos de una inversión aumentan al incrementar la cantidad invertida; la cual se calcula dividiendo el beneficio neto marginal entre el costo marginal expresado en porcentaje.

7. RESULTADOS Y DISCUSION

Como punto de partida es necesario indicar que la presencia del hongo P. infestans se manifestó hasta los 35 días después del trasplante, no obstante los tratamientos utilizados se aplicaron desde el momento del mismo hasta los 75 días.

Para observar el desarrollo del hongo se midieron las variables severidad, rendimiento e incidencia, para ésta última no se realizó ningún tipo de análisis estadístico debido a que se manifestó en un 100% en todos los tratamientos.

1. SEVERIDAD

a. Infección en hojas:

El hongo se presentó en todos los tratamientos, pero debido a las condiciones climáticas presentes en el área se tuvieron porcentajes aceptables de infección en hojas, hasta los 55 días después del trasplante, seguidamente se tuvieron porcentajes de infección más elevados en los cuales se iba notando de una forma más clara la eficiencia e ineficiencia de cada uno de los tratamientos, en última instancia el testigo químico obtuvo el menor porcentaje de infección en hojas con 40%, seguido por el extracto de E. giganteum a una frecuencia de lunes, miercoles y viernes.

El cuadro 12A del anexo muestra como existieron diferencias significativas al 5% entre los extractos y frecuencias; por lo que se realizó una prueba de medias utilizando el comparador Tukey; no así para la interacción extracto * frecuencia, puesto que entre la misma no se encontraron diferencias significativas. Además se

obtuvo un coeficiente de variación de 12.63% lo cual indica que el experimento fue bien manejado.

El cuadro 3 muestra la prueba de medias de Tukey donde podemos observar que el extracto de *E. giganteum* obtuvo el menor porcentaje de severidad en hojas con 59.15%, seguido por el producto botánico Fungeli con 64.24% y éste seguido por el extracto de cebolla y papaya con 75 y 77% respectivamente.

Con lo que respecta a las frecuencias de aplicación se puede observar en el mismo cuadro 3 que la frecuencia tres veces por semana es con la se obtiene el menor porcentaje de infección en hojas con 65%.

Cuadro 3. Prueba de Tukey para el porcentaje de infección en hojas (factorial)

EXTRACTOS			FRECUENCIAS		
Producto	Media	Grupo Tukey	Frec.	Media	Grupo Tukey
Equisetum	59.15 %	a	3	65 %	a
Fungeli	64.24 %	b	2	73 %	b
Cebolla	75 %	b c			
Papaya	77 %	c			

Nota: Tratamientos con misma letra son estadísticamente iguales.

El cuadro 13A del anexo muestra que si existen diferencias significativas entre tratamientos para el porcentaje de infección en hojas incluyendo el testigo relativo y el testigo absoluto. Además muestra un coeficiente de variación de 13.02% lo cual indica que el ensayo fue bien manejado.

En el cuadro 4 se muestra la prueba de medias de Tukey la cual demuestra como el testigo relativo obtuvo el menor porcentaje de

infección en hojas con 40% seguido por el extracto de *E. giganteum* con 55% a una frecuencia de tres veces por semana y el producto botánico Fungeli con 60% a una frecuencia de tres veces por semana los cuales son estadísticamente iguales; dicha prueba refleja un claro dominio del tratamiento químico (testigo relativo).

Cuadro 4. Prueba de Tukey para el porcentaje de infección en hojas (incluye testigos).

Producto	Aplic./Semana	Media	Grupo Tukey
Testigo químico	Variable	40 %	a
<i>E. giganteum</i>	3	55 %	b
Fungeli	3	60 %	b
<i>E. giganteum</i>	2	63 %	c
Fungeli	2	68 %	c
Cebolla	3	71 %	c
Papaya	3	73 %	d
Cebolla	2	80 %	d
Papaya	2	80 %	d
Testigo Absoluto	Ninguna	87 %	d

Nota: Tratamientos con misma letra son estadísticamente iguales.

El comportamiento del hongo a través del tiempo se puede observar en la figura 1 y 2.

b. Infección en brotes:

Al igual que en la infección en hojas se tuvo presencia del hongo hasta los 35 días después del trasplante en todos los tratamientos, pero se obtuvieron porcentajes aceptables de infección en brotes debido a las condiciones climáticas dadas en el lugar hasta los 55 días después del trasplante, seguidamente se

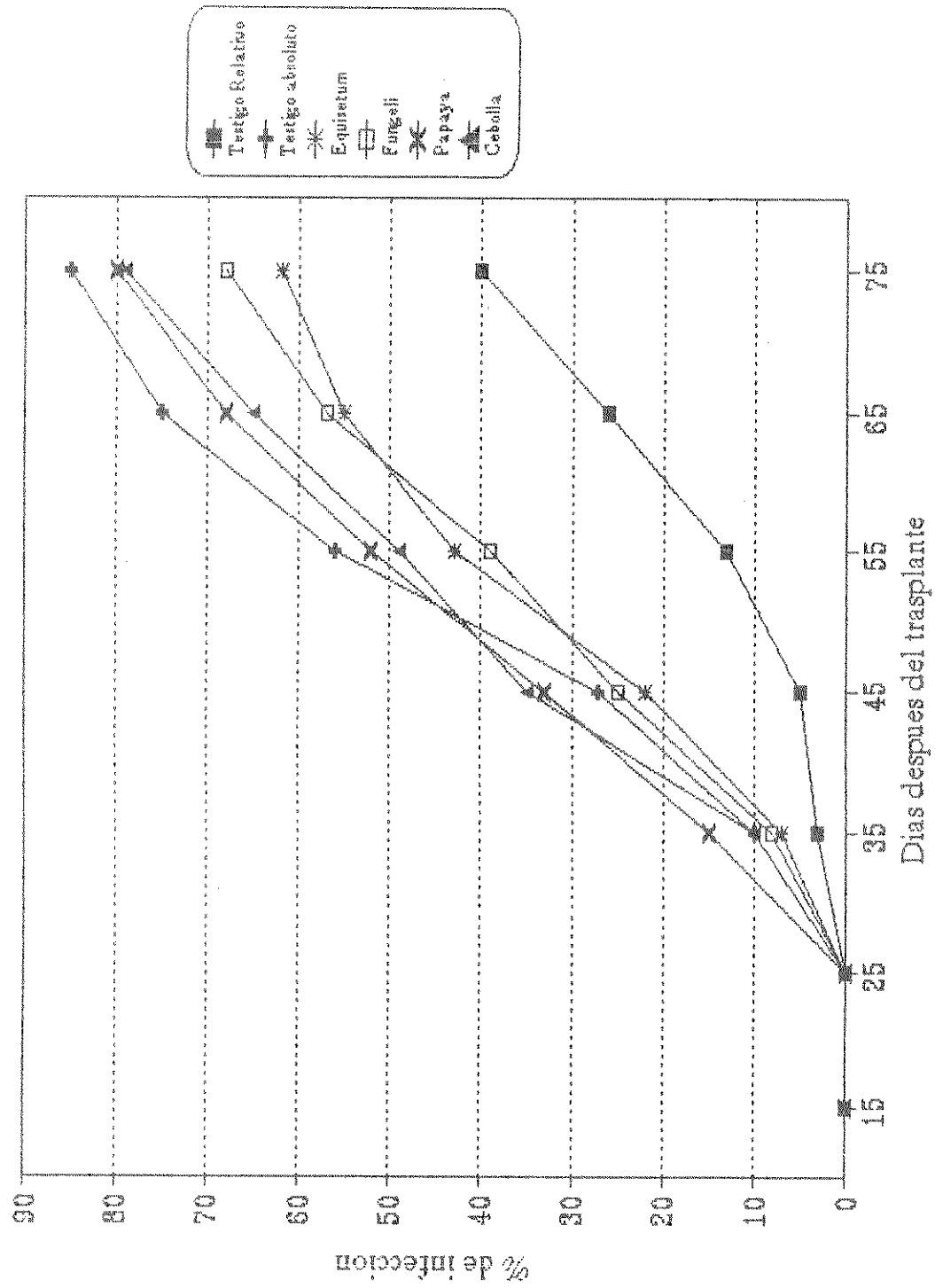


Figura 1. Porcentaje de infeccion en hojas para los tratamientos evaluados en frecuencia lunes, viernes, testigo quimico y absoluto.

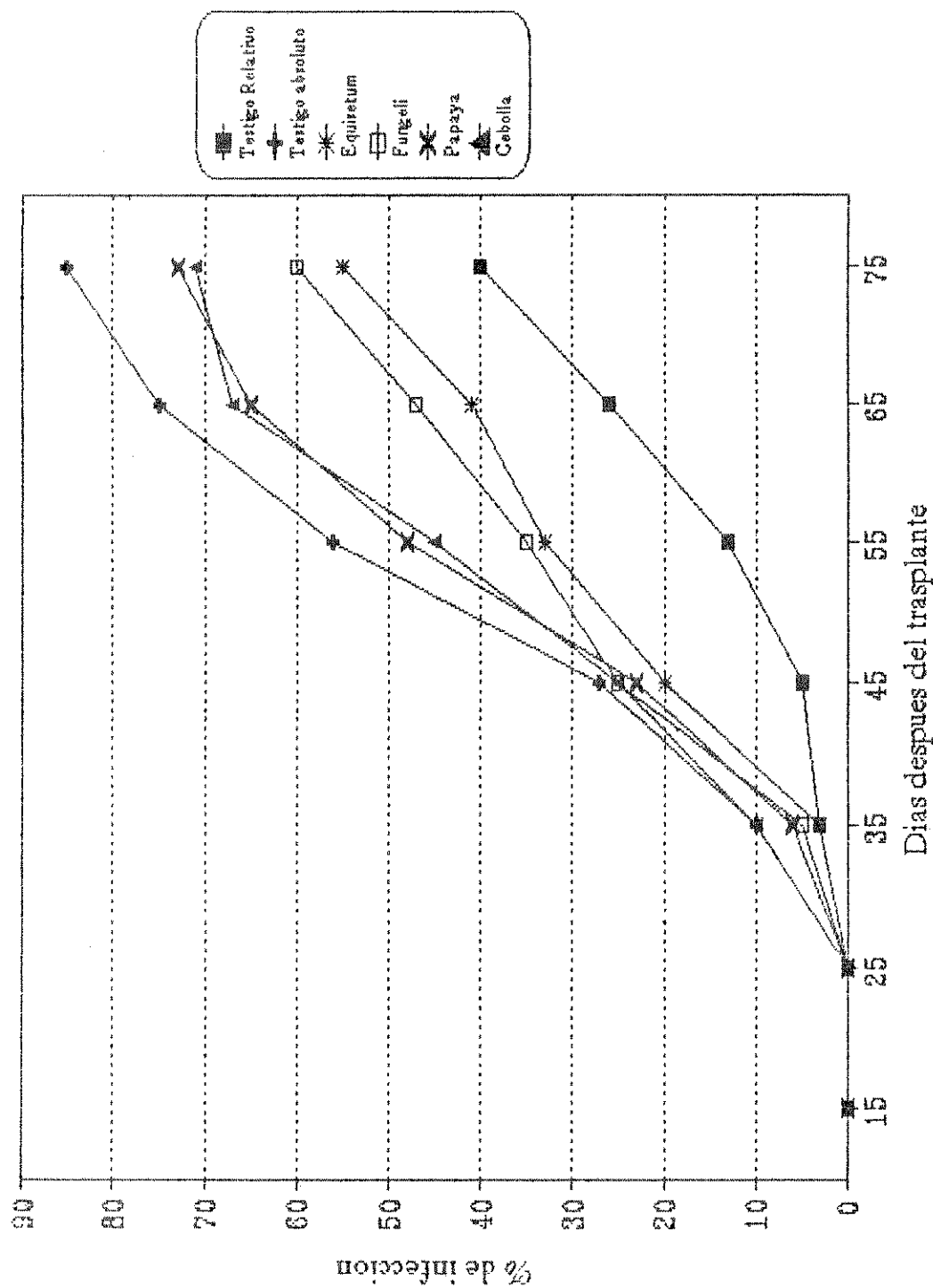


Figura 2. Porcentaje de infección en hojas de los tratamientos evaluados en frecuencia lunes, miércoles, viernes, testigo químico y absoluto.

tuvieron porcentajes de infección significativamente mas altos en donde se pudo observar claramente que tratamiento iba respondiendo de mejor forma en el combate del tizón tardío; al igual que en la variable anterior el testigo químico obtuvo el menor porcentaje de infección seguido por el extracto de *E. giganteum* y el producto botánico Fungeli.

El cuadro 14A del anexo muestra el análisis de varianza, donde se muestra que hubo significancia al 5% entre las frecuencias, por lo que se realizó una prueba de medias de Tukey; no así para los extractos y la interacción extracto * frecuencia. Se obtuvo un coeficiente de variación de 9.98% lo cual indica que el experimento fue bien manejado.

En el cuadro 5 se muestra la prueba multiple de medias de Tukey la cual demuestra que no existen diferencias estadísticas entre los productos botánicos pero podemos decir que el extracto de *E. giganteum* y el producto botánico Fungeli obtuvieron los menores porcentajes de infección con 72 y 73% respectivamente, seguido del extracto de papaya con 75% y el extracto de cebolla con 77%.

Cuadro 5. Prueba de Tukey para el porcentaje de infección en brotes (factorial)

Extractos			Frecuencias		
Producto	Media	Grupo Tukey	Frec.	Media	Grupo Tukey
Equisetum	72 %	a	3	71 %	a
Fungeli	73 %	a	2	77 %	b
Papaya	75 %	a			
Cebolla	77 %	a			

Nota: Tratamientos con misma letra son estadísticamente iguales

Al observar el análisis para las frecuencias nos podemos dar cuenta que la aplicación de tres veces por semana es con la que se obtiene un menor porcentaje de infección en brotes.

En el cuadro 16A se muestra que si hubo significancia entre tratamientos al 5% incluyendo los dos testigos el relativo y el absoluto; además se puede observar un coeficiente de variación de 9.58% lo cual indica que el ensayo fue bien manejado.

Para observar las diferencias entre tratamientos se procedió a realizar una prueba múltiple de medias de Tukey la cual se muestra en el cuadro 6 en donde nos podemos dar cuenta claramente del amplio dominio del testigo relativo con un porcentaje de infección de 48% seguido por el extracto de *E. giganteum* a una frecuencia de tres veces por semana con 65%, a este le sigue el producto botánico Fungeli y el extracto de papaya a una frecuencia de tres veces por semana con 70% en ambos casos; y luego encontramos un grupo bastante grande los cuales son estadísticamente iguales, hasta llegar al testigo absoluto el cual obtuvo el porcentaje de infección en brotes más elevado del total de tratamientos con 91%.

El comportamiento del hongo a través del tiempo se puede observar en las figuras 3 y 4

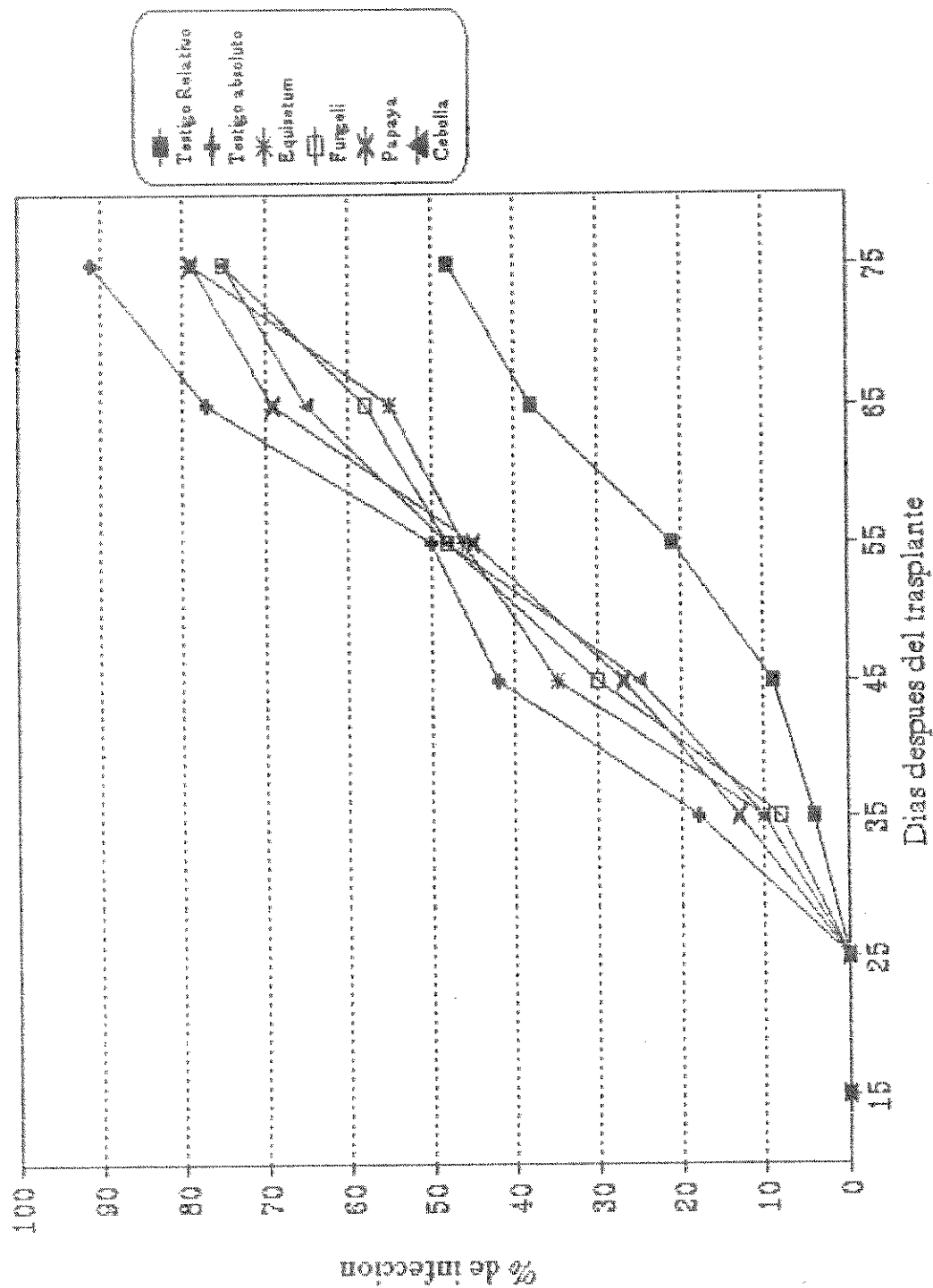


Figura 3. Porcentaje de infección en brotes de los trasplantes evaluados en frecuencia lunes, viernes, testigo químico y absoluto

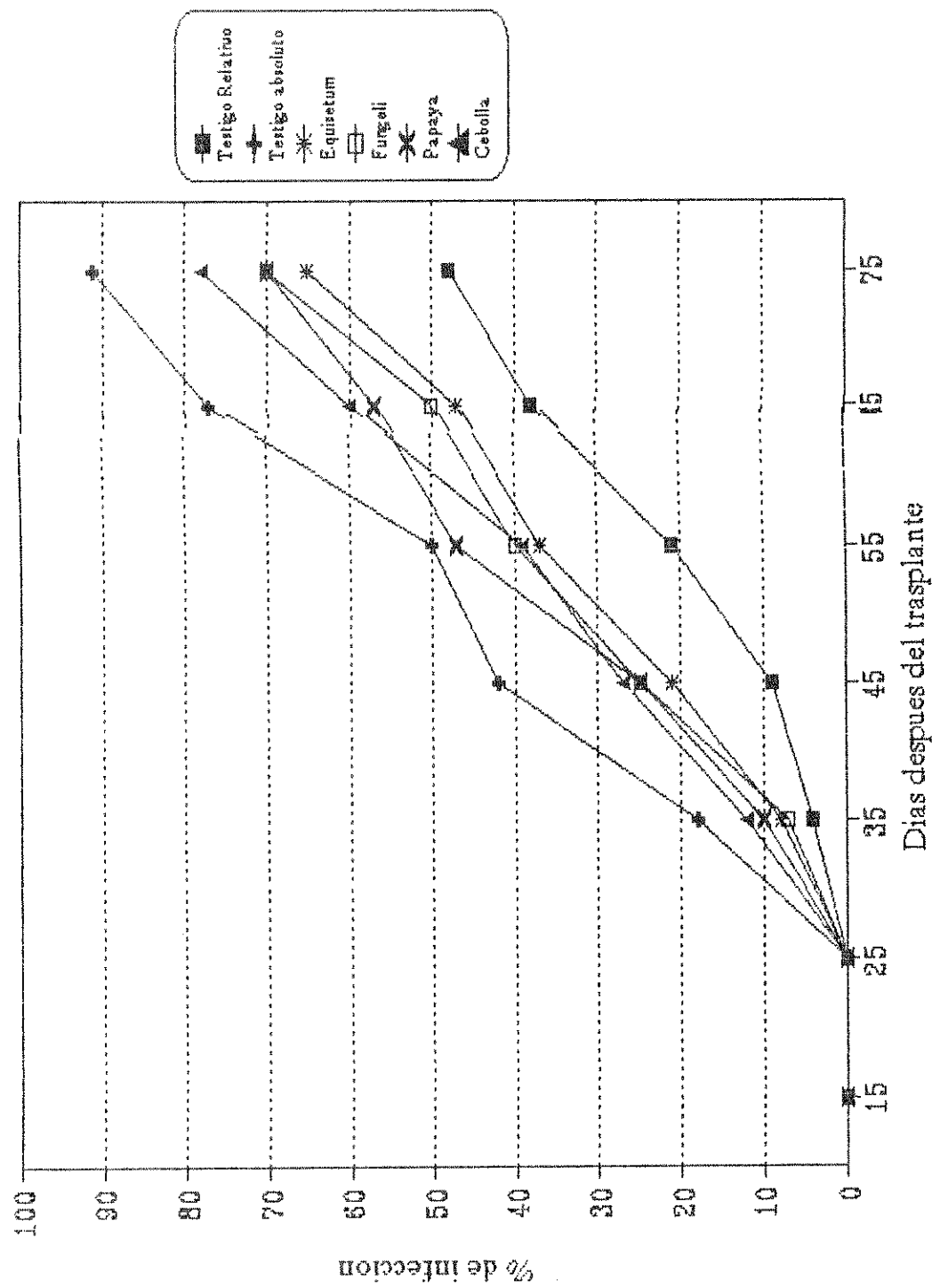


Figura 4. Porcentaje de infección en brotes de los tratamientos evaluados en frecuencia lunes, miércoles y viernes, testigo químico

Cuadro 6. Prueba de Tukey para el porcentaje de infección en brotes (incluye testigos).

Producto	Aplic./semana	Media	Grupo Tukey
Testigo químico	Variable	48 %	a
<i>E. giganteum</i>	3	65 %	a b
Fungeli	3	70 %	b
Papaya	3	70 %	b
Fungeli	2	75 %	b
Cebolla	2	75 %	b
Cebolla	3	78 %	b
<i>E. giganteum</i>	2	79 %	b
Papaya	2	79 %	b c
Testigo Absoluto	Ninguna	91 %	c

Nota: Tratamientos con misma letra son estadísticamente iguales.

c. Infección en tallos:

Al igual que en la infección en hojas y brotes la enfermedad se manifestó hasta los 35 días después del trasplante en todos los tratamientos, pero se observaron porcentajes de infección aceptables hasta los 55 días después del trasplante, esto debido a las condiciones climáticas dadas en el lugar, luego se pudo observar un incremento de infección en todos los tratamientos, en donde mostró ser más efectivo para el control de tizón tardío el testigo químico seguido por el producto botánico Fungeli y el extracto de *E. giganteum*.

Como se puede observar en el cuadro 16A del anexo existen diferencias significativas al 5% entre los extractos, frecuencias, no así entre la interacción extracto * frecuencia. Además se obtuvo un coeficiente de variación de 10.17% lo cual indica que el manejo

del experimento fue adecuado.

En el cuadro 7 se puede observar la prueba múltiple de medias Tukey efectuada para los extractos y frecuencias la cual muestra al producto botánico Fungeli con menor porcentaje de infección con 55% seguido por el extracto de *E. giganteum* con 58% a este último le sigue el extracto de cebolla y papaya con 65 y 66% de infección respectivamente. Además se puede observar en el cuadro 7 que la frecuencia de aplicación con la que se obtiene el menor porcentaje de infección en tallos es la aplicada tres veces por semana.

Cuadro 7. Prueba de Tukey para el porcentaje de infección en tallos (factorial)

Extractos			Frecuencias		
Producto	Media	Grupo Tukey	Frec.	Media	Grupo Tukey
Fungeli	55 %	a	3	57 %	a
<i>Equisetum</i>	58 %	a	2	65 %	b
Cebolla	65 %	a b			
Papaya	66 %	b			

Nota: Tratamientos con misma letra son estadísticamente iguales.

Como lo muestra el cuadro 17A del anexo existen diferencias significativas entre los tratamientos incluyendo los testigos relativo y absoluto por lo se procedió a realizar una prueba múltiple de medias de Tukey. Además se obtuvo un coeficiente de variación de 8.92% lo cual indica que el experimento fue bien manejado.

En el cuadro 8 se observa la prueba múltiple de medias de Tukey en la cual podemos observar que el testigo relativo es amplio dominador de los extractos ya que obtuvo un porcentaje de infección de 45% seguido por el producto botánico Fungeli a una frecuencia de

tres veces por semana con 51% de infección, y este seguido por el extracto de *E. giganteum* con la misma frecuencia y el mismo porcentaje de infección. A estos extractos le sigue nuevamente el producto botánico Fungeli con 60% de infección a una frecuencia de dos veces por semana y el extracto de papaya con 60% de infección a una frecuencia de tres veces por semana. Por último encontramos al testigo absoluto el cual obtuvo un porcentaje de infección de 89%.

Cuadro 8. Prueba de Tukey para el porcentaje de infección en tallos (incluye testigos).

Producto	Aplic./Semana	Media	Grupo Tukey
Testigo Químico	Variable	45 %	a
Fungeli	3	51 %	b
<i>E. giganteum</i>	3	51 %	b
Fungeli	2	60 %	c
Papaya	3	60 %	c
<i>E. giganteum</i>	2	65 %	d
Cebolla	3	65 %	d
Cebolla	2	65 %	d
Papaya	2	72 %	d
Testigo Absoluto	Ninguna	89 %	e

Nota: Tratamientos con misma letra son estadísticamente iguales.

El comportamiento del hongo a través del tiempo se puede observar en las figuras 5 y 6.

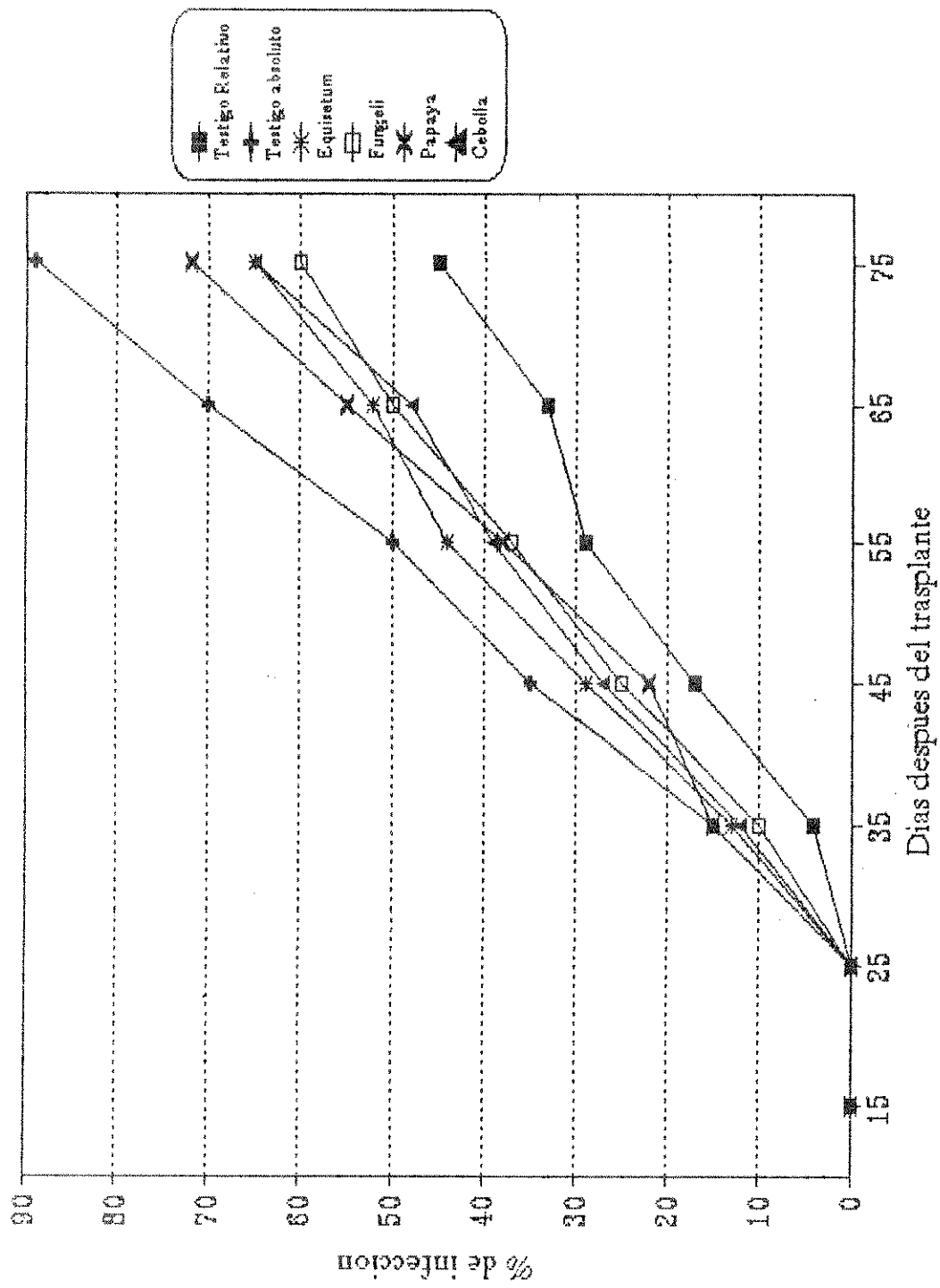


Figura 5. Porcentaje de infección en tallos de los tratamientos evaluados en frecuencia lunes, viernes, testigo químico y absoluto.

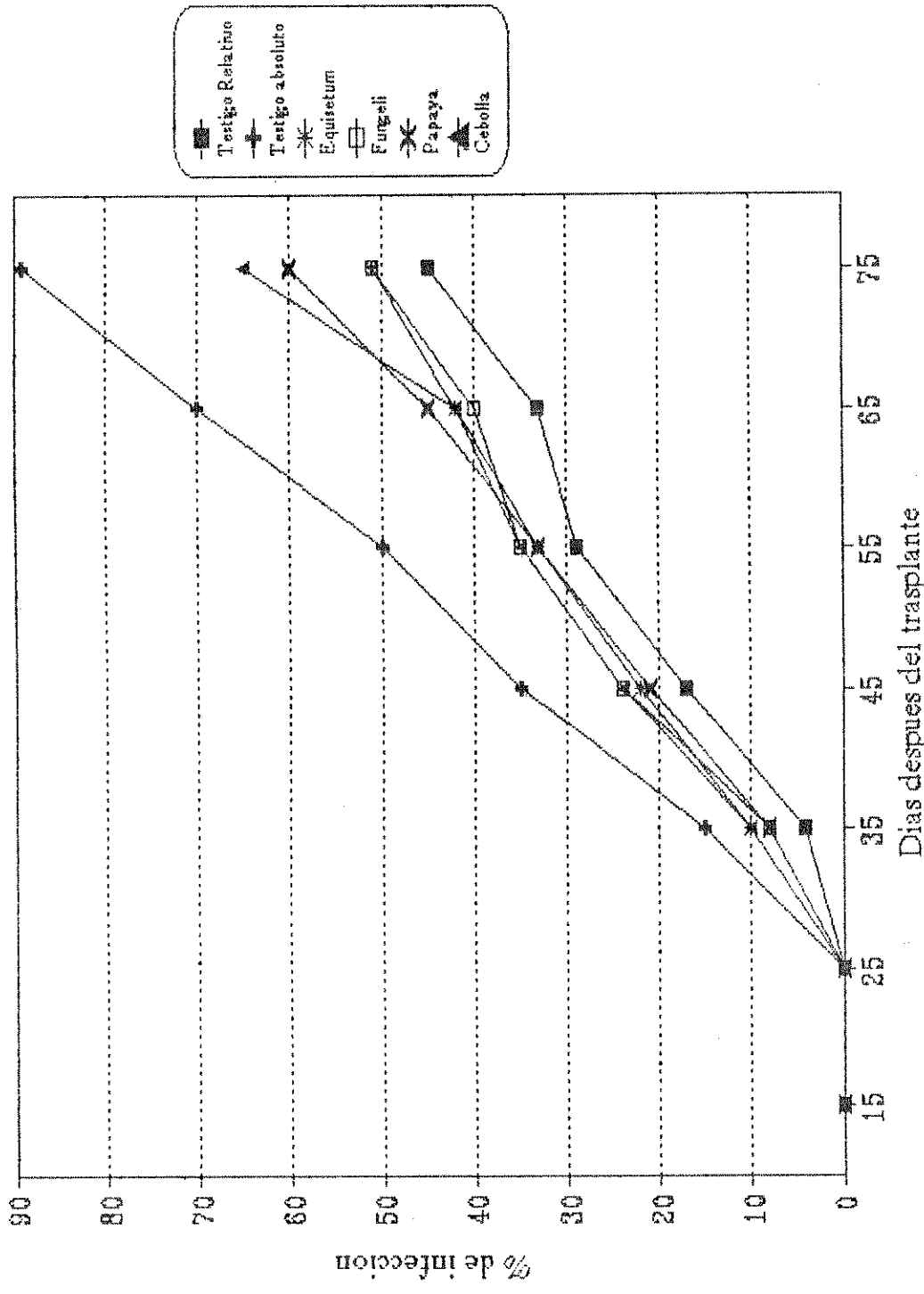


Figura 6. Porcentaje de infeccion en tallos de lo tratamientos evaluados an frecuencia lunes, miercoles, viernes, testigo quimico y absoluto.

2. Incidencia

Con lo que respecta a ésta variable podemos decir que la misma se manifestó en un 100% en todos los tratamientos evaluados hasta los 75 días después del trasplante, pero con la diferencia que el testigo absoluto llegó al 100% de infección a los 65 días después del mismo, debido a que a éste tratamiento no se le aplicó nada para la prevención y control del tizón tardío.

Como podemos observar en las figuras 7 y 8 los tratamientos evaluados no haciendo diferencias entre los mismos y las frecuencias de aplicación tuvieron porcentajes de incidencia aceptables hasta los 45 días después del trasplante; de allí para adelante podemos observar un incremento bastante significativo en lo que respecta a la enfermedad hasta llegar a los 75 días después del trasplante en donde la misma estuvo presente en un 100% del total de área cultivada.

3. Rendimiento

Con lo que respecta a ésta variable podemos decir que los rendimientos que se obtuvieron muestran la eficiencia de los tratamientos evaluados, especialmente el tratamiento número dos (testigo químico) los mismos son mas elevados que los que regularmente obtiene el agricultor debido al manejo minucioso realizado.

El cuadro 18A contiene el análisis de varianza de rendimiento en kg/ha de los diez tratamientos. La diferencia entre los mismos fue significativa al 5%. El coeficiente de variación resultó en 13.86% lo que indica un manejo adecuado del experimento.

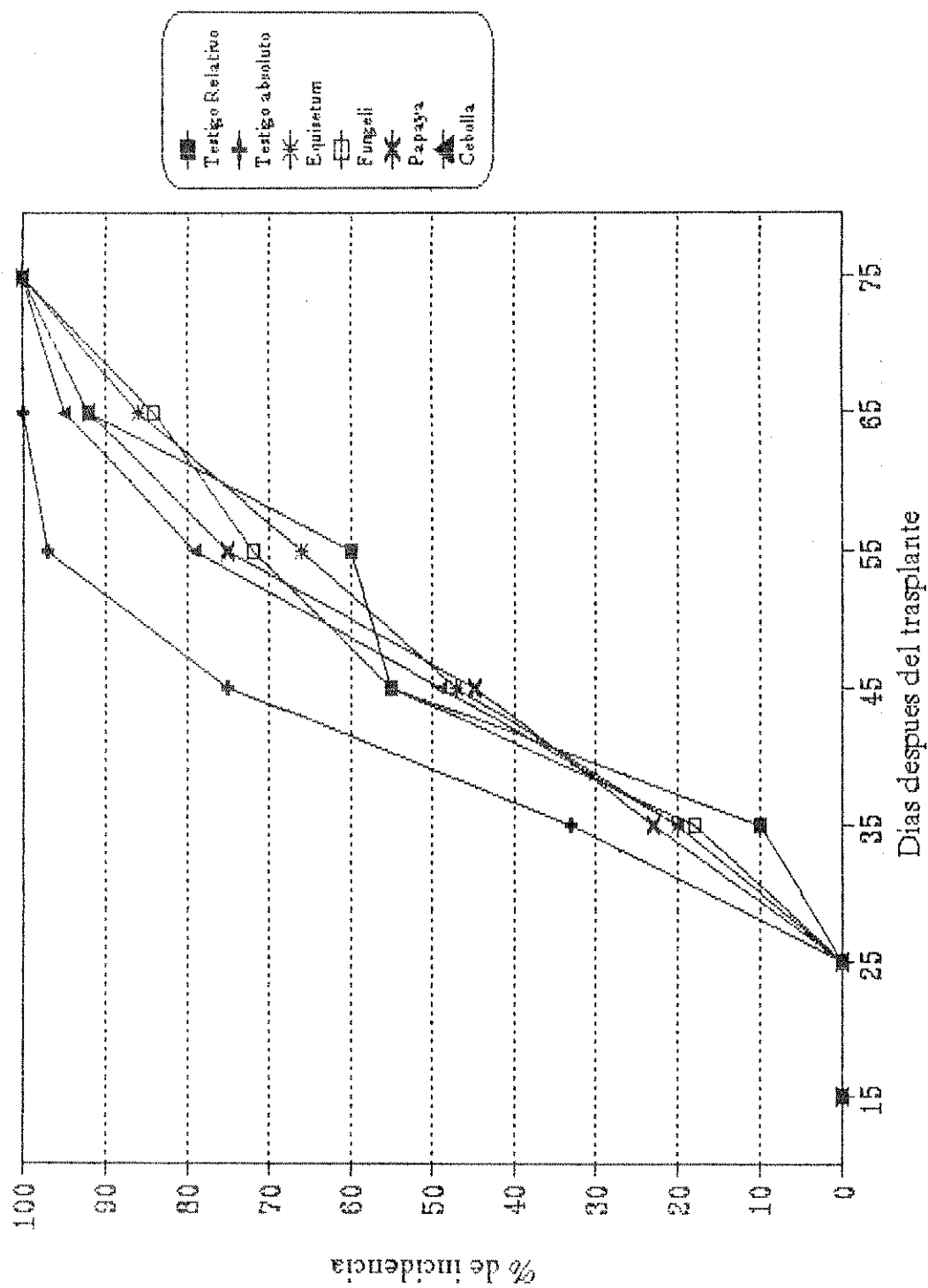


Figura 7. Porcentaje de incidencia de los tratamientos evaluados en frecuencia lunes, viernes y testigo químico y absoluto.

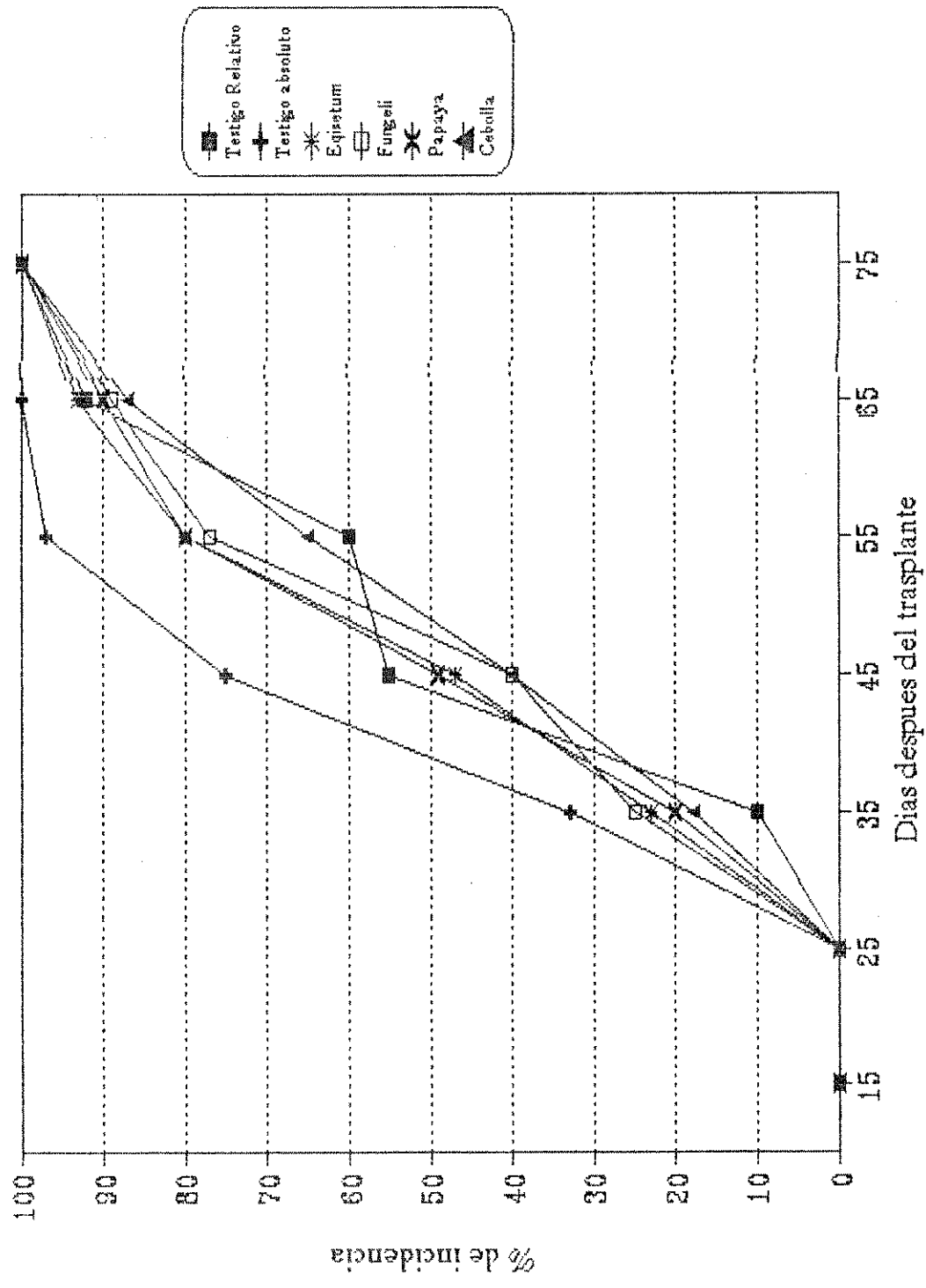


Figura 8. Porcentaje de incidencia de los tratamientos evaluados en frecuencia lunes, viernes y testig o quimico y absoluto.

El cuadro 9 incluye la comparación múltiple de medias del rendimiento promedio utilizando la prueba de Tukey, en la cual se puede observar que el tratamiento de mayor rendimiento fue el testigo relativo con 61,294 kg/ha.

En segundo término se clasificaron el extracto de *E. giganteum* y el producto botánico Fungeli que son estadísticamente iguales a una frecuencia de tres veces por semana con 49,369 y 49,247 kg/ha respectivamente.

Luego encontramos un grupo estadísticamente igual en donde se encuentran el extracto de *E. giganteum* y el producto botánico Fungeli con una frecuencia de dos veces por semana con 42,735 y 40,212 kg/ha respectivamente. En último término encontramos al testigo absoluto el cual fue superado ampliamente por los tratamientos restantes.

El efecto de los tratamientos sobre el rendimiento lo podemos observar más claramente en la figura 9.

En esta variable respuesta como en las otras anteriores podemos darnos cuenta la influencia de la frecuencia de aplicación en donde la aplicación tres veces por semana (lunes, miércoles y viernes) es más eficiente con respecto a la frecuencia dos veces por semana; por lo que al disminuir la frecuencia de aplicación podemos encontrar porcentajes menores de infección del hongo y por lo tanto mayores rendimientos, en este caso de tomate.

Cuadro 9. Prueba de tukey para el rendimiento de tomate en kg/ha de los tratamientos evaluados (incluye testigos)

Producto	Aplic./Semana	Media kg/ha	Grupo Tukey
Testigo Químico	Variable	61,294	a
E. giganteum	3	49,369	b
Fungeli	3	49,247	b
E. giganteum	2	42,735	c
Fungeli	2	40,212	c
Papaya	3	27,228	d
Cebolla	3	22,507	d
Papaya	2	21,775	d
Cebolla	2	14,216	d e
Testigo absoluto	Ninguna	11,111	e

Nota: Tratamientos con misma letra son estadísticamente iguales.

4. Análisis económico

Para este análisis se utilizó la técnica de presupuesto parcial y la tasa marginal de retorno, para obtener los costos variables por cada tratamiento se llevó un registro de precios, así mismo se realizó un sondeo en la zona estudiada para estimar el costo de cada tratamiento botánico; además se hizo necesario considerar un rendimiento ajustado al 20% debido a que el tratamiento número 2 (metalaxil-mancozeb) presentó rendimientos superiores al obtenido por el agricultor.

En el cuadro 19A del anexo se presenta el presupuesto parcial, el cual indica que los beneficios netos más altos los obtuvo el tratamiento químico con Q149,920/ha seguido por el extracto de *E. giganteum* y el producto botánico Fungeli con frecuencia de tres veces por semana en ambos casos con Q123,134.2/ha y 120,869.05/ha

TA: TESTIGO ABSOLUTO
 TR: TESTIGO RELATIVO
 EQ: EQUISETUM
 PA: PAPAYA
 FUN: FUNGELI
 CEB: CEBOLLA
 LV: LUNES Y VIERNES
 LMV: LUNES, MIERCOLES Y VIERNES



Tratamientos

Figura 9. Rendimiento de tomate (Kg/Ha) para los tratamientos evaluados, testigo químico y absoluto

respectivamente. Dichos beneficios se muestran elevados debido al precio del producto (tomate) en la época (Q3.17/kg.) lo cual equivale a Q100.00 la caja. Además podemos decir que el costo/kg/ha de *E. giganteum* es de Q5.21 y de el producto botánico Fungeli es de Q35.7.

El cuadro 10 presenta el análisis de dominancia para los diez tratamientos evaluados, el cual muestra que los tratamientos extracto de cebolla, papaya y el producto botánico Fungeli con las frecuencias evaluadas, fueron dominados debido a su bajo beneficio neto y alto costo variable comparado con los demás tratamientos.

Cuadro 10. Análisis de dominancia para los tratamientos evaluados incluye testigo químico y absoluto.

Tratamientos	Total costos variables Q./ha	Beneficio Neto Q./ha
Test. Abs.	0	28177.80 ND
<i>Equisetum</i> 2v/s	2177.00	106199.00 ND
Cebolla 2v/s	2194.00	33857.70 D
<i>Equisetum</i> 3v/s	2600.00	123134.00 ND
Fungeli 2v/s	2814.50	99163.10 D
Papaya 2v/s	2948.00	52273.40 D
Cebolla 3v/s	3090.50	53987.20 D
Fungeli 3v/s	4021.25	120869.05 D
Papaya 3v/s	4222.00	64828.20 D
Test. Quim.	5520.00	149920.00 ND

ND = Tratamientos no dominados

D = Tratamientos Dominados

v/s = Veces por Semana.

En el cuadro 11 se presentan los resultados del cálculo de la tasa de retorno marginal para cada tratamiento no dominado. Al analizar el mismo podemos darnos cuenta que el tratamiento número dos (testigo químico) nos proporciona el mayor beneficio neto pero a la vez una de las menores tasas de retorno marginal; mientras que el extracto de *E. giganteum* aplicado a una frecuencia de tres veces por semana obtuvo la mayor tasa con 4,000%, lo cual indica que por cada quetzal invertido para este tratamiento se recupera un total de 40.0 quetzales.

Cuadro 11. Tasa marginal de retorno para los tratamientos no dominados

Tratamientos	Total de costos Variables Quetzales/ha.	Beneficio Neto Quetzales/ha.	Tasa Marginal de Retorno
Tes. Abs.	0	28177.80	
<i>Equisetum</i> 2v/s	2177.00	106199.00	3580%
<i>Equisetum</i> 3v/s	2600.00	123134.00	4000%
Tes. Quím.	5520.00	149920.00	917%

v/s.= Veces por semana

8. CONCLUSIONES

1. Los tratamientos botánicos mostraron efectividad para el control de P. infestans por lo que se convierten en una alternativa para el agricultor que no contamina el medio ambiente.

2. El tratamiento E. giganteum a una dosis equivalente de 2.37 kg/ha en frecuencia de tres veces por semana resulta ser efectivo para el control de P. infestans.

3. El producto botánico Fungeli aplicado en dosis de 2.38 l/ha a una frecuencia de tres veces por semana fue el segundo mejor tratamiento para el control de P. infestans.

4. El tratamiento que mostró la tasa marginal de retorno mas alta fue el extracto de E. giganteum a una frecuencia de tres veces por semana con 4,000% con un beneficio neto bastante significativo y con costos variables bajos.

9. RECOMENDACIONES

1. Fomentar el uso de extractos naturales ya que los evaluados mostraron efectividad en el control de P. infestans y además vienen a disminuir la contaminación ambiental provocada por los plaguicidas químicos.

2. Para el extracto de E. giganteum y el producto botánico Fungeli se recomienda la aplicación a una frecuencia de tres veces por semana.

3. Realizar un estudio de dosis mayores a las evaluadas en el presente trabajo para el extracto de E. giganteum y el producto botánico Fungeli que puedan ser mas eficientes en el control de P. infestans.

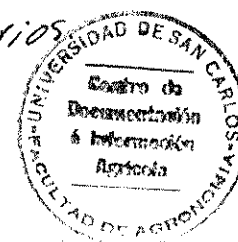
10. BIBLIOGRAFIA

1. AGRIOS, G.N. 1986. Fitopatología. México, D.F., Limusa. 756 p.
2. BARBERA, C. 1976. Pesticidas agrícolas. España Omega. 569 p.
3. BUESO CAMPOS, M.L. 1985. Determinación óptima de parcelas experimentales de melón (Cucumis melo) y tomate (Lycopersicon esculentum) para el valle de La Fragua, Zacapa. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 33 p.
4. CABRERA LINARES, M.V. 1993. Evaluación de tratamientos botánicos en el control de tizón tardío (Phytophthora infestans) en el cultivo de la papa (Solanum tuberosum) variedad Loman, en la Aldea Sacsiguan, Sololá. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 69 p.
5. CALI BALA, E.N. 1986. Evaluación del control químico del tizón tardío (Phytophthora infestans) 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.
6. CARRILLO GRAJEDA, R. 1981. Evaluación de diferentes distanciamientos de siembra en el cultivo de tomate (Lycopersicon esculentum) var. Roma en la región de San Jerónimo Baja Verapaz. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 25 p.
7. CECCHINI, T. 1973. Enciclopedia de las hierbas y plantas medicinales. Barcelona, España, Blume. 62 p.
8. CIMMYT. (Mex.) 1988. Programa de economía; formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos. México, D.F. 79 p.
9. CRUZ, J.R. DE LA 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento según la metodología de Holdridge. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.
10. DICKSON, C.M. 1987. Patología vegetal y patógenos de plantas. México, D.F. Limusa. 312 p.

11. FERNANDEZ CARDONA, H.R. 1992. Etnobotánica de los recursos fitogenéticos de usos medicinales presentes en ocho municipios de influencia étnica mam del departamento de Huehuetenango. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 335 p.
12. FERRY MORSE (EE.UU.) 1992. Catálogo de semillas. 28 p.
13. GONZALEZ, L.C. 1989. Introducción a la fitopatología. San José, Costa Rica, IICA. 156 p.
14. GOMEZ GOMEZ, M.J. 1993. Evaluación del efecto fungicida de cola de caballo (Equisetum arvense) en arveja china (Pisum sativum), su acción sobre el rendimiento. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 47 p.
15. GUATEMALA. DIRECCION GENERAL DE CARTOGRAFIA. 1961. Mapa topográfico de la República de Guatemala, hoja cartográfica, Ipala, no. 2259 I. Guatemala. Esc. 1:50,000. Color.
16. LITTLE, T.M; JACKSON, H.F. 1987. Métodos estadísticos para la investigación en la agricultura. México D.F., Trillas. 270 p.
17. MIZA CASTRO, M. 1994. Evaluación de productos botánicos para el control de tizón tardío (Phytophthora infestans) en el cultivo de tomate (Lycopersicon esculentum) en el caserío San Gabriel, Sololá. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía. 63 p.
18. OBIOLS DEL CID, R. 1975. Mapa climatológico preliminar de la República de Guatemala; según el sistema Thornthwaite. Guatemala, Instituto Geográfico Nacional. Esc. 1:1,000,000. Color.
19. PAHLOW, M. 1982. El gran libro de plantas medicinales. Madrid, España, Everest. 500 p.
20. QUIXTAN GOMEZ, F.B. 1992. Evaluación de tres productos vegetales y un producto químico en el control de tizón tardío (Phytophthora infestans) en tomate (Lycopersicon esculentum) en el caserío Chocox Uspantan, Quiché. EPSA. Investigación Inferencial. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 56 p.
21. REYES CASTANEDA, P. 1982. Diseños experimentales aplicados. México, Trillas. 344 p.

22. ROMERO, S. 1988. Hongos fitopatógenos. México, D.F., Universidad Autónoma de Chapingo. 347 p.
23. SARASOLA, A.; ROCCA DE SARASOLA, M. 1973. Fitopatología general. Buenos Aires, Hemisferio Sur. 2 p.
24. SIMMONS, C.S.; TARANO, J.M.; PINTO, J.H. 1959. Clasificación y Reconocimiento de los suelos de la República de Guatemala. Trad. Pedro T. Guatemala, José de Pineda Ibarra. 1000 p.
25. SOLORZANO GONZALEZ, R. 1989. Alternativa Técnica. Guatemala, ALTERTEC. 1 p.
26. _____. 1992. Preparación y uso de plaguicidas agrícolas. Guatemala, ALTERTEC. 45 p.
27. SNOCK, H. 1984. Naturgamasse pflanzenschutz mittel, pietsch ver lay. Stuttgart. 134 p.
28. STOLL, G. 1983. Control natural de cultivos en zonas tropicales; enfoque ecológico. Momostenago, Totonicapán, Guatemala. 304 p.
29. TECNOLOGIA ALTERNATIVA (Gua.) 1992. Permacultura aplicada, enfoque ecológico. Momostenago, Totonicapán, Guatemala. 304 p.
30. TELLO LEYSBETH, L.A. 1988. Evaluación de cinco fungicidas a tres frecuencias de aplicación para el control de Phytophthora infestans en tomate (Lycopersicon esculentum) en el caserío Chemiché, Pueblo Viejo, San Sebastian, Huehuetenango. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 86 p.
31. THOMSON, W.T. 1979. Agricultural chemical fungicides. United States, s.e. pp 179-322.

Vo. Bo. Rolando Barrios



11. A P E N D I C E

Cuadro 12 A. Análisis de varianza para el porcentaje de infección en hojas (factorial).

FV	GL	SC	CM	Fc	Prob.
Bloques	2	446.569	223.285		
Extractos	3	853.800	284.600	9.24	0.0013*
Frecuencias	1	229.038	229.038	7.44	0.0164*
Extrac.* Frec.	3	2.491	0.831	0.03	0.9937 ^{NS}
Error	14	431.10	30.793		
Total	23	1963.00			

C.V. = 12.63%

* = Significativo

NS = No significativo

Cuadro 13 A. Análisis de varianza para el porcentaje de infección en hojas (incluye testigos).

FV	GL	SC	CM	Fc	Prob.
Bloques	2	704.741	352.370		
Tratamientos	9	3103.280	344.809	10.73	0.001*
Error	18	578.443	32.136		
Total	29	4386.465			

C.V. = 13.02%

* = Significativo

Cuadro 14 A. Análisis de varianza para el porcentaje de infección en brotes (factorial).

FV	GL	SC	CM	Fc	Prob.
Bloques	2	92.960	46.480		
Extracto	3	56.203	18.734	0.82	0.5056 ^{NS}
Frecuencia	1	172.880	172.880	7.54	0.0158*
Extrac.* Frec	3	167.959	55.986	2.44	0.1073 ^{NS}
Error	14	320.964	22.926		
Total	23	810.968			

C.V. = 9.98%

* = Significativo

NS = No Significativo

Cuadro 15A. Análisis de varianza para el porcentaje de infección en brotes (incluye testigos).

FV	GL	SC	CM	Fc	Prob.
Bloques	2	134.961	67.481		
Tratamientos	9	2499.321	267.70	13.19	0.0001*
Error	18	378.851	21.047		
Total	29	3013.135			

C.V. = 9.58%

* = Significativo

Cuadro 16A. Análisis de varianza para el porcentaje de infección en tallos (factorial).

FV	GL	SC	CM	Fc	Prob.
Bloques	2	99.051	49.525		
Extractos	3	259.194	86.398	5.80	0.0086*
Frecuencias	1	233.631	233.631	15.69	0.0014*
Extrac. * Frec.	3	95.254	31.751	2.13	0.1419 ^{NS}
Error	14	208.432	14.888		
Total	23	895.562			

C.V. = 10.17%

* = Significativo

NS = No Significativo

Cuadro 17A. Análisis de varianza para el porcentaje de infección en tallos (incluye testigos).

FV	GL	SC	CM	Fc	Prob.
Bloques	2	155.358	77.679		
Tratamientos	9	2801.601	311.289	25.3	0.0001*
Error	18	221.499	12.306		
Total	29	3178.459			

C.V. = 8.92%

* = Significativo

Cuadro 18A. Análisis de varianza para el rendimiento de tomate en kg/ha de los tratamientos evaluados (incluye testigos).

FV	GL	SC	CM	Fc	Prob.
Bloques	2	138662646	69331323		
Tratamientos	9	7713695136	857077237	38.76	0.0001*
Error	18	398905595	22161422		
Total	29	8251263378			

C.V. = 13.86%

* = Significativo

Cuadro 19A: Presupuesto parcial de los tratamientos evaluados, incluye testigo químico y absoluto.

TRATAMIENTO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RENDIMIENTO Kg/ha	11111	61284	42735	49318	21765	27228	402123	48247	14216	22507
RENDIMIENTO AJUSTADO Kg/ha	8888.9	49035	34188	39495	17420	21782.4	32199.6	39397.6	11372.8	18005.6
BENEFICIO BRUTO Q/ha	28177.8	155441	108378	125188	55221.4	69050.2	101878	124880	36051.7	57077.7
COSTO DE FUNGICIDA Q/ha	0	3820	138	561	809	1364	775.5	1183.25	155	232.5
COSTO MANO DE OBRA Q/ha	0	781.3	882.6	882.6	882.6	1257.3	882.6	1257.3	882.6	1257.3
COSTO ACARREO DE AGUA Q/h	0	562.3	581.6	581.6	581.6	805.3	581.6	805.3	581.6	805.3
ALQUILER DE BOMBA Q/ha	0	557.3	574.6	574.6	574.6	795.3	574.6	795.3	574.6	795.3
TOTAL COSTOS VARIABLES Q/h	0	5520	2177	2600	2648	4222	2814.5	4021.25	2184	3080.5
BENEFICIO NETO Q/ha	28177.8	149820	108160	123134	52273.4	64828.2	89163.1	120868	33857.7	53987.2

Cuadro 20A. Datos de campo del porcentaje de infección de tizón tardío en hojas de tomate.

Tratamientos	BI	BII	BIII
1	78	80	97
2	34	40	46
3	55	51	80
4	47	55	63
5	74	85	81
6	73	62	84
7	68	62	84
8	53	60	67
9	70	80	87
10	65	78	70

Cuadro 21A. Datos de campo del porcentaje de infección de tizón tardío en brotes de tomate.

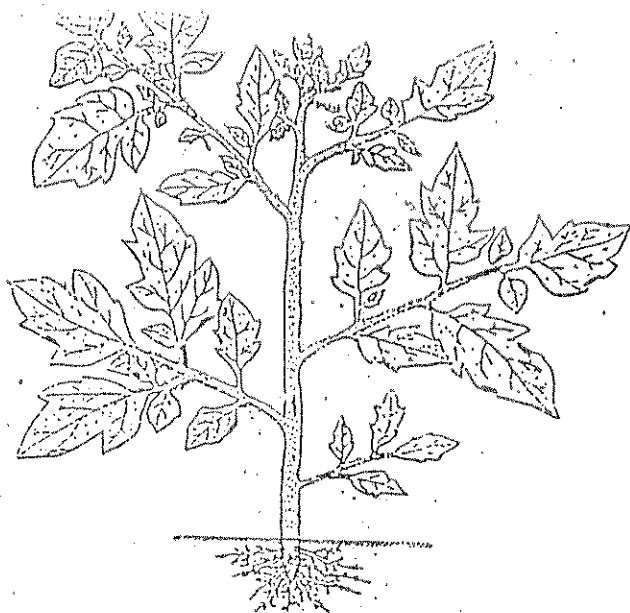
Tratamientos	BI	BII	BIII
1	87	90	96
2	45	50	49
3	75	79	83
4	58	65	72
5	73	75	89
6	70	75	65
7	75	78	72
8	68	73	69
9	75	82	68
10	72	80	82

Cuadro 22A. Datos de campo del porcentaje de infección de tizón tardío en tallos de tomate.

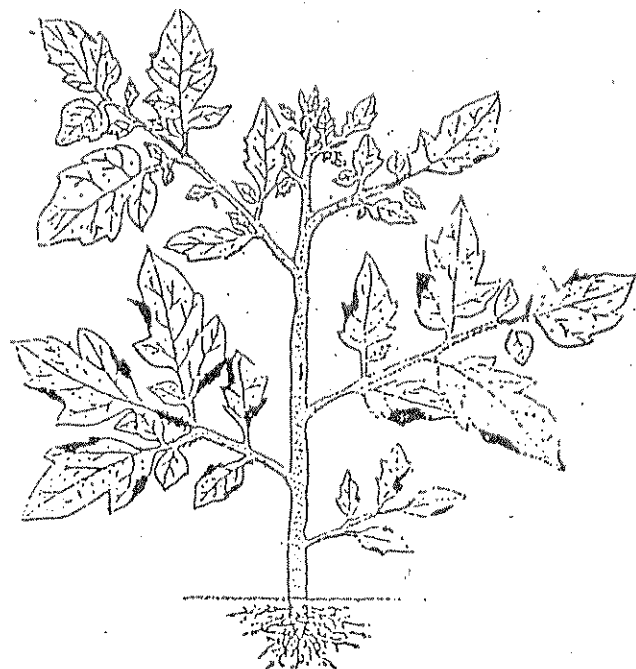
Tratamientos	BI	BII	BIII
1	85	90	92
2	39	45	51
3	68	60	67
4	45	55	53
5	72	72	72
6	53	60	67
7	55	60	65
8	48	53	52
9	57	77	61
10	59	65	71

Cuadro 23A. Datos de campo del rendimiento en kg/ha de tomate en la aldea Poza Verde, Verde.

Tratamientos	BI	BII	BIII
1	12454.2	11111.1	9768.0
2	61050.1	59951.2	62881.6
3	47619.0	40659.3	39926.7
4	51648.3	49450.5	47008.5
5	21978.0	25030.5	18315.0
6	30525.0	28571.4	22588.5
7	40537.2	43467.6	36630.0
8	49450.5	47008.5	51282.1
9	21978.0	18315.0	23565.3
10	30525.0	12210.0	24786.3



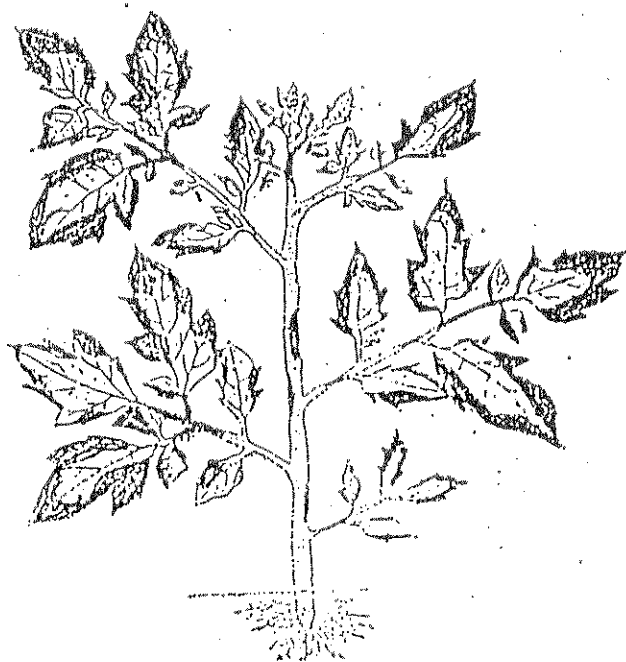
0-10%



10-25%



25-50%



50-100%

Figura 10A. Escala diagramática de severidad del área foliar de tizón tardío

BLOQUE I

5	3	6	10	1	7	2	4	9	8
---	---	---	----	---	---	---	---	---	---

BLOQUE II

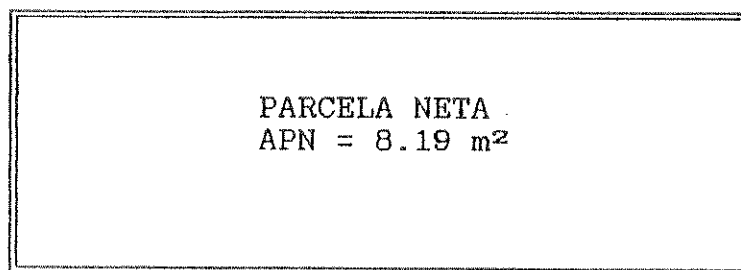
4	5	2	9	7	3	8	6	1	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

BLOQUE III

3	9	2	5	8	4	10	1	7	6
---	---	---	---	---	---	----	---	---	---

AREA TOTAL DEL ENSAYO = 68.5m de largo X 12.8m de ancho = 876m²

4.55 m.



1.80 m.

Figura 11A. Croquis de campo.

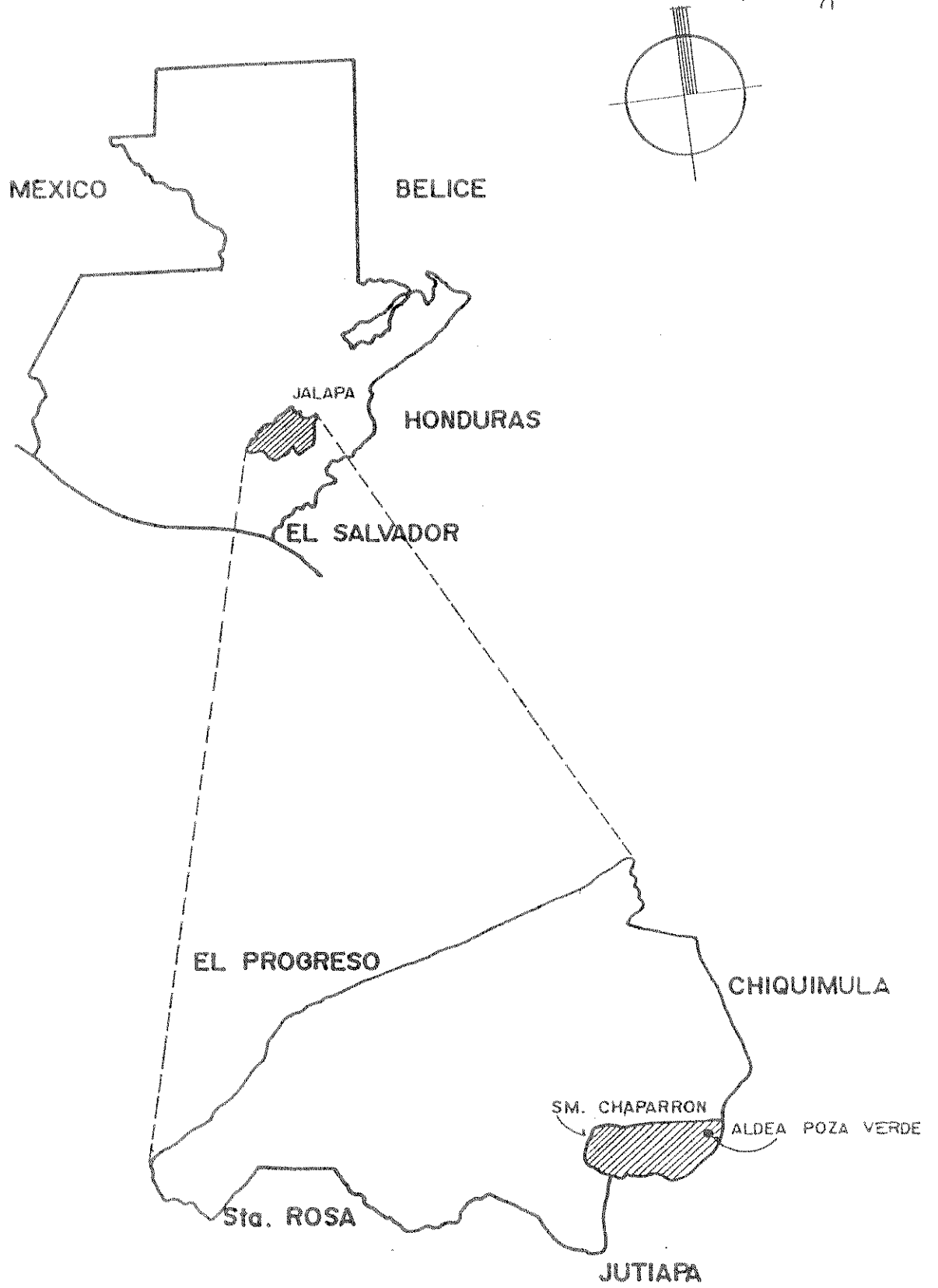


Figura 12 A

UBICACION DEL SITIO EXPERIMENTAL



LA TESIS TITULADA: "EFECTO DE CUATRO EXTRACTOS VEGETALES EN EL CONTROL DE
 TIZON TARDIO (Phytophthora infestans) EN EL CULTIVO
 DE TOMATE (Lycopersicon esculentum) EN LA ALDEA POZA
 VERDE, JALAPA".

DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE: CARLOS RENALDO BONILLA ALARCON

CARNET No: 8813347

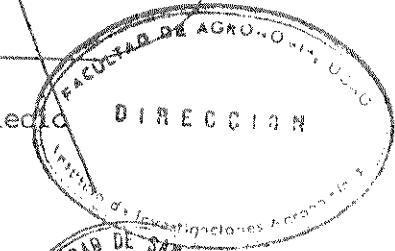
HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES: Ing. Agr. Edil Rodríguez
 Ing. Agr. Víctor Álvarez

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

Ing. Agr. Fredy Hernández Ola
 ASESOR

Ing. Agr. Gustavo Álvarez
 ASESOR

Ing. Agr. Rolando Lara Alejo
 DIRECTOR DEL IIA.



IMPRIMASE



Ing. Agr. Efraín Medina Guerra
 DECANO

c. Control Académico
 Archivo

APARTADO POSTAL/1545 * 01091 GUATEMALA, C. A.

RL/prr.

TELEFONO: 769794 * FAX: (5022) 769770