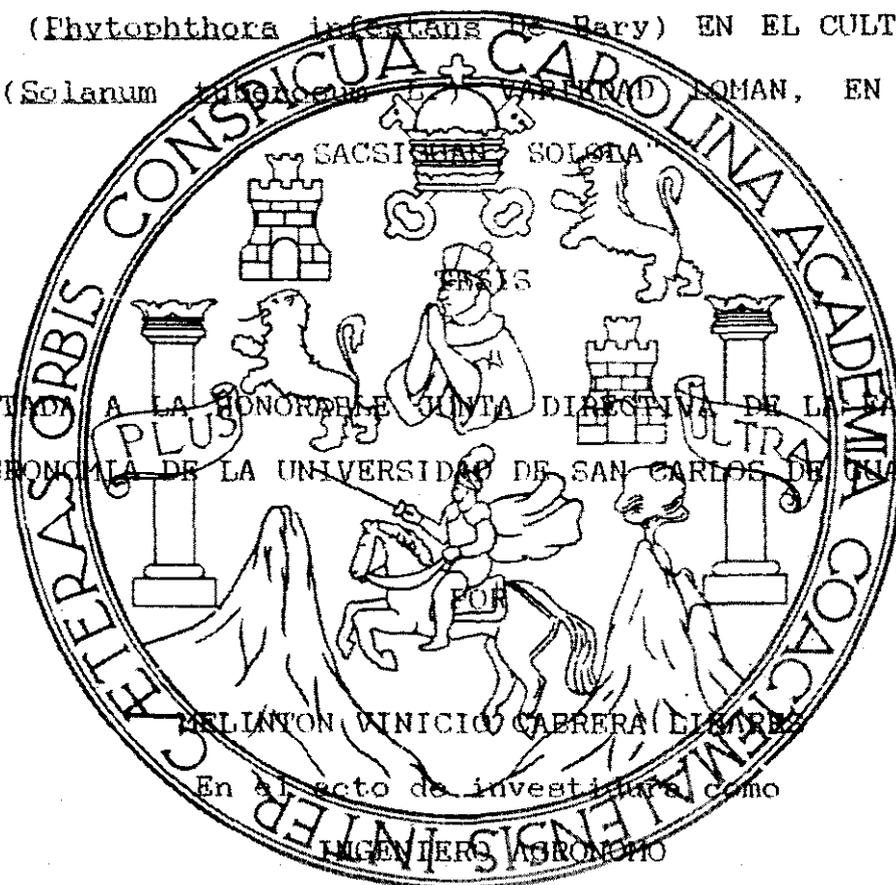


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS

"EVALUACION DE TRATAMIENTOS BOTANICOS EN EL CONTROL DE TIZON
TARDIO (*Phytophthora infestans* de Bary) EN EL CULTIVO DE LA
PAPA (*Solanum tuberosum*) EN LA ALDEA

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



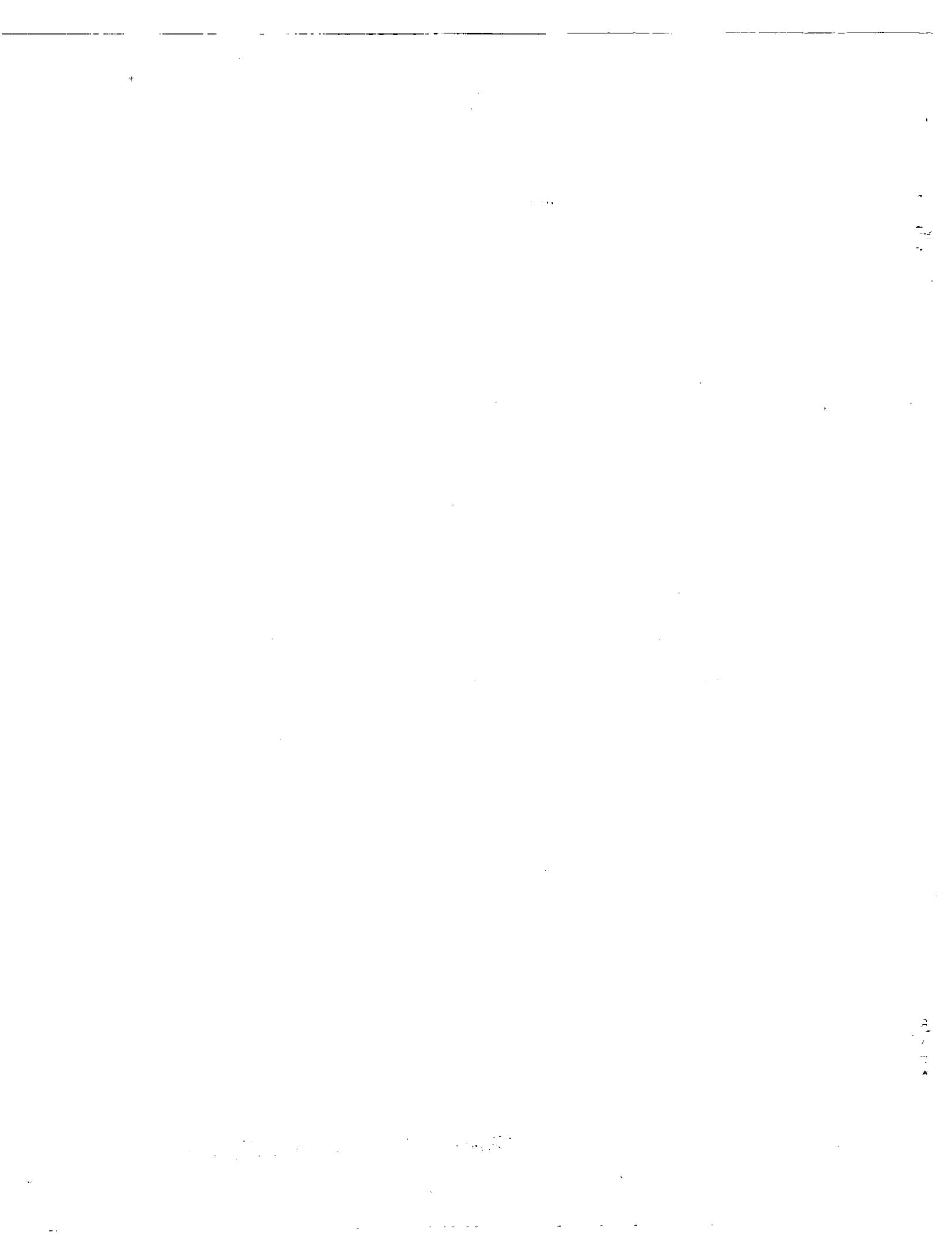
MELINTON VINICIO CABRERA LIBARTE
En el acto de investidura como
INGENIERO AGRONOMO

EN

SISTEMAS DE PRODUCCION AGRICOLA
EN EL GRADO ACADEMICO DE
LICENCIADO

Guatemala, octubre de 1,993

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central



11
04
TIPADO

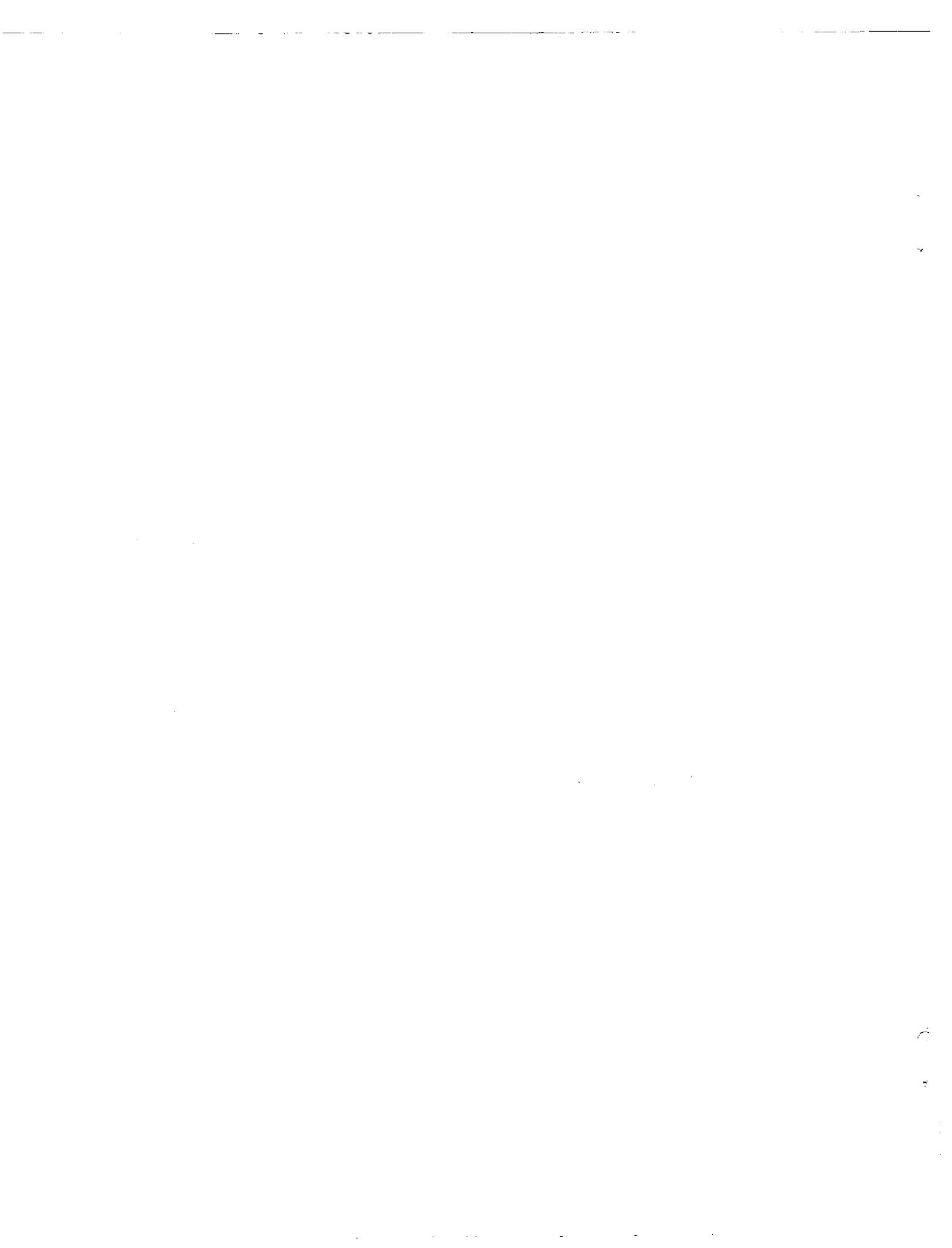
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA

RECTOR

Dr. Alfonso Fuentes Soria

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO:	Ing. Agr. Efraín Medina Guerra
VOCAL I:	Ing. Agr. Maynor Estrada Rosales
VOCAL II:	Ing. Agr. Waldemar Nufio Reyes
VOCAL III:	Ing. Agr. Carlos Roberto Motta
VOCAL IV:	P. Agr. Milton Abel Sandoval G.
VOCAL V:	Br. Juan Gerardo de León M.
SECRETARIO:	Ing. Agr. Marco Romilio Estrada M.



Guatemala, Octubre de 1,993

Señores

Honorable Junta Directiva

Honorable Tribunal Examinador

Facultad de Agronomía

Universidad de San Carlos de Guatemala

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

"EVALUACION DE TRATAMIENTOS BOTANICOS EN EL CONTROL DE TIZON TARDIO (*Phytophthora infestans* De Bary) EN EL CULTIVO DE LA PAPA, (*Solanum tuberosum* L.) VARIEDAD LOMAN, EN LA ALDEA SACSIGUAN, SOLOLA".

Presentándolo como requisito previo a optar el título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el Grado Académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas, espero merezca vuestra aprobación.

Respetuosamente,



Melinton Vinicio Cabrera Linares



ACTO QUE DEDICO

- A DIOS:** Todo Poderoso
- A MIS PADRES:** Laurencio Cabrera Zelada
Graciela Linares de Cabrera
- A MI ESPOSA:** Ruth Giovanna Mayén de Cabrera
- A MIS HIJOS:** Ruthia, Melinton Vinicio y Jeffrey René
- A MIS ABUELOS:** Cándido Cabrera (Q.E.P.D.)
Adrian Linares (Q.E.P.D.)
Ricarda Vda. de Cabrera (Q.E.P.D.)
Agripina Vda. de Linares (Q.E.P.D.)
- A MIS HERMANOS:** Gladis Dinora y Cándido Laurencio
- A MIS SOBRINOS:** Mariela, Elisa, Alejandra, Andrea, Marvin y
Víctor Manuel
- A MI SUEGRA:** María Concepción Torres
- A MI CUNADA Y CUÑADO:** Concepción de María y Edwin René
- A MI FAMILIA EN GENERAL**
- A MIS AMIGOS Y COMPANEROS**
-

✓

✓

✓

✓

TESIS QUE DEDICO

A:

DIOS

GUATEMALA

EL MUNICIPIO DE SOLOLA

LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

LA FACULTAD DE AGRONOMIA

EL INSTITUTO TECNICO DE AGRICULTURA, BARCENA

EL INSTITUTO ABRAHAM LINCOLN, SOLOLA

LA ESCUELA JUSTO RUFINO BARRIOS, SOLOLA

LA ESCUELA DEMETRIA LINARES, SOLOLA

MIS MAESTROS Y CATEDRATICOS

LOS PRODUCTORES DE PAPA DE SOLOLA

ALTERTEC DE GUATEMALA

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central



AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todas aquellas personas e instituciones que en una u otra forma hicieron posible la realización de este trabajo, especialmente a:

Ing. Agr. Pablo Arturo Cábrera e Ing. Agr. Edil Rodríguez; por su valiosa asesoría y sugerencias manifestadas durante el desarrollo de esta investigación.

Ing. Agr. Marco Aceituno, Ing. Agr. Gustavo Alvarez, Ing. Agr. Maco A. Nájera e Ing. Agr. Leonel Cruz; por sus sugerencias para el mejoramiento de este trabajo.

Ing. Civil Mario Alberto Aldana; por su apoyo durante mi carrera.

Lic. Milton Villagrán, P. Agr. Arturo Rodríguez, Carlos Felipe Cabrera y Fredy Chávez; por su colaboración durante mi carrera.

Prof. Erik W. Zelada; por su colaboración en la elaboración de este documento.

Dirección General de Caminos; por el tiempo brindado durante mi carrera.

Escuela de Formación Agrícola de Sololá; por haberme proporcionado el terreno donde se ubicó el ensayo experimental.



CONTENIDO

	PAG.
CONTENIDO	vii
INDICE DE FIGURAS	ix
INDICE DE CUADROS	x
RESUMEN	xiii
1. INTRODUCCION	1
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
3. MARCO TEORICO	4
3.1. Marco Conceptual	4
3.1.1. Descripción del cultivo	4
3.1.2. Tizón Tardío (<i>Phytophthora infestans</i> De Bary)	5
3.1.3. Contaminación Por Químicos	11
3.1.4. Métodos biológicos de control de enfermedades	12
3.1.5. Utilización de plantas con fines pesticidas	13
3.2. Marco Referencial	16
3.2.1. Descripción general del área	16
3.2.2. Características del material experimental	17
4. OBJETIVOS	22
5. HIPOTESIS	23
6. METODOLOGIA	24
6.1. Localización del experimento	24
6.2. Diseño experimental	24
6.3. Unidad experimental	25
6.4. Diseño de tratamientos	25
6.4.1. Preparación del material botánico	26

6.5. Variables respuestas	27
6.5.1. Infección en hojas	27
6.5.2. Infección en brotes	27
6.5.3. Infección en tallos	27
6.5.4. Rendimiento	28
6.6. Análisis Estadístico	28
6.7. Análisis Económico	30
6.8. Manejo del experimento	30
7. RESULTADOS Y DISCUSION	33
7.1. Infección en hojas	33
7.2. Infección en brotes	36
7.3. Infección en tallos	40
7.4. Rendimiento	51
7.5. Análisis Económico	52
8. CONCLUSIONES	58
9. RECOMENDACIONES	59
10. BIBLIOGRAFIA	60
11. APENDICE	63

INDICE DE FIGURAS

No.	PAG.
1. Escalas diagramáticas de severidad de tizón tardío en base a porcentaje de área foliar	29
2. Efecto de los tratamientos sobre la severidad de tizon tardío, (<u>Phytophthora infestans</u> De Bary) en hojas de papa	35
3. Efecto de los tratamientos sobre la severidad de tizón tardío, (<u>Phytophthora infestans</u> De Bary) en brotes de papa	39
4. Efecto de los tratamientos sobre la severidad de tizón tardío en tallos de papa con longitud de 1-5 cms.	47
5. Efecto de los tratamientos sobre la severidad de tizón tardío en tallos de papa con longitudes de 6-10 cms.	48
6. Efecto de los tratamientos sobre la severidad de tizón tardío en tallos de papa con longitud de 11-15 cms.	49
7. Efecto de los tratamientos sobre la severidad de tizón tardío en tallos de papa con longitud mayor de 15 cms.	50
8. Curva de beneficio neto para 8 tratamientos en el control de tizón tardío en el cultivo de la papa	56

INDICE DE CUADROS

No.	PAG.
1. Análisis de varianza para el porcentaje de infección, en hojas de papa, de los 8 tratamientos en el control de tizón tardío	33
2. Prueba de tukey del porcentaje de infección en hojas de papa, para los 8 tratamientos en el control de tizón tardío	34
3. Análisis de varianza para el porcentaje de infección, en brotes de papa, de los 8 tratamientos en el control de tizón tardío	37
4. Prueba de tukey del porcentaje de infección en brotes de papa, para los 8 tratamientos en el control de tizón tardío	37
5. Análisis de varianza para la longitud de infección, de 1-5 cms. en tallos de papa, de los 8 tratamientos en el control de tizón tardío	41
6. Prueba de tukey para la longitud de infección de 1-5 cms. en tallos de papa, para los 8 tratamientos en el control de tizón tardío	42
7. Análisis de varianza para la longitud de infección, de 6-10 cms. en tallos de papa, de los 8 tratamientos en el control de tizón tardío	42
8. Prueba de tukey para la longitud de infección de 6-10 cms. en tallos de papa, para los 8 tratamientos en el control de tizón tardío	43
9. Análisis de varianza para la longitud de infección, de 11-15 cms. en tallos de papa, de los 8 tratamientos en	

el control de tizón tardío	44
10. Prueba de tukey para la longitud de infección de 11-15 cms. en tallos de papa, para los 8 tratamientos en el control de tizón tardío	44
11. Análisis de varianza para la longitud de infección, mayor de 15 cms. en tallos de papa, de los 8 tratamientos en el control de tizón tardío	45
12. Prueba de tukey para la longitud de infección mayor de 15 cms. en tallos de papa, para los 8 tratamientos en el control de tizón tardío	46
13. Resumen del análisis de varianza para el rendimiento en Kg/Ha de 8 tratamientos, para el control de tizón tardío en papa	51
14. Prueba de tukey para el rendimiento en Kg/Ha de papa, para 8 tratamientos en el control de tizón tardío	52
15. Presupuesto parcial de los 8 tratamientos en el control de tizón tardío en papa	53
16. Análisis de dominancia de los 8 tratamientos evaluados para el control de tizón tardío en papa	54
17. Tasa de retorno marginal para los tratamientos no dominados en el control de tizón tardío en papa	55
18. Análisis utilizando residuos de los tratamientos no dominados en el control de tizón tardío	57
19a. Análisis químico del suelo experimental	64
20a. Rendimiento de papa por calidades Kg/Ha obtenido en los 8 tratamientos para el control de tizón tardío	65
21a. Datos de campo de las 4 lecturas del porcentaje de in-	

fección de tizón tardío en hojas de papa	66
22a. Datos de campo de las 4 lecturas del porcentaje de infección tardío en brotes de papa	67
23a. Datos de campo del porcentaje de infección de tizón tardío en tallos para la segunda lectura 45 días después de siembra	68
24a. Datos de campo del porcentaje de infección de tizón tardío en tallos para la tercera lectura 60 días después de siembra	69
25a. Datos de campo del porcentaje de infección de tizón tardío en tallos para la cuarta lectura, longitud más de 15 cms.	70

EVALUACION DE TRATAMIENTOS BOTANICOS EN EL CONTROL DE TIZON
TARDIO (*Phytophthora infestans* De Bary) EN EL CULTIVO DE LA
PAPA (*Solanum Tuberosum* L.) VARIEDAD LOMAN EN LA ALDEA SACSIGUAN,
SOLOLA

EVALUATION OF BOTANICALS TREATMENTS ON LATE BLIGHT CONTROL
(*Phytophthora infestans* De Bary) ON POTATO (*Solanum tuberosum* L.)
LOMAN VARIETY IN SACSIGUAN, SOLOLA. GUATEMALA

RESUMEN

En Guatemala el cultivo de la papa es de mucha importancia para los pequeños y medianos agricultores del altiplano medio y occidental, debido a su rentabilidad aceptable; además es muy nutritivo como fuente de aminoácidos, calorías, carbohidratos y proteínas. Lamentablemente los rendimientos obtenidos por unidad de área son bajos, debido a diversas causas, principalmente a la enfermedad de tizón tardío, causada por el hongo (*Phytophthora infestans* De Bary).

Los objetivos de esta investigación fueron, determinar que tratamiento botánico proporciona un mejor control de tizón tardío, comparados con el tratamiento del agricultor (mancozeb); además establecer que tratamiento representa la mejor relación beneficio-costo.

La presente investigación se llevó a cabo en los campos de producción de hortalizas de la Escuela de Formación Agrícola de

Sololá, ubicada en la Aldea Sacsiguán del municipio de Sololá. Utilizando semilla de papa de la variedad loman; un fungicida químico (Mancozeb) así como los productos botánicos siguientes: Equisetum giganteum L.; Tagetes patula L. y Matricaria chamomilla L.

Para realizar la investigación se utilizó el diseño estadístico de bloques al azar con 8 tratamientos y 4 repeticiones; siendo las variables respuestas: a) infección en hojas, b) infección en brotes, c) infección en tallos y d) rendimiento; las cuales fueron sometidas a un análisis de varianza, las medias fueron sometidas a una comparación múltiple de medias utilizando la prueba de tukey; así mismo se realizó un análisis económico por medio de la técnica del presupuesto parcial.

Al final del experimento se determinó, que el testigo del agricultor (Mancozeb) mostró ser el más efectivo en el control de tizón tardío, con beneficio neto alto, alto rendimiento, pero con una tasa de retorno marginal baja; entre los tratamientos botánicos tenemos que: cola de caballo (Equisetum giganteum L.) y flor de muerto (Tagetes patula L.) fueron los más efectivos en el control de tizón tardío, con rendimientos menores al tratamiento mancozeb, pero con tasas de retorno marginal más altas. El resto de tratamientos evaluados con excepción del testigo absoluto, mostraron cierta efectividad en el control de la enfermedad, pero bajo beneficio neto; como se esperaba el tratamiento testigo absoluto presentó una alta infección de tizón tardío (100% de infección) y beneficios netos bajos, por lo que se considera necesario controlar el tizón tardío.

1- INTRODUCCION

La papa (Solanum tuberosum L.) ocupa el cuarto lugar en importancia a nivel mundial, cultivándose en 130 países, situación superada solamente por el cultivo del maíz(5).

En nuestro país se siembran alrededor de 10,000 hectáreas, con una producción aproximada de 70,000 toneladas métricas, de las cuales se exporta el 40% al mercado centroamericano principalmente, 11% se utiliza como semilla y 49% es utilizada para el consumo del hogar e industrial(10).

En Guatemala este cultivo es de mucha importancia, en especial para los pequeños y medianos agricultores del altiplano medio y occidental, debido a su rentabilidad aceptable; así mismo es de gran aceptación en el mercado nacional por su valor nutritivo como fuente de aminoácidos, calorías, carbohidratos y proteínas, estimándose que el consumo percapita anual a nivel nacional es de 4 a 5 Kgs(6).

Desafortunadamente en Guatemala los rendimientos del cultivo por unidad de área son bajos, estimándose en 7 TM/Ha, en comparación con otros países donde la producción llega a 25 y 30 TM/Ha; el bajo rendimiento se debe a varios factores, pero principalmente a la incidencia del tizón tardío o argeño (Phytophthora infestans De Bary) (5).

En cuanto a medidas de control de la enfermedad el uso de fungicidas químicos es el más utilizado, pero con esto el agricultor aumenta sus costos de producción; además crece la conciencia a nivel mundial de que el uso de agroquímicos atenta contra el equilibrio ecológico al ser utilizados en forma

En la presente investigación se evaluaron fungicidas botánicos, siendo estos *Tagetes patula* L. ; *Equisetum giganteum* L. y *Matricaria chamomilla* L.; comparados con mancozeb que es el utilizado por el agricultor. Con la finalidad de reducir los costos de producción; ya que en la actualidad la utilización de algunos químicos contenidos en forma natural en las plantas es otra alternativa que tiene el agricultor para sustituir o reducir el uso de agroquímicos.

Este estudio se llevó a cabo en los campos de producción de hortalizas de la Escuela de Formación Agrícola de Sololá, ubicada en la aldea Sacsiguán, Municipio de Sololá, utilizando un diseño en bloques al azar con 8 tratamientos y 4 repeticiones, durante los meses de mayo a agosto de 1,993.

2- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El cultivo de la papa es de importancia para los agricultores del altiplano medio y occidental del país, en vista de su rentabilidad aceptable si se compara con otros cultivos.

Lamentablemente en Guatemala los rendimientos del cultivo por unidad del área son bajos comparados con los obtenidos en otros países; esta baja en el rendimiento se debe a varios factores, pero principalmente a la incidencia de tizón tardío o argeño como se le conoce comunmente al hongo causante de esta enfermedad (*Phytophthora infestans* De Bary), que es el mayor problema que deben afrontar los productores de papa del municipio de Sololá y otras regiones productoras del país.

En entrevistas realizadas a productores de papa del municipio de Sololá, se pudo comprobar que el tizón tardío reduce el rendimiento en un 35% con aplicaciones de fungicidas y hasta un 85% si no se controla en época lluviosa; situación que hace que los agricultores de la región realicen una serie de aspersiones en dosis elevadas con el fungicida Mancozeb a razón de 2.5 Kg/aplicación/Ha. mientras que la dosis recomendada por el fabricante es de 0.75 a 1.5Kg/aplicación/Ha. por lo que los costos de producción se incrementan con la consiguiente baja en la rentabilidad.

3- MARCO TEORICO

3.1. Marco conceptual

3.1.1. Descripción del cultivo: Es una planta que pertenece a la familia de las solanaceas, originaria de las regiones andinas de Sudamérica, siendo los principales productores los países Europeos, Canadá y Estados Unidos. Por su cultivo se clasifica como una planta anual, aunque puede comportarse vegetativamente como perenne en el campo de un año a otro en las regiones muy frías. (14).

Sus tallos son llenos, con hojas muy hendidas, flores variando del blanco al violeta según la variedad, existiendo algunas variedades que no florecen y otras que sus flores no forman semilla. La papa es un tubérculo que se forma en las puntas de una ramificación subterránea del tallo., llamada estolón o rizoma, ocasionalmente se forman a lo largo de los propios tallos subterráneos; de acuerdo con la variedad toman diferentes formas y tamaños así como color. La formación de los tubérculos se inicia generalmente cuando las plantas alcanzan 25 cms. de altura o de 5 a 6 semanas después de la siembra y están listos para cosecharse a los 120 días, su reproducción se hace por medio de tubérculos enteros o seccionados(14).

En cuanto al clima, la papa se adapta bien desde alturas comprendidas entre los 1,000 a 2,400 metros sobre el nivel del mar, climas templados y fríos; las temperaturas óptimas para su buen desarrollo son de 16 a 24 grados centígrados, pudiendo soportar hasta temperaturas de 12 grados centígrados (14).

Las zonas de producción se concentran en el altiplano de la república, valles de Guatemala, Chimaltenango, Totonicapán, Sololá, Quetzaltenango, San Marcos, Huehuetenango, Santa Rosa y Jalapa(14).

3.1.2. Tizón Tardío (*Phytophthora infestans* De Bary)

A. Generalidades: Se supone que la enfermedad es originaria de México, condiciones especiales de clima y especies hospedantes avalan tal suposición; el hongo ataca a dos especies de gran importancia económica como lo son la papa y el tomate (20).

Es causada por el hongo *Phytophthora infestans* De Bary y recibe también varios nombres que varían de país y aún de región a región, los más conocidos en América Latina son: gota, gotera, lancha, hilo fungoso; es sin lugar a dudas la enfermedad que causa mayores pérdidas en el mundo entero en papa y tomate. Se presenta siempre que hay condiciones climáticas propicias, siendo éstas: lluvias frecuentes, alta humedad relativa (90 a 100%) o rocío abundante (15).

B. Distribución: es mundial, el tizón tardío es de carácter destructivo donde quiera que se siembre papa, sin aplicación de fungicidas, excepto en áreas cálidas, secas y bajo riesgo (20).

C. Hospedantes: papa y tomate, también ataca berengena y otras solanaceas así como algunas malezas (15).

D. Sintomatología: Ataca hojas, tallos y tubérculos en el cultivo de la papa, la manifestación de síntomas en el follaje aparece después de cierto desarrollo de la planta. Este período previo está relacionado con la resistencia de la planta al patógeno, para las variedades susceptibles; las primeras manchas se

observan en severas epifitias, entre 30 y 40 días después de la plantación, cuando la planta ha desarrollado bien, pero en algunos cultivos cuando la incidencia del hongo es grave, se observan ataques en plantas con 15 centímetros de altura y 6 a 8 hojas en el tallo (20).

Los síntomas en las hojas se presentan como manchas irregularmente circulares, al comienzo son de color verde desteñido, casi castaño en la parte central y que rápidamente toma el color castaño, terminando con la muerte de los tejidos atacados; en el borde de la mancha se forma un haloclorótico. Esta lesión se extiende rápidamente por la lámina alcanzando el peciolo de la hoja que luego cae; en el caso de que las condiciones climáticas sean desfavorables una vez aparecida la mancha ésta no progresa y queda de un color castaño, seca y quebradiza, si las condiciones cambian favoreciendo al hongo, las manchas progresan nuevamente (20).

La sintomatología en el tallo, aparece como manchas alargadas de igual color que en las hojas, pudiendo aparecer antes que en estas, el tallo toma una consistencia vitrea y se quiebra con poco esfuerzo cuando las condiciones climáticas son muy favorables al parásito produce sucesivas infecciones en las hojas y los tallos, la planta se deshoja el tallo queda ennegrecido y sucumbe al poco tiempo (20).

En el tubérculo ataca generalmente a la superficie, irregular en forma y tamaño en la que se puede observar una alteración del color de la corteza, ligeramente castaño y también a veces áreas hundidas. Si la pudrición es seca, el tubérculo se

mantiene entero sin descomponerse y la enfermedad puede detenerse; pero cuando va acompañado de bacterias y hongos saprófitos que es lo más frecuente toma una consistencia blanda con pudriciones cremosas a la vista, los tejidos se descomponen y exhalan un fuerte olor desagradable (20).

E. Etiología:

El organismo causal del tizón tardío de la papa es el hongo denominado *Phytophthora infestans* De Bary. El hongo fue descrito por Montagne en el año de 1,845 como *Botrytis infestans*, luego por algún tiempo fue tratado dentro del género *peronospora*. Hasta que en el año de 1,875 De Bary propuso el nuevo género *Phytophthora* (del griego *Phyton* que significa planta y *Phterios* que significa destructor); tomando de base el modo peculiar de producir conidios. Se caracteriza por su micelio cenocítico inter e intra celular muy ramificado hialino. Los esporangióforos a través de los estomas de las hojas y por las lenticelas en el tubérculo. Los zoosporangios son de forma ovoide, con papilas y un leve resto de pedicelo. Miden de 22-36 X 14-23 micrones. Al principio se encuentran en la parte terminal del zoosporangióforo, pero debido al crecimiento indefinido de éste, pasan a ser laterales; los ensanchamientos que se producen en los esporangióforos indican los lugares donde se ha efectuado la esporulación; esta forma de esporangióforos es típica de *Phytophthora infestans* y sirve para diferenciarlo de hongos muy relacionados a él (20).

F. Patogénesis:

El primero que dió información sobre la penetración de los

zoósporos fue De Bary, quien indicó que la penetración era directa y ocurría aproximadamente a las dos horas después de la inoculación con los zoósporos. De acuerdo a Sarasola (20) los zoósporos se enquistan, germinan y producen apresorios; los apresorios son ligeramente más pequeños que los zoósporos enquistados. El protoplasma pasa a través del tubo germinativo hacia el apresorio; éste último puede ser confundido con el zoósporo enquistado y sacar como conclusión que la penetración tuvo lugar directamente sin ayuda del apresorio; el protoplasma pasa desde el apresorio, por el cono de penetración para formar el micelio primario, este origina un micelio secundario en forma de dedos que invade el tejido. La penetración se cumple dos horas después con los zoósporos móviles tanto en variedades resistentes como susceptibles. La desintegración del micelio primario y la muerte de las células alrededor del punto de penetración ocurre entre 48 y 72 horas de la inoculación. En muchos casos la penetración ocurre directamente por la epidermis, pero puede hacerlo por los estomas; si bien la presión es responsable de la penetración, hay evidencias que ciertas sustancias actúan con anterioridad, provocando un cambio en la constitución de la pared celular que facilita la invasión del hongo (20).

G. Reproducción:

- a. SEXUAL: Este hongo requiere de un par de apareamientos para reproducirse sexualmente, debido a que solo uno de ellos ocurre en la mayoría de países, la fase sexual del hongo rara vez se ha observado; en México ambos

tipos de apareamiento se encuentran ampliamente distribuidos y las zoósporas del hongo son muy comunes (1).

Ames, citado por Cali(6), indica que en México se han encontrado esporas, donde existen ambos tipos compatibles de apareamiento. Las hojas que tocan el suelo son las primeras en infectarse, lo que sugiere que las zoósporas probablemente juegan un rol en la supervivencia del hongo, bajo condiciones adversas la invernación de Phytophthora infestans se hace de micelio ya sea en los tubérculos de plantas voluntarias, en los tubérculos desechados o en los almacenes para semilla. Después que la planta emerge el hongo invade algunos de los brotes en desarrollo y esporula, siempre que las condiciones sean favorables, produciéndose así un inóculo primario. Una vez realizada la infección primaria, la diseminación se realiza por medio de esporángios que son transportados por el agua y por el viento.

- b. ASEXUAL: El hongo produce esporangióforos ramificados de crecimiento indeterminado; en los puntos de las ramificaciones se forman esporángios papilados que tienen la forma de un limón; con el crecimiento de las puntas de las ramificaciones se desprenden los esporángios, en los sitios donde se forman los esporángios aparecen hinchamientos que son

característica particular del hongo(1).

H. Ciclo Biológico:

La forma en que este hongo sobrevive de un año a otro ha dado lugar a numerosas explicaciones y se han enunciado varias teorías:

- a. Que el micelio persiste en el suelo.
- b. Que el micelio permanece en el tubérculo enfermo.
- c. Que se producen esporas de permanencia, las que originan nuevas infecciones.
- d. Que el micelio permanece latente en la planta de papa.
- e. Que el hongo fructifica en los tubérculos semilla en el suelo y la espora alcanza la superficie del suelo causando infección en el follaje.
- f. Que cuerpos semejantes a esclerocios originan infecciones (20).

De estas teorías la más aceptada es la que indica que Phytophthora infestans puede pasar de un año a otro en los tubérculos.

I. Control:

Ames, citado por Cali(6), indica que para evitar el desarrollo anticipado del inóculo primario, se deben seguir los siguientes lineamientos, como medida preventiva:

- a. Uso de semilla libre de la enfermedad
- b. Destrucción de fuentes potenciales de inóculo, tales como: montones de descarte, plantas voluntarias, etc.
- c. Proteger contra la infección el tubérculo por medio de un aporque adecuado.

- d. Matando las plantas dos semanas antes de la cosecha de tal manera que los esprangióforos que se encuentran en las hojas se deshidraten y mueran.
- e. Uso de variedades resistentes. A este respecto Walker(24), indica que a pesar de haberse creado numerosas variedades resistentes ninguna puede ser considerada como totalmente inmune ya que conforme las condiciones climáticas se hacen más favorables para el hongo, la diferencia entre una variedad resistente y una susceptible tiende a desaparecer.

J. Control Químico:

El control químico es efectivo cuando se realiza antes del desarrollo de la epifitía, está supeditado a las condiciones climáticas y frecuencia de ataque. El uso de fungicidas comenzó después del descubrimiento del caldo bordelés, después de 1,930 declina el uso de este fungicida que es sustituido por los cobres insolubles tales como: cloruros básicos, oxiclорuros, carbonatos, sulfatos, etc. A partir del año de 1,937 se inicia una nueva etapa con la aplicación de los fungicidas orgánicos que han alcanzado gran popularidad en los últimos tiempos; existe en el mercado un número bastante grande de fungicidas, destacando los ditiocarbamatos de manganeso (Maneb) y zinc y productos de coordinación de maneb con iones metálicos de zinc (22).

3.1.3. Contaminación por Químicos

Además de la deforestación y la erosión, el uso indiscriminado de agroquímicos, especialmente en la costa del pacífico ha causado la contaminación del suelo y del agua, esto impide que muchas áreas contaminadas sean utilizadas para la cría de ganado y

desarrollo de la acuacultura de agua dulce y maricultura, limitando el potencial del desarrollo del país y haciendo lo escasamente competitivo con otros países que tienen ecosistemas similares y menos contaminados. Muchos de los plaguicidas sintéticos persisten en el suelo durante largo tiempo incorporándose a la cadena alimenticia, algunos de estos plaguicidas fueron utilizados intensivamente, pero actualmente su uso es prohibido, uno de estos es el DDT, del cual se han encontrado en la leche humana cantidades varias veces superiores a las toleradas por la Organización Mundial de la Salud. La contaminación es básicamente causada por el exceso en cantidad y constante uso de los plaguicidas y debido a que los procesos naturales no pueden degradar los plaguicidas, se provoca una contaminación del medio; una sustancia no tiene carácter de contaminante porque sea un veneno, se constituye un contaminante cuando es tal su cantidad que el ecosistema es incapaz de degradarlo.(9)

3.1.4. Métodos biológicos de control de enfermedades.

- A. Variedades resistentes: ha sido utilizado para el control de royas, carbonos, cenicillas, marchiteces vasculares, virus, bacterias y nemátodos (1).
- B. Protección cruzada e interferencia: Este término es usado específicamente para la protección de una planta por una raza benigna de un virus para la infección por una raza del mismo virus que causa síntomas más severos. Algunas formas diferentes de interferencia parecen ocurrir en raíces infectadas por micorizas, aparentemente la presencia del hongo micorrizico sobre o en las raíces actúa como una barrera protectora de la

infección por hongos altamente patogénicos como lo son: *Phytium*, *Fusarium*, *Phytophthora* y otros (1).

- C. Hiperparasitismo: Es el control de microorganismos patógenos con otro microorganismo o virus los cuales parasitan o antagonizan con los patógenos, entre estos tenemos: bacteriófagos, micoparasitismo y parásitos de nemátodos.
- D. Cultivos trampa y plantas antagónicas: Algunas plantas que no son susceptibles a ciertos nemátodos fitoparásitos sedentarios producen exudados y estimulan la oviposición de nemátodos, las larvas entran a esas plantas pero no son capaces de desarrollar el estado adulto. *Crotalaria* sp. atrapa larvas de nemátodos de raíces (*Meloidogyne* sp.) y *Solanum nigrum* reduce poblaciones del nemátodo dorado (*Heterodera rostochiensis*). Algunas pocas plantas como el esparrago y la flor de muerto son antagónicas a los nemátodos ya que liberan ciertas sustancias en el suelo que son tóxicas (1).

3.1.5. Utilización de plantas con fines pesticidas

La utilización de algunos químicos en forma natural contenidos en raíces, cortezas, hojas, flores y frutos; ya sea en forma de gases repelentes que suelta la misma planta, extractos o polvos, es una de las alternativas que el agricultor tiene para sustituir el uso de agroquímicos (7).

La forma en que actúan las sustancias contenidas en las plantas sobre los agentes patógenos y los parásitos es muy variada. La mayoría de plantas utilizadas contienen aceites esenciales que son ligeramente volátiles y que despiden fuertes aromas típicos. El ajo, cebolla y el rábano rústicano tienen un efecto fuertemente

fungicida, en especial sobre el mildiu; también los aceites esenciales de la milenrama, la manzanilla y la menta impiden la germinación de las esporas de los hongos y el crecimiento de las hifas (16).

A continuación se describen algunas plantas que han sido utilizadas para el control de tizón tardío, principalmente en el área de Chimaltenango.

A. Flor de Muerto: (Tagetes erecta L.; Tagetes minuta L.; Tagetes patula L.; Tagetes tenuifolia; Tagetes foetidissima L.)

La flor de muerto limpia o controla malezas, reduciendo su población elimina de sus alrededores gusanos malignos, cienpies, así mismo elimina hasta una distancia de un metro a varios nemátodos, el primer efecto se obtiene a los 3 o 4 meses de estar creciendo la flor de muerto, especialmente en cultivos intercalado con tomate; intercalandola con frijol, controla el escarabajo mexicano (Epilachna varivestis). El extracto de las raíces es un veneno de contacto contra la palomilla del repollo, quemando flores secas repele a los mosquitos (7).

El extracto se prepara llenando un tambo de 5 galones hasta 1/2 o 3/4 de flores, luego se cubre con agua, se deja en reposo 5 a 10 días posteriormente se filtra y agregarle 4 onzas de jabón, revolverlo bien y mezclarlo con 8 galones de agua.

La formulación utilizada por agricultores de Chimaltenango se prepara utilizando indistintamente toda la planta, solo follaje o solo flores, se maceran 2 libras de cualquier parte de la planta, agregarle un galón de agua, dejarlo en reposo 5 a 8 días, luego utilizar 1 a 1.5 litros de la solución por cada 4

galones de agua, fumigando el follaje un día si y un día no en época de lluvia diaria o a cada 8 días en época seca, controla el tizón tardío en papa y tomate.

B. Cola de Caballo (Equisetum giganteum L. y Equisetum arvense L.)

El extracto de esta planta se ha utilizado con éxito contra mildiu, cenicilla, royas, tizones de papa y tomate así como contra pulgones. Se pone a cocer por 15 minutos una libra de cola de caballo en 3 litros de agua, al enfriarse se toma 1 a 1.5 litros de la solución por bomba de 4 galones de agua, agregarle 1/2 onza de jabón negro; la solución madre debe utilizarse en los primeros 3 días después de su preparación(7).

C. Manzanilla (Matricaria chamomilla L.)

Planta que concentra calcio, sulfuro y potasio, en infusión combate enfermedades de plantas jóvenes (7). Utilizando 50 gramos de flores secas por litro de agua y con una dilución del 10% refuerza las plantas contra las enfermedades (16). En Chimaltenango el agricultor utiliza 2 libras de toda la planta en un galón de agua, la hierve por 15 minutos, se deja en reposo por 24 horas, luego agregar 1 a 1.5 litros de la solución madre a una bomba de 4 galones, controla tizón tardío en papa.

3.2. Marco referencial

3.2.1. Descripción general del área.

A. **Localización y colindancias:** La aldea Sacsiguán está ubicada en el municipio de Sololá, departamento de Sololá. Está integrada por cuatro caseríos: San Isidro, Monte Mercedes, Tierra Linda y Peña Blanca. Colinda al norte con la aldea el Tablón y con el municipio de Concepción, al sur con el municipio de Panajachel y la aldea San Jorge la Laguna, al este con el municipio de Panajachel y al oeste con la cabecera departamental, Sololá; su extensión es de 5.37 Km². Se ubica en las coordenadas 14° 46' 20" de latitud y 91° 9' 7" de longitud oeste en el meridiano de Greenwich; su altura sobre el nivel del mar es de 1,800 a 3,350 metros (2).

B. **Climatología:** La temperatura media anual es de 14.3 grados centígrados, pero en general la temperatura durante todo el año oscila entre 4.9 y 21.4 grados centígrados. La época lluviosa está comprendida del mes de mayo al mes de octubre, los valores más altos se alcanzan en los meses de junio y septiembre, siendo la precipitación pluvial promedio anual de 1,305 mm. La humedad relativa promedio es de 80%, siendo frecuentes las neblinas. Los vientos provienen del noroeste y suroeste con una velocidad entre 18.4 y 30.6 Km/Hora (2).

C. **Zona de Vida:** Según la clasificación de las zonas de vida (13) el área pertenece al bosque húmedo montano bajo subtropical.

D. **Leyenda Geológica:**

Qp: rocas igneas y metamórficas (del cuaternario) rellenos y

cubiertas gruesas de cenizas, pómez de origen diverso (12).

E. Región fisiográfica: El área pertenece a las tierras altas volcánicas de occidente (11).

3.2.2. Características de los materiales experimentales utilizados.

A. Material Genético:

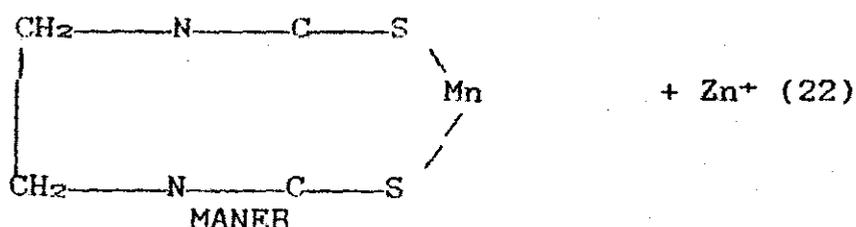
- a. Papa (Solanum tuberosum L.) Variedad Loman.
- b. Altura de planta 0.6 y 0.7 metros
- c. Susceptible a tizón tardío (Phytophthora infestans De Bary)
- d. No florea
- e. Tubérculos alargados y ovoides
- f. Color externo del tubérculo amarillo crema y color interno crema
- g. Ojos superficiales
- h. Dos a cinco tallos por planta
- i. Ciclo del cultivo 80 a 90 días
- j. Rendimiento promedio 8 TM/Ha.
- k. Variedad de muy buena calidad y una de las preferidas por el ama de casa (23)

B. Material Químico:

- a. Fungicida Mancozeb
 - i. Nombres comerciales: Dithane M-45, Mancozeb, Vondozeb, Fore, Manzate 200 y Mancofol.
 - ii. Ingredientes activos: 16% de manganeso, 2% de zinc y 62% del ión etileno-bisditiocarbamato.
 - iii. Formulación: polvo mojable.
 - iv. Modo de acción: es un fungicida del grupo de los

carbamatos, actúa por contacto y es preventivo.

v. Formula estructural:



vi. Toxicidad: LD_{50} 7,500 mg/Kg

vii. Fitotoxicidad: puede provocar anomalías en plántulas, no se recomienda usar en almácigos.

viii. Enfermedades controladas: su espectro de acción es amplio, por lo que se emplea para el control de muchas enfermedades, principalmente: Phytophthora sp. y Alternaria sp.

ix. Dosis: 0.75 a 1.5 Kg/Ha.

x. Casa comercial: Rohm and Haas y Dupont Chemical Co.

C. Material Botánico:

a. Cola de Caballo (Equisetum giganteum L.)

- i. Clasificación toxicológica: levemente tóxica (7).
- ii. Clasificación botánica: plantas con tallos de 3 mts. de alto y 20 mm. de diámetro, con regulares verticilos de ramas en los nudos, estomas en 2-3-4 líneas a lo largo, al lado de las ranuras de los tallos; vainas verdes o aproximándose a café claro, comunmente cilíndricas y casi tan anchas como largas, regularmente apresas al tallo, los dientes blancos, o café con márgenes blancos, persistentes o tempranamente deciduas; ramas numerosas, 8-10 cordoncillos, los tubérculos en los cordoncillos

cuadrados o aplanados, en perfil; estrobilo corto pero distintamente apiculado, creciendo en los ápices de las ramas, y ocasionalmente en el ápice de los tallos jóvenes; esporas verdes (21).

iii. Familia: Equisetaceae

iv. Principales usos: En medicina se usa en úlceras, heridas putridas y gangrenosas, hemorragias nasal, hemorroides, etc. (3). En agricultura tiene propiedades fungicidas contra tizones, mildius; propiedades insecticidas contra pulgones y otros pequeños insectos en cultivos de papa, tomate, arveja, fresa, brócoli, frijol y otros (7).

v. Principios activos: contiene hasta un 10% de ácido salicílico, flavonas y saponinas, también desarrolla en su cuerpo alcaloides de mucha importancia entre estos: 3-metoxipiridina, nicotina, palustrina, palustridina, equisetonina, equisetina (17); además contiene ácido aconítico, resina un principio amargo; sílice del que contienen sus cenizas hasta el 90% (8), este elevado contenido de sílice actúa reforzando las paredes de las células vegetales; las esporas de los hongos ya no pueden penetrar tan fácilmente en las hojas y a los parásitos les cuesta un gran esfuerzo alimentarse de un tejido vegetal tan compacto, por lo que abandonan la planta (18).

b. Manzanilla (Matricaria chamomilla L.)

i. Familia: Asteraceae (Compositae)

ii. Clasificación botánica: planta anual, glabra, erecta,

muy ramificada hasta 30 cms. de alto, hojas bi-tripinnatisectas en cortos y muy angostos segmentos lineares; cabezuelas aproximadamente 2.5 cms. de diámetro, en cortos pedúnculos terminales, con 10 a 20 flores del radio, blancas, truncadas o emarginadas, tornándose fuertemente reflexas; brácteas del involucre casi iguales, las maduras escarioas; receptáculo sin escamas elongándose y vacío internamente conforme avanza la antésis; aquenio con 3-5 costillas débiles, papus ausente (18).

iii. Principales usos: En medicina es eficaz para combatir las dispepsias, perturbaciones estomacales en general, diarreas, nauseas, inflamaciones de las vías urinarias, afecciones de la piel, hemorroides, inflamaciones de los ojos, etc. (3). En agricultura, el preparado de esta planta se utiliza para reforzar las plantas contra las enfermedades, en Chimaltenango se ha utilizado contra tizón tardío en papa y tomate (7).

vi. Principales activos: La manzanilla despide un olor aromático agradable y pronunciado de sabor dulzaino y luego un poco amargo; contiene ácido salicílico, apigenina, colina, 0.2 a 0.35 % de aceite esencial, taninos, materia amarga, clorofila, sustancias minerales, flavonoides, esteroides, fenoles, resina, ácido fosfórico y alcaloides. La esencia está constituida por parafina, tricantina, furfural, metil-umbe-riferona, ácidos grasos, sesquiterpenos y un hidrocarbonado (8).

c. Flor de Muerto (Tagetes patula L.) :

- i. Familia: Asteraceae (Compositae)
- ii. Clasificación botánica: Planta anual, ramificándose cerca de la base de 30-45 cms. de alto; hojas pinnatidividas, en casi 12 segmentos serrados, lanceolados u oblongos, de 1.0-2.5 cms. de largo, éstos o sus dientes del ápice con una larga arista, cada diente usualmente con una glándula grande en la base; cabezuelas solitarias, aproximadamente de 4 cms. de diámetro, largamente pedunculadas, el involucre grueso, oblongo, con agudos dientes, dotado de glándulas; flores del radio numerosas, amarillas, con marcas rojas; papus escamoso, con 1-2 aristas largas y 2-3 más cortas, truncadas algunas. (4).
- iii. Principales usos: en medicina, en forma de infusión o zumo actúa como enemagogo y antihelmíntico; la infusión de las cabezuelas se usa para curar la conjuntivitis crónica, es además hemostático (8). En agricultura, es utilizada contra nemátodos y tizón tardío en papa y tomate, quemando flores secas repele mosquitos (7).
- iv. Principios activos: toda la planta contiene un aceite esencial en sus glándulas que se encuentran especialmente y en abundancia en las hojas (8). Tagetes erecta L. sus flores son ricas en xantófila, los pétalos y raíces contienen un alfa-terthienil que contiene propiedades nematocidas (17).

4.- OBJETIVOS

4.1. General

4.1.1. Participar en la generación de tecnología apropiada para el control de enfermedades de los cultivos agrícolas.

4.2. Especificos

4.2.1. Determinar que tratamiento botánico proporciona mejor control del tizón tardío (Phytophthora infestans De Bary) en el cultivo de la papa (Solanum tuberosum L.) .

4.2.2. Establecer que tratamiento representa la mayor relación beneficio-costos.

5.- HIPOTESIS

- 5.1. "Al menos uno de los tratamientos evaluados para el control de tizón tardío (Phytophthora infestans De Bary) produce un mayor rendimiento en el cultivo de la papa (Solanum tuberosum L.) .

- 5.2. "Al menos uno de los tratamientos evaluados para el control de tizón tardío (Phytophthora infestans De Bary) produce un mayor grado de control de la enfermedad en el cultivo de la papa (Solanum tuberosum L.)

6.- METODOLOGIA

6.1. Localización del experimento:

El presente trabajo de investigación se realizó en los campos de producción de hortalizas de la Escuela de Formación Agrícola de Sololá (EFA Sololá). Ubicada en el molino Belén de la Aldea Sacsiguán, en el municipio de Sololá, departamento de Sololá, la cual se encuentra a 3 Kms. de la cabecera departamental; colinda al norte con el caserío Peña Blanca y Monte Mercedes de la aldea Sacsiguán, al sur con el lago de Atitlán y la aldea San Jorge la Laguna, al este con el municipio de Concepción y al oeste con el municipio de Sololá, del departamento de Sololá.

6.2. Diseño Experimental:

Se utilizó el diseño experimental en bloques al azar en vista de que la gradiente (pendiente) se encuentra en un solo sentido; con 8 tratamientos y 4 repeticiones, estando los bloques perpendiculares a la gradiente. El modelo estadístico es el siguiente:

$$Y_{ij} = U + T_i + B_j + E_{ij} \text{ Donde}$$

Y_{ij} = Variable respuesta

U = Efecto de la media general

T_i = Efecto del i-esimo tratamiento

B_j = Efecto del j-esimo bloque

E_{ij} = Efecto del error experimental (19)

6.3. Unidad Experimental:

La unidad experimental fue de 3.60 mts. de ancho por 4.5 mts. de largo (16.2 m²), constando de 5 surcos de 4.5 mts de largo y 0.90 mts entre surcos, cada parcela estuvo separada por dos surcos de las mismas dimensiones, que fueron utilizados como fuente de inóculo, ya que no se les aplicó ningún control; es importante anotar que la enfermedad se presentó en forma natural, por lo que no fue necesario realizar inoculaciones artificiales. La parcela neta fueron los 3 surcos centrales, eliminando una planta de cada extremo, por lo que el área de la parcela neta fue de 7.02 metros² y el área total del experimento fue de 987.39 m² .

6.4. Diseño de tratamientos:

Los tratamientos se aleatorizaron dentro de cada bloque, aplicándose mediante aspersiones al follaje a partir de los 20 días después de la siembra, haciendo un total de 20 aplicaciones, hasta los 60 días después de la siembra, que es como lo hacen los agricultores de la región; la dosis y el intervalo de aplicación del tratamiento químico (dithane M-45) fue la utilizada por el agricultor; la dosis e intervalo de aplicación de los tratamientos botánicos se consultaron en ALTERTEC (Tecnología alternativa en el desarrollo y salud de los pueblos) y a agricultores de la Aldea Chirijuyu, Tecpán Guatemala, Chimaltenango que han aplicado estos tratamientos.

A continuación se presentan los tratamientos evaluados, su dosis y el intervalo de aplicación.

CODIGO	DOSIS Kg/Ha	INTERVALO (DIAS)
1. TESTIGO ABSOLUTO (SIN NINGUNA APLICACION)	0	0
2. TESTIGO DEL AGRICULTOR (DITHANE M-45)	2.5	1
3. <u>Equisetum giganteum</u> L. (COLA DE CABALLO)	3.08	1
4. <u>Equisetum giganteum</u> L. (COLA DE CABALLO)	4.63	1
5. <u>Tagetes patula</u> L. (FLOR DE MUERTO)	4.90	1
6. <u>Tagetes patula</u> L. (FLOR DE MUERTO)	6.12	1
7. <u>Matricaria chamomilla</u> L. (MANZANILLA)	4.90	1
8. <u>Matricaria chamomilla</u> L. (MANZANILLA)	6.12	1

6.4.1. Preparación del material botánico:

- A. Cola de Caballo (Equisetum giganteum L.) ; se pesó 1 y 1.5 libras de cola de caballo fresca, se le agregó 3 litros de agua, se hirvió 15 minutos, se coló y dejó enfriar, almacenándose en recipientes plásticos oscuros.
- B. Flor de Muerto (Tagetes patula L.); se pesó y picó 2 y 2.5 libras de flor de muerto fresca (toda la planta) se agregó 3.78 litros de agua (1 galón), se le dejó en reposo por 8 días, luego se coló y almacenó en recipientes plásticos oscuros.
- C. Manzanilla (Matricaria chamomilla L.) Se pesaron y picaron 2 y 2.5 libras de manzanilla fresca y se les agregó 1 galón de agua, se puso a hervir durante 15 minutos, se dejó en reposo por 24 horas, se coló y almacenó en recipientes plásticos oscuros.

De los tres preparados descritos anteriormente se tomó un litro de la solución madre para diluirlo en 15 litros de agua,

luego se asperjó en cada tratamiento.

6.5. Variables respuestas:

6.5.1. **Infección en hojas:** Para determinar la infección de tizón tardío en hojas se utilizó la escala diagramática de severidad de daño en base a porcentajes de área foliar (Figura 1.). Las lecturas se realizaron a los 30, 45, 60 y 75 días después de siembra, utilizando un muestreo aleatorio dentro de la parcela neta, muestreando el 40% de plantas, equivalente a 17 plantas. De cada planta se tomó el porcentaje de infección en hojas, haciéndose posteriormente un promedio por tratamiento; los datos de porcentaje de infección fueron transformándose por medio

$$\text{de } \sqrt{\frac{Y}{Y+1}}$$

6.5.2. **Infección en brotes:** Juntamente con las lecturas de infección en hojas, utilizando el mismo muestreo y las mismas 17 plantas, se tomó el porcentaje de infección en brotes, haciendo uso de la escala diagramática de severidad de daño en base a porcentaje de área foliar afectada (Figura 1.); posteriormente se realizó un promedio por tratamiento, transformándose los datos de porcentaje de infección en brotes por medio de

$$\sqrt{\frac{Y}{Y+1}}$$

6.5.3. **Infección en tallos:** Juntamente con las lecturas de hojas y brotes se determinó la infección en tallos; muestreando

el número total de tallos por cada tratamiento. Clasificándose las infecciones en base a su longitud (6).; en las siguientes clases: 1-5, 6-10, 11-15 y más de 15 cms. de longitud, obteniéndose el porcentaje de cada una de las lecturas efectuadas, para las diferentes clases de tratamiento. Los porcentajes fueron transformados por medio de $\sqrt{Y + 1}$

6.5.4. Rendimiento en Kg/Ha: al final del experimento, se cosecharon el total de plantas de la parcela neta, el producto fue lavado y clasificado en tres calidades (primera, segunda y tercera) que es como lo clasifica el productor de la región, se pesó cada una de las calidades, determinando así el rendimiento total por tratamiento.

6.6. Análisis estadístico: Se realizó un análisis de varianza (ANDEVA) para el promedio de las 4 lecturas del porcentaje de infección en hojas, brotes y tallos, así como para el rendimiento; como existieron diferencias significativas entre tratamientos al 5% de nivel de significancia, se realizó una comparación de medias, utilizando el comparador Tukey.

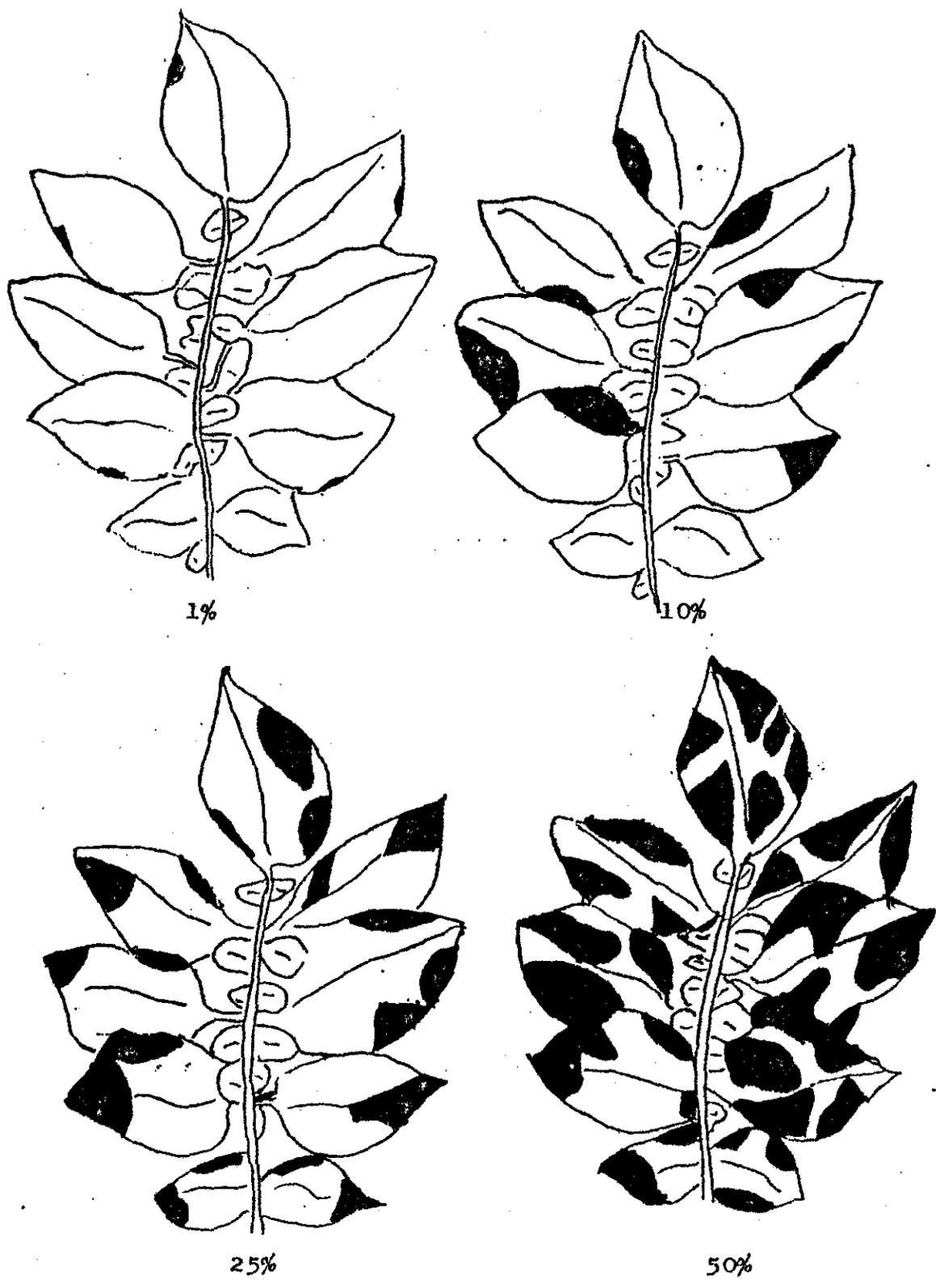


Figura 1. Escalas diagramáticas de severidad de tizón tardío en base a porcentaje de área foliar

6.7. **Análisis Económico:** Se utilizó la técnica del presupuesto parcial y la tasa de retorno marginal. Para obtener los costos variables de cada tratamiento se llevó un registro de precios; así mismo se realizó un sondeo en la zona estudiada para determinar los costos de los tratamientos químico-biológicos, tales como: costo de 1 Kilogramo de flor de muerto, cola de caballo y manzanilla, tiempo y utensilios para su preparación, costo del acarreo de agua, jornales necesarios para la aplicación de los tratamientos, costo de alquiler de bomba. Para calcular los beneficios brutos de campo fue necesario ajustar los datos del rendimiento en un 5% en vista de que el tratamiento con Mancozeb, dió resultados más altos en el rendimiento que los obtenidos por el agricultor, a los precios de cada calidad se les restó el costo de transporte, envase y arbitrio municipal.

Seguidamente se obtuvieron los beneficios netos, se hizo un análisis de dominancia y posteriormente se calculó la tasa de retorno marginal para los tratamientos no dominados.

6.8. Manejo del experimento:

6.8.1. **Preparación del terreno:** se realizó un picado profundo con azadón una semana antes de la siembra.

6.8.2. **Siembra:** Esta se realizó el día 30 de mayo a una distancia de 0.90 metros entre surcos, 0.30 metros entre plantas y a una profundidad de 0.20 metros.

6.8.3. **Fertilización:** se llevó a cabo en las cantidades y épocas recomendadas por el laboratorio del Instituto de Ciencia y

Tecnología Agrícola (ICTA) (Cuadro 19 "A" del apéndice) en la forma siguiente: la primera fertilización con 15-15-15 al momento de siembra a razón de 518 Kg/Ha, la segunda fertilización fue con 46-0-0 30 días después de siembra, a razón de 97 Kg/Ha.

- 6.8.4. **Control de malezas:** se efectuaron dos limpiezas manuales con azadón, la primera a los 30 días de siembra y la segunda a los 45 días después de siembra realizando en este momento el aporque.
- 6.8.5. **Control de insectos:** se aplicó volatón granulado a razón de 250 lbs. por hectárea al momento de la siembra, además se realizaron aspersiones foliares con el insecticida metasistox a razón de 1.5 litros/Ha. cada 15 días para el control de insectos del follaje.
- 6.8.6. **Control de enfermedades:** se llevó a cabo de acuerdo al diseño de tratamientos indicado anteriormente, utilizando cortinas plásticas para evitar que el producto destinado a una parcela llegara a otra por efecto del viento, todas las aspersiones las realizó la misma persona. Se utilizó boquilla tipo cono cerrado, adherente 810 y el total de agua por aplicación por Hectárea fue de 81.65 galones de agua.
- 6.8.7. **Defoliación:** se realizó en forma manual a los 75 días después de la siembra.
- 6.8.8. **Cosecha:** se realizó a los 90 días después de la siembra en forma manual con azadón.

6.8.9. Comercialización: se efectuó previo, lavado y clasificación del producto, en el mercado de Sololá.

7- RESULTADOS Y DISCUSION

7.1. Infección en hojas: al realizar la primera lectura a los 30 días después de siembra, se detectó la presencia de tizón tardío en hojas de papa; a pesar de haber iniciado la aplicación de los tratamientos a los 20 días después de siembra. Los datos de campo de esta variable se muestran en el cuadro 21a, del apéndice .

Se realizó un análisis de varianza para el promedio de infección de tizón tardío en hojas de papa de las 4 lecturas efectuadas. Los resultados del análisis se muestran en el cuadro 1.

Cuadro 1. Análisis de varianza para el porcentaje de infección, en hojas de papa, de los 8 tratamientos en el control de tizón tardío.

FV	GL	SC	CM	FC
BLOQUES	3	0.0047	0.0016	0.0033 ^{ns}
TRATAMIENTOS	7	62.30	8.9	185.42*
ERROR	21	1.01	0.048	
TOTAL	31	63.32		

* Significativo al 0.05 de nivel de significancia
CV = 4.52 %

El cuadro 1 indica que existen diferencias significativas entre tratamientos, al 0.05 de nivel de significancia, por lo que se realizó una prueba de medias, utilizando el comparador tukey, los resultados se muestran en el cuadro 2.

Cuadro 2. Prueba de Tukey del porcentaje de infección en hojas de papa, para los 8 tratamientos en el control de tizón tardío.

Tratamiento	Porcentaje de infección promedio	tukey 5%
1	61.19	a
7	29.44	b
8	28.44	b
5	20.56	c
3	19.87	cd
4	15.62	de
6	13.31	e
2	7.62	f

* Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales

Como lo muestra el cuadro 2. en el tratamiento 1 (Testigo absoluto) se observó el mayor porcentaje promedio de infección. Mientras que el tratamiento 2 (mancozeb) fue el más efectivo en el control de la enfermedad; los tratamientos botánicos de (Tagetes patula L.) en dosis de 6.12 kg/Ha. y (Equisetum giganteum L.) 4.63 Kg/Ha fueron los más efectivos para el control de tizón tardío, en tanto que (Equisetum giganteum L.) 3.08 Kg/Ha y (Tagetes patula L.) 4.90 Kg/Ha ocuparon el segundo lugar de los tratamientos botánicos; los tratamientos con (Matricaria chamomilla L.) en ambas dosis fueron los menos efectivos en el control de tizón tardío en hojas, superados únicamente por el testigo absoluto. Para visualizar el comportamiento de la enfermedad, respecto al tiempo, se elaboró la figura 2, utilizando los promedios de infección de cada lectura.

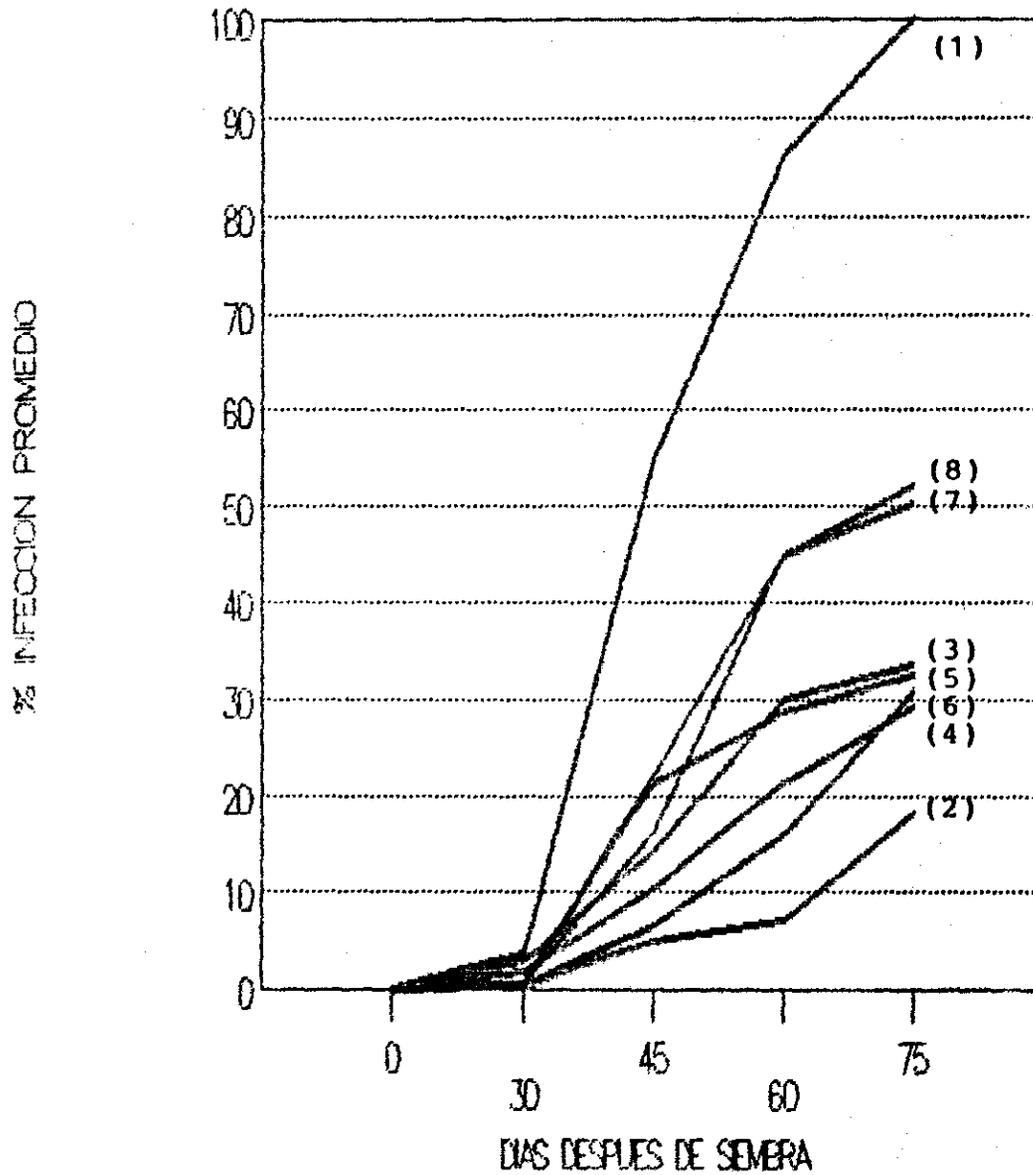


Figura 2. Efecto de los tratamientos sobre la severidad de tizón tardío (*Phytophthora infestans* De Bary) en hojas de papa.

Referencias:

- 1.- Testigo Absoluto
- 2.- Dithane M-45 (2.5 Kg/Ha)
- 3.- Equisetum (3.08 Kg/Ha)
- 4.- Equisetum (4.63 Kg/Ha)
- 5.- Tagetes (4.90 Kg/Ha)
- 6.- Tagetes (6.12 Kg/Ha)
- 7.- Matricaria (4.9 Kg/Ha)
- 8.- Matricaria (6.12 Kg/Ha)

En la figura 2 se observa que el tratamiento 1 (Testigo absoluto) muestra los mayores incrementos del porcentaje de infección de tizón tardío, esto debido a que no se realizó ninguna aspersión; mientras que el tratamiento 2 (Mancozeb) posee los menores porcentajes de infección. Los tratamientos botánicos de (*Tagetes patula* L.) y (*Equisetum giganteum* L.) muestran similares porcentajes de infección, mientras que los tratamientos de (*Matricaria chamomilla* L.) fueron superados únicamente por el testigo.

Se puede observar que en todos los tratamientos aplicados, la enfermedad fue en ascenso, mostrándose los mayores incrementos entre 30 a 45 días, esto debido a que en este período hubieron precipitaciones pluviales todos los días, lo cual pudo haber provocado el lavado de los tratamientos, principalmente los botánicos que son en forma líquida a pesar de haberles aplicado adherente.

7.2. Infección en brotes: Al igual que en infección en hojas al realizar la primera lectura a los 30 días después de siembra, ya se registraron infecciones de tizón tardío en brotes de papa. Los datos de esta variable se muestran en el cuadro 22a del apéndice.

Se realizó un análisis de varianza para el promedio de infección de tizón tardío en brotes, de las 4 lecturas efectuadas, en el cuadro 3 se encuentra el resumen del análisis de varianza efectuado.

Cuadro 3. Análisis de varianza para el porcentaje de infección, en brotes de papa, de los 8 tratamientos en el control de tizón tardío.

FV	GL	SC	CM	FC
BLOQUES	3	0.22	0.007	0.084 ns
TRATAMIENTOS	7	63.26	9.04	108.92*
ERROR	21	1.74	0.083	
TOTAL	31	65.02		

* Significativo al 0.05 de nivel de significancia
CV = 6.11 %

En el cuadro 3 se muestra que hay diferencias significativas entre tratamientos al 0.05 de nivel de significancia, por lo que fue necesario realizar una prueba de medias, utilizando el comparador tukey, los resultados se muestran en el cuadro 4.

Cuadro 4. Prueba de Tukey del porcentaje de infección en brotes de papa, para los 8 tratamientos en el control de tizón tardío.

Tratamiento	Porcentaje de infección promedio	tukey 5%
1	57.62	a
7	30.25	b
8	29.26	b
3	19.12	c
5	17.34	c
4	14.69	cd
6	11.62	d
2	6.50	e

* Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales

Como lo muestra el cuadro 4, el tratamiento más efectivo en el control de tizón tardío en brotes, fue el tratamiento 2 (mancozeb) al igual que en hojas, seguido de los tratamientos (Tagetes patula L.) 6.12 Kg/Ha y (Equisetum giganteum L.) 4.63 Kg/Ha; observándose así mismo que (Equisetum giganteum L.) 4.63 Kg/Ha es estadísticamente igual a (Tagetes patula L.) 4.90 Kg/Ha y a (Equisetum giganteum L.) 3.08 Kg/Ha. Mientras tanto los tratamientos con (Matricaria chamomilla L.) en ambas dosis fueron los menos efectivos en el control de la enfermedad, superados únicamente por el testigo absoluto.

En la figura 3 se puede visualizar de mejor forma el comportamiento de la enfermedad en brotes de papa, a través del tiempo. Para elaborar esta figura se utilizaron los datos promedio de cada lectura.

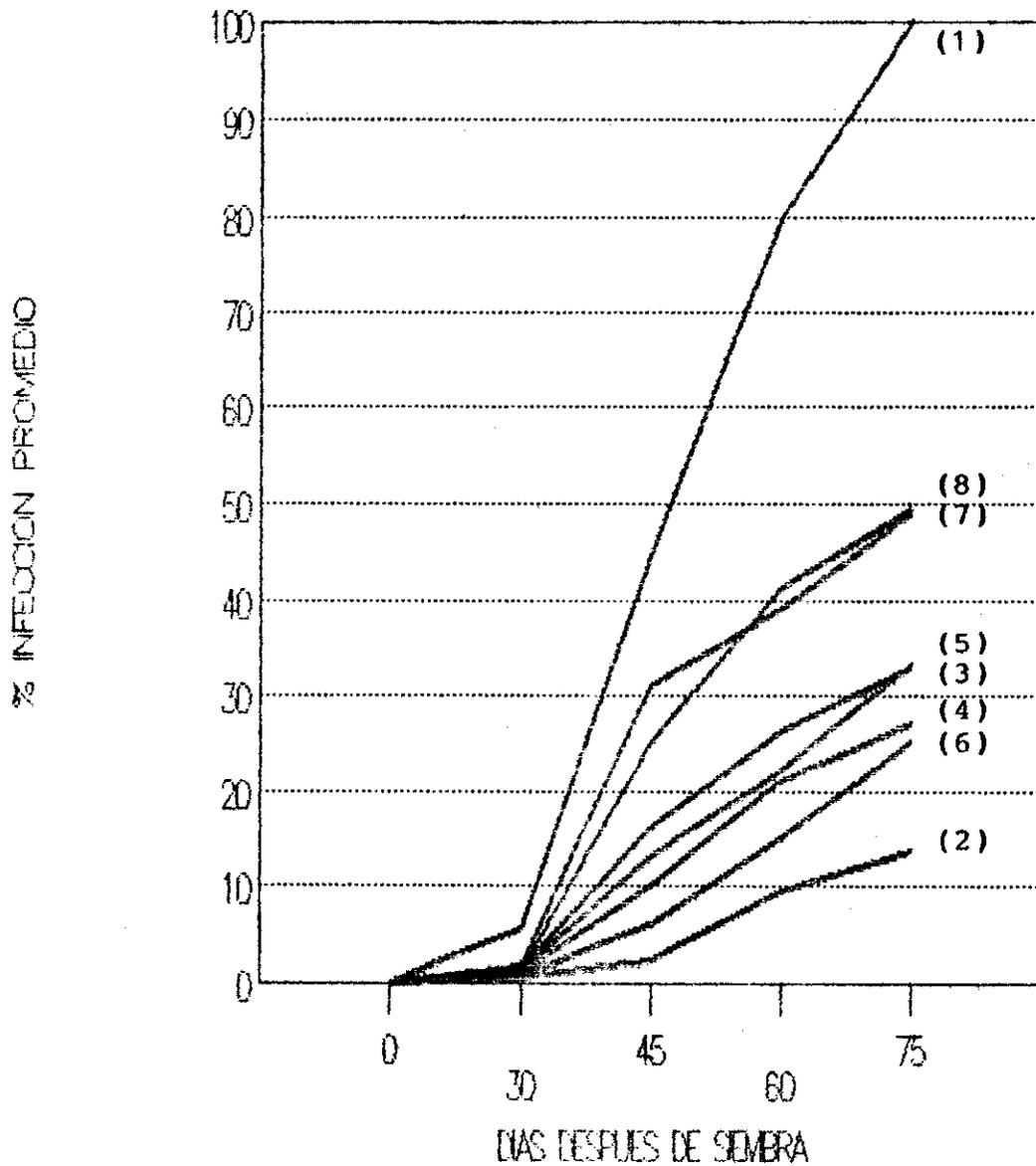


Figura 3. Efecto de los tratamientos sobre la severidad de tizón tardío (*Phytophthora infestans* De Bary) en brotes de papa.

Referencias:

- 1.- Testigo Absoluto
- 2.- Dithane M-45 (2.5 Kg/Ha)
- 3.- Equisetum (3.08 Kg/Ha)
- 4.- Equisetum (4.63 Kg/Ha)
- 5.- Tagetes (4.90 Kg/Ha)
- 6.- Tagetes (6.12 Kg/Ha)
- 7.- Matricaria (4.90 Kg/Ha)
- 8.- Matricaria (6.12 Kg/Ha)

La figura 3 muestra lo importante de controlar el tizón tardío ya que el testigo absoluto (1) mostró altas infecciones, llegando al 100% en la cuarta lectura; el tratamiento químico (mancozeb) tiene la curva más baja de infección; mientras que los tratamientos botánicos de (Equisetum giganteum L.) y (Tagetes patula L.) presentan infecciones similares. Los tratamientos con (Matricaria chamomilla L.) fueron los menos efectivos en el control de la enfermedad, pero aún así están por debajo del testigo absoluto.

Se observa que los mayores incrementos se dieron entre 30 y 45 días después de siembra debido a las mismas razones expuestas en la infección en hojas.

7.3. Infección en tallos: Al realizar la primera lectura a los 30 días después de la siembra, no se presentó ninguna infección en tallos; fue hasta los 45 días después de siembra donde se presentaron infecciones entre 1-5 cms.; 6-10 cms.; y 11-15 cms. de longitud, mientras que en la tercera lectura, 60 días después de siembra, la longitud de las infecciones fueron de 6-10 cms.; 11-15 cms.; y más de 15 cms. de longitud y en la cuarta lectura, 75 días después de siembra, solo se presentaron infecciones con una longitud de más de 15 cms. esto debido a que la aplicación de los tratamientos finalizó a los 60 días después de la siembra. Los datos de campo para esta variable se muestran en los cuadros 23a, 24a y 25a.

Para cada longitud de infección se realizó un análisis de varianza; en las longitudes de infección de 6-10 cms.; 11-15 cms. y mayores de 15 cms. el análisis de varianza fue para los datos promedio de las lecturas donde se presentaron estas longitudes de infección.

Cuadro 5. Análisis de varianza para la longitud de infección, de 1-5 cms. en tallos de papa, de los 8 tratamientos en el control de tizón tardío.

FV	GL	SC	CM	FC
BLOQUES	3	0.66	0.22	0.69 ^{ns}
TRATAMIENTOS	7	34.13	4.88	15.25*
ERROR	21	6.80	0.32	
TOTAL	31	41.59		

* Significativo al 0.05 de nivel de significancia
CV = 15.18%

El cuadro 5 nos muestra que existe diferencia significativa al 0.05 de nivel de significancia por lo que se hizo necesario realizar una comparación de medias utilizando el comparador tukey, cuyos resultados se muestran en el cuadro 6.

Cuadro 6. Prueba de Tukey para la longitud de infección de 1-5 cms. en tallos de papa, para los 8 tratamientos en el control de tizón tardío.

Tratamiento	Porcentaje de infección promedio	tukey 5%
1	29.00	a
7	22.00	ab
8	16.00	b
5	14.00	c
2	13.25	c
6	10.25	cd
3	5.00	d
4	4.00	d

* Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales

El cuadro 6 indica que el tratamiento 1 muestra el mayor porcentaje de infección, seguido de los tratamientos con (Matricaria chamomilla L.) en ambas dosis, mientras que los tratamientos con (Equisetum giganteum L.) 3.08 Kg/Ha y 4.63 Kg/Ha fueron los más efectivos; así como (Tagetes patula L.) 6.12 Kg/Ha.

Cuadro 7. Análisis de varianza para la longitud de infección, de 6-10 cms. en tallos de papa, de los 8 tratamientos en el control de tizón tardío.

FV	GL	SC	CM	FC
BLOQUES	3	0.36	0.12	0.71 ^{ns}
TRATAMIENTOS	7	18.29	2.61	15.35*
ERROR	21	3.66	0.17	
TOTAL	31	22.31		

* Significativo al 0.05 de nivel de significancia
CV = 9.02%

El cuadro 7 indica que existen diferencias significativas al 0.05 de nivel de significancia por lo que fue necesario realizar la prueba de tukey, que se muestra en el cuadro 8.

Cuadro 8. Prueba de Tukey para la longitud de infección de 6-10 cms. en tallos de papa, para los 8 tratamientos en el control de tizón tardío.

Tratamiento	Porcentaje de infección promedio	tukey 5%
1	38.00	a
8	22.25	b
7	21.50	b
5	20.63	b
6	20.50	b
2	15.00	bc
4	13.63	c
3	13.00	c

* Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales

El cuadro 8 indica que el tratamiento testigo absoluto presentó la mayor infección de tizón tardío, mientras que los tratamientos de (*Equisetum giganteum* L.) en ambas dosis mostraron ser los más efectivos en el control de la enfermedad. Los demás tratamientos se comportaron estadísticamente iguales.

Cuadro 9. Análisis de varianza para la longitud de infección, de 11-15 cms. en tallos de papa, de los 8 tratamientos en el control de tizón tardío.

FV	GL	SC	CM	FC
BLOQUES	3	0.5	0.17	1.21 ^{ns}
TRATAMIENTOS	7	63.14	9.02	64.43*
ERROR	21	2.94	0.14	
TOTAL	31	66.58		

* Significativo al 0.05 de nivel de significancia
CV = 9.75%

El cuadro 9 indica la existencia de diferencias significativas entre los tratamientos por lo que se realizó la prueba de tukey que se muestra en el cuadro 10.

Cuadro 10. Prueba de Tukey para la longitud de infección de 11-15 cms. en tallos de papa, para los 8 tratamientos en el control de tizón tardío.

Tratamiento	Porcentaje de infección promedio	tukey 5%
1	47.50	a
8	20.25	b
7	16.75	b
5	14.56	bc
3	9.12	c
6	8.37	cd
4	6.12	de
2	3.62	e

* Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales

Respecto a la infección en tallos con longitud de 11-15 cms. se nota en el cuadro 10 que el tratamiento 2 (mancozeb) presenta la menor infección, seguido de los tratamientos (Equisetum giganteum L.) 4.63 Kg/Ha y 3.08 Kg/ha, así como (Tagetes patula L.) 4.90 Kg/Ha y 6.12 Kg/Ha; mientras que los tratamientos con (Matricaria chamomilla L.) en ambas dosis presentaron las mayores infecciones superados únicamente por el testigo absoluto.

Cuadro 11. Análisis de varianza para la longitud de infección, mayor de 15 cms. en tallos de papa, de los 8 tratamientos en el control de tizón tardío.

FV	GL	SC	CM	FC
BLOQUES	3	1.19	0.40	0.54 ^{ns}
TRATAMIENTOS	7	119.84	17.12	23.13*
ERROR	21	15.51	0.74	
TOTAL	31	136.54		

* Significativo al 0.05 de nivel de significancia.
CV = 15.98%

El cuadro 11 indica que existen diferencias significativas entre tratamientos, por lo que se realizó una prueba de tukey cuyo resultado se muestra en el cuadro 12.

Cuadro 12. Prueba de tukey para la longitud de infección mayor a 15 cms. en tallos de papa, para los 8 tratamientos en el control de tizón tardío.

Tratamiento	Porcentaje de infección promedio	tukey 5%
1	86.25	a
7	48.50	b
8	43.00	b
5	22.12	c
6	15.63	c
2	14.00	c
3	14.00	c
4	11.50	c

* Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales

Como lo muestra el cuadro 12, los tratamientos con (Equisetum giganteum L.) en ambas dosis junto al tratamiento 2 (mancozeb) mostraron las más bajas infecciones en tallos; aunque estos tratamientos son estadísticamente iguales a los de (Tagetes patula L.) en ambas dosis, mientras que los tratamientos con (Matricaria chamomilla L.) fueron los menos efectivos en el control de la enfermedad, superados únicamente por el testigo absoluto.

En las figuras de la 4 a la 7 se puede observar el comportamiento de tizón tardío en tallos de papa en sus diferentes longitudes, a través del tiempo; pudiéndose notar que al igual que en hojas y brotes, la enfermedad se fue incrementado, llegando el testigo absoluto a infecciones de 100% y con longitudes mayores de 15 cms. lo que indica que las plantas se encontraban totalmente destruidas.

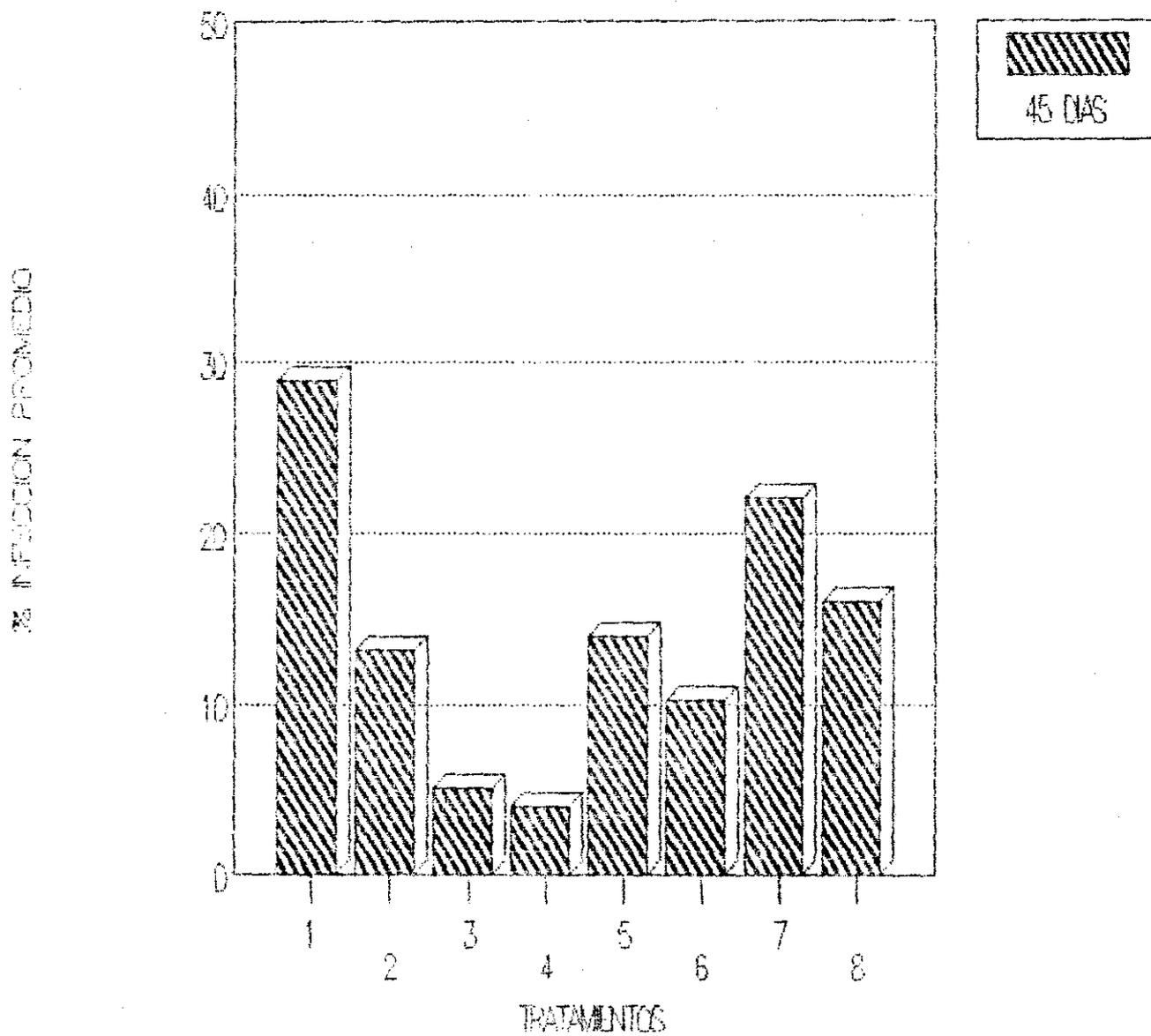


Figura 4. Efecto de los tratamientos sobre la severidad de tizón tardío en tallos de papa con longitud de 1-5 cms.

SEVERIDAD PROMEDIO

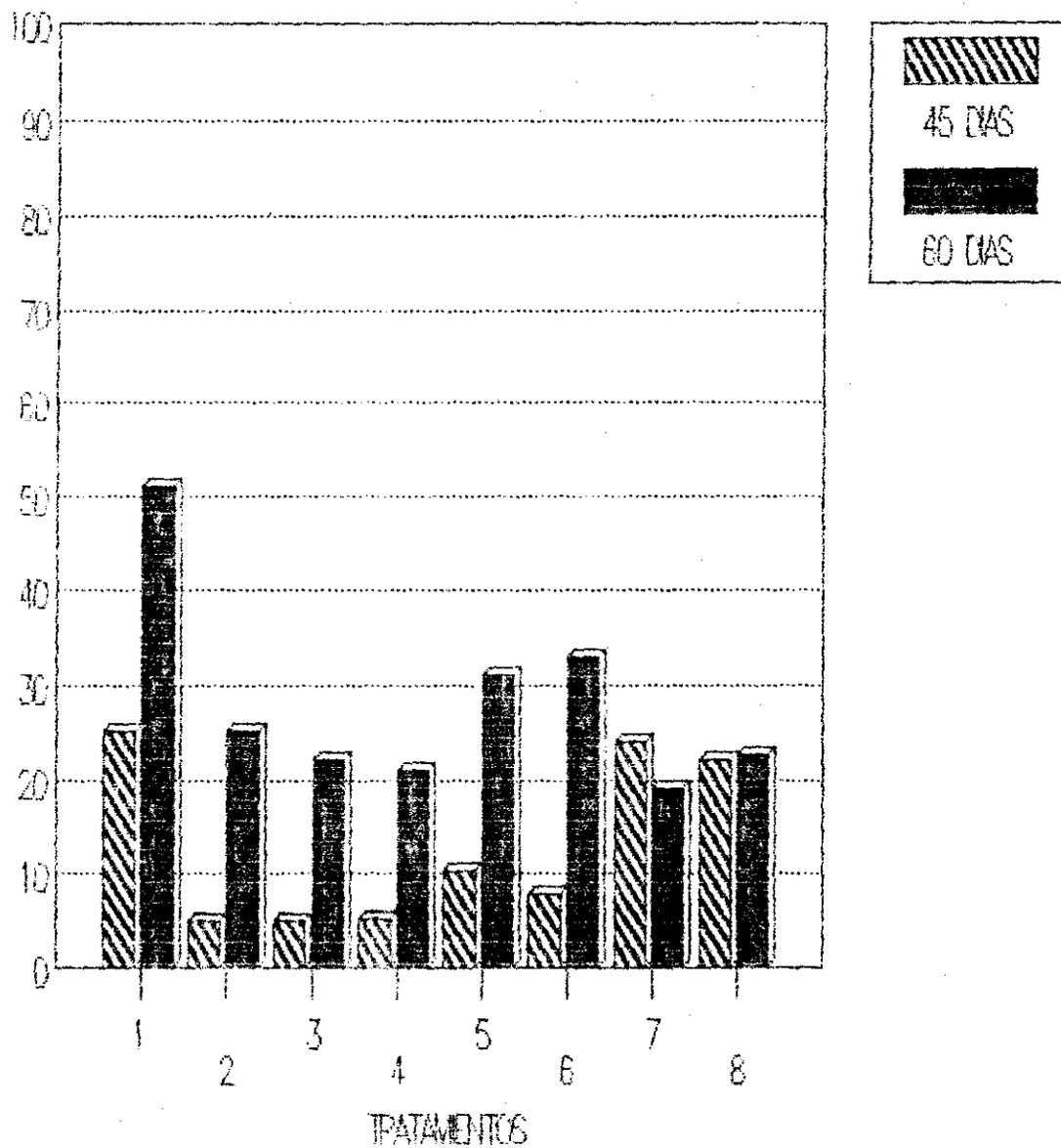


Figura 5. Efecto de los tratamientos sobre la severidad de tizón tardío en tallos de papa con longitud de 6-10 cms.

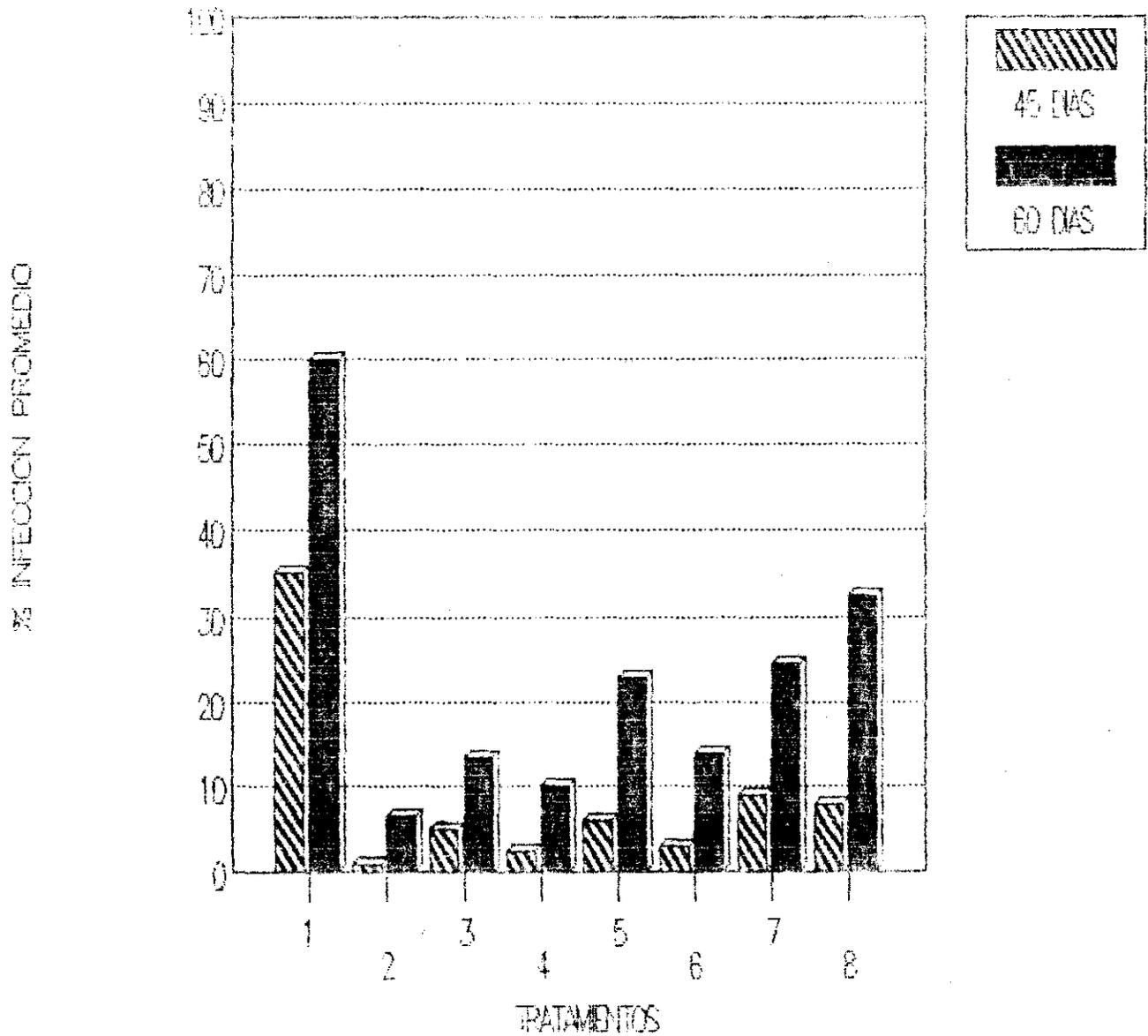


Figura 6. Efecto de los tratamientos sobre la severidad de tizón tardío en tallos de pape con longitud de 11-15 cms.

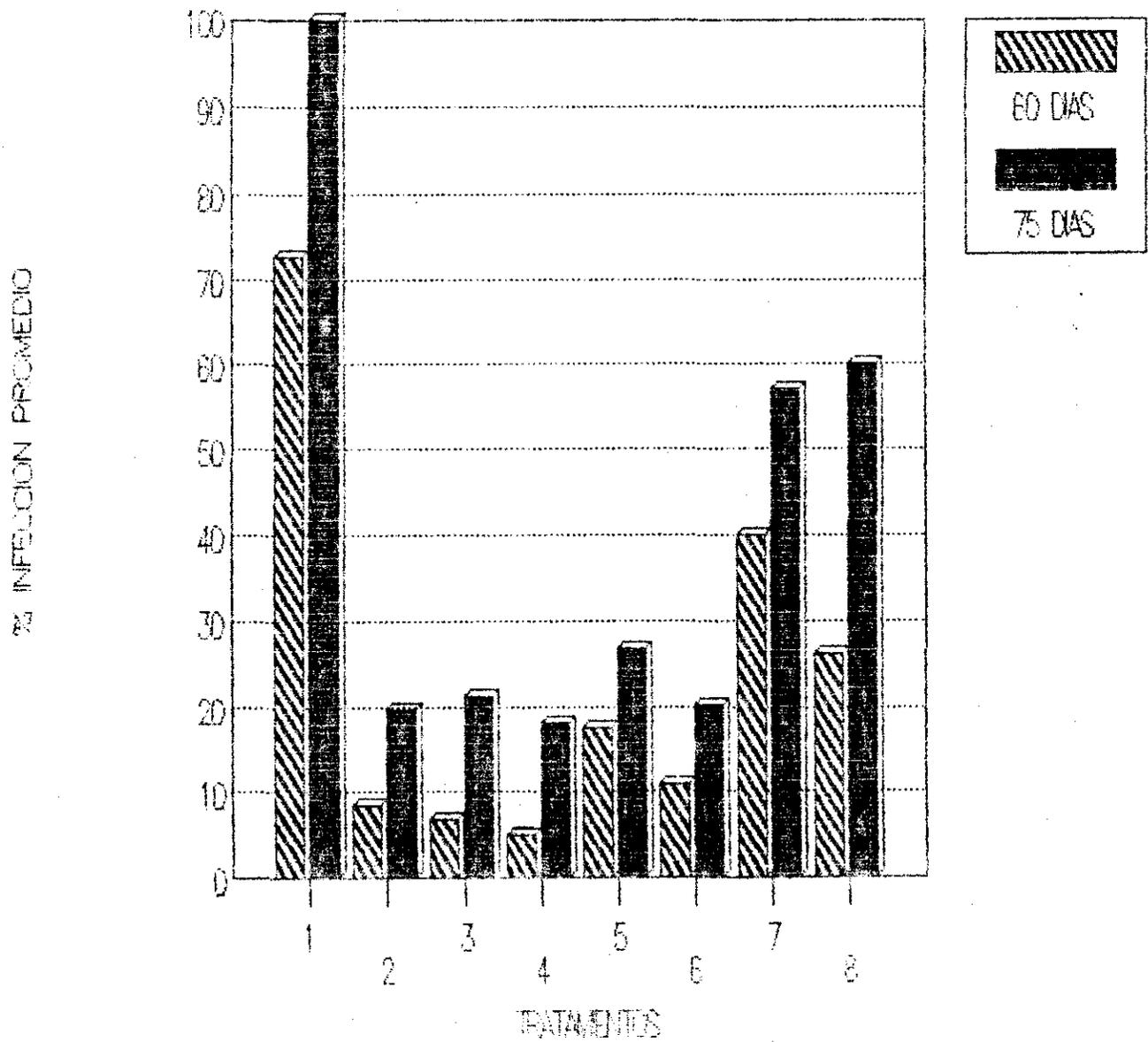


Figura 7. Efecto de los tratamientos sobre la severidad de tizón tardío en tallos de papa con longitud mayor a 15 cms.

7.4. Rendimiento: Al realizarse la cosecha a los 90 días después de la siembra, el producto fue clasificado en tres calidades (primera, segunda y tercera) en base a su tamaño, en vista de que es la manera en que el agricultor de la región clasifica su producto antes de llevarlo al mercado.

Para realizar el análisis de varianza se utilizaron los datos del cuadro 20a. del apéndice. Los resultados del análisis de varianza se presentan en el cuadro 13.

Cuadro 13. Resumen del análisis de varianza para el rendimiento en Kg/Ha de 8 tratamientos, para el control de tizón tardío en papa

FV	GL	SC		FC
RLOQUES	3	3664672.6	1221557.5	0.54 ^{ns}
TRATAMIENTOS	7	1.1316001x10 ⁹	1.6165716x10 ⁸	71.12*
ERROR	21	47735027	2273096.5	
TOTAL	31	1.1829998x10 ⁹		

*Significativo al 0.05 de nivel de significancia

CV. 14.51%

El cuadro 13 nos indica la existencia de diferencias significativas entre los tratamientos al 0.05 de nivel de significancia, por lo tanto se procedió a realizar una prueba de

medias, utilizando el comparador tukey, los resultados se muestran en el cuadro 14.

Cuadro 14. Prueba de tukey para el rendimiento en Kg/Ha de papa, para 8 tratamientos, en el control de tizón tardío.

TRATAMIENTO	RENDIMIENTO PROMEDIO Kg/Ha	tukey 5%
2	21,524.99	a
4	14,039.32	b
3	13,251.12	b
6	11,307.69	b
5	10,984.61	b
8	6,210.83	c
7	4,644.23	cd
1	1,130.77	d

Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales

El cuadro 14, indica que el tratamiento 2 (Mancozeb) presenta los mayores rendimientos, seguidos de los tratamientos (Equisetum giganteum L.) en dosis de 4.63 Kg/Ha y 3.08 Kg/Ha, seguidos de los tratamientos (Tagetes patula L.) en dosis de 6.12 Kg/Ha y 4.90 Kg/Ha; luego se tienen los tratamientos de (Matricaria chamomilla L.) en ambas dosis y por último se tiene el testigo absoluto con un rendimiento bastante bajo de aquí la importancia del control de tizón tardío, en vista de que afecta grandemente el rendimiento.

7.5. Análisis Económico: Se utilizó la técnica del 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 determinar el costo de cada tratamiento botánico, determinando que el costo de un Kg. de (*Equisetum giganteum* L.), (*Tagetes patula* L.) y (*Matricaria chamomilla* L.) es de Q.4.00 , Q.0.79 y Q.3.69 respectivamente mientras que el Dithane M-45 vale Q.35.00 el Kg.

Para obtener los beneficios brutos de campo se utilizaron los datos del cuadro 20a. del apéndice; multiplicando cada dato de rendimiento por el porcentaje de ajuste (0.95) y por el precio, de cada calidad de papa, luego se obtuvo el beneficio bruto de campo promedio de cada tratamiento.

El presupuesto parcial elaborado para la presente investigación se presenta en el cuadro 15.

Cuadro 15. Presupuesto parcial de los 8 tratamientos en el control de tizón tardío en papa.

Tratamientos	1	2	3	4	5	6	7	8
1) Rendimiento Kg/Ha	1136.77	21524.99	13251.12	14037.32	10984.61	11307.67	4644.23	6210.83
2) Rendimiento ajustado Kg/Ha	1074.23	20448.74	12588.56	13337.35	10435.38	10742.31	4412.02	5980.29
3) Beneficio bruto de campo Q/ha	306.92	13974.20	6596.45	7238.25	5771.68	6175.29	2166.11	2960.54
4) Costo de fungicida Q/Ha	0	1750.00	245.40	378.40	77.42	96.70	360.64	450.43
5) Costo de Mano de obra Q/Ha	0	1050.00	780.00	780.00	780.00	780.00	780.00	780.00
6) Costo de acarreo de agua Q/Ha	0	81.65	81.65	81.65	81.65	81.65	81.65	81.65
7) Costo alquiler de bomba Q/Ha	0	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
8) Total costos variables Q/Ha	0	2896.65	1123.25	1347.05	954.07	973.35	1237.29	1327.03
9) Beneficio Neto Q/Ha	306.92	11077.55	5473.20	5891.20	4817.61	5201.94	928.82	1641.46

En el cuadro 15 se presentan los resultados del presupuesto parcial elaborado, es conveniente anotar que, se consideró necesario ajustar los rendimientos en un 5% en vista de que el tratamiento 2 (Mancozeb) presentó rendimientos superiores al obtenido por el agricultor, utilizando este tratamiento. Así mismo los precios utilizados para obtener los beneficios brutos de campo fueron los siguientes: Q.0.82/Kg; Q.0.38/Kg y Q.0.16/Kg, para la papa de primera, segunda y tercera calidad respectivamente, precios a los cuales se les restó ya el precio de transporte, envasado (costal de nylon) y arbitrio municipal que paga el productor.

En el cuadro 16 se presentan los resultados del análisis de dominancia, el cual nos muestra que el tratamiento 7, y 8 fueron dominados, debido a su bajo beneficio neto y alto costo variable.

Cuadro 16. Análisis de dominancia de los 8 tratamientos evaluados para el control de tizón tardío en papa.

TRATAMIENTOS	TOTAL DE COSTOS VARIABLES Q/Ha	BENEFICIOS NETOS Q/Ha
1	0	306.92
5	954.07	4817.61
6	973.35	5201.94
3	1123.05	5473.40
7	1237.29	928.82D
4	1247.05	5991.20
8	1327.08	1641.46D
2	2896.65	11077.55

D: Tratamientos dominados

En el cuadro 17 se presentan los resultados del cálculo de la tasa marginal de retorno para cada tratamiento no dominado.

Cuadro 17. Tasa de retorno marginal para los tratamientos no dominados en el control de tizón tardío en papa.

TRATAMIENTOS	TOTAL DE COSTOS VARIABLES Q/Ha	BENEFICIOS NETOS Q/Ha	TASA DE RETORNO MARGINAL %
1	0	306.92	
5	954.07	4817.61	473
6	973.35	5201.94	1993
3	1123.05	5473.40	181
4	1247.05	5991.20	418
2	2896.65	11077.55	308

Al analizar el cuadro 17, se nota que el tratamiento 2 (Mancozeb) nos proporciona el mayor beneficio neto, pero a la vez una de las menores tasas de retorno marginal, mientras que los tratamientos 6 y 5 (*Tagetes patula* L.) en dosis de 6.12 Kg/Ha y 4.90 Kg/Ha presentan las mayores tasas de retorno marginal, por último se tiene al tratamiento 3 (*Equisetum giganteum* L.) 3.08 Kg/Ha .

En la figura 8 se presenta la curva de beneficio neto y costos variables de los tratamientos evaluados, en esta figura se puede observar que los tratamientos dominados se encuentran por debajo de la curva.

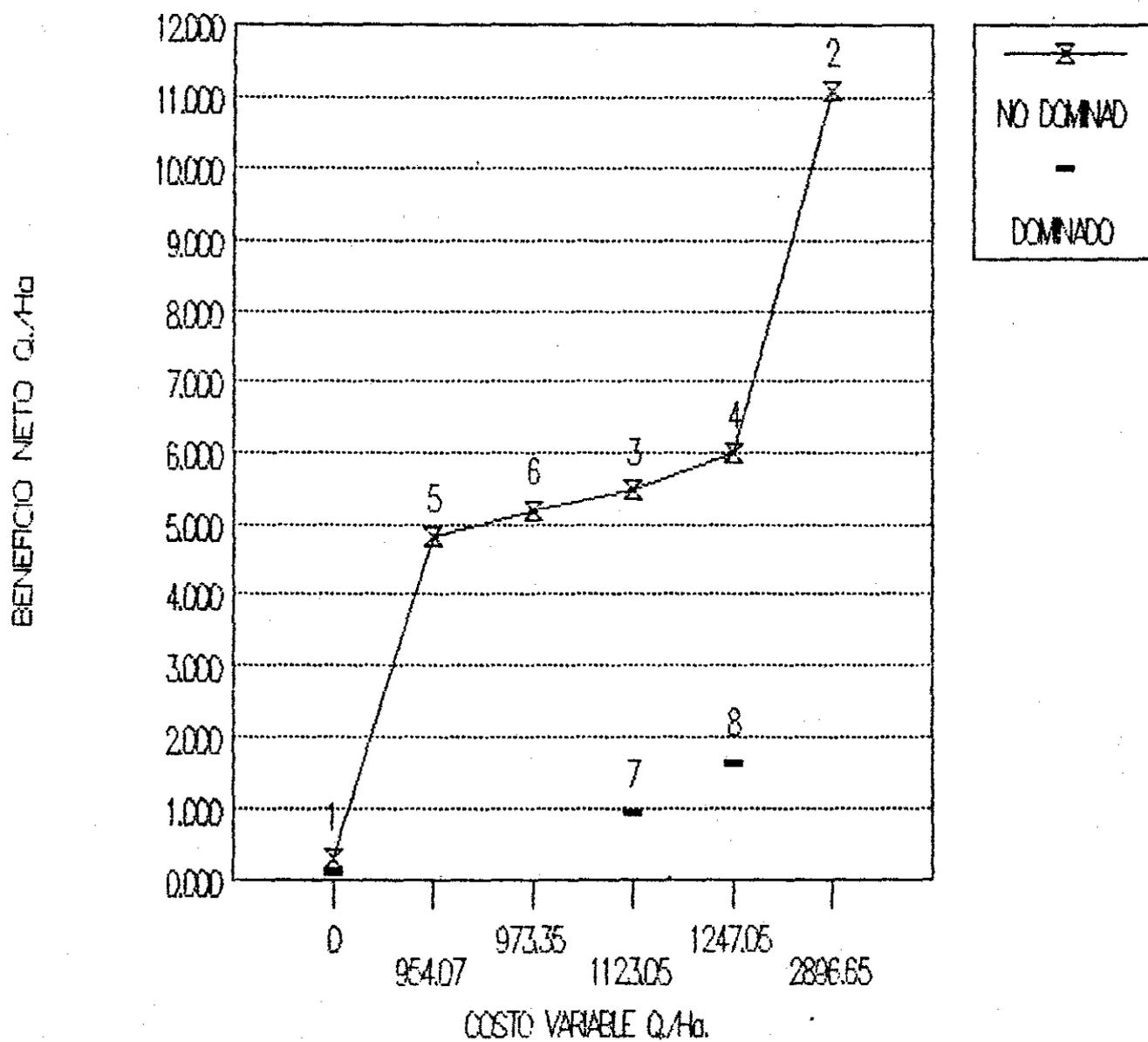


Figura 8. Curva de beneficio neto para 8 tratamientos en el control de tizón tardío en el cultivo de la papa

En el cuadro 18 se presenta el análisis utilizando residuos tomando como base una tasa mínima aceptable de 100%.

Cuadro 18. Análisis utilizando residuos de los tratamientos no dominados en el control de tizón tardío.

Tratamiento	Costos Variables Q/Ha	Beneficio Neto Q/Ha	Retorno Requerido (100%)	Residuo
1	0	306.92	0	306.92
5	954.07	4817.61	954.07	3863.54
6	973.35	5201.94	973.35	4228.59
3	1123.05	5473.40	1123.05	4350.35
4	1247.05	5991.20	1247.05	4744.15
2	2896.65	11077.55	2896.65	8180.90

En el cuadro 18 podemos observar que el tratamiento 2 (mancozeb), presenta los mayores residuos; y que no necesariamente el tratamiento con la mayor tasa de retorno marginal va a poseer los mejores residuos, tal el caso del tratamiento 6 cuya tasa de retorno marginal es de 1,993 % y sus residuos son Q.4,228.59; mientras que el tratamiento 4 su tasa de retorno marginal es del 418 % pero sus residuos son más altos (Q.4744.15) .

Por lo anterior podemos concluir que el tratamiento químico es el mejor, pero con el inconveniente que la dosis que utiliza el agricultor (2.5 Kg/Ha) es muy alta, lo cual representa riesgos al medio ambiente.

8 - CONCLUSIONES

- 8.1. El tratamiento con mancozeb (Dithane M-45) mostró ser el más efectivo en el control de tizón tardío.
- 8.2. El tratamiento con mancozeb (Dithane M-45), presenta el más alto rendimiento, el mayor beneficio neto; pero a la vez una de las menores tasas de retorno marginal y los más altos residuos.
- 8.3. Los tratamientos botánicos (*Equisetum giganteum* L.) y (*Tagetes patula* L.) en dosis de 4.63 Kg/Ha y 6.12 Kg/Ha fueron los más efectivos en el control de tizón tardío.
- 8.4. El tratamiento (*Tagetes patula* L.) en dosis de 6.12 Kg/ha presenta la mayor tasa de retorno marginal.

9 - RECOMENDACIONES

- 9.1. Para las especies (*Equisetum giganteum* L.) y (*Tagetes patula* L.) realizar investigación tendiente a encontrar la concentración de preparado, intervalo de aplicación y dosis óptimas, que haga más efectiva su utilización en el control de tizón tardío.
- 9.2. Para el tratamiento con (*Tagetes patula* L.) realizar investigaciones con las diferentes especies existentes en la región.
- 9.3. Continuar con este tipo de investigaciones en vista de que se pudo comprobar, que los tratamientos botánicos mostraron cierta efectividad en el control de tizón tardío, y fueron más económicos comparados con el tratamiento químico utilizado.

10 - BIBLIOGRAFIA

- 1.- AGRIOS, G.N. 1,978. Plant pathology. New York, Estados Unidos, Academic Press. p. 115-143 .
- 2.- ARMIRA, P. et al. 1,986. Caracterización y diagnóstico-preliminar de la comunidad Sacciguán, municipio de -- Sololá. Cursos Especializados. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 113 p.
- 3.- BALBACHAS, A.; RODRIGUEZ, H. 1,958. Las plantas curan.- Argentina, Ed. La Verdad Presente. 537 p.
- 4.- BAYLEY, L.H. 1,951. Manual of cultivated plants. Estados Unidos, MacMillan Publishing. 1,013 p.
- 5.- CARRERA, V.A. 1,990. Evaluación de la tolerancia al ataque de tizón tardío (*Phytophthora infestans* De Bary) y de rendimiento en seis genotipos de papa (*Solanum tuberosum* L.) en cuatro localidades de Chimaltenango y Sacatepéquez. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 68 p.
- 6.- CALI, E.A. 1,986. Evaluación del control químico del tizón tardío (*Phytophthora infestans* De Bary) en papa -- (*Solanum tuberosum* L.) en dos localidades del departamento de Chimaltenango. Tesis Ing. Agr. Guatemala, -- Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de -- Agronomía. 68 p.
- 7.- DUPONT, M.; SOLORZANO, R.; CASTILLO, H. 1,992. Preparación y uso de plaguicidas naturales. Guatemala, ---- ALTERTEC. 56 p.
- 8.- GARCIA, H. 1,975. Flora medicinal de Colombia; botánica médica. Colombia, Imprenta Nacional de Colombia. v. 1, p. 495; v. 3, p. 561.
- 9.- GOMEZ, M.J. 1,993. Evaluación del efecto fungicida de -- Cola de Caballo (*Equisetum arvense*) en Arveja China -- (*Pisum sativum*) y su acción sobre el rendimiento; investigación temática. Tesis Ing. Agr. Guatemala, --- Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de -- Agronomía. 47 p.

- 10.- GUATEMALA. INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA AGRICOLAS. 1,990. Almacenamiento de papa para semilla. Guatemala, ICTA. Folleto Técnico no. 26. 54 p.
- 11.- GUATEMALA. INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL. s.f. Formas de la tierra y regiones fisiográficas. Guatemala. -- Esc. 1:1,000,000. Color.
- 12.----- 1,977. Mapa geológico de la república de Guatemala. Guatemala. Esc. 1:500,000. Color.
- 13.- GUATEMALA. INSTITUTO NACIONAL FORESTAL. 1,983. Mapa de zonas de vida a nivel de reconocimiento. Guatemala, - Instituto Geográfico Militar. Esc. 1:600,000.
- 14.- GUDIEL, V.M. 1,987. Manual agrícola Superb. 6 ed. --- Guatemala, Producto Superb. 265 p.
- 15.- JARAMILLO, A. 1,980. La papa, control de sus enfermedades y plagas en América Latina. Estados Unidos, Rohm and Haas. 40 p.
- 16.- MATURANA, E.; OTEIZA, P. 1,988. Enemigos naturales frecuentes de plagas agrícolas en Chile, depredadores y parásitos. In Seminario producción campesina de subsistencia (1,988, Chile). Santiago de Chile, Centro de Educación y Tecnología. p. 25
- 17.- MORTON, J.F. 1,981. Atlas medicinal plants. Estados --- Unidos, Ed. Thomas. p. 1,420 .
- 18.- NASH, L.D.; WILLIAMS, L.O. 1,976. Flora de Guatemala. - Chicago, EE.UU., Field Museum Natural History. Fieldiana Botany. v. 24, pt. 12, 603 p.
- 19.- REYES C., P. 1,981. Diseños experimentales aplicados. - México, Trillas. 51 p.
- 20.- SARASOLA, A.; ROCA DE SARASOLA, M. 1,975. Curso moderno de fitopatología. Buenos Aires, Argentina, Hemisferio Sur. 374 p.
- 21.- STOLZE, R.G. 1,983. Ferns and fern allies of Guatemala. Chicago, EE.UU., Field Museum of Natural History. --- Fieldiana Botany. pt. 2, 522 p.
- 22.- THOMSON, W.T. 1,979. Agricultural chemical fungicides. - Estados Unidos, Thomson Publications. 52 p.
- 23.- VILLAGRAN, C.R. 1,984. Evaluación agroeconómica de dos variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.) tollocan y - loman a nivel de agricultores en el altiplano central

de Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. p. 2.

21.- WALKER, J.C. 1,975. Patología vegetal. Barcelona, España. Omega. P. 246-252.

No. Bo. *Rolando Barrios*



11.- A P E N D I C E

Cuadro 19a. Análisis químico del suelo experimental.

Microgramos/ml			Meq./100 ml de suelo	
pH	P	K	Ca	Mg
6.0	2.14	50	3.56	1.48

RECOMENDACIONES:

- 1.- Aplicar al momento de siembra 8 quintales de fertilizante 15-15-15, en banda, situándolo 5 cms. a un lado y 5 cms. abajo de la semilla, nunca en contacto con ella.
- 2.- Aplicar 30 días después de la siembra, 1.5 quintales de fertilizante 46-0-0 en banda sobre la superficie del suelo a un lado de las matas.

* cantidades para una manzana de terreno.

Cuadro 25a. Datos de campo del porcentaje de infección de tizón tardío en tallos para la cuarta lectura longitud más de 15 cms.

TRAT	RI	RII	RIII	RIV
1	100	100	100	100
2	20	22	19	17
3	25	18	20	22
4	20	13	23	16
5	27	29	27	24
6	25	28	13	15
7	72	52	47	57
8	75	60	55	50

R: REPETICION

I, II, III, IV: NUMERO DE BLOQUE O REPETICION



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

Ref. Sem.050-93

LA TESIS TITULADA: "EVALUACION DE TRATAMIENTOS BOTANICOS EN EL CONTROL DE TIZON TARDIO (Phytophthora infestans De Bary) EN EL CULTIVO DE LA PAPA (Solanum tuberosum L.) VARIEDAD LOMAN, EN LA ALDEA SACSIGUAN, SOLOLA".

DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE: MELINTON VINICIO CABRERA LINARES

CARNET No: 85-30029

HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES: Ing. Agr. Marco Tulio Aceituno
 Ing. Agr. Leonel Cruz
 Ing. Agr. Gustavo Alvarez

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.

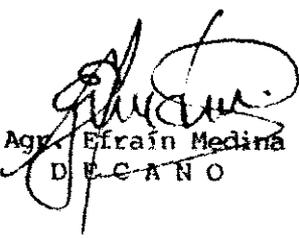

 Ing. Agr. Edil Rodríguez
 ASESOR


 Ing. Agr. Pablo Arturo Cabrera
 ASESOR


 Ing. Agr. Rolando Lara Alecio
 DIRECTOR DEL IIA



I M P R I M A S E


 Ing. Agr. Efraín Medina Guerra
 DECANO



c.c.Control Académico
 Archivo
 -prr.

100

100