

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA

ETIOLOGIA E IMPORTANCIA DE LA MARCHITEZ DEL CHILE
PIMIENTO (Capsicum annuum), EN EL
ORIENTE DE GUATEMALA

T E S I S

Presentada a la Honorable Junta Directiva de la
Facultad de Agronomía
de la Universidad de San Carlos de Guatemala

P O R

JULIO RENE MORALES

En el acto de su investidura como

INGENIERO AGRONOMO

En el Grado Académico de

LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS

Guatemala, noviembre de 1982

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central
Sección de Tesis

01
T(668)
c. 3

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

R E C T O R

DR. EDUARDO MEYER MALDONADO

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO:	Dr. Antonio Sandoval S.
VOCAL PRIMERO:	Ing. Agr. Oscar R. Leiva R.
VOCAL SEGUNDO:	Ing. Agr. Gustavo Méndez G.
VOCAL TERCERO:	Ing. Agr. Nestor F. Vargas
VOCAL CUARTO:	Prof. Leonel E. Durán
VOCAL QUINTO:	Prof. Francisco Muñoz
SECRETARIO:	Ing. Agr. Carlos R. Fernández P.

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO:	Dr. Antonio Sandoval S.
EXAMINADOR:	Ing. Agr. Amilcar Gutiérrez
EXAMINADOR:	Ing. Agr. Rolando Aguilera
EXAMINADOR:	Ing. Agr. Carlos Echeverría
SECRETARIO:	Ing. Agr. Carlos R. Fernández P.

Guatemala, noviembre de 1982

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 vuestro criterio, el trabajo de tesis titulado "ETIOLOGIA E IMPORTANCIA DE LA MARCHITEZ DEL CHILE PIMIENTO (*Capsicum annuum*), EN EL ORIENTE DE GUATEMALA", 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,


Julio René Morales



FACULTAD DE AGRONOMIA
Ciudad Universitaria, Zona 12.
Apartado Postal No. 1545
GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia
Asunto
.....

18 de noviembre de 1982

Doctor
Antonio Sandoval
Decano Fac. Agronomía

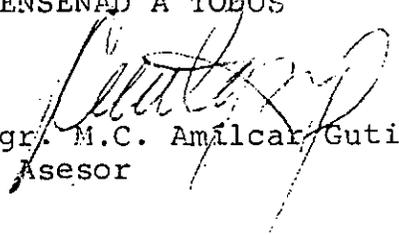
Señor Decano:

Atentamente comunico a usted que he asesorado la investigación del estudiante Julio René Morales titulada "ETIOLOGIA E IMPORTANCIA DE LA MARCHITEZ DEL CHILE PIMIENTO EN EL ORIENTE DE GUATEMALA".

Por su calidad científica este trabajo merece ser aprobado como tesis profesional, por lo cual - recomiendo su aceptación.

Atentamente,

"ID Y ENSEÑAD A TOBOS"


Ing. Agr. M.C. Amílcar Gutiérrez
Asesor

cc. archivo

AG/nlzm

SECTOR PUBLICO AGROPECUARIO Y DE ALIMENTACION
INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA AGRICOLAS

AVENIDA REFORMA 8-60. ZONA 9, EDIFICIO
"GALERIAS REFORMA", 3ER. NIVEL - TELS.: 317464 - 318371

GUATEMALA, C. A.

No. PH-82-109

Noviembre 8, 1962

SR. DECANO DE LA FACULTAD
DE AGRONOMIA DE LA UNIVER
SIDAD DE SAN CARLOS,
Dr. Antonio Sandoval
Presente

Me complace informarle, que he asesorado y revisado el trabajo de tesis titulado "ETIOLOGIA E IMPORTANCIA DE LA MARCHITEZ DEL CHILE PIMIENTO (Capsicum annuum, L.) EN EL ORIENTE DE GUATEMALA", presentado por el universitario Julio René Morales.

El mencionado trabajo, considero que constituye un valioso aporte dentro del campo de la investigación básica de Guatemala.

Atentamente,



Ing. Edgar Oliva Véliz
ASESOR

ACTO QUE DEDICO

A: DIOS MI SALVADOR

A: mi Madre:

María Antonia Morales A.

A: mi Esposa

Luz Silvina Ruíz de Morales

A: mi Hija

Jenniffer Ivette Morales Ruíz

A: mis Hermanos

José Luis Morales

Rosa Elida Clavería Morales

Jesús Clavería Morales

A: mi Tio

Modesto Morales Ayala

A: mis Sobrinos

A: mis amigos en general

TESIS QUE DEDICO

A mi Patria Guatemala

A mi pueblo El Júcaro, Depto. del Progreso

Al Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas

A la Facultad de Agronomía

Al Campesino Guatemalteco

RECONOCIMIENTO

Al Programa de Hortalizas del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas, por permitirme realizar este estudio.

Al Ing. Agr. Oscar Lionel Orozco Barrios, por su valiosa colaboración para la realización del presente estudio.

Al Ing. Agr. Edgar Oliva Veliz, asesor del presente trabajo, por sus acertadas observaciones y valiosa orientación científica.

Al Ing. Agr. Amilcar Gutierrez Alvarez, asesor del presente trabajo, por sus acertadas observaciones y valiosa orientación científica.

Al personal de apoyo de la rama de Fitopatología, por su cooperación.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
Resumen	
I. Introducción.....	1
II. Revisión de Literatura.....	3
III. Objetivos.....	12
IV. Hipótesis.....	12
V. Materiales y Métodos.....	12
1. Etiología.....	12
1.1- Toma de muestras.....	12
1.2- Aislamiento de microorganismos.....	12
1.3- Cultivo e identificación de microorganismos...	12
1.4- Pruebas de patogenicidad.....	13
2. Importancia de la marchitez.....	15
2.1- Distribución.....	15
2.2- Incidencia.....	15
VI. Resultados y discusión.....	18
1. Etiología.....	18
1.1- Toma de muestras.....	18
1.2- Aislamiento de microorganismos.....	18
1.3- Pruebas de patogenicidad.....	19
1.4- Identificación de microorganismos patógenos...	20
2. Importancia de la enfermedad.....	21
2.1- Incidencia.....	21
2.2- Distribución.....	25
VII. Conclusiones.....	28
VIII. Recomendaciones.....	29
IX. Bibliografía.....	30
X. Apéndice.....	32

INDICE DE FIGURAS, CUADROS Y GRAFICAS

	Página
FIGURAS	
1. Método para muestrear: "Streets Modificado"...	17
2. Distribución e incidencia (%).....	24
3. Esquema del procedimiento para el cultivo de un organismo patógeno de plantas.....	34
CUADROS	
1. Patogenicidad de 3 géneros de hongos aislados de chile pimiento afectado por marchitez y sus interacciones.....	22
2. Distribución e incidencia de la marchitez del chile pimiento en el oriente de Guatemala....	27
GRAFICA	
1. Superficie cosechada y porcentaje de incidencia de enfermedad de chile pimiento en oriente.....	26

R E S U M E N

En los departamentos de Guatemala, el Progreso, Jutiapa, Zacapa y Chiquimula, se cultiva el chile pimiento, el cual es afectado por la enfermedad conocida como "Marchitez", y cuyos síntomas se presentan cuando la planta ha comenzado a fructificar, siendo el sistema radicular en donde se aprecia el mayor daño.

La marchitez se observa de forma irregular en el campo cultivado, por lo que se aprecia dicha enfermedad en toda el área. Según información de los agricultores se ha incrementado considerablemente en los últimos años, así en 1981 la incidencia de la enfermedad osciló entre 8.6% a 55.83% del área cultivada, lo que demuestra que las pérdidas son grandes.

Determinar la etiología de la enfermedad implicó conocer cuales eran los agentes patógenos que incitan la marchitez en el oriente de Guatemala. Además se determinó la incidencia y la distribución de la marchitez, encontrándose diseminada en los cinco departamentos. Correspondiendo la mayor distribución a la mayor incidencia, teniéndose la menor diseminación en el departamento de Guatemala y la mayor en el departamento de el Progreso.

Del total de 366.31 manzanas cultivadas con chile pimiento en los cinco departamentos, fueron afectadas por la marchitez 131.09 manzanas en el año de 1981; para determinar la incidencia, se utilizó el método Streets Modificado. Estimándose un tamaño máximo de explotación de 5 manzanas, por lo que se consideró adecuado éste método para muestrear.

Cumpliendo con los postulados de Koch, se determino que la enfermedad es causada por dos agentes patógenos, siendo éstos:

Sclerotium rolfsii y Phytophthora capsici. Se comprobó también que Fusarium sp no afecta al cultivo.

En la interacción Fusarium sp más Sclerotium rolfsii, no se presentó la marchitez, lo que se considera posiblemente un antagonismo.

En la identificación de campo y laboratorio de los agentes patógenos de la marchitez de chile pimiento, se llegó a concluir que en el oriente de Guatemala, los géneros que incitan la enfermedad son: Phytophthora capsici y Sclerotium rolfsii.

1 - INTRODUCCION

La enfermedad de la marchitez del chile pimiento, indudablemente es un problema serio que afecta a la agricultura en la actualidad, ocasionando cuantiosas pérdidas económicas las cuales el agricultor no esta en capacidad de aceptar.

En Guatemala, la mayor incidencia de esta enfermedad ocurre en el oriente del país debido al bajo nivel tecnológico aplicado a la agricultura en general; y por ende, ha llegado a constituir uno de los problemas más severos en cuanto a hortalizas se refiere, ya que se han obtenido pérdidas que llegan al 100%. Otro factor coadyuvante resulta del desconocimiento etiológico de la enfermedad, y por lo tanto, aún no se ha podido prevenir ni combatir la misma. La reincidencia de la enfermedad en países como México, Argentina y los Estados Unidos, han obligado a éstos a superarla a través de la evolución tecnológica, la aplicación de compuestos químicos, prácticas culturales y charlas sobre la afección de ésta solanácea, han contribuido ha obtener resultados favorables en cuanto a la disminución de la incidencia.

En la ciudad capital y los departamentos, el cultivo del chile pimiento es de gran importancia por la demanda del mismo, la cual es mantenida durante todo el año.

Infortunadamente, el rendimiento y la calidad del chile pimiento se ven afectados por la enfermedad antes dicha; la cual se ha incrementado en forma alarmante en casi todos los terrenos del oriente de Guatemala, a tal extremo, que ya no se cultiva en algunos de ellos, causando con esto el aumento de la pobreza de algunas familias cuyo sosten en parte se derivaba de este cultivo.

La sintomatología de la marchitez en el cultivo del chile pimiento en nuestro país, tiene las siguientes características: Las raíces presentan una pudrición acuosa muy leve, la cual continúa hacia la parte superior de la planta, afectando el tallo. En la parte aérea, las hojas son decoloradas hasta secarse, produciéndose la muerte de la planta, pero sin defoliarse.

El marchitamiento es rápido, apareciendo distribuido en forma irregular, atacando plantas en diferentes surcos, por lo que la enfermedad se puede apreciar en toda el área cultivada.

Los estados de avance de esta enfermedad, son tres:

- a) La planta se observa verde, sin embargo, las hojas comienzan a enrollarse hacia el haz de las mismas, los tallos, ramas, flores y frutos se ven normales; no obstante, al arrancar la planta, las raíces presentan un secamiento en la parte leñosa, observándose una necrosis que avanza hacia la raíz pivotante.
- b) La planta en esta etapa presenta una marchitez completa, es decir, que tallos, ramas, hojas, flores y frutos se deshidratan el follaje se decolora completamente, y las hojas se ven flaccidas, la raíz presenta una necrosis casi completa, llegando a la base del tallo. En algunas ocasiones se logra detectar el micelio, el cual es de color blanco sobre la base y parte superior del tallo, presenta estructuras miceliales globosas también de color blanco, que luego se van tornando en color café.
- c) En esta última etapa, la planta se encuentra enteramente seca, desde las raíces hasta las hojas, pero sin sufrir defoliación.

II - REVISION DE LITERATURA

Por observaciones inciales preliminares de campo y de la boratorio se sospechó que el agente causal de la marchitez, era cualquiera de los siguientes hongos: Fusarium, Phytophthora ó Sclerotium.

En el año de 1919 en Nuevo México, la enfermedad del marchitamiento del chile pimiento, fué descrita por Leonian, con la siguiente sintomatología: el marchitamiento era rápido en el campo definitivo, los tallos presentaban una podredumbre cortical y a veces acompañada de una apariencia acuosa, pero muy mínima, al final moría la planta, siendo causada ésta marchitez por Fusarium solani. Leonian también describió un marchitamiento y muerte de las plantas con las mismas características que la anterior, pero incitada por Phytophthora capsici (2, 4, 5, 14).

En Guatemala, en el año de 1968, Eugenio Schieber y Antonio Sánchez escribieron dentro de su "Indice preliminar de las principales enfermedades de las plantas en Guatemala", que en la región oriental existen los hongos Phytophthora capsici y Fusarium annuum Leonian relacionados con enfermedades del chile pimiento; pero no explican nada acerca de sus estudios fitopatológicos realizados en esa área (15).

Actualmente, la Universidad de California en Davis, en su colección cuenta con material ya disponible con resistencia a la pudrición de la raíz, causada por Phytophthora capsici (17).

Microorganismos reportados como causantes de la marchitez.

1. HONGOS

1.1- Fusarium spp

El género Fusarium, posee microconidios en hifas no di-

ferenciadas; macroconidios en esporodoquios o en hifas no diferenciadas; a menudo forma clamidosporas. De las especies existentes muchas de ellas son sólo saprófitas o patógenos muy débiles.

Existen dos grupos generales de patógenos importantes: los que producen pudriciones del tallo y la raíz, incluyendo "Mal del Talluelo", Fusarium solani y Fusarium roseum; y los que producen marchitez vascular, todos variantes de la especie Fusarium oxysporium. Estos últimos viven en el suelo y una vez establecidos en un terreno determinado persisten por muchos años. Fusarium oxysporium posee diferentes formas, cada una de las cuales es específica para una especie de hospedantes (4, 5, 6, 9).

El organismo es diseminado principalmente como clamidosporas o conidios. El movimiento capilar del agua a través del suelo no es un medio importante de diseminación del hongo, pero este puede ser transportado en el agua de drenaje y riego, en partículas de suelo adheridas a los implementos agrícolas y a los animales, estiércol y posiblemente en el suelo o en las esporas acarreadas por la lluvia o las inundaciones (16).

Del año 1935 a 1940, en la provincia de Mendoza, Argentina, Rafael E. Pontis, realizó el estudio del marchitamiento del pimiento, citando a Fusarium spp como agente causal de dicha enfermedad (14).

1.2- Phytophthora spp

El género Phytophthora, presenta una reproducción sexual similar a Pythium, pero en la reproducción asexual las zoosporas no son liberadas en vesículas sino salen directamente de los esporangios. Phytophthora, es uno de los géneros de hongos fitopatógenos más importantes; muchas especies atacan las partes aéreas de las plantas, otras permanecen en el suelo y causan el mal del talluelo en plantas jóvenes, o bien pudriciones y llagas corticales en tallos y raíces de plantas adultas. Entre las especies más importantes en los trópicos está Phytophthora capsici en Chile pimiento (4, 5, 6, 8, 9).

Este hongo causa la marchitez del Chile pimiento, considerándose como uno de los enemigos principales, debido a su acción devastadora (2, 5, 7, 8, 13).

El hongo Phytophthora capsici, hace presentar síntomas en la planta del Chile pimiento, tales como: marchitamiento general, cuando el ataque es en las raíces o base del tallo, pues destruye los conductos vasculares como el Xilema y Floema, obstruyendo el paso del agua y nutrientes al follaje de la planta. Puede atacar también de una forma parcial, así, en una rama, en el fruto o en el follaje (2, 5, 7, 13).

En plántulas causa el ahogamiento (damping-off), en las hojas los síntomas comienzan en el ápice, consistiendo en áreas romboides de color pálido, que luego cambia a color café claro con textura rígida y quebradiza, dichas manchas pueden ser cubiertas por las fructificaciones del pa

tógeno y frecuentemente causan defoliación. Los frutos presentan áreas decoloradas contrastando con la porción sana, dentro del fruto se llega a formar micelio de aspecto algodonoso, el mal avanza y el fruto se seca, y se arruga, hasta quedar momificado (13).

Algunos autores mencionan que el hongo puede sobrevivir como micelio en la semilla y que éste es la fuente de inóculo primario. Sin embargo, otros mencionan que esta fuente de inóculo no parece ser la única, debido a que la formación de zoosporas podría ser frecuente, y es posible que pasen el invierno en el suelo o en residuos de plantas, germinando al iniciarse la época de la lluvia para ocasionar infecciones primarias.

Bajo condiciones de alta humedad relativa y temperaturas moderadas (24°C), el hongo forma una gran cantidad de esporangios en la base del tallo o en la superficie externa de frutos y hojas. Estos esporangios al ser desprendidos por el agua de lluvia o de riego germinan liberando zoosporas, las cuales nadan o son acarreadas por el agua a las plantas vecinas, resultando con frecuencia la localización del daño o a lo largo de un surco. En campos mal nivelados, la enfermedad puede presentarse en amplias zonas bien definidas, coincidiendo con el área del terreno donde se encharca el agua. La diseminación de la enfermedad puede llevarse a cabo mediante esporangios transportados por el viento (11, 13).

1.3- Sclerotium spp

Las enfermedades causadas por este hongo aparecen como dam
ping off en las plantulas, tallos cancerosos, quemaduras
foliares, pudriciones de raíz, bulbos, tubérculos y fru-
tos.

Sclerotium spp, causa enfermedades en climas calidos, afectando
plantas en los países dentro de una latitud de 38° en am-
bos lados del Ecuador.

Afectan a una amplia gama de plantas incluyendo hortali-
zas, flores, cereales, plantas forrajeras y malezas. Al-
gunos de los mayores hospederos incluye solanaceas, le-
guminosas, cucurbitáceas y crucíferas (1).

Cuando las plantas son atacadas el hongo invade todas las
partes de la misma y esta muere rapidamente. Cuando el
hongo ataca plantas que han desarrollado tejido maderable
como el chile pimiento, este no es invadido, pero el hon-
go crece dentro de la corteza lenta o rápidamente, ciñen
do a las plantas las cuales eventualmente mueren. Usual-
mente la infección comienza sobre los tallos suculentos
como una lesión café obscura justamente abajo de la linea
del suelo. El primer sintoma visible aparece como un mar
chitamiento de las hojas o secamiento de los puntos de las
hojas hacia el peciolo (1, 5, 11).

En chile pimiento el hongo invade los tallos hacia arriba
iniciandose la marchitez, continúa su desarrollo hasta
cubrir el tallo con una masa de micelio ramificado y de
color blanco produciendose una lesión; el avance del cre

cimiento del hongo hacía arriba depende de la cantidad de humedad presente (1, 5).

El hongo se mueve más rápidamente hacía abajo y destruye el tejido radicular; el micelio blanco está siempre presente en y sobre los tejidos infectados y desde estos crece sobre el suelo hacía plantas adyacentes comenzando -- nuevas infecciones. El margen entre el tejido sano y el enfermo es con frecuencia más obscuro que los otros tejidos (1).

Si las raíces son infectadas tarde en su desarrollo, los síntomas pueden pasar inadvertidos a la cosecha, pero la enfermedad continua como una pudrición en almacenamiento (1).

Sobre todos los tejidos infectados, y aun sobre los suelos vecinos o cercanos el hongo produce numerosos pequeños esclerocios de tamaño uniforme que son redondeados o irregulares y blancos cuando inmaduros, haciendose café obscuro cuando ya han madurado. Los esclerocios maduros no estan conectados con el micelio y tienen el color, tamaño y forma de una semilla de mostaza (1, 5, 11).

La fase sexual de *Screrotium rolfsii* (*Pellicularia rolfsii*), causa los síntomas descritos arriba en el cultivo del chile pimiento, ocasionalmente produce basidiosporas en los margenes de las lesiones bajo condiciones húmedas. El hongo parece invernar como esclerocio y también como micelio en tejidos infectados o rastrojos de plantas. Este se dispersa por movimiento de agua, maquinaria, herra

mientas, plantas infectadas o bien con la semilla. Basi diosporas y conidias pueden participar en la diseminación de la especie, pero su rol no está claramente establecido (1, 5).

El hongo ataca tejidos directamente, no obstante produce una considerable masa de micelio que mata y desintegra - por secreciones de ácido xálico, pectinolítico y celulolítico y otras enzimas antes de que penetre al hospedero. Una vez el hongo establecido en la planta, el avance subsecuente de micelio es muy rápido cuando existe alta humedad y temperatura especialmente de 30° a 35°C.

El patógeno parece crecer y atacar mejor las plantas cerca de la línea del suelo, talvez debido a temperaturas favorables y mayor suministro de sustancias orgánicas -- que el hongo usa para alimentarse o talvez menos competencia o antagonismo con otros microorganismos del suelo.

Sclerotium spp, parece ser capaz de sobrevivir por periodos largos, pero puede inducir la germinación de esclerocios prematuramente, por periodos alternos de húmedad.

El hongo crece en un amplio rango de pH (1.4 a 8.8) y es favorecido por suelos arenosos bajos en nitrógeno (1, 5).

El control de *Sclerotium spp* es difícil, y depende parcialmente de prácticas culturales tales como: rotación de cultivos, aradura profunda, mantenimiento de pH cerca de 7 y en algunos casos aplicando fungicidas tales como: Pentacloronitrobenceno (CNB) y Dicloran al suelo o en el surco durante la siembra (1,5 11).

Otros microorganismos.

2. BACTERIAS

Dentro de estos microorganismos patógenos, *Pseudomonas solanacearum* es una bacteria que se caracteriza por incitar la enfermedad del marchitamiento en Chile pimiento.

Se desarrolla en países subtropicales extendidos de Norte a Sur del Ecuador al rededor de 38° de latitud, cuando existen condiciones especiales se desarrolla a 42° paralelos. Se establece muy bien y puede ser uno de los patógenos más destructivos que se conocen (5).

Más de 60 cultivos diferentes son susceptibles, afortunadamente hay una amplia variación en el grado de infección. Tomate, Berengena, Papa, Chile Pimiento y Tabaco, son unos de los cultivos que sufren mayores pérdidas.

Los primeros síntomas de las plantas susceptibles es el marchitamiento de plántulas y el amarillamiento en hojas viejas así como partes bajas del follaje. Si se arrancan las plantas y se observan las raíces aunque parezcan normales, el Xilema y Floema se encuentran obstruídos, la raíz regularmente presenta una apariencia acuosa.

El tono café de la raíz se descompone progresivamente, y la planta presenta un marchitamiento y decoloramiento del follaje hasta que muere (5).

Durante el clima húmedo, algunas plantas invadidas por la bacteria permite la entrada de otros microorganismos en las raíces. El daño producido en el tallo y las raíces, hacen que se desintegren progresivamente, pero los síntomas generales se presen-

tan de un color café amarillento; el fluído del exudado bacteriano y el fluído final de la planta son comunes para todos los cultivos susceptibles.

Para el control es necesario realizar largas rotaciones de cultivos, la erradicación de las malas hierbas, un buen drenaje y el uso liberal de fertilizantes nitrogenado, así como el uso de semilla certificada (5).

3. NEMATODOS

Es importante mencionar que el género Meloidogyne, es un nemátodo formador de agallas que permite a otros microorganismos invadir las raíces que ha dañado.

La temperatura es factor importante para la penetración de algunas especies, así tenemos que entre 50 y 95°F y un optimo de 81°F que favorece el desarrollo de Meloidogyne spp.

Las especies del género Meloidogyne que afectan al cultivo de chile pimiento son: hapla, arenaria, incognita y acrita (5).

Para el control es necesario realizar rotación de cultivos y el buen uso de namatícidas.

III - OBJETIVOS

1. Determinar la etiología de la enfermedad conocida como marchitez del chile pimiento en el oriente de Guatemala.
2. Conocer la importancia de la enfermedad en Guatemala, en función de la distribución e incidencia.

IV - HIPOTESIS

1. La marchitez del chile pimiento es causada por microorganismos de los géneros siguientes: Fusarium, Phytophthora y Sclerotium.
2. La marchitez del chile pimiento se encuentra distribuída en las áreas de explotación del cultivo en el oriente de Guatemala y su incidencia es elevada.

V - MATERIALES Y METODOS

1. Etiología

1.1. Toma de muestras

Para el efecto se hicieron recorridos en los campos cultivados con chile pimiento en el oriente de Guatemala, obteniéndose muestras representativas de plantas enfermas de algunos terrenos en cada departamento visitado.

1.2- Aislamiento de microorganismos

Para el aislamiento de los patógenos, se procedió a hacer siembras de partes vegetativas enfermas en medios de cultivos adecuados; los medios usados fueron: PDA y jugo V-8 agar. También se hicieron extracciones de nemátodos.

1.3- Cultivo e identificación de microorganismos

Para realizar pruebas de inoculación se tiene que cultivar el microorganismo, de tal manera que permita asegurar que

solo el patógeno sospechoso de la marchitez se aplique en la planta de prueba, esto se logra por medio del cultivo puro y para obtenerlo es necesario realizar lo siguiente. Se selecciona la parte de la raíz o base del tallo que se analizará. Los trocitos de tejido enfermos se colocan en bicloruro de mercurio durante 1-3 minutos, luego se pasa al agua destilada y esterilizada, lavandose por 3 minutos y se procede a sembrarlos en cajas de petri con medio de cultivo, para incubarlos a 25-30° C. Para el cultivo puro, los microorganismos aislados se trasladan individualmente a tubos de ensayo con el medio respectivo y se incuban. Todo el equipo usado se esterilizó y se trabajó con la asepsia de vida (ver figura NO.3).

Para la identificación se observaron las características de los microorganismos aislados y se compararon con las claves existentes. En el caso de Sclerotium spp, la presencia de signos del patógeno a nivel de campo fueron suficientes. Además se tomaron cajas de petri y en el fondo se les aplicó una película de agua estéril, se colocaron las raíces de las diferentes fases de marchitamiento de la planta, para estimular el desarrollo del hongo Phytophthora sp.

1.4- Pruebas de patogenicidad

Para la siembra de plantas de chile pimiento en el invernadero e inoculaciones de los microorganismos aislados, se preparó un semillero, con una relación de 1:1:1, de tierra arena y materia orgánica, se homogenizó y se desinfectó

con brumuro de metilo, luego a los cinco días se procedió a aplicar la semilla certificada. De igual forma se procedió para el suelo que se usó en las macetas a las cuales se transplantaron las plantas.

Se utilizaron 70 plantas de 40 días de edad, de las cuales 56 se inocularon con los 3 diferentes hongos aislados. La inoculación se hizo en la base del tallo de las plantas sanas, aplicando 50 ml de la solución. La concentración usada fué de 25 ml de agua destilada estéril por caja de petri de 9 cms de diámetro, conteniendo el hongo en desarrollo activo. Cada tratamiento consistió de 10 macetas con 250 grs de suelo esterilizado y una planta, de las cuales 8 fueron inoculadas y 2 testigos. En el caso de las interacciones la concentración de inóculo de cada hongo se redujo a la mitad o a la tercera parte según interactuaron 2 ó 3 hongos simultaneamente.

Para el conteo de conidias y esporangios de la solución se tomó 0.1 ml y se observó al microscopio.

Se hicieron observaciones diarias de las plantas inoculadas comparandose con los testigos. Estas observaciones se suspendieron hasta que terminó el ciclo vegetativo de las plantas.

Para la inoculación de los microorganismos en el invernadero, se hicieron 8 repeticiones de los siguientes tratamientos:

1. Fusarium sp
2. Phytophthora sp

3. Sclerotium sp
4. Fusarium sp más Phytophthora sp
5. Fusarium sp más Sclerotium sp
6. Fusarium sp más Phytophthora sp más Sclerotium sp
7. Phytophthora sp más Sclerotium sp
8. Testigo (con 14 repeticiones).

En el caso de Fusarium sp la suspensión aplicada tuvo 5000 conidias por ml. Phytophthora sp alcanzó una concentración de 80-120 esporangios por ml. Las concentraciones se midieron por dilución y recuento al microscopio en el hematocitómetro

2. Importancia de la marchitez.

2.1- Distribución

Para determinarla se consideró el área cultivada con chile pimiento en cinco departamentos, siendo estos Guatemala, el Progreso, Jutiapa, Zacapa y Chiquimula. Haciendo observaciones en los terrenos cultivados, se determina que cantidad del total de área sembrada con chile pimiento, es ta siendo afectada por la enfermedad.

2.2- Incidencia

La evaluación de la incidencia se efectuó por medio del método Streets Modificado (fig. 1), (18).

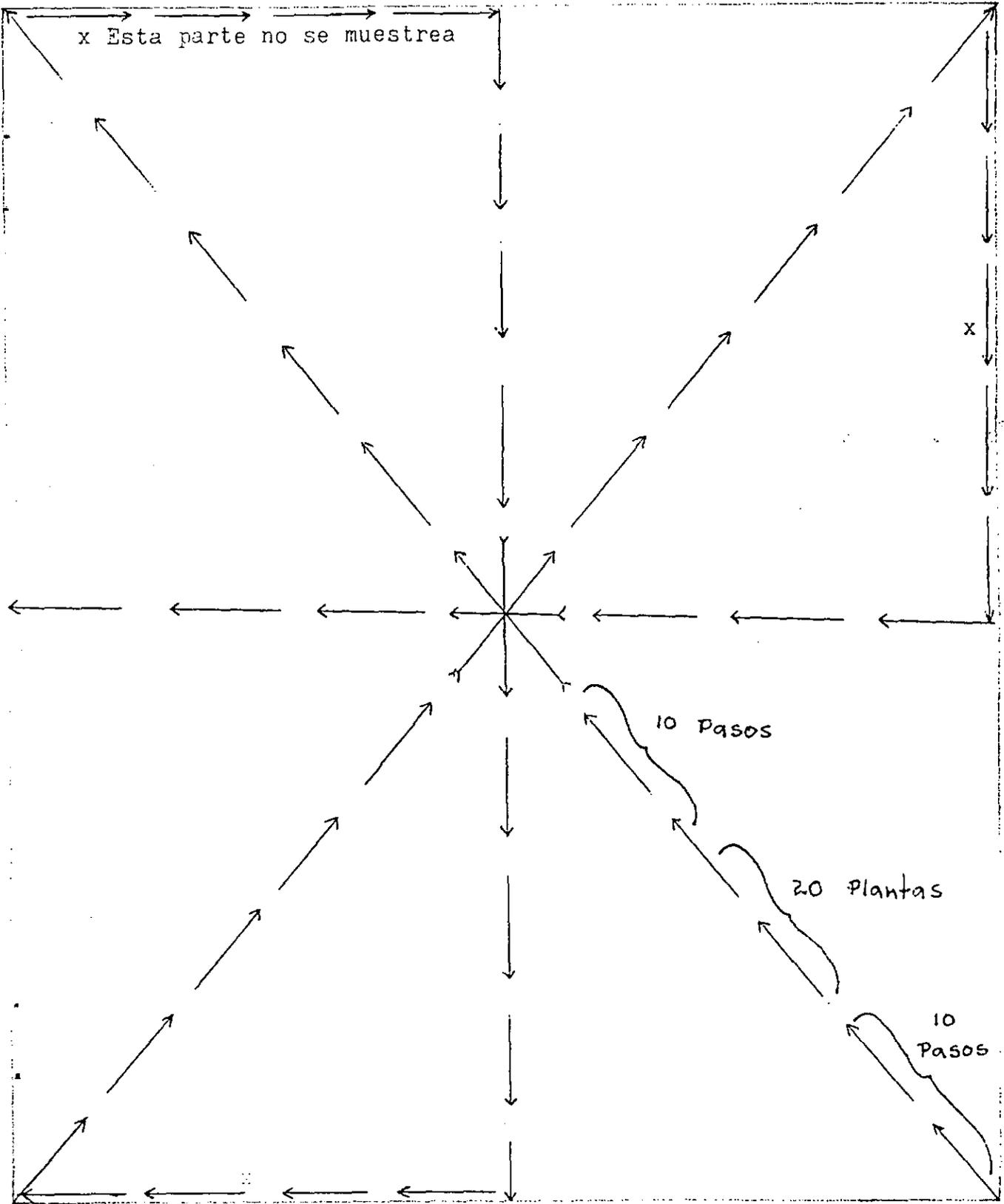
Se llega al campo cultivado, del cual habrá que considerar como mínimo 100 muestras de plantas sanas y enfermas por manzana en cultivos de chile pimiento.

Ubicándose en la esquina número uno (fig. 1) del terreno

cultivado, se comienza a caminar en diagonal y dirección de la esquina número tres, contando desde el principio 10 pasos, luego se evalúan veinte plantas sucesivas anotando cantidad de plantas sanas y enfermas, se termina este conteo y se vuelven a contar diez pasos siempre en dirección de la esquina número tres y se muestrean veinte plantas más, así se sigue hasta llegar a la esquina tres'. En seguida se camina lateralmente, ubicándose al centro de la misma manera como se hizo al principio, cruzando el terreno y partiéndolo en dos partes. Terminado este segundo caminamiento, se busca la esquina dos, para luego partir el terreno en dos triángulos llegando así a la esquina cuatro. Luego se camina hacia el centro de las esquinas uno y cuatro, y muestreando esta última parte, el terreno se divide en dos partes iguales, terminando el muestreo al centro de las esquinas dos y tres.

La distancia recorrida y la cantidad de plantas evaluadas puede variar en función del área muestreada. Para el caso del chile pimiento se estimó un tamaño máximo de explotación o finca de 5 manzanas, por lo cual se consideró adecuado usar una distancia de 10 pasos (aproximadamente 8 metros). Al terminar de muestrear una finca o terreno, se determina el % de incidencia de la enfermedad conociendo la proporción de plantas enfermas del total de plantas evaluadas.

Método para muestrear: "Streets Modificado" para cualquier forma de terreno en cultivos de chile, tomate y Berengena.



Streets muestrea en equis (X), solo dos caminamientos.

Modificación por el autor de esta tesis: dos caminamientos más.

VI - RESULTADOS Y DISCUSION

1. Etiología

1.1- Toma de muestras

En el muestreo efectuado a los cinco departamentos, resultaron con agentes patógenos las plantas recolectadas. Dicho muestreo se realizó de Julio a Diciembre de 1981, con la colaboración del Programa de Hortalizas del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas, ICTA.

1.2- Aislamiento de microorganismos

En los aislamientos que se hicieron de raíces, se detectaron 3 cepas fungosas, de las cuales 2 desarrollaron adecuadamente en PDA, siendo estas los hongos Fusarium sp y Sclerotium sp. El hongo Phytophthora sp, desarrolló bien en medio de cultivo específico, jugo de tomate V-8 - agar (ver apéndice).

También se aislaron 2 cepas bacterianas pero con muy poca frecuencia, por lo cual no se efectuaron pruebas de patogenicidad con las mismas. En cuanto a nemátodos, se obtuvieron bajas poblaciones fitoparásitas.

Al colocar raíces enfermas en contacto con el agua se observó adherida a las raíces una substancia ligeramente gelatinosa de color blanco, siendo esta el micelio del hongo Phytophthora sp que desarrolló esporangios a la luz artificial y natural. Comprobándose que el desarrollo de esporangios es mayor a la luz artificial y natural que en una incubadora, lo que implica que la luz es determinante para el desarrollo de esporangios.

1.3- Pruebas de patogenicidad

Por la literatura revisada (1, 2, 5, 11, 12, 13, 14) y las observaciones realizadas en los campos de los 5 departamentos, se obtuvo una buena orientación sobre los probables microorganismos patógenos de la marchitez, comprobándose por medio de los postulados de Koch, que Phytophthora sp y Sclerotium sp incitaron la enfermedad, no así Fusarium sp.

Es importante decir que al inocular Fusarium sp más Sclerotium sp no se presentó la enfermedad, lo que nos indica un posible antagonismo, ya que inoculados individualmente Fusarium sp no es agente patógeno, mientras que Sclerotium sp sí. De donde podemos decir que los 2 hongos no afectan juntos a la planta (ver cuadro No. 1). A nivel de campo este fenómeno posiblemente no se manifieste debido a la variabilidad microbiana presente en el suelo.

Fusarium sp, es un agente patógeno débil de los cultivos, y la mayoría de las especies son saprófitas (8); sin embargo, en la literatura frecuentemente se menciona a Fusarium asociado con Meloidogyne ocasionando marchitez, interacción que no fué comprobada. Las interacciones realizadas entre Fusarium sp más Phytophthora sp y Sclerotium sp más Phytophthora sp sí incitaron la enfermedad, lo que implica que en el primer caso fué Phytophthora sp el posible agente causal y en el segundo caso, ambos hongos fueron patógenos. Al formar la interacción entre Fusarium sp más Sclerotium sp más Phytophthora sp sí se observó la

marchitez, posiblemente, Phytophthora sp fué el que hizo que se presentara dicha enfermedad, dado el antagonismo - que existe entre Fusarium sp más Sclerotium sp (ver cuadro No. 1).

Las pruebas de patogenicidad con bacterias y nemátodos no se realizaron debido a las razones expuestas anteriormente.

1.4- Identificación de microorganismos patógenos

Comparando las características de los microorganismos aislados con las reportadas en la literatura consultada (1, 2, 3, 5, 12, 13) se determinó que de raíces de chile pimiento se obtuvieron:

- a) PDA: Fusarium sp y Sclerotium rolfsii
- b) Jugo de tomate V-8 - agar: Phytophthora capsici
- c) Raíces en agua: Phytophthora capsici

De los microorganismos mencionados, los que produjeron los síntomas característicos de la marchitez fueron:

Sclerotium rolfsii y Phytophthora capsici

A continuación se describen algunas características importantes de estos patógenos.

- a) Sclerotium rolfsii: En PDA se obtuvo un crecimiento rápido y abundante de micelio blanco algodonoso, produjo esclerocios de color café en abundancia.

En el campo se observó el desarrollo de esclerocios en la parte basal del tallo; al realizar la inoculación también se formaron esclerocios. Esto concuerda con lo descrito - por G. Agrios (1).

- b) Phytophthora capsici: En jugo de tomate V-8 - agar, se ob-

tuvo un crecimiento rápido de poco desarrollo vertical y pudo verse adecuadamente solo a trasluz. Forma esporangios - en abundancia a la luz artificial y natural, estos esporangios con 1-3 papilas bien diferenciadas, en incubadora el desarrollo de los esporangios fué menor. No se observó formación de clamidosporas. La especie de Phytophthora reportada en la literatura (1, 2, 5, 12, 13) como causante de la marchitez en chile pimiento es únicamente Phytophthora cap-sici.

2. Importancia de la enfermedad

2.1- Incidencia

En los departamentos muestreados se observó la presencia de plantas marchitas en porcentajes variables que fluctuaron entre 8.6 y 55.83%, alcanzando algunos lugares hasta un 100% de incidencia.

La marchitez fué observada en tres estados de avance, comenzando cuando la planta ha desarrollado las pri--meras flores y causando la muerte dentro de un período aproximado de 18 días, lo que implica que su daño lo realiza rápido, destruyendo el Xilema y Floema.

En la figura No. 2 puede apreciarse que en el departamento de Chiquimula se siembra la mayor superficie de chile pimiento, 126 Mz. y la incidencia de la enfermedad fué de 41.90%, lo que implica que cerca de la mitad del área cultivada fué afectada. Mientras que el departamento del Progreso con 81.86 Mz cultivadas, la incidencia fué de 55.83% lo que demuestra que la enfer

CUADRO No. 1

Patogenicidad de 3 géneros de hongos aislados de chile pimiento afectado por marchitez, y sus interacciones.

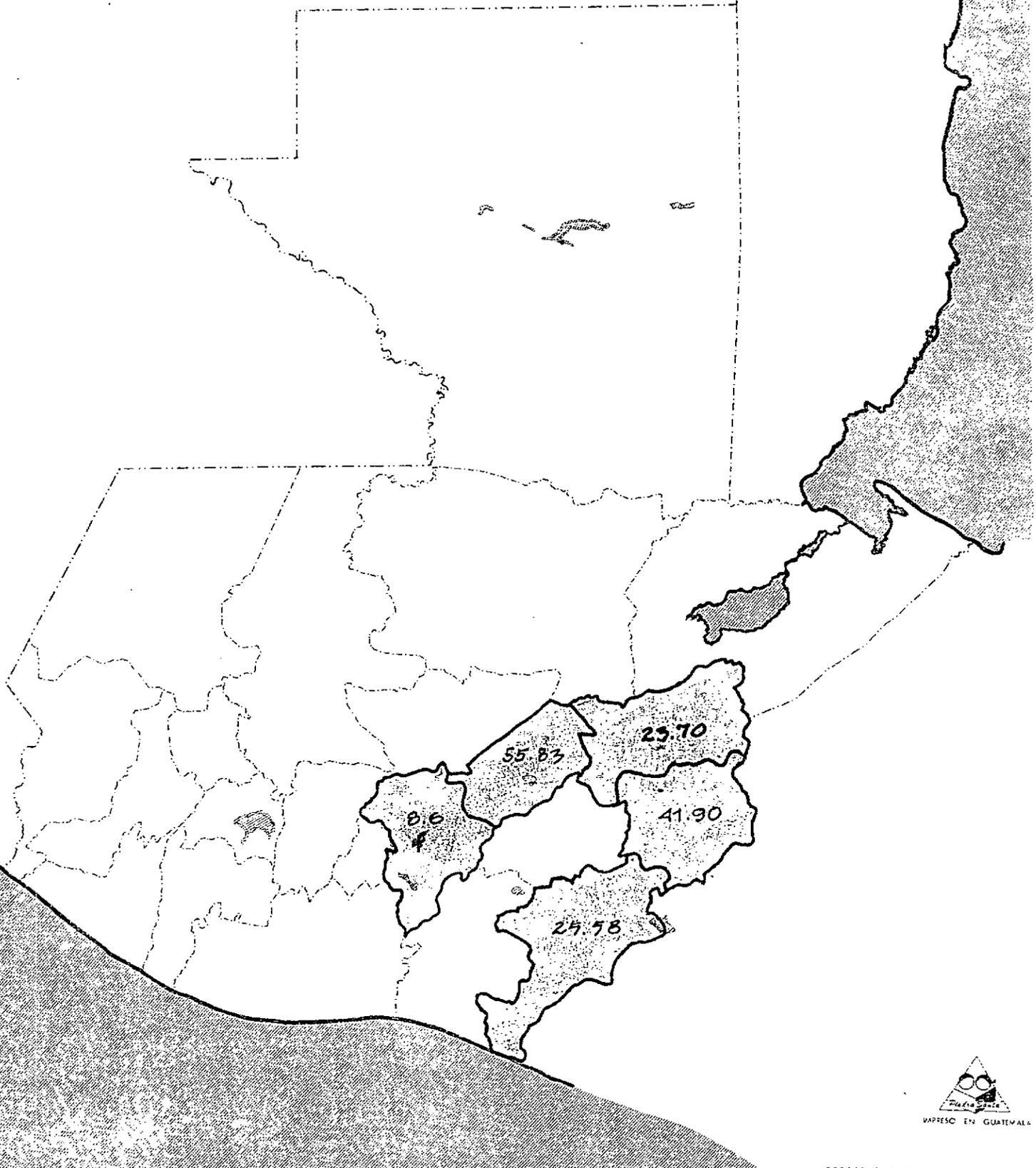
HONGO INOCULADO	Fecha de inoculación	Edad de la plan- ta al inocularse.	Fechas aparición de los síntomas	Estado de las plantas 8-6-81		Total plan- tas inocu- ladas.	Testigo
				muertas ---	sanas 8		
<i>FUSARIUM SP</i>	20-5-81	40 días	-----	---	8	8	2
<i>SCLEROTIUM ROLFSII</i>	"	"	25-5-81	8	-	8	2
<i>PHITOPHTHORA CAPSICI</i>	"	"	"	8	-	8	2
<i>FUS. SP + SCLEROTIUM ROLFSII</i>	"	"	"	-	8	8	2
<i>FUS. SP + PHYTOPHTHORA CAPSICI</i>	"	"	"	8	-	8	2
<i>SCLER. ROLFSII + PHYTO. CAPSICI</i>	"	"	"	8	-	8	2
<i>FUS. SP + SCLER. ROLF. + PHYTO. CAP</i>	"	"	"	8	-	8	2

medad supera el 50% del área sembrada y por lo tanto ocasiona las mayores pérdidas en rendimiento de la zona oriental. El departamento de Guatemala con 37 Mz de superficie cultivada, tuvo solamente el 8.6% de incidencia, esto posiblemente se deba al buen uso de fungicidas y prácticas culturales que realizan en el departamento, ya que los factores climáticos favorecen el buen desarrollo de la enfermedad.

Se pudo observar que la incidencia en la marchitez de chile pimiento es igual a la severidad, ya que las plantas afectadas generalmente no alcanzan a producir.

MAPA DE LA REPUBLICA DE GUATEMALA

Distribución e incidencia (%) de la marchitez del chile pimiento

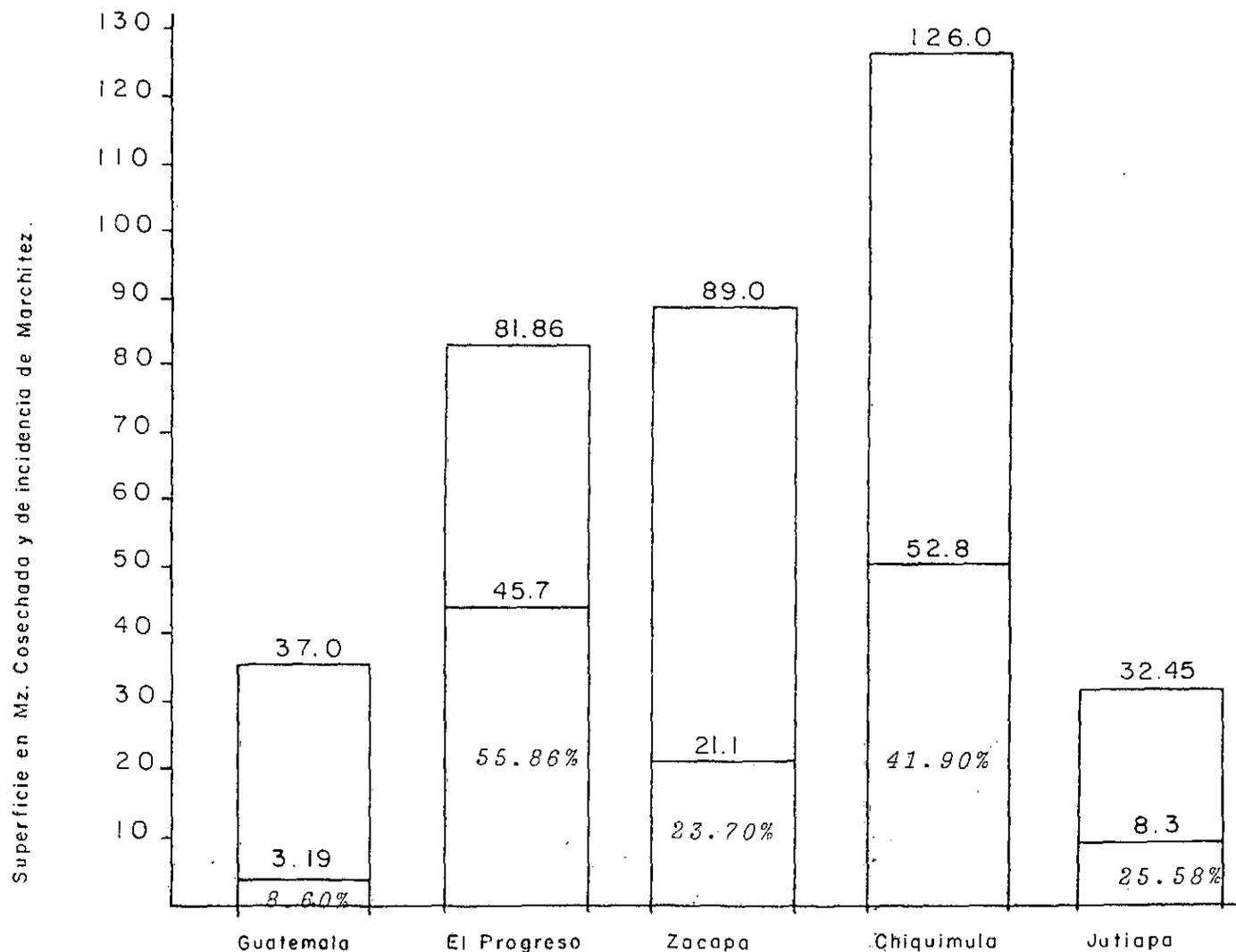


2.2- Distribución

Luego de analizar la superficie sembrada en los cinco departamentos y haber realizado el muestreo, se pudo comprobar que la marchitez de chile pimiento con incidencias variables, se encuentra distribuída en todas las áreas cultivadas del oriente de Guatemala.

Como la enfermedad se encuentra bien distribuida en las zonas productoras, la mayor distribución corresponde a la mayor incidencia, entonces en el departamento del Progreso la marchitez esta más diseminada que en cualquier departamento del oriente. La menor diseminación se observa en el departamento de Guatemala (ver gráfica No. 1 y cuadro No. 2).

SUPERFICIE COSECHADA Y PORCENTAJE DE INCIDENCIA DE ENFERMEDAD DE CHILE PIMIENTO EN ORIENTE.



GRAFICA No. 1

FUENTE D.G.E. Censo Agropecuario 1,979

Muestreo Programa Hortalizas, ICTA 1,981

CUADRO No. 2 Distribución e incidencia de la marchitez del chile pimiento en el oriente de Guatemala

Localidad (depto)	Superficie cultivada (Mnz)	Superficie afectada (Mnz)	Incidencia %
Guatemala	37.0	3.19	8.60
El Progreso	81.86	45.7	55.83
Zacapa	89.0	21.1	23.70
Chiquimula	126.0	52.8	41.90
Jutiapa	32.45	8.3	25.58

VII - CONCLUSIONES

1. La marchitez del chile pimiento en la región oriental de Guatemala es principalmente incitada por Phytophthora capsici y por Sclerotium rolfsii.
2. La cepa de Fusarium sp aislada no incitó la enfermedad en pruebas de invernadero. Se sospecha que el hongo está asociado con nemátodos del género Meloidogyne.
3. Los hongos Fusarium sp y Sclerotium rolfsii en interacción, no afectaron al cultivo del chile pimiento.
4. La marchitez del chile pimiento se encuentra presente en todas las áreas cultivadas del oriente de Guatemala.
5. La incidencia de la marchitez varía desde un 8.6% en el departamento de Guatemala hasta un 55.83% en el departamento del Progreso.

VIII - RECOMENDACIONES

1. Es necesario realizar estudios tendientes a lograr un manejo adecuado de la enfermedad, para reducir su incidencia.
2. Es necesario realizar una investigación sobre el antagonismo Fusarium sp más Sclerotium rolfsii, y determinar que ocurre en la interacción. Además es importante estudiar la interacción Fusarium sp - Meloidogyne sp.

IX - BIBLIOGRAFIA

- 1.- AGRICOS, G. Plant pathology. 2 ed. New York, Academic Press, 1978. pp. 415 - 418.
- 2.- ARNAL VERDEROL, A. Enfermedades de las hortalizas. Barcelona, Salvat, 1949. p. 364.
- 3.- BARNETT, H. L. y HUNTER, B. B. Illustrated genera of imperfect fungi. 3 ed. Minneapolis, Minnesota, Burgess Publishing Company, 1972. 241 p.
- 4.- CASSERES, E. Producción de hortalizas. 3 ed. San José, Costa Rica, Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, 1980. 387 p.
- 5.- CHUPP, C. and SHERF, A. F. Vegetable diseases and their control. New York, The Ronald Press, C. 1960. pp. 31 - 34, 70, 455 - 459, 464.
- 6.- FRENCH, E. R. y HEBERT, T. T. Métodos de investigación fitopatológica. San José, Costa Rica, Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, 1980. pp. 138, 170, 182.
- 7.- FROHLICH, G. y RODEWALD, W. Enfermedades y plagas de las plantas tropicales. México, UTEHA, 1970. pp. 9, 291.
- 8.- GARCIA ALVAREZ, M. Patología vegetal práctica. México, Limusa, 1980. pp. 9, 129.
- 9.- GONZALES, L. C. Introducción a la fitopatología. San José, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1979. pp. 23, 33.
- 10.- GUATEMALA. DIRECCION GENERAL DE ESTADISTICA. Censo Agropecuario 1979. Guatemala, 1979.

- 11.- KESSIAEM, C. M. Las hortalizas; técnicas agrícolas y producciones tropicales. Trad. Juan E. y Ma. Dolores Farreny. México, BLUME, 1979. pp. 60, 202.
- 12.- RAMIREZ, V. J. y ROMERO COVA, S. Supervivencia de Phytophthora capsici Leo; agente causal de la marchitez del chile. Rama de fitopatología. México, no. 39: 9 - 17. 1980.
- 13.- RAMIREZ VILLAFUDUA, J. Supervivencia de Phytophthora capsici Leo; agente causal de la marchitez del chile. Tesis maestría Fitopatología. Chapingo, México, Escuela Nacional de Agricultura, 1979. 64 p.
- 14.- PONTIS, R. E. El marchitamiento del chile pimiento (Capsicum annum) en la provincia de Mendoza "Rev. Argentina de Agronomía", 7: 1 - 17. 1940.
- 15.- SCHIEBER, E. y SANCHEZ, A. Índice preliminar de las enfermedades de las plantas en Guatemala. Guatemala, Editorial Universitaria, 1968. 55 p.
- 16.- SEHWARTZ, H. F. y GALVEZ, G. E. Problemas de producción de frijol; enfermedades, insectos, limitaciones edáficas y climáticas de Phaseolus vulgaris. Trad. Jorge I. Victoria. 3a ed. Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical, 1980. pp 73, 74.
- 17.- SMITH, P. S. Origen e investigación del pimiento. Agricultura de las Américas. 28 (5): 27, 54. 1979.
- 18.- STREETS, R. E. The diagnosis of plant diseases; a field and laboratory manual, emphasizing the most practical methods for rapid identification, Tucson Arizona, The University of Arizona Press, 1969. p. 34.



Ramirez

X

A P E N D I C E

1. Medios de cultivo
2. Figura

MEDIOS DE CULTIVO

1. Papa-dextrosa-agar (PDA)

Ingredientes

Trozos de papa.....	250 g
Dextrosa.....	15 g
Agar.....	15 g
Agua destilada.....	1 lt

Preparación

Las papas se pelaron, pesaron y después de lavarlas se cocieron en 500 ml de agua destilada durante 15 min. a 15 lb de presión. Posteriormente se filtró el jugo de papa en manta de cielo y se aforó a 500 ml con agua destilada. Por separado se disolvieron 15 g de agar en 500 ml de agua destilada y luego se mezcló con el jugo de papa añadiendo además los 15 g de dextrosa. Homogenizada la mezcla, se esterilizó a 15 lb por 15 minutos.

2. Jugo de tomate-agar

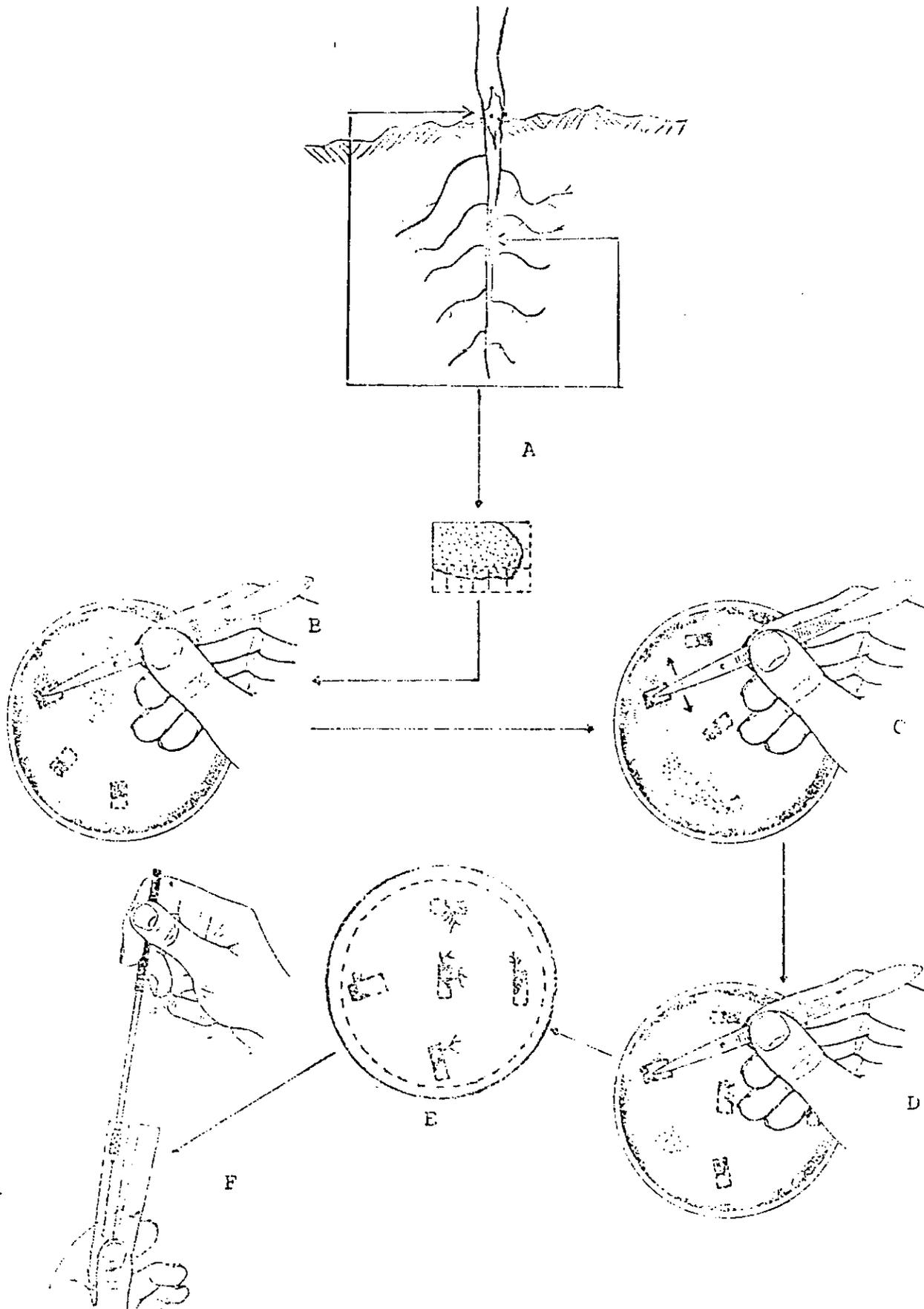
Ingredientes

Jugo de tomate.....	75 ml
CaCO ₃	0.75 g
Agar.....	15 g
Agua destilada.....	1 lt

Preparación

Se mezcló el jugo de tomate con el CaCO₃, después de dejar reposar durante 2 minutos, se centrifugó a 3000 rpm durante 3 minutos. Del sobrenadante se tomaron 50 ml, se añadió el agar y se aforó a 1 lt con agua destilada. Finalmente se esterilizó a 15 lb durante 15 minutos'

Fig. No. 3 : Esquema del procedimiento para el cultivo de un organismo patógeno de plantas.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



Referencia
Asunto
.....

FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

"IMPRIMASE"

Paul



DR. ANTONIO A. SANDOVAL S.
 O. N. B. BOLETA CENTRAL-USAC
 DEPOSITO LEGAL
 PROHIBIDO EL PRESTAMO EX-TERNO