

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMIA

IMPORTANCIA, ETIOLOGIA Y ALTERNATIVAS DE CONTROL DEL TIZON DE  
FUEGO EN PERA pyrus communis, EN SAN BARTOLOME MILPAS ALTAS,  
SACATEPEQUEZ

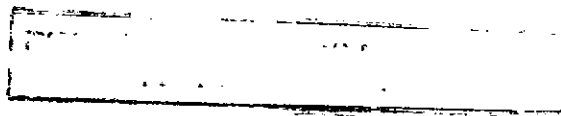
Presentada a la Honorable Junta Directiva de la  
FACULTAD DE AGRONOMIA  
de la Universidad de San Carlos de Guatemala

FRANCISCO MUÑOZ NAVICHOQUE  
En el Acto de su investidura como  
INGENIERO AGRONOMO

En el Grado Académico de  
LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS

Guatemala, Octubre de 1,987

**TESIS DE REFERENCIA**  
**NO**  
SE PUEDE SACAR DE LA BIBLIOTECA  
BIBLIOTECA CENTRAL - USAC



DL  
01  
7 (1048)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

R E C T O R

LIC. RODERICO SEGURA TRUJILLO

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO:	Ing.Agr. Anibal B. Martínez M.
VOCAL PRIMERO:	Ing.Agr. Gustavo A. Méndez G.
VOCAL SEGUNDO:	Ing.Agr. Jorge E. Sandoval
VOCAL TERCERO:	Ing.Agr. Mario Melgar Morales
VOCAL CUARTO:	Br. Marco Antonio Hidalgo
VOCAL QUINTO:	T.U. Carlos Enrique Méndez M
SECRETARIO:	Ing.Agr. Rolando Lara Alecio



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1948

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia
Asunto

26 de octubre de 1987

Ingeniero Agrónomo  
Aníbal Martínez  
Decano Fac. Agronomía

Señor Decano:

Atentamente me dirijo a usted para informarle que procedí a asesorar el trabajo de tesis del estudiante Francisco - Muñoz Navichoque, carnet No. 79-10142, titulado "IMPORTANCIA ETIOLOGIA Y ALTERNATIVAS DE CONTROL DEL TIZON DE FUEGO EN PERA Pyrus communis, EN SAN BARTOLOME MILPAS ALTAS, SACATEPEQUEZ".

Esta investigación fue realizada con el estricto apego a los procedimientos científicos; por lo que recomiendo su - aprobación para que sea aceptada como trabajo de tesis de graduación en la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos.

Cordialmente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

Ing. Agr.  Rodríguez Q.

PROFESOR

Guatemala, Octubre de 1987

Señores  
Honorable Junta Directiva  
Honorable Tribunal Examinador

En cumplimiento a lo establecido 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 "IMPORTANCIA, ETIOLOGIA Y ALTERNATIVAS DE CONTROL DEL TIZON DE FUEGO EN PERA *Pyrus communis*, EN SAN BARTOLOME MILPAS ALTAS, SACATEPEQUEZ", como último requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo, en el grado académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas.

En espera que el presente trabajo merezca vuestra aprobación, me es grato suscribirme muy atentamente,

A handwritten signature in black ink, enclosed within an oval-shaped border. The signature is cursive and appears to read 'Francisca Muñoz Navarrete'. Below the signature, the name 'Francisca Muñoz Navarrete' is printed in a standard serif font.

Francisca Muñoz Navarrete

ACTO QUE DEDICO

A: Dios

A: Mi Madre,

Juana Navichoque Vda. de Muñoz

A: Mi Padre.

A: Mi Esposa,

Dora Isabel Leiva de Muñoz

A: Mis Hijos,

-Thelma Patricia

-Nancy Lorena

-Mónica Andrea

-Francisco Javier

A: Mis Hermanos,

Especialmente a José Luis Muñoz Navichoque

A: Mis Amigos,

Especialmente a:

Fernando Raúl González T.

José Manuel Alvarez Girón

Néstor Larrazabal

\* TESIS QUE DEDICO

A mi patria Guatemala

A la Facultad de Agronomía

Al fruticultor de San Bartolomé  
Milpas Altas, Sacatepéquez.

## RECONOCIMIENTO

Al Ing.Agr. Edil René Rodríguez Q., asesor del presente trabajo, por sus acertadas observaciones y valiosa orientación científica.

Al Ing.Agr. Marino Barrientos, por su valiosa colaboración y decidida orientación científica para el desarrollo del presente trabajo.

Al Dr. Antonio A. Sandoval S., por su amistad y enseñanza brindadas durante el transcurso de mi formación profesional.

## TABLA DE CONTENIDO

Resumen	Página
I. Introducción .....	2
II. Objetivos.....	6
III. Hipótesis.....	6
IV. Revisión de Literatura.....	7
V. Materiales y Métodos ,.....	19
5.1 Materiales.....	19
5.2 Metodología.....	20
5.2.1 Etiología.....	20
5.2.2 Importancia.....	22
5.2.3 Métodos de control.....	25
5.2.4 Diseño Experimental.....	30
VI. Resultados y Discusión de Resultados..	32
6.1 Etiología.....	32
6.2 Importancia de la enfermedad.....	33
6.3 Métodos de control.....	37
VII. Conclusiones.....	55
VIII. Recomendaciones.....	57
IX. Bibliografía.....	58
X. Anexo.....	60



## INDICE DE GRAFICAS, CUADROS, MAPAS Y FIGURAS

GRAFICAS:	Página
1. Gráfica de incidencia por variedad.....	40
2. Gráfica de severidad por variedad.....	41
3. Gráfica de rendimiento en Kg. de la variedad tecpaneca.....	42
4. Gráfica de rendimiento en Kg. de la variedad kadman.....	43
5. Gráfica de rendimiento en Kg. de la variedad larga.....	44
6. Gráfica de rendimiento en Kg. de la variedad redonda.....	45
CUADROS:	
1. Cuadro de incidencia y severidad por variedad..	46
2. Cuadro de $\chi^2$ cuadrado para la incidencia.....	47
3. Cuadro de $\chi^2$ cuadrado para la severidad.....	48
4. Cuadro de rendimientos en Kg. por tratamiento..	49
5. Cuadro de contrastes ortogonales de tratamien tos.....	50
6. Cuadro de contrastes ortogonales para la va riedades tratadas.....	51
7. Cuadro de análisis de costos de tratamientos..	52
8. Cuadro de Análisis de varianza.....	53
9. Cuadro de los números por árbol del inventa rio forestal.....	54
MAPAS:	
1. Mapa del departamento de Sacatepéquez.....	61
2. Mapa del municipio de San Bartolomé Milpas Altas.....	62
FIGURAS:	
1. Escala Diagramática.....	65

R E S U M E N

En el municipio de San Bartolomé Milpas Altas, Sacatepéquez, se cultiva la pera, cultivo que se ve seriamente afectado por la enfermedad conocida como tizón de fuego, cuyos síntomas se presentan en diferentes etapas de desarrollo de los árboles, siendo en el follaje donde se aprecia el mayor daño.

El tizón de fuego se presenta en forma irregular en los campos cultivados, apreciándose la enfermedad en toda el área del municipio cultivada con pera, incrementándose cada año más, así en 1986, la incidencia de la enfermedad osciló entre 10.09 a 24.77% del área cultivada, lo que demuestra que produce daños considerables, con una severidad que va de 30.65 a 59.06 %.

Determinar la etiología de la enfermedad consistió en identificar el agente patógeno del tizón de fuego. Mediante la aplicación de los postulados de Koch, se determinó que la enfermedad es causada por la bacteria Erwinia amylovora.

Se determinó que las variedades larga y redonda presentan el mayor porcentaje de incidencia y severidad, haciéndose necesario el control de dicha enfermedad, así como prácticas culturales adecuadas, ya que el desconocimiento de las mismas en la actualidad favorecen el desarrollo de la enfermedad.

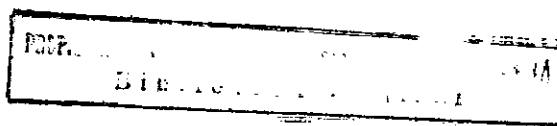
Siendo esta enfermedad un problema para la fruticultura del país se hace necesario proporcionar al fruticultor una orientación sistemática y adecuada para el control de la enfermedad y el manejo del cultivo, ya que en su mayoría los fruticultores desconocen

IMPORTANCE, ETIOLOGY AND CONTROL METHODS OF FIRE BLIGHT OF PEAR, (*Pyrus communis*), IN SACATEPEQUEZ, GUATEMALA.

Francisco Muñoz Navichoque

ABSTRACT

Fire blight of pear is an important disease of the central highlands of Guatemala. It was first reported in San Bartolomé Milpas Altas, Sacatepéquez in 1968, and since that time it has caused losses in pear orchards of the área. In order to know the importance of the disease in Guatemala a work was carried out to confirm the causal agent and to determine the incidence and severity, and effective control method for the disease. To confirm the causal agent of fire blight Kock's postulates were carried out. to determine de incidence and severity the pear orchards were examined, and to determine a control for fire blight five treatments were undertake: streptomycin at 100 ppm, bordeaux mixture (2:6:100), copper sulfate (4 pound to 100 gallons of water), culture practices and a check. The patogen isolated was a bacterium Erwinia amylovora (Burril), Winslow, which is the causal agent of fire blight of pear. The incidence of the disease varied from 7 to 25% and the severity observed varied from 30 to 59% accordin to the area studied. The best control method was copper sulfate.



## I. INTRODUCCION:

La fruticultura, es una actividad de importancia a nivel nacional debido entre otros factores, a las condiciones ecológicas y a un mercado interno y externo, especialmente centroamericano en una constante demanda de frutas.

La pera, es un cultivo ejemplo de lo anterior. Entre los años 1983 y 1985 se exportaron a los países centroamericanos un total de 1,291,834 kilogramos de pera con un valor de Q 320,210.  
(6-7-8)

Actualmente el cultivo de pera se ve afectado por la enfermedad tizón de fuego causada por *Erwinia Amylovora*. En Guatemala la mayor incidencia de esta enfermedad ocurre en el Municipio de San Bartolomé Milpas Altas del Departamento de Sacatepéquez. Dicha enfermedad es un problema, que ocasiona pérdidas económicas al fruticultor.

Lamentablemente el rendimiento del cultivo de pera se vé afectado por la enfermedad antes mencionada, la que se ha incrementado en forma alarmante en toda el área cultivada con pera en el municipio de San Bartolomé Milpas Altas.

La sintomatología del tizón de fuego en el cultivo de pera en nuestro país tiene las siguientes características, los brotes de los tallos presentan un ennegrecimiento en la corteza y hojas tiernas, lo cual continúa a los racimos florales y frutos en diferentes etapas de desarrollo, las hojas, flores y frutos presentan una coloración negra hasta que se mueren completamen

te, quedando adheridos al tallo, presentando un necrosamiento seco, los frutos quedan momificados adheridos al árbol.

las formas de hacer dicho control.

El presente trabajo realizado en el municipio de San Bartolomé Milpas Altas del Departamento de Sacatepéquez, ubicado bajo las coordenadas geográficas de  $14^{\circ}30'00''$  latitud Norte y  $90^{\circ}40'42''$  longitud Este, con una altura media de 2,140 metros sobre el nivel del mar con una extensión territorial de 700 Ha., separado por medio de la carretera Interamericana, a 16 Kms. de la cabecera departamental, Antigua Guatemala.

San Bartolomé Milpas Altas, es eminentemente agrícola, con una precipitación pluvial de 1,355 mm. con temperaturas 15-23°C.

En el presente trabajo se determinó la etiología, importancia y se evaluó cinco métodos de control de la enfermedad conocida como tizón de fuego, para determinar la mejor manera de controlar dicha enfermedad.

El tizón de fuego, inicialmente detectado en los Estados Unidos, observándose por primera vez en Nueva York, antes de 1,800 esta enfermedad tiene un efecto devastador que muchas variedades de pera en los Estados Unidos se han dejado de cultivar. (14)

Actualmente la enfermedad se encuentra distribuida en Europa desde 1,957; en África desde 1,962; en Oceanía se reportó en 1,962; en América se reportó en 1,840, en México en 1,943; en Chile en 1,959, en Guatemala se reportó en 1,968, por Schieber y Sánchez, se reportó en Cantel, Quezaltenango y San Bartolomé Milpas Altas del Departamento de Sacatepéquez. (14)

En base a los resultados del presente estudio se puede afir-

mar que es necesario realizar prácticas de control, el desconocimiento de la etiología de la enfermedad, así como la falta de técnicas adecuadas en el control de la enfermedad y el mal manejo del cultivo de pera favorecen el desarrollo de la enfermedad.

## II. OBJETIVOS:

1. Determinar la etiología de la enfermedad conocida como tizón de fuego en el cultivo de pera en el municipio de San Bartolomé Milpas Altas, departamento de Sacatepéquez.
2. Conocer la importancia de la enfermedad conocida como tizón de fuego en el municipio de San Bartolomé Milpas Altas.
3. Evaluar el efecto de cinco tratamientos (agrimycin 100, caldo bordelés, sulfato de cobre, podas y testigo), en cuatro variedades de pera susceptibles al tizón de fuego (larga, redonda, kadman y tecpaneca).

## III. HIPOTESIS:

1. El tizón de fuego en el cultivo de pera, es causado por una bacteria fitopatógena.
2. La enfermedad conocida como tizón de fuego, se encuentra distribuída en toda el área cultivada con pera, del municipio de San Bartolomé Milpas Altas.
3. No existe diferencia entre el control químico y el control cultural, es decir que todos los tratamientos presentan el mismo comportamiento en cuanto a rendimiento de las variedades tratadas.



#### IV. REVISION DE LITERATURA:

No se conoce con exactitud cuando se inició en Guatemala el cultivo de la pera *Pyrus communis*, se cree que fueron los españoles en tiempo de la Colonia los que introdujeron este cultivo a nuestro país, conociéndose de éste cultivo desde 1543, por tal razón en la actualidad se tiene como criollas las variedades redonda, larga y sanjuanera, las que se originaron de las variedades traídas por los españoles, estableciéndose desde esa época el cultivo de pera en el municipio de San Bartolomé Milpas Altas.

El cultivo de pera se establece bien a altitudes que van de 6,000 a 8,000 pies con una precipitación pluvial de 1,000 mm. por año, la pera es uno de los frutos decíduos que tienen menos problemas a causa de la alta humedad relativa. (3)

Los suelos de aluvi6n, favorecen el desarrollo de las raíces del peral y aceleran la maduraci6n de los frutos, los suelos impermeables y la arena gruesa, retrasan el crecimiento del árbol. Los suelos limosos en los que la capa friática está a poca profundidad (0.40 a 0.60 mts.), son perjudiciales. Los suelos muy secos en verano no permiten que el peral se desarrolle bien y se forman masas esclerosas en la pulpa de los frutos. (12)

El cultivo de pera soporta perfectamente los suelos pesados siempre que se encuentren bien fertilizados. La flora ción del peral es afectada por las heladas cuando ambas coinciden, razón por la cual se debe evitar la siembra de pera

en pequeños valles que se encuentren arriba de los 7,500 pies (12)

Las yemas florales dan lugar a corimbo contienen de 9 a 11 flores, cuyos pétalos son de color blanco de ovario inferior con celda, conteniendo cada celda dos óvulos que dan origen a dos semillas. En el cultivo de pera las yemas florales se forman a lo largo de 3 años, en el primer período vegetativo se producen una o dos hojas, en el segundo se producen varias hojas muy unidad y en el tercer período se forman las yemas florales. Los hábitos de crecimiento dependen de la variedad y del porta-injerto. La pera es muy exigente en cuanto a la fertilidad del suelo y a mantenerse libre de malezas, pH ligeramente ácido y ser sembrado en ahoyado de 0.8 x 1 x 1 mts. (12)

En Guatemala, el porta-injerto más usado es la manzanilla *Crateagus stipulosa*, limitándose su uso por ser susceptible al tizón de fuego.

En el año 1780, en New York, la enfermedad del tizón de fuego fue reportada por William. En 1881, se descubrió en los tejidos alterados de la corteza de árboles de manzana *Micrococcus amylovora*, bacteria descubierta por Burril, dicha bacteria medía 1.2 x 0.5 x 0.8 micras, con capacidad de descomposición de almidones mediante un proceso fermentativo, formando anhídrido carbónico, hidrógeno y ácido butírico. (13)

En Norte América, el tizón de fuego ha destruído huertos

de perales principalmente en California y Sacramento (11)

En Guatemala, los brotes de la enfermedad se localizan principalmente en el municipio de San Bartolomé Milpas Altas, haciéndose sentir su daño en la fruticultura de la región. En regiones de América del Norte, ha dañado variedades silvestres y ornamentales. (1)

En 1923, se descubrió por Wilson y Burril que Erwinia amylovora, está relacionada con el tizón de fuego, conociéndose este microorganismo por distintos investigadores y en diferentes épocas con los siguientes nombres:

<u>Micrococcus amylovorus.</u>	(Burril), 1881
<u>Bacterium amylovorus.</u>	(Burril), Chester, 1897
<u>Bacillus amylovorus.</u>	(Burril), Trevisan, 1899
<u>Erwinia amylovora.</u>	(Burril), Winslow, 1920.
<u>Erwinia amylovora</u>	(Burril), 1923 (14-15)

Este microorganismo causante del tizón de fuego, presenta las siguientes características: forma de pequeños bastones, coloración gran negativa, cilias peritricas, produce ácidos, habitat tejidos vegetales y sustancias muertas, especie tipo Erwinia amylovora, según Wilson. (11-2)

Esta bacteria hiberna en tejidos de corteza a las orillas de úlceras, produciendo la contaminación primaria, diseminándose por lluvia o insectos, penetrando por los brotes jóvenes o por botones florales, produciendo síntomas después de la floración (1).

En áreas templadas y secas la diseminación se inicia en la etapa de floración por acción de insectos y por lluvia en las áreas húmedas, siendo ésta la principal, la bacteria se reproduce en tejidos huésped antes de penetrar. La entrada del microorganismo al tejido vegetal puede ser por heridas o por aberturas naturales por la presencia de suficiente agua. En tejidos susceptibles y condiciones ambientales favorables la bacteria se reproduce en término de dos horas, avanzando a través de las células, muriendo éstas por un mecanismo aún no comprendido. (1)

Los tejidos infectados se tornan saturados de agua, marchitándose y tomando un color oscuro, presentando un necrosamiento total, estos tejidos infectados producen exudados formados por células bacterianas en una matriz polisacárida, en condiciones secas los exudados forman arreglos lineales de células bacterianas, los que en tejidos recién infectados constituyen una inoculación secundaria. A finales de otoño, y verano la infección se extiende más lentamente en los tejidos vegetales y frutos, esto se debe a las condiciones poco favorables del ambiente y los huéspedes, formándose úlceras donde el patógeno puede pasar el verano. (1)

E. amylovora, se desarrolla bien a temperaturas de 20-23°C. mientras que a 50°C. perece, hiberna en agua y terrenos húmedos condiciones que en el área de estudio favorecen al patógeno. (13)

En la época de floración aparece la enfermedad propagándose por los pedúnculos y brotes nuevos, los botones florales se ennegrecen, pasando la infección a las yemas, ramas y poco a poco pasa a las partes leñosas del árbol. Las úlceras que se forman al inicio son de pocos centímetros de ancho llegando a medir un decímetro de largo. Las áreas recién invadidas en tiempos calurosos pueden exudar gotitas de color ambarino compuesto de bacterias englobadas en una sustancia gelatinosa procedente de exudados vegetales y mezcladas con productos de segregación bacteriana, los exudados que se extienden formando una capa delgada y brillante, quedando en forma de película que al secarse, presenta reventaduras. Los exudados también pueden presentarse en forma de collares hasta de 45 micras de diámetro y varios centímetros de largo compuestos de bacterias y la sustancia aglutinante. En ocasiones estos exudados pueden desprenderse, siendo arrastrados por el viento (13)

Las manchas producidas por la enfermedad se inician con una decoloración de las hojas, presentando depresión en el centro con los bordes de un verde oscuro, en días húmedos las hojas pueden presentarse traslúcidas, brotando de éstas hojas líquidos formados por bacilos. La madera de los árboles presentan en la primavera una coloración parda por daños de años anteriores, presentándose degeneración gomosa. (13)

Los síntomas se presentan en las hojas, en las flores, tomando una coloración parda, extendiéndose esta coloración has-

ta el pedicelo y la espiga del brote. Las hojas pueden infectarse en los bordes o en el limbo, cubriendo la totalidad de éstas. La muerte progresiva se extiende hacia los frutos, muriendo como consecuencia de los tejidos, las hojas y los frutos quedan adheridos al árbol, presentando el necrosamiento característico. (15)

El tizón de fuego, además de dañar la parte aérea de las plantas, en algunos casos se puede notar el daño en la raíz, considerándose que el daño de este tipo es el que más afecta al cultivo de pera ya que causa la muerte del árbol en forma rápida. (5)

Cuando las secreciones de los brotes se extienden a las ramas y troncos aparecen tumores difusos de distinta forma y tamaño, desprendiéndose por agrietamiento al secarse. (1)

El patógeno es diseminado por acción de los insectos y el viento sobre las flores, donde éste se desarrolla, más tarde se difunde por la inflorescencia a los demás órganos de la planta produciendo daños severos. (13) Estas infecciones también tienen lugar en aberturas parecidas a estomas que se encuentran en los receptáculos, en forma de copa en las flores. (15)

La bacteria deja de reproducirse cuando las concentraciones de azúcares excede de 20-30%. Se demostró que el caldo bordelés consistente en 0.907 kg. de sulfato de cobre, 2.722 kg. de cal hidratada para 375 litros de agua, da buenos resul-

tados como medida de control para la enfermedad, hecho comprobado en el Valle de El Colorado en 1945. La enfermedad se ve favorecida por la humedad, mientras que en la época seca se ve obstaculizada en su desarrollo, deteniéndose a fines de la primavera la formación de cánceres. (1)

Erwinia Amylovora, se disemina mejor en áreas donde la temperatura se encuentra entre 24 y 28°C. que en lugares donde la temperatura es inferior a éste rango. (15) En tal sentido la enfermedad en el área de estudio se encuentra en condiciones ambientales favorables para su desarrollo. (9)

M.B. Waite, demostró que el método de remover las partes dañadas, mediante cortes bajo las partes afectadas de los árboles y el uso de desinfectantes en las heridas (hipoclorito de sodio al 5%), y en heridas de los árboles, dá buenos resultados como medida de control de la enfermedad. (9)

La aplicación de compuestos de cobre en aspersiones o fumigaciones durante el período de floración, es una práctica establecida en lugares de Norte América, donde es común la enfermedad, estas fumigaciones son tan efectivas en la floración prematura como en la floración definitiva. Se ha comprobado que la función principal del cobre, sino la única, es prevenir el crecimiento del microorganismo causal del tizón de fuego. (9)

Cuando el período de floración es muy largo, o en los casos en que se dá una floración tardía se puede hacer hasta ocho aplicaciones. En el área de San Bartolomé, la floración tiene

una duración de 30-40 días, variando el mismo en su inicio según la variedad. El número de aplicaciones podría reducirse si fuera posible predecir con exactitud los períodos de lluvia o de elevada humedad en los diferentes lugares donde se cultiva la pera. (9)

Es importante tomar en cuenta, que para que la enfermedad ocurra, un patógeno virulento y un hospedante susceptible deben interactuar bajo condiciones favorables para producir los síntomas. Si tales condiciones ocurren y producen pérdidas en la producción, la muerte de las plantas o parte de ellas, las pérdidas pueden reducirse, ya sea previendo la enfermedad o alterando las condiciones para que el daño a las plantas hospedantes se minimicen aún cuando la enfermedad ocurra. (1)

La mayoría de los esfuerzos para su control, han sido dirigidos a no permitir el establecimiento de Erwinia amylovora en las plantaciones, asperjando usualmente un antibiótico, estreptomycinina o con compuesto de cobre. Es importante para el futuro poner interés en aquellas medidas de control que reduzcan la susceptibilidad, es decir, hacer uso de variedades que tengan resistencia aceptable a la enfermedad y además el uso de prácticas frutícolas apropiadas que hagan bajar los niveles de infección, aplicando cada vez con más frecuencia. Debemos tomar en cuenta que aún cuando las variedades de pera cultivadas fueran susceptibles al tizón de fuego; esta susceptibilidad puede ser afectada bajo condiciones de crecimiento y prácticas de cultivo no adecuadas. (1)



La resistencia al tizón de fuego ha sido evaluada observando semilleros y árboles que crecen bajo condiciones de invernadero o huertos. Varios factores además del tipo genérico de la planta pueden afectar la producción, puesto que fuentes naturales de inoculación, prácticas de cultivo y condiciones ambientales varían de un huerto a otro, edad de los árboles, topografía, tipo de suelo y nivel de inoculación afectan a la planta favoreciendo a la enfermedad.(1)

Para evitar el efecto de los niveles de inoculación bajo condiciones naturales, técnicas de inoculación artificiales han sido usadas, la inoculación masiva asegura que la determinación de la herencia, susceptibilidad de los cultivos, sean independientes de los niveles de inoculación natural. Puesto que la infección de los tejidos vegetativos es la fase más dañina del tizón de fuego, la inoculación de las puntas de los brotes ha sido enfatizada, la infección puede progresar más rápido en tejidos más viejos, los árboles pueden ser dañados muertos.

Los cultivos que resisten la extensión de las lesiones hacia tejidos más viejos, pueden a menudo, sustentar muchas infecciones individuales en brotes y casi no sufrir daño sustancial. Sin embargo, alguna pérdida en producción y un suave efecto de poda puede mantenerse mediante este tratamiento.(1)

La susceptibilidad de brotes en los cultivos ha recibido menos atención que la susceptibilidad de tejidos viejos, sin embargo la susceptibilidad de los brotes es importante al determinar

la rapidéz con que inician en los huertos. La suceptibilidad relativa se hace difícil cuantificar porque los cultivos florecen en diferentes tiempos y únicamente por cortos períodos y la floración de la pera es muy difícil de mantener (1)

La inoculación de puntas de brotes son exitosas en los huertos, dependiendo del tiempo y las condiciones, no obstante si árboles de huertos bajo condiciones de crecimiento, son inooculados idénticamente y simultáneamente pueden ser comparados en términos de suceptibilidad, para eliminar el efecto de con condiciones ambientales variables que ocurren en el campo. (1)

Los estudios en invernaderos, bajo condiciones controladas permiten hacer comparaciones entre las pruebas llevadas a cabo en diferente tiempo, pero bajo los mismos parámetros ambientales. Se han evaluado progenies por suceptibilidad al tizón de fuego en invernaderos. Estos métodos aún cuando sean eficientes, en nuestro medio no pueden practicarse, por lo elevado de los costos de las instalaciones y tomando en cuenta los recursos del fruticultor de nuestro medio. (1)

En 1,974, Goodman, sugiere un método de sercado, para resistir al tizón de fuego basado en un hospedante específico PHYTOTOPIN, fitotoxina de Erwinia amylovora, en vez de hacerlo sobre la bacteria en sí, con este método cinco síntomas del tizón de fuego fueron evitados, un polisacárido, posacarín aislado de frutos de manzana previamente infectados. Dicho método en 1978, fue cuestionado por el carácter específico del

amylovorín, puesto que la reacción de los cultivos al amylovorín y amylovora no está significativamente correlacionado y puesto que la eliminación de los brotes afecta grandemente su respuesta excepto con el más estricto control en condiciones de crecimiento. (1)

Comparado con el cultivo de manzana, el cultivo de pera es más susceptible al tizón de fuego, no obstante que los cultivos por su variedad varían en el grado de susceptibilidad a la enfermedad cuando son inoculados artificialmente, que cuando crecen bajo condiciones normales en el huerto. (14).

En Guatemala, la mayoría de variedades de pera que se cultivan, son injertadas en manzanilla Grataegus stipulosa, el uso de éste porta injerto tiende a limitarse pues es portador y muy susceptible al tizón de fuego, aún cuando es notoria la predilección del fruticultor de San Bartolomé Milpas Altas, a usarlo debido a las siguientes razones: 1o. La poca aceptación que tiene la manzanilla a ser comida por Geomys hispidus, roedor que se ha convertido en plaga del cultivo de la pera. 2o. Porque se encontró en la manzanilla la posibilidad de recuperar las variedades larga y redonda, cuando a causa del tizón de fuego no producen, haciendo un sobre injerto con la variedad kadman, que es menos susceptible al tizón de fuego. (3).

La variedad calleriana Pyrus calleryana, es un porta injerto que en los últimos años se ha usado en Guatemala, importándola de Estados Unidos y Europa como patrón franco, su ventaja

principal es la alta resistencia al tizón de fuego.(3).

Las diferentes variedades de pera cultivadas y su grado de resistencia al tizón de fuego, son: inmunes, Richard peters, Seckel magness, Old home, altamente resistentes, Pineapple spp. *Pyrus calleryana*, Kieffer, susceptibles, kadman, tecpaneca, muy susceptibles Lincol larga, Lincol redonda. (3)

En muy raras ocasiones el fruticultor usa como patrón al membrillo aún cuando hay indicios que vuelve enanos a los perales, haciéndolos precoces para entrar en la producción, pero presenta la desventaja que es susceptible al tizón de fuego.(3)

V. MATERIALES Y METODOS:

En la investigación realizada en el municipio de San Bartolomé Milpas Altas, en el cultivo de pera se usaron las siguientes metodologías y materiales:

5.1 MATERIALES:

5.1.1. Arboles bajo estudio.

Se tomaron 200 árboles de pera, 50 de cada variedad; larga, redonda, kadman y tecpaneca.

5.1.2. Recursos Químicos:

Agrimycin 100 (Estreptomicina al 15.00%)

Caldo bordelés (sulfato de cobre, cal hidratada y agua).

Sulfato de cobre

Hipoclorito de sodio al 5%

Formaldehido al 10%

5.1.3 Instrumentos de Campo:

Etiquetas, para la identificación de árboles en el campo.

Bomba asperjadora

Tijera de podar

Machete

80 bolsas plásticas de 22.70 Kgs. para recolectar la cosecha.

Balanza para pesar la fruta cosechada

Cuadros para registrar la cosecha

5.1.4 Equipo de Laboratorio:

5.1.4.1 Cultivo y aislamiento de cultivo

Medios de cultivo (Agar nutritivo)

Cajas de petri

Mechero bunsen

Azas

Aguja de disección

Formaldehido

Algodón

Alcohol de quemar

Tejidos vegetales de pera

Tubos de ensayo

Incubadora

Agua destilada

Vidrio de reloj

Hoja de afeitar

Arbol de pera

5.2 METODOLOGIA:

5.2.1 Etiología:

Para determinar la etiología del patógeno, se siguió la siguiente metodología:

5.2.1.1 Siembra de cultivo

- a. Se desinfectó la mesa de trabajo en el laboratorio con formalina al 10%

- b. Se tomaron pequeños trozos de material enfermo, no mayor de 0.5 cms.
- c. Se mojaron consecutivamente en bicloruro de mercurio al 1% durante un minuto y luego en agua destilada, para eliminar el exceso del desinfectante.
- d. Los tejidos vegetales se pasaron a cajas de petri con medio de cultivo (Agar nutritivo), haciendo uso de un mechero para trabajar con mayor asepsia, luego las cajas de petri, se colocaron en la incubadora a 28°C.
- c. Pasadas 72 horas se observaron los cultivos obteniendo los resultados del mismo.

5.2.1.2 Aislamiento de cultivo (cultivo puro)

- a. Se tomaron las precauciones necesarias para evitar contaminación, desinfectando la mesa de trabajo, agujas de disección.
- b. Junto a un mechero, se tomó material (partículas de colonia bacteriana), de la siembra en la caja de petri para trasladarla a tubos de ensayos,

se dejó en la incubadora, por tres días para observar el microorganismo aislado.

#### 5.2.1.3 Prueba de Patogenicidad:

Para esta parte de la investigación se ejecutó el siguiente procedimiento:

a. Se trasladó un árbol de pera del área de estudio al laboratorio de la Facultad de Agronomía.

b. Con el microorganismo aislado (cultivo puro), se procedió a realizar inoculaciones en el árbol de prueba para observar los síntomas que se detectaron en el campo.

c. Después de observar los síntomas en el árbol de prueba, se tomaron muestras de él, para hacer siembras de tejido vegetal en cajas de petri con agar nutritivo para hacer luego el aislamiento del microorganismo.

#### 5.2.2 Importancia:

La importancia del tizón de fuego, se evaluó en tres aspectos: distribución, incidencia y severidad.



5.2.2.1 Distribución:

Para determinar la forma como está distribuída la enfermedad en el municipio de San Bartolomé Milpas Altas, se realizó un muestreo simple aleatorio, para lo cual se procedió de la siguiente manera:

- a. Se practicó un reconocimiento del área cultivada con pera del municipio.
- b. Se realizó un premuestreo para determinar el tamaño de la muestra, encuestándose 32 agricultores, pasando el mismo número de boletas (ver anexo)
- c. Con el premuestreo se determinó la varianza de la población, aplicando la siguiente fórmula.

$$s^2 = \frac{\sum Y_i^2 - \frac{(\sum Y_i)^2}{n}}{n-1}$$

- d. Al conocer la varianza, se determinó el tamaño de la muestra final.
- e. En base a los datos obtenidos del muestreo se determinó la distribución de la enfermedad.

5.2.2.2. Incidencia:

Para determinar la incidencia, se usa ron los datos obtenidos en el muestreo con la siguiente metodología.

a. Se observaron los 32 terrenos seleccionados, en cada uno se contó el número de árboles plantados y el número de árboles con los síntomas de la enfermedad.

b. Con el número de árboles plantados en cada uno de los terrenos y el nú mero de árboles que presentaban los síntomas de la enfermedad, se determinó la incidencia aplicando la siguiente fórmula.

$$I = \frac{\text{Número de árboles enfermos}}{\text{Número de árboles plantados}} \times 100$$

c. La incidencia se determinó en cada una de las variedades en estudio.

5.2.2.3 Severidad:

Para determinar esta parte de la importancia, se procedió de la siguiente ma nera:

a. Se observó cada uno de los árboles

plantados en cada uno de los 32 terrenos, al observar cada uno de los árboles por comparación con la escala diagramática se determinó la severidad en cada una de las variedades (ver escala diagramática en el anexo)

### 5.2.3 Métodos de Control:

La etapa de las medidas de control, se realizó mediante la aplicación de cinco métodos de control:

1. Agrimycin 100 (estreptomicina 15%)
2. Caldo Bordelés
3. Sulfato de cobre ( $\text{CuSO}_4$ )
4. Control Cultural (podas)
5. Testigo

Para la aplicación de los métodos de control se siguió la siguiente metodología:

- a. Se seleccionó el terreno, donde se realizó el experimento, tomando en cuenta, lo siguiente: 1o. Topografía lo más homogénea posible, 2o. Que en el terreno existiera cultivadas las variedades tomadas en el estudio 3o. Que cada variedad contara con el número de árboles necesarios.

- b. Seleccionado el terreno se realizó un inventario para determinar el número de árboles por variedad, para lo cual se numeró cada uno de los árboles utilizando número en cartulina, con color diferente para cada variedad.
- c. Con los datos del inventario se procedió al sorteo de los árboles (unidades experimentales), a utilizar en cada uno de los métodos de control. Para el sorteo se hizo una serie de números para cada variedad, con tantos números como árboles existieran de cada variedad, colocados en una caja, se procedió a sacar los primeros 10 números correspondientes a las 10 repeticiones del tratamiento uno. De la misma manera se procedió para las repeticiones de cada uno de los restantes 4 tratamientos en cada una de las variedades.
- d. Sabiendo que árboles serían tomados de cada variedad, se procedió a identificar con etiquetas de color diferente para cada variedad: color azul para la variedad larga, amarillo para la variedad redonda, blanco para la variedad kadman y rojo para la va-

riedad tecpaneca (ver cuadro No.9)

5.2.3.1 Agri-mycin 100 (estreptomicina)

Agri-mycin 100, bacteria fungicida, polvo humectante. Es una formulación a base de sulfato de estreptomicina y terramicina, adecuadamente diluido para controlar y prevenir las enfermedades de las plantas producidas por bacterias y por algunos hongos, además disminuye el daño causado por mycoplasmas. Actúa en forma sistemática con la cual se obtiene una protección interna y externa de la planta.

La terramicina aumenta la efectividad de la estreptomicina y ayuda a retardar el desarrollo de las bacterias inhibe el desarrollo de muchos hongos. Componentes estreptomicina (sulfato), 15.0%, terramicina (oxitetraciclina) 1.5%, ingrediente inerte 83.5%, contiene 150 grs. de estreptomicina por Kilog. de peso), para E. Amylovora debe aplicarse a concentraciones de 100 ppm, ingrediente activo de estreptomicina.

Para el tratamiento con estreptomicina, se realizaron cuatro aplicaciones, la

primera se aplicó, cuando la plantación se encontraba con el 30 a 40% de árboles en floración, esta anti-biótico se aplicó a una concentración de 100 partes por millón con intervalos de ocho días, se aplicó primero a las variedades larga, redonda y tepaneca, variedades precoces, que por tal razón entran en floración antes que la kadman. Las aplicaciones se iniciaron el 11 de enero de 1986; a la variedad kadman, se le aplicó la primera vez el 22 de marzo a la misma concentración y con el mismo intervalo de aplicación.

#### 5.2.3.2 Caldo Bordelés:

En este tratamiento se hicieron cuatro aplicaciones a una concentración de 0.907 Kgs. de sulfato de cobre, 2.722 Kgs. de cal hidratada para 375 litros de agua, a ocho días de intervalo entre aplicación, la primera se aplicó cuando las yemas florales se encontraban de color plateado en un alto porcentaje, se iniciaron las aplicaciones el 11 de enero de 1986.

#### 5.2.3.3 Sulfato de Cobre(CuSO<sub>4</sub>)

Este tratamiento se aplicó una sola vez, antes que las yemas florales se abrieran a una concentración de 0.90 Kg. de sulfato de cobre 375 litros de agua.

#### 5.2.3.4 Podas:

El tratamiento se aplicó tres veces a intervalos de 30 días, para lo cual se siguió la siguiente metodología:

- a. Se observó cada uno de los árboles a tratar para detectar las partes dañadas por la enfermedad.
- b. Con tijeras de podar se cortó a los árboles las partes dañadas quince centímetros abajo de donde se notaban los síntomas, si al hacer el corte se notaban manchas, éste se repetía cinco centímetros más abajo.
- c. En cada corte se realizó, se desinfectó la tijera para el siguiente corte con hipoclorito de sodio al 5%.
- d. Los restos de cada poda fueron quemados.

#### 5.2.3.5 Testigo:

El tratamiento testigo se observó constantemente y al final del estudio se pesó la

producción de cada árbol de la misma manera que con los otros tratamientos.

#### 5.2.4 Diseño Experimental:

Fue utilizado el arreglo factorial 4 x 5, con el propósito de evaluar el efecto de cinco tratamientos en cuatro variedades de pera, con 10 repeticiones, en el municipio de San Bartolomé Milpas Altas, departamento de Sacatepéquez, para el control del tizón de fuego. El arreglo factorial, se trabajó en un completamente al azar.

##### 5.2.4.1 Modelo Estadístico del diseño factorial 4 x 5

usado en el experimento:

$$Y_{ijkl} = U + A_k + B_l + AB_{kl} + E_{ijkl}$$

Donde:

U=efecto de la media general

A<sub>k</sub>=efecto de la k-ésima variedad

B<sub>l</sub>=efecto del l-ésimo tratamiento

A<sub>b kl</sub>=interacción entre el k-ésimo nivel del factor A y el l-ésimo nivel del factor B.

E<sub>ijkl</sub>=error experimental a la kl-ésima unidad experimental.

##### 5.2.4.2 Hipotesis:

$$H_0: A_1 = A_2 = A_3 = A_4$$

H<sub>a</sub>: A<sub>k</sub> = A<sub>k'</sub> para al menos un k<sub>j</sub> donde k=k''

$$H_0: B_1 = B_2 = B_3 = B_4 = B_5$$



Ha:  $B_1 = B_1$  para al menos un  $l$  donde  $l = 1^*$

Ho: Existe independencia entre factores

Ha: Existe dependencia entre factores

## VI. RESULTADOS Y DISCUSION:

### 6.1 Etiología:

#### 6.1.1 Toma de Muestras:

De las muestras tomadas, de los diferentes cultivos del área de San Bartolomé Milpas Altas, al hacer las siembras de tejidos vegetales y aislamiento de cultivos, todos resultaron con el agente causal de la enfermedad conocida como tizón de fuego en el cultivo de pera.

#### 6.1.2 Aislamiento:

En los diferentes aislamientos realizados de los cultivos de tejido vegetal en bacto-agar, se desarrollaron colonias de bacterias correspondientes a Erwinia Amylovora, microorganismo que se sospechaba, era el causante de la enfermedad conocida como tizón de fuego en el cultivo de pera en el área de San Bartolomé Milpas Altas.

#### 6.1.3 Prueba de Patogenicidad:

Como resultado de las inoculaciones en el árbol de prueba, se obtuvo los mismos síntomas observados en el campo, estos se iniciaron, con el característico cambio de tonalidad de color de las hojas, hasta llegar al color pardo característico, comprobándose a través de los postulados de Koch, que Erwinia amylovora, es el agente causal del tizón de fuego en pera (5).

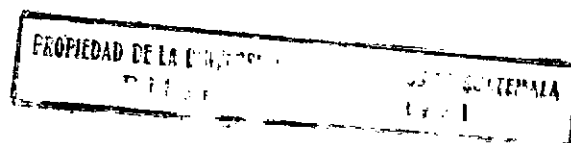
## 6.2 Importancia de la Enfermedad:

### 6.2.1 Distribución:

El tizón de fuego, se encuentra distribuido en toda el área de San Bartolomé Milpas Altas, lo cual se determinó al hacer el análisis estadístico del muestreo simple aleatorio.

la enfermedad no presenta un patrón rígido de apareamiento, ya que según la encuesta realizada tiene un rango de apareamiento de 2 a 15 años en el área con pera, otro factor importante de tomar en cuenta es la obtención del material de propagación, el cual se obtiene de los huertos del mismo municipio por un 61.76% de los fruticultores de la región, contando únicamente con el 8.82% de fruticultores que poseen viveros propios, por otro lado el 61.76% de los fruticultores no han tratado de introducir en los cultivos variedades resistentes a la enfermedad, únicamente el 38.24% ha introducido dichas variedades resistentes sin dejar de cultivar las susceptibles.

El desconocimiento de la forma de controlar el efecto de la enfermedad por parte de los fruticultores, favorece la distribución de la misma al comprobar que el 88.24% de los fruticultores no han recibido ninguna orientación adecuada para el control de dicha enfermedad.



La enfermedad se encuentra distribuída en todos los terrenos del municipio, el 70.59% de los terrenos se encuentran afectados en toda su extensión, el 5.88% de los agricultores reportan que sus terrenos se encuentran afectados con mayor intensidad en la parte alta, el 23.52%, indican que la enfermedad afecta la parte media y baja de sus terrenos.

El 97.06% de los fruticultores obtienen el material de propagación de los mismos terrenos, donde se realizan los injertos, el 2.94% obtienen dicho material de otros terrenos, de la misma región.

#### 6.2.2 Incidencia:

En los diferentes terrenos observados en el municipio de San Bartolomé Milpas Altas, se presentaron los síntomas de la enfermedad conocida como tizón de fuego en las variedades estudiadas en porcentajes diferentes que van de 6.24 a 24.77% comportándose de la siguiente manera: kadman 6.49%, tecpaneca 10.09%, redonda 18.21% y larga 24.77% (ver cuadro número 1 y gráfica número 1).

Como puede notarse las variedades larga y redonda, son las más susceptibles al tizón de fuego (ver cuadro No.2 de la prueba de  $x^2$  cuadrado), considerándose esto como un problema económico y cultural, ya que estas variedades son consideradas como originarias de la región, razón por la que el fruticultor trata

de mantenerlas en los cultivos de la región.

Por otro lado, son variedades que por su presentación y época de producción (precoces), son las que representan los ingresos iniciales de la cosecha.

Es importante hacer notar que siendo estas variedades como ya se dijo precoces, su período de floración coincidió con las heladas y fuertes vientos del año 1986, perdiendo los árboles de estas variedades considerables porcentajes de su floración, factor que debe tomarse en cuenta al hacer el análisis de rendimiento en el presente estudio (ver cuadro No. 4 de rendimientos por variedad).

Unidos a estos factores naturales, es importante tomar en cuenta los siguientes: el 85.29%, no realiza ningún tipo de control de la enfermedad, el 14.70% de los fruticultores que reciben orientación, no lo hacen en forma sistemática, sino en forma esporádica.

Según criterio del fruticultor es a los 22 años ( $Y = 1.85$  años), cuando la planta es afectada por el patógeno, sin embargo, tomando en cuenta el tiempo del proceso del injerto, se da la posibilidad que la planta pueda estar infectada e infestada, antes de esta edad.

Al momento de realizar el injerto el 76.47% de los

fruticultores no realiza ninguna medida fitosanitaria, condición que favorece la incidencia de la enfermedad.

El 91.81% de los fruticultores no aplican ningún producto preventivo a la enfermedad al momento de realizar el injerto.

En su totalidad, los fruticultores que realizan podas, no destruyen los restos de las mismas, dejándolos en el suelo, constituyendo estos restos de podas, fuente de inóculo del tizón de fuego.

El distanciamiento de siembra es otro factor que favorece a la enfermedad, ya que el 58.82% de los fruticultores no practican el distanciamiento adecuado y los que lo hacen, éste se pierde al hacer nuevos injertos al parecer otros brotes de manzanilla dentro del diseño de siembra.

#### 6.2.3 Severidad:

Se comprobó que los rangos de severidad del tizón de fuego en las variedades estudiadas va de 30.65 a 59.06% comportándose en cada una de las variedades de la siguiente manera: kadman 30.65%, tecpaneca, 35.33%, redonda 48.09% y larga 59.06% (ver gráfica No. 2 y cuadro No.1), estos rangos de severidad comprobados estadísticamente por medio de la prueba de  $\chi^2$  cuadrado, (ver cuadro No.3)

Al igual que la incidencia, en la severidad la enfermedad conocida como tizón de fuego, se vé favorecida por los siguientes factores: la densidad de siembra, al no practicas ningún diseño adecuado de siembra, observando en algunos casos que el follaje de los árboles se confunde uno con otro, la obtención del material de propagación, el cual se toma en muchos casos de árboles muy próximos a otro que se encuentra infectado por Erwinia amylovora, la falta de medidas preventivas al realizar los injertos, al no desinfectar las herramientas usadas para esta actividad. Estos factores favorecen la enfermedad, tanto en la incidencia como en la severidad.

#### 6.2.4 Métodos de Control:

Al analizar los resultados obtenidos en cuanto a rendimiento, se puede notar que hay diferencia al comparar el testigo con los demás tratamientos ya que el testigo obtuvo menos rendimiento en la variedad redonda (ver gráfica No.3), en la variedad larga el testigo obtuvo mayor rendimiento que los otros tratamientos (ver gráfica No.4), en la variedad kadman los tratamientos químicos y cultural obtuvieron mayor rendimiento que el testigo, (ver gráfica No.5) En la variedad tecpaneca el tratamiento testigo, superó en rendimiento únicamente el tratamiento cultu-

tal, no así a los químicos (ver gráfica No.6)

Al observar los rendimientos de los diferentes tratamientos en las variedades estudiadas, es importante tomar en cuenta que las variedades precoces, larga, redonda y tecpaneca, su período de floración coincidió con las heladas y fuertes vientos del año 1986, condiciones climáticas que provocaron la pérdida de buen porcentaje de floración de dichas variedades, razón por la que se notan rendimientos bajos en relación con la variedad tardía, la variedad kadman, (ver cuadro No.4 de rendimientos).

Al comparar los resultados en los contrastes ortogonales, se nota que no hay diferencia significativa entre los tratamientos químicos y culturales, obteniendo diferencia significativa entre el testigo y los otros tratamientos, no hay diferencia significativa entre tratamientos químicos, los cúpricos se comportan de la misma manera que el antibiótico (agrimycin 100), (ver cuadro No.5).

Al analizar los resultados obtenidos en los contrastes ortogonales entre variedades, existe diferencia significativa entre las variedades precoces y las variedades tardías (ver cuadro No.6).

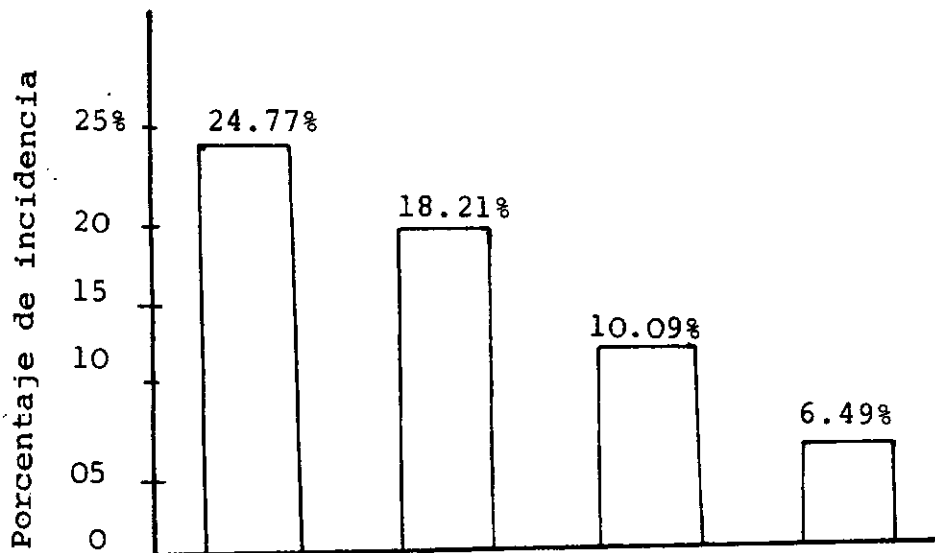
Al comparar estos datos con los de incidencia y severidad se puede notar que la variedad kadman, (tardía) presenta los porcentajes más bajos de incidencia 6.49% y severidad 30.65% siendo notoria la diferencia



entre las variedades tardías y las precoces.

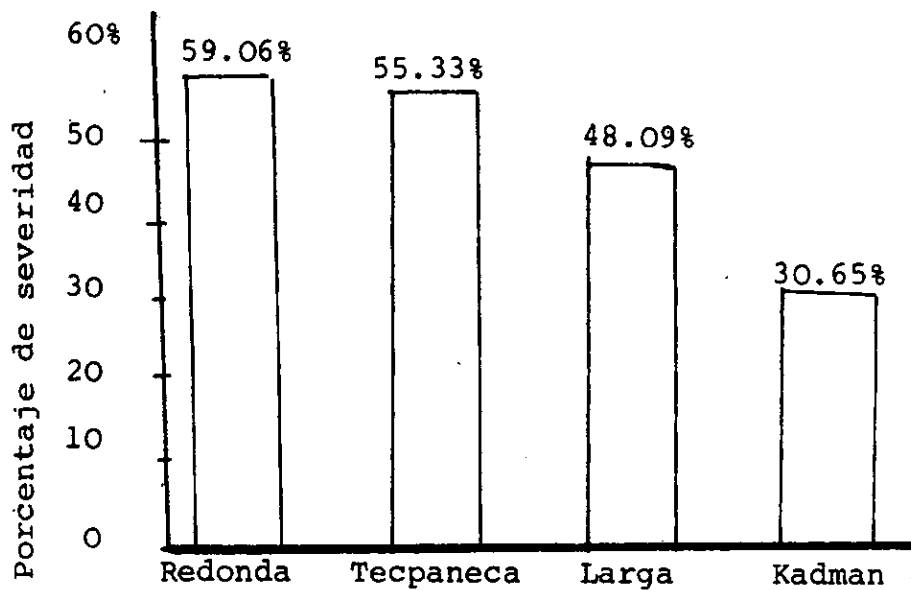
En base al análisis económico de los tratamientos aplicados, resulta más económico aplicar sulfato de cobre. (ver cuadro No.7)

Los contrastes ortogonales se realizaron ya que el análisis de varianza, la interacción salió no significativa. (ver cuadro No.8)



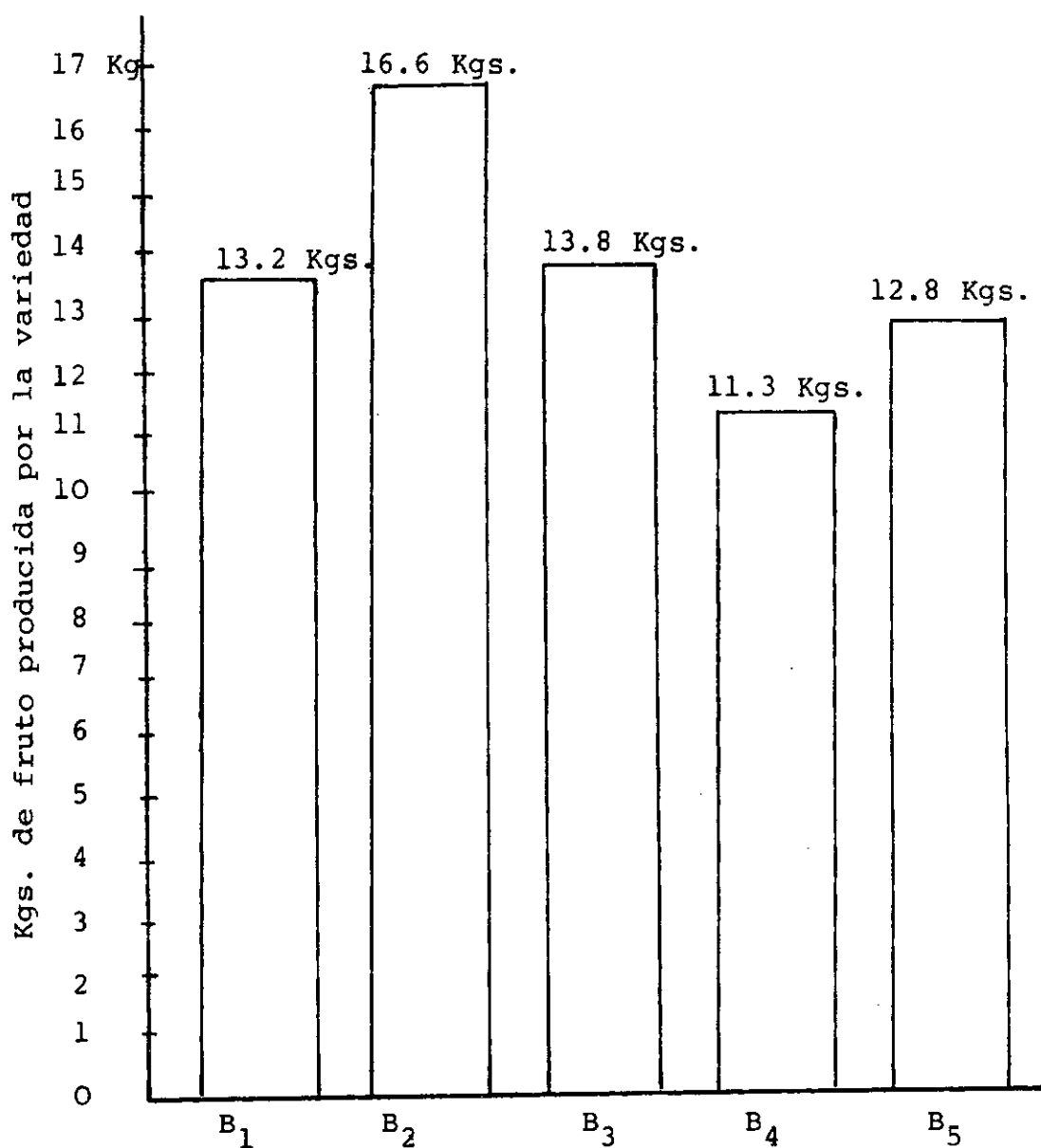
GRAFICA No.1

Grafica de incidencia por variedad del tizón de fuego en el municipio de San Bartolomé Milpas Altas del Departamento de Sacatepéquez 1986.



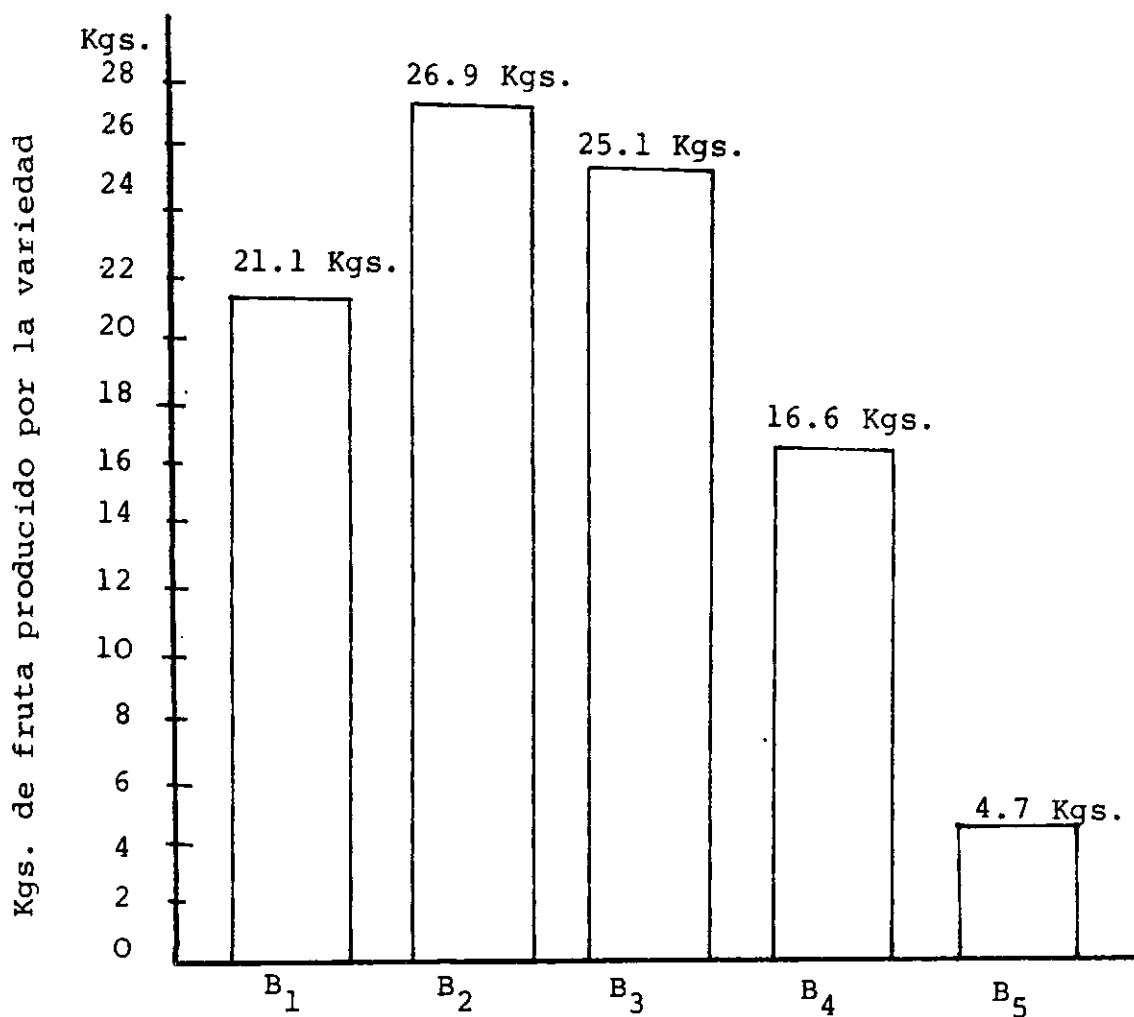
Grafica No.2

Gráfica de severidad por variedad del tizón de fuego en el municipio de San Bartolomé Milpas Altas, Sa<sub>cat</sub>epéquez.



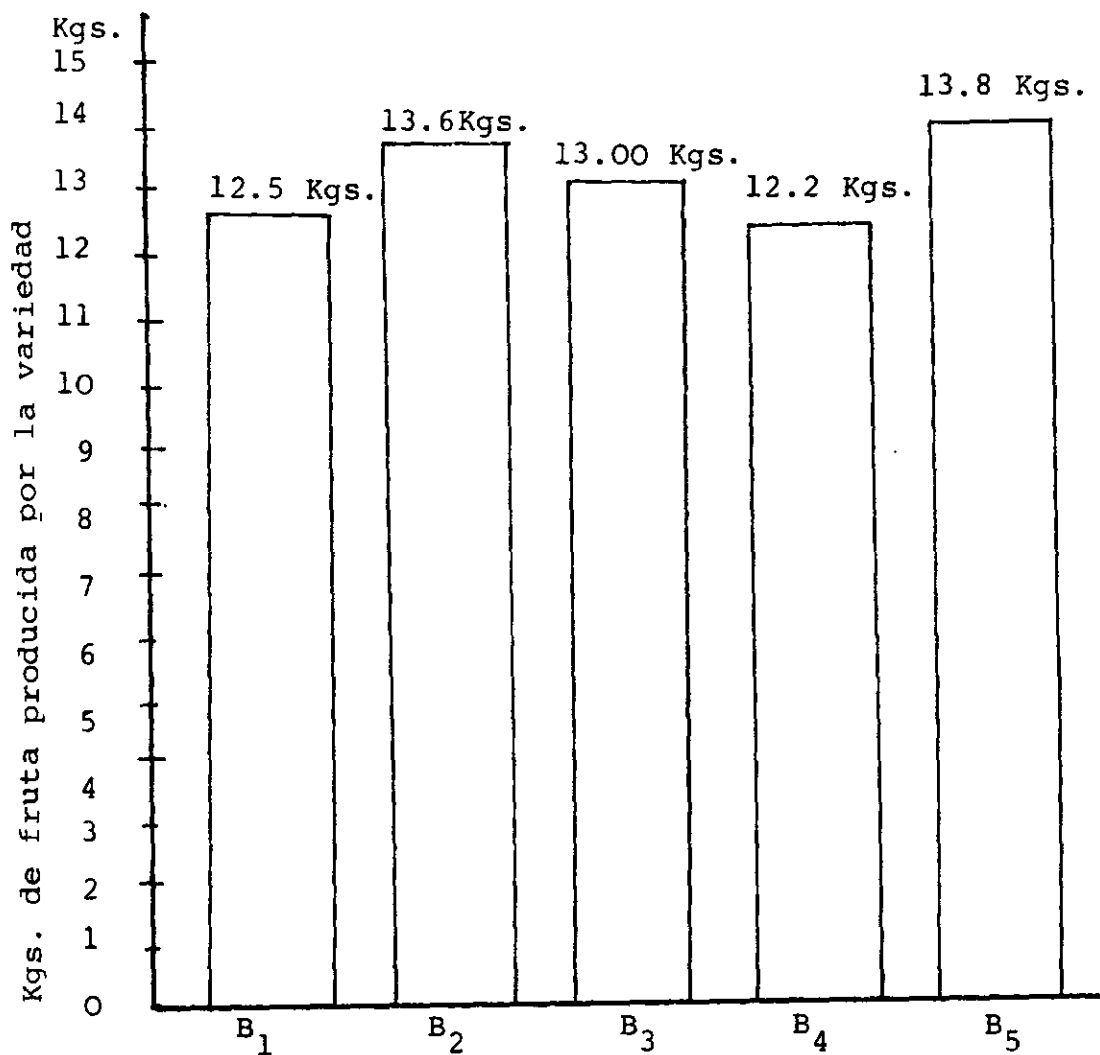
GRAFICA No.3

Gráfica de rendimiento en Kgs. de fruta de la variedad tecpaneca en los cinco tratamientos B<sub>1</sub> agrimycin, B<sub>2</sub> Caldo Boldelés, B<sub>3</sub> Sulfato de cobre, B<sub>4</sub> podas y B<sub>5</sub> Testigo.



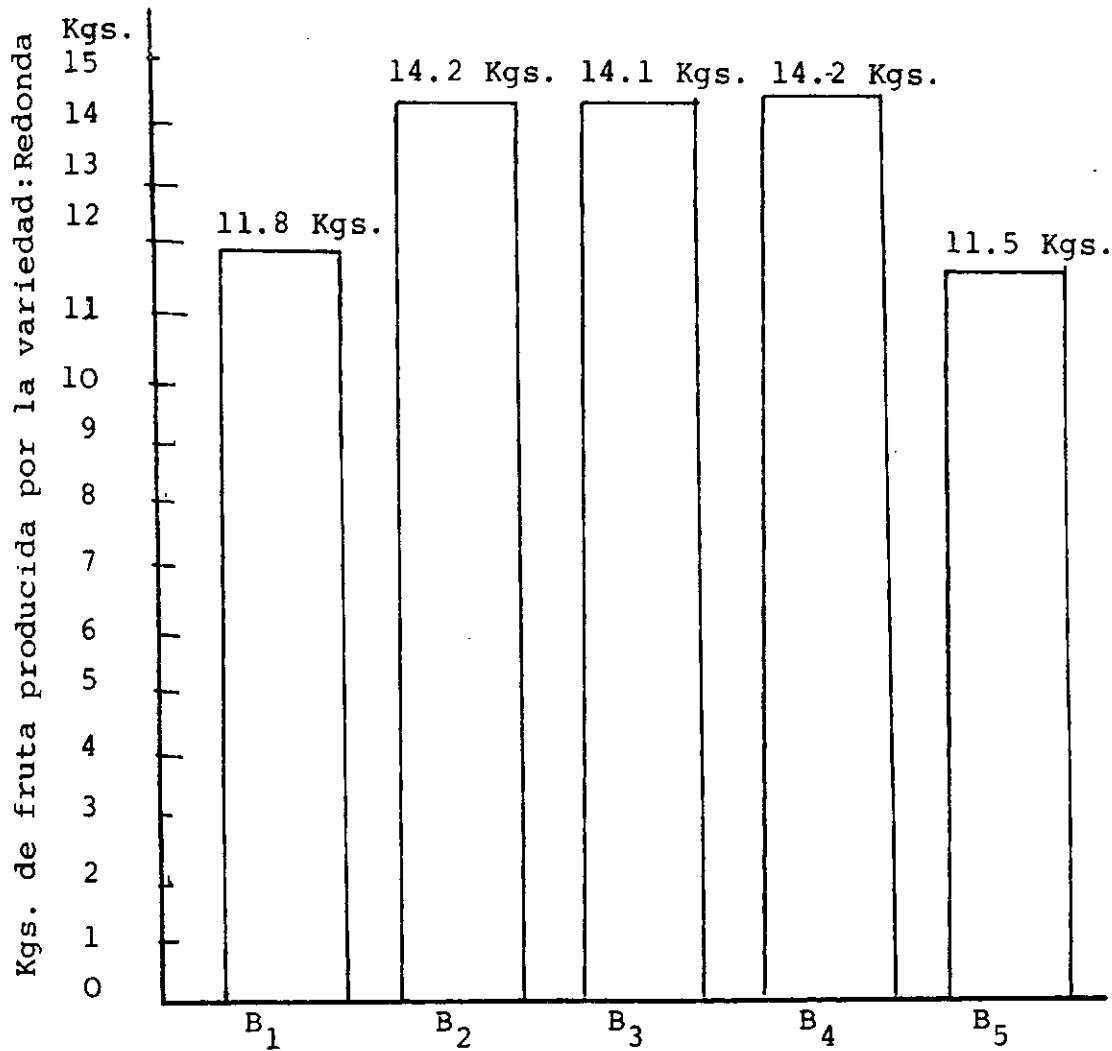
GRAFICA No.4

Gráfica de rendimiento en Kgs. de pera de la variedad Kadman en los cinco tratamientos: B<sub>1</sub> Agrimycin B<sub>2</sub> Caldo Bordelés,<sup>1</sup> B<sub>3</sub> Sulfato de cobre, B<sub>4</sub> Podas y B<sub>5</sub> Testigo en San Bartolomé Milpas Altas, Sacatepéquez, 1986.



Gráfica No. 5

Gráfica de rendimiento en Kgs. de pera de la variedad larga en los 5 tratamientos: B<sub>1</sub> Agrimycin, B<sub>2</sub> Caldo Bordelés, B<sub>3</sub> Sulfato de Cobre, B<sub>4</sub> Podas y B<sub>5</sub> Testigo en San Bartolomé Milpas Altas, Sacatepéquez, 1986.



Gráfica No. 6

Gráfica de rendimiento en Kgs. de pera de la variedad redonda en los cinco tratamientos: B<sub>1</sub> Agrimycin B<sub>2</sub> Caldo Bordelés, B<sub>3</sub> Podas y B<sub>5</sub> Testigo en San Bartolomé Milpas Altas, Sacatepéquez, 1986.

CUADRO No.1

Porcentaje de incidencia y severidad de las variedades tomadas en el estudio en el municipio de San Bartolomé Milpas Altas, Sacatepéquez.

	REDONDA	LARGA	KADMAN	TECPANECA
INCIDENCIA	18.21%	24.77%	6.49%	10.09%
SEVERIDAD	48.09%	59.06%	30.65%	35.33%

... 2006 ...



CUADRO No. 2

$\chi^2$  para la incidencia de cuatro variedades (larga, redonda, tecpaneca y kadman), estudiadas en el municipio de San Bartolomé Milpas Altas, Sacatepéquez, 1986.

$X_O$	$X_E$	$X_O - X_E$	$(X_O - X_E)^2$	$(X_O - X_E)^2/X$	$\chi^2$ Tabulado	
					0.1	0.05
18.21	14.89	3.32	11.022	0.74	6.25	7.82
24.77	14.89	9.88	97.614	6.556		
6.49	14.89	-8.40	70.56	4.739		
10.09	14.89	-4.80	23.04	1.547		

M 13.582

CUADRO No.3

$\chi^2$  para la severidad de cuatro variedades (larga, redonda, tecpaneca y kadman), estudiadas en el municipio de San Bartolomé Milpas Altas, Sacatepéquez. 1986.

$X_O$	$X_E$	$X_O - X_E$	$(X_O - X_E)^2$	$(X_O - X_E)^2 / X_E$	$\chi^2$ Tabulado	
					0.1	0.05
48.09	43.283	4.807	23.107	0.534	6.25	7.82
59.06	43.283	15.777	248.914	5.751		
30.65	43.283	-12.633	159.593	3.687		
35.33	43.283	-7.953	63.250	1.461		

M 11.433

Cuadro No. 4. Rendimiento por árbol en kilogramos de pera de las variedades bajo estudio en San Bartolomé Milpas Altas, del departamento de Sacatepéquez, en 1987.

A1					A2					A3					A4					x	ȳ
B1	B2	B3	B4	B5	B1	B2	B3	B4	B5	B1	B2	B3	B4	B5	B1	B2	B3	B4	B5		
09	15	15	13	14	18	16	12	09	09	06	05	00	00	06	15	20	09	08	08	207	11.5
08	16	14	09	08	12	15	13	18	13	07	18	02	06	06	11	16	20	11	13	236	11.8
15	12	07	14	14	08	14	10	15	16	57	58	60	15	03	15	15	15	08	11	382	19.1
10	15	20	17	13	12	07	10	15	16	16	20	02	21	06	08	20	16	16	16	276	13.8
06	15	13	17	16	14	12	16	15	13	16	08	03	06	07	15	20	15	06	14	247	12.35
12	18	12	16	09	14	10	08	11	18	75	34	07	05	07	15	19	09	10	11	320	16.00
15	13	17	18	15	10	15	14	07	10	17	90	01	08	03	06	15	14	15	18	321	16.05
09	15	09	17	09	08	12	15	10	17	05	08	63	08	02	14	14	09	09	15	268	13.40
18	13	19	14	07	14	15	18	13	19	01	22	00	64	05	20	12	15	18	14	321	16.89
16	10	15	07	10	15	20	14	09	07	11	06	63	00	02	14	15	16	12	08	270	14.21
118	142	141	142	115	125	136	130	122	138	211	269	201	133	047	133	166	138	113	128	2848	
11.8	14.2	14.1	14.2	11.5	12.5	13.6	13	12.2	13.8	21.1	26.9	25.1	16.6	4.7	13.3	16.6	13.8	11.3	12.8		14.66

A1 Redonda

A2 Larga

A3 Kadman

A4 Tecpaneca

B1 Agrimycin 100

B2 Caldo Bordelés

B3 Sulfato de Cobre

B4 Podas.

B5 Testigo.

CUADRO No. 5

Contrastes ortogonales para los cinco tratamientos aplicados en 4 variedades.

	B1	B2	B3	B4	B5	$\sum_{i=1}^M t_{ciyi}$	$(\sum_{k=1}^t t_{ciyi})^2$	$\sum_{i=K}^t r.a \sum_{i=K}^t ci^2$	S.C.	G.L.	C.M.	F.C.	F.T. 0.05
	587	713	610	510	428								
1	1	1	1	1	-4	708	501,264	800	626.58	1	626.58	4.44+	3.84
2	1	1	1	-3	0	384	144,400	480	300.83	1	300.83	2.13 NS	
3	2	-1	-1	0	0	-149	22,201	240	92.50	1	92.50	0.66 NS	
4	0	1	-1	0	0	103	10,609	80	132.61	1	132.61	0.9 NS	

1. Testigo Vrs. otros tratamientos
2. Culturales Vrs. Químicos
3. Agrimycin Vrs. Cúpricos (sulfato de cobre y caldo bordelés)
4. Sulfato de cobre Vrs. Caldo Bordelés

+ = Significancia  
NS = No hay significancia

CUADRO No. 6

Contrastes ortogonales para las cuatro variedades estudiadas en San Bartolomé Milpas Altas, Sacatepequez. 1986.

	A1 658	A2 651	A3 861	A4 678	$\sum_{i=1}^t c_i y_i$	$(\sum_{i=1}^t c_i y_i)^2$	$\frac{t}{rb} \sum_{i=k} c_i$	S.C.	G.L.	C.M.	Fc.
1	1	1	-3	1	-596	355,216	600	592.03	1	592.03	4.20 +
2	1	1	0	-2	-47	2,209	300	7.36	1	7.36	0.05 NS
3	1	-1	0	0	7	49	100	0.49	1	0.49	0.0034 NS

1. Variedades tardía                      Vrs. Variedades precoces  
 2. Lincoln                                      Vrs. Tecpaneca  
 3. Larga                                         Vrs. Redonda

+ = Significancia

NS = No hay significancia

CUADRO No. 7

Análisis de costos de aplicación de los cinco tratamientos para el control del tizón de fuego, en cuatro variedades de pera en el municipio de San Bartolomé Milpas Altas, Sacatepéquez 1986.

TRATAMIENTO	Rendimiento Kg/Ha.	Ingreso Bruto	Costo apli cación/Ha.	Ingreso Neto	Rel.b.c.
Agrimycin 100	7,763.075	8,539.383	Q.3.85	8.535.33	2,493.84
Caldo Bordelés	9,429.425	10,369.068	Q.0.66	10,368.41	15,709.71
Sulfato de Cobre	8,728.500	9,601.350	0.0.07	9,601.28	137,161.14
Podas	7,181.175	7,899.293			
Testigo	5,660.300	6,226.330			

CUADRO No. 8

Análisis de varianza para cuatro variedades de pera y cinco tratamientos en el municipio de San Bartolomé Milpas Altas, del departamento de Sacatepéquez. 1986.

F. V.	G.L.	S. C.	C. M.	F. C.
TRATAMIENTOS	19	4,362.07	229.58	1.63 +
A	3	1,889.13	629.71	4.47 +
B	4	1,156.71	289.18	2.05 +
AB	12	1,316.53	109.69	0.78 NS
ERROR	171	24,114.41	141.02	
TOTAL	199	28,476.48		

+ = Significancia

NS = No hay significancia

BIBLIOTECA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Cuadro No. 9. Número de árboles que se usaron en los diferentes tratamientos.

REP.	A-1					A-2					A-3					A-4				
	B-1	B-2	B-3	B-4	B-5	B-1	B-2	B-3	B-4	B-5	B-1	B-2	B-3	B-4	B-5	B-1	B-2	B-3	B-4	B-5
1	7	106	285	89	31	192	109	354	62	30	108	45	180	106	116	6	232	61	126	132
2	26	130	184	177	58	262	100	202	143	57	42	135	334	19	48	349	401	457	229	429
3	120	72	97	297	311	264	135	22	215	173	69	252	206	261	3	122	293	212	73	427
4	302	134	255	272	238	111	256	306	236	230	299	296	184	22	235	34	155	389	18	121
5	279	225	74	277	144	84	312	15	161	314	99	133	267	111	8	35	158	472	445	15
6	119	84	87	109	240	270	341	157	49	276	10	95	194	6	308	343	354	11	371	133
7	28	222	263	71	276	302	217	340	374	73	160	224	1	318	286	58	308	213	302	147
8	45	161	36	214	187	222	260	06	60	326	287	320	178	204	330	265	87	48	432	383
9	179	280	197	23	96	310	131	19	266	99	35	306	86	37	285	240	136	225	1	368
10	236	118	132	193	55	365	269	250	229	361	7	143	243	259	59	25	468	447	125	171

A-1 Variedad Redonda (amarillo)

A-2 Variedad Larga (azul)

A-3 Variedad Kadman (blanco)

A-4 Variedad Tecpaneca (rojo)

B-1 Agrimimycin 100

B-2 Caldo Bordalés

B-3 Sulfato de cobre

B-4 Podas

B-5 Testigo



VII. CONCLUSIONES:

1. La enfermedad conocida como tizón de fuego que actualmente afecta la fruticultura del municipio de San Bartolomé Milpas Altas del departamento de Sacatepéquez, es causada por la bacteria Erwinia amylovora.
2. La distribución del tizón de fuego en el cultivo de pera en San Bartolomé Milpas Altas, es total, por lo que podemos asegurar que en toda el área cultivada con pera del municipio, se encuentra presente dicha enfermedad en mayor o menor grado.
3. Estadísticamente se comprobó que la incidencia del tizón de fuego en pera, varía desde 6.24% a 24.77%, encontrándose así: larga 24.77%, redonda 18.21%, tecpaneca 10.09% y kadman 6.49%
4. En base al análisis estadístico se determinó que la severidad del tizón de fuego en pera en 1986, osciló entre 30.65% a 59.06%, comportándose así: larga 59.06%, redonda 48.0( % tecpaneca 35.33% y kadman 30.65%
5. La falta de tecnología apropiada constituye un factor importante para que la enfermedad tenga un campo propicio para su desarrollo, al no realizarse ningún tipo de control a la enfermedad.

6. No existe diferencia significativa entre los tratamientos químicos, (agrimycin 100, Caldo Bordelés, Sulfato de Cobre), y el control cultural (podas)

VIII. RECOMENDACIONES:

1. Son necesarios estudios que den al fruticultor capacidad para hacer un manejo adecuado de la enfermedad causada por la bacteria Erwinia amylovora.
2. Se hace necesario el uso de variedades resistentes a la enfermedad conocida como tizón de fuego y usar patrones resistentes, para injertar las variedades susceptibles a la enfermedad.
3. Se recomienda hacer nuevos estudios, para probar estos productos, usando otras concentraciones, para hacer más efectivo el control de la enfermedad.
4. En base al análisis económico, se recomienda usar como control químico, sulfato de cobre, asociado con control cultural (podas), quemando o enterrando los restos del control cultural.

IX. BIBLIOGRAFIA:

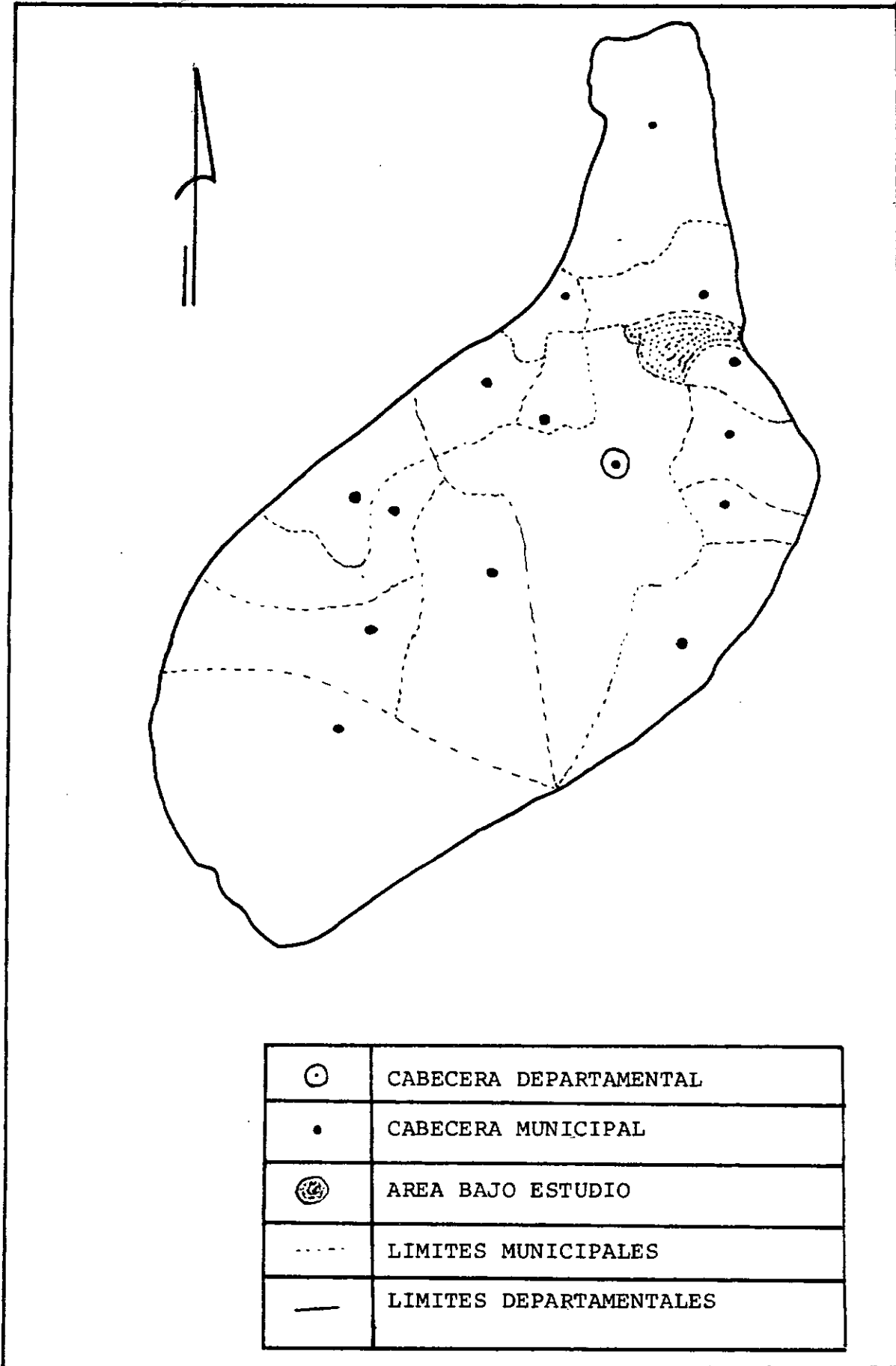
1. ALDWINCKLE, H.S. 1974. Fiel Suceptibility of 46 aplee cultivars to fire blight plant. New York, Saunder Company. P. 423-459.
2. ARAGONES A., M. 1985. Desarrollo y control de las enfermedades de las plantas. México, Limusa. P. 7-43
3. AREVALO E., B. 1974. Fruticultura desiduos de Guatemala. Guatemala, Editorial Landivar. P. 185-206
4. GALDAMES O., H.M. 1982. Distribución e importancia económica de la pudrición mohosa (*Ceratocystis fimbriata* L), del pánel de pica (*Hevea brasiliensis* L.), en la zona occidental de Guatemala. Tesis. Ing.Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 40 P.
5. GONZALEZ, L.C. 1981. Introducción a la fitopatología. San José, C.R., IICA. P. 12-13
6. GUATEMALA. DIRECCION GENERAL DE SERVICIOS AGRICOLAS. CUARENTENA VEGETAL. 1984. Memoria de labores del año 1984. Guatemala. P.14
7. \_\_\_\_\_. 1985. Memoria de labores del año 1984. Guatemala. P. 14
8. \_\_\_\_\_. 1986. Memoria de labores del año 1985. Guatemala. P. 24
9. MESA No., J. 1963. Enfermedades de las plantas. México, Herrero. P. 791-792.
10. MORALES, J.R. 1982. Etiología e importancia de la marchitez del chile pimiento (*Capsicum annuum*), en el oriente de Guatemala. Tesis Ing.Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. P. 12-34

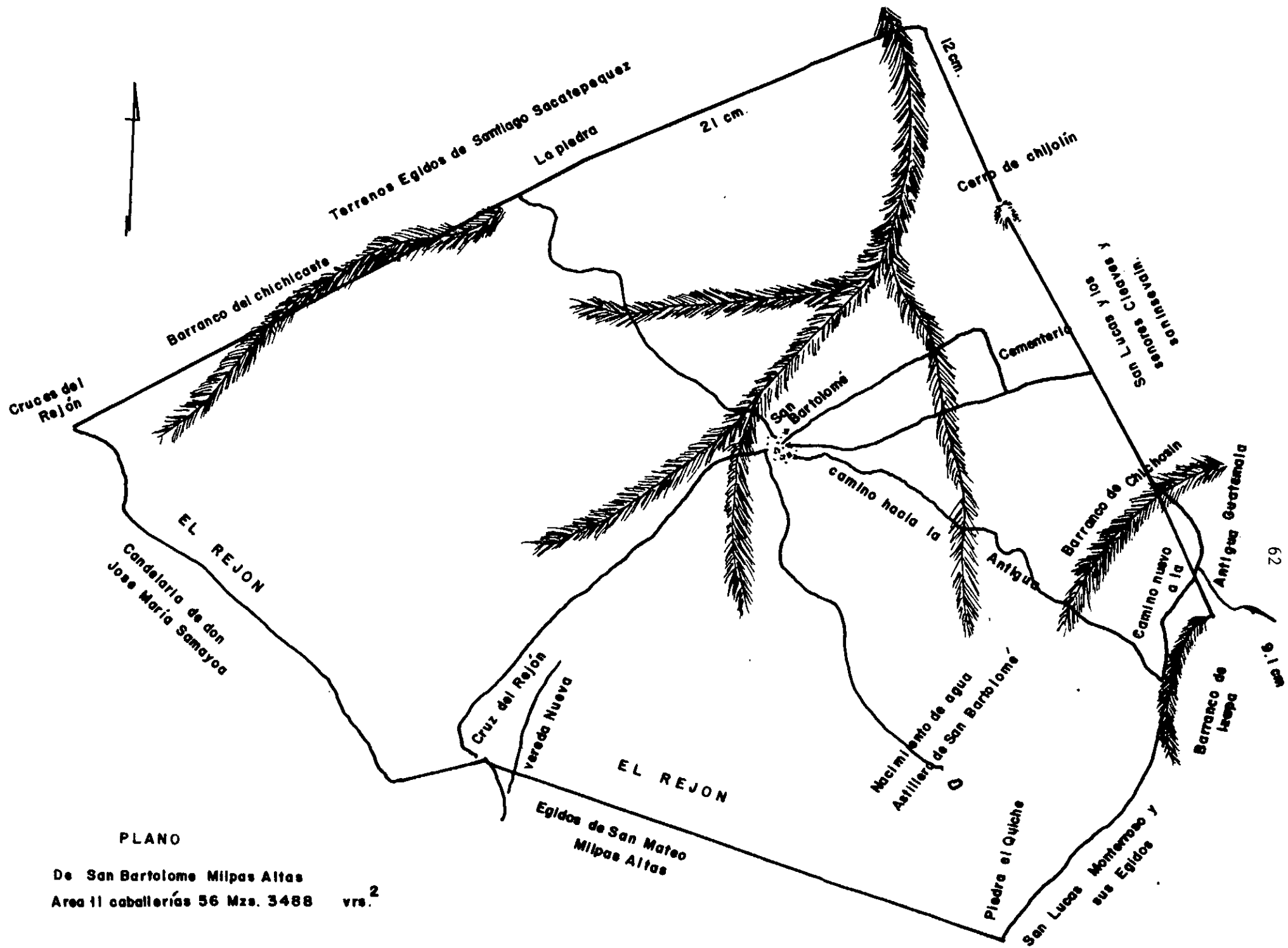
11. PERRATIS, T. 1930. Patología y terapéutica vegetal. Barcelona, Salvat. v. 1, P. 149-151
12. RAVEL D., G. DE. 1968. Tratados prácticos de fruticultura. Barcelona Blume. P. 228-262
13. SARRASOLA A., A.; SARRASOLA, M.A. 1975. Fitopatología moderna. Buenos Aires, Hemisferio Sur. v. 3, P. 4-5
14. VAN, T.; ZWET, D. 1979. Fire blight a bacterial disease of rosaceous plants. Washinton, D.C. Cropping Grower Books London. P. 11-63
15. WALKER, J. CH. 1975. Patología vegetal. Barcelona. Omega. P. 132-138



X. A N E X O

MAPA DEL DEPARTAMENTO DE SACATEPEQUEZ





PLANO

De San Bartolome Milpas Altas

Area 11 caballerías 56 Mzs. 3488 vrs.<sup>2</sup>



Boleta de encuesta para evaluar la importancia de la enfermedad en pera conocida como Tizón de Fuego, así como también alternativas de control, en el municipio de San Bartolomé Milpas Altas, del Departamento de Sacatepéquez.

Entrevista No. \_\_\_\_\_

Nombre del Agricultor: \_\_\_\_\_

Incidencia: \_\_\_\_\_ en % \_\_\_\_\_

1. HISTORIA:

1.0 Qué cultivo sembró antes de sembrar pera: \_\_\_\_\_

1.1 Cuántos años tiene de cultivar pera: \_\_\_\_\_

1.2 En qué año apareció la enfermedad en su cultivo: \_\_\_\_\_

1.3 Donde obtuvo los frutales cuando empezó a sembrar pera: \_\_\_\_\_

1.4 Qué variedades de pera tiene sembradas: \_\_\_\_\_

1.5 Qué variedades son susceptibles al tizón de fuego: \_\_\_\_\_

1.6 Ha cambiado sus variedades desde que empezó a sembrar pera:

SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_ PORQUE: \_\_\_\_\_

2. ASISTENCIA TECNICA:

Importancia de la enfermedad:

2.1 Cuando ha tenido problemas con el tizón de fuego a quien ha recurrido: \_\_\_\_\_

2.2 Ha recibido o recibe asistencia técnica para el control de la enfermedad: SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_ DE QUIEN \_\_\_\_\_

3. SINTOMATOLOGIA:

3.1 A qué edad afecta la enfermedad los árboles: \_\_\_\_\_

3.2 En qué parte de la planta aparece primero la enfermedad:  
tallo: \_\_\_\_\_ hoja: \_\_\_\_\_ flor: \_\_\_\_\_ brotes: \_\_\_\_\_ frutos: \_\_\_\_\_

3.3 Qué parte de su terreno se vé más afectada por la enfermedad: parte alta: \_\_\_\_\_ media: \_\_\_\_\_ baja: \_\_\_\_\_ todo: \_\_\_\_\_

4. DEL INJERTO:

4.1 Desinfecta las herramientas al injertar: SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_  
Con qué: \_\_\_\_\_

4.2 En qué fecha realiza los injertos: \_\_\_\_\_

4.3 Ha injertado en plantas dañadas por la enfermedad:

SI: \_\_\_\_\_ NO: \_\_\_\_\_

4.4 Donde obtiene el material para injertar: \_\_\_\_\_

4.5 Sistema de siembra del huerto: solo \_\_\_\_\_ asociado \_\_\_\_\_

4.6 Qué diseño de siembra usa en su huerto: al cuadrado \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_ tresbolio \_\_\_\_\_ quincuncio \_\_\_\_\_ Otros \_\_\_\_\_ ninguno \_\_\_\_\_

5. FERTILIZACION:

5.1 Usa algún abono: SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_

5.2 Qué tipo de abono usa: Químico \_\_\_\_\_ Orgánico \_\_\_\_\_

5.3 Cuándo aplica el abono: \_\_\_\_\_

5.4 Qué cantidad de abono aplica: \_\_\_\_\_

6. Control de la enfermedad:

6.1 Químico

6.1.1 Aplica el químico al momento de injertar:

SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_ CUANDO \_\_\_\_\_

6.1.2 Aplica algún químico a la planta: SI \_\_\_\_\_

CUAL \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_

6.2 Control Cultural:

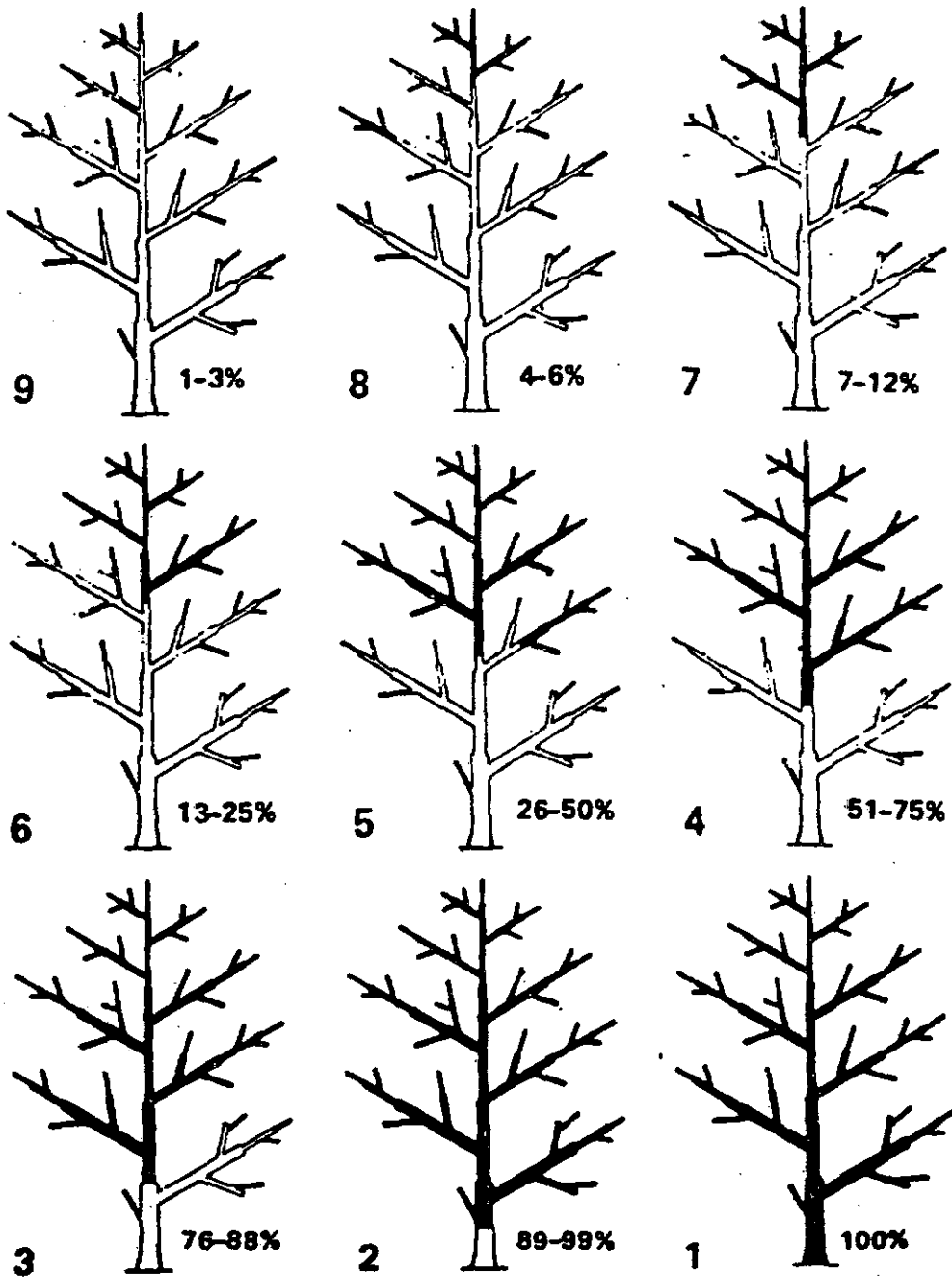
6.2.1 Hace podas en las plantas enfermas: SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_ CUANDO LAS HACE \_\_\_\_\_

6.2.2 Qué hace con los restos de poda: Los quema \_\_\_\_\_

Los entierra \_\_\_\_\_ Los amontona \_\_\_\_\_

6.2.3 Rendimiento de pera por árbol \_\_\_\_\_ quintales \_\_\_\_\_

ingresos por concepto de venta de pera \_\_\_\_\_



**ESCALA DIAGRAMATICA:**

Utilizada para determinar la severidad del tizón de fuego en el cultivo de pera en San Bartolomé Milpas Altas, Satepequez en el año 1986.



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia
Asunto

"IMPRIMASE"



ING. AGR. ANIBAL B. MARTINEZ M.  
D E C A N O

