

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

EVALUACION DE PERIODOS DE SOLARIZADO PARA EL CONTROL DE
PATOGENOS DEL SUELO EN SEMILLEROS DE CAFE, EN LA FINCA
LA PLANTA, ESQUIPULAS, CHIQUIMULA.

TESIS

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

POR:

RAUL FRANCISCO SOLIS PAIZ.

En el acto de investidura como

INGENIERO AGRONOMO

EN

SISTEMAS DE PRODUCCION AGRICOLA

EN EL GRADO ACADEMICO DE

LICENCIADO

GUATEMALA, JULIO DE 1996



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

DR. JAFETH ERNESTO CABRERA FRANCO

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO	Ing. Agr. Rolando Lara Alecio
VOCAL PRIMERO	Ing. Agr. Juan José Castillo Mont
VOCAL SEGUNDO	Ing. Agr. William Roberto Escobar López
VOCAL TERCERO	Ing. Agr. Carlos Roberto Motta
VOCAL CUARTO	P.A. Henry Estuardo España
VOCAL QUINTO	Br. Mynor Joaquín Barrios Ochaeta
SECRETARIO	Ing. Agr. Guillermo Méndez Beteta

Guatemala, julio de 1996

Honorable Junta Directiva
Honorable Tribunal Examinador
Facultad de Agronomía

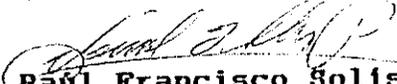
Honorable Miembros:

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

"EVALUACION DE PERIODOS DE SOLARIZADO PARA EL CONTROL DE PATOGENOS DEL SUELO EN SEMILLEROS DE CAFE, EN LA FINCA LA PLANTA, ESQUIPULAS, CHIQUIMULA"

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

Atentamente,


Raúl Francisco Solís Paiz

ACTO QUE DEDICO

A:

DIOS: TODO PODEROSO

MIS PADRES: MARIO ROLANDO SOLIS SANABRIA
 THELMA YOLANDA PAIZ PORRAS
 CON TODO MI AMOR Y AGRADECIMIENTO.

MIS HERMANOS: ROLANDO ARTURO, MARIA DE LOS ANGELES,
 LUIS FELIPE Y MIRIAM LETICIA, CON CARINO.

MIS SOBRINOS: BRENDA MARIA Y LUIS FERNANDO, CON CARINO.

MI NOVIA CON TODO CARINO

MI FAMILIA EN GENERAL.

MIS AMIGOS RESPETUOSAMENTE.

TESIS QUE DEDICO

A: VIRGEN MARIA
SEÑOR DE ESQUIPULAS
MI PATRIA GUATEMALA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA
MI PUEBLO ESQUIPULAS
MIS MAESTROS Y CATEDRATICOS EN GENERAL
TODAS LAS PERSONAS QUE HICIERON POSIBLE LA REALIZACION DE
ESTE TRABAJO.

AGRADECIMIENTO

A:

MI ASESOR ING. GUSTAVO ALVAREZ POR SU COLABORACION EN EL PLANTEAMIENTO Y REALIZACION DE ESTE TRABAJO.

OLEFINAS S.A. POR HABER PROPORCIONADO EL POLIETILENO E INFORMACION DEL PRESENTE TRABAJO.

INGENIEROS MARCO TULIO ACEITUNO Y EDIL RODRIGUEZ POR SU APOORTE EN EL TRABAJO.

MICHELLE DARDON Y CESAR PAIZ POR SU COLABORACION EN LA REALIZACION DEL TRABAJO Y POR SU APOYO.

CONTENIDO

	PAGINA
1. INTRODUCCION.....	1.
2. DEFINICION DEL PROBLEMA.....	3.
3. JUSTIFICACION.....	4.
4. MARCO TEORICO.....	6.
4.1. MARCO CONCEPTUAL.....	6.
4.1.1. EL CULTIVO DEL CAFE.....	6.
4.1.2. CLASIFICACION BOTANICA.....	6.
4.1.3. MORFOLOGIA GENERAL DEL CAFETO.....	7.
4.1.4. FISIOLOGIA DEL CAFETO.....	8.
4.1.5. ENFERMEDADES CAUSADAS POR PATOGENOS DEL SUELO EN EL CAFE.....	9.
4.1.5.A. PUDRICIONES DE LA RAIZ Y DEL TALLO POR <u>FUSARIUM</u>	10.
4.1.5.B. ENFERMEDADES CAUSADAS POR RHIZOCTONIA.....	12.
4.1.5.C. LOS NEMATODOS Y SUS DAÑOS AL CAFETO.....	14.
4.1.5.D. SINTOMAS DE LA PRESENCIA DE NEMATODOS EN PLANTAS DE CAFE.....	15.
4.1.5.E. INTERRELACIONES DE LOS NEMATODOS CON OTROS ORGANISMOS PRODUCTORES DE ENFERMEDADES.....	16.
4.1.6. METODOS DE CONTROL DE ENFERMEDADES.....	17.
4.1.7. SOLARIZACION.....	17.
4.1.7.A. REQUERIMIENTOS DEL SOLARIZADO.....	18.
4.1.7.B. PRINCIPIOS DEL SOLARIZADO.....	19.
4.1.7.C. EL POLIETILENO CLARO Y SUS CARACTERISTICAS.....	20.
4.1.7.D. PRODUCCION DE CALOR.....	21.
4.1.7.E. TEMPERATURAS Y PROFUNDIDADES DE DESINFECCION.....	22.
4.1.7.F. CULTIVOS Y PATOGENOS EN LOS QUE SE HA EMPLEADO EL SOLARIZADO.....	23.
4.1.7.G. CONTROL DE PATOGENOS.....	25.
4.1.7.G.a. MECANISMOS FISICOS Y BIOLOGICOS DURANTE Y DESPUES DE LA SOLARIZACION.....	25.
4.1.7.G.b. INACTIVACION TERMICA.....	26.
4.1.7.H. VENTAJAS DEL SOLARIZADO.....	26.
4.1.7.I. LIMITACIONES DEL SOLARIZADO.....	27.
4.1.7.J. EFECTOS DEL SOLARIZADO.....	27.
4.1.7.J.a. EN LA PRODUCCION.....	27.
4.1.7.J.b. MAYOR RESPUESTA DE CRECIMIENTO.....	28.
4.1.7.J.c. EN EL SUELO Y SUS CARACTERISTICAS.....	28.
4.1.7.J.d. SOBRE LAS MALEZAS.....	29.
4.1.7.J.e. SOBRE SAPROFITOS Y OTROS ORGANISMOS.....	30.
4.1.7.K. MECANISMOS QUE OPERAN PARA EL CONTROL BIOLOGICO.....	30.
4.1.7.M. DURACION DEL EFECTO DEL SOLARIZADO.....	31.

4.1.7.L. FUNGICIDA A EVALUAR.....	32.
4.1.7.L.a. DENOMINACION QUIMICA.....	32
4.1.7.L.b. FORMULA ESTRUCTURAL.....	32.
4.1.7.L.c. FORMULA EMPIRICA.....	32.
4.1.7.L.d. FORMULACIONES.....	33.
4.1.7.L.e. PROPIEDADES QUIMICAS.....	33.
4.1.7.L.f. CASA QUE LO PRODUCE.....	33.
4.1.7.L.g. PROPIEDADES BIOLÓGICAS.....	33.
4.1.7.L.h. ESPECTRO DE ACCION.....	33.
4.1.7.L.i. RESTRICCIONES.....	33.
4.2. MARCO REFERENCIAL.....	34.
5. OBJETIVOS.....	40.
6. HIPOTESIS.....	41.
7. METODOLOGIA EXPERIMENTAL.....	42.
7.1. MODELO ESTADISTICO.....	42.
7.2. TRATAMIENTOS.....	43.
7.3. VARIABLES A EVALUAR.....	44.
7.3.1. INCIDENCIA.....	44.
7.3.2. INCIDENCIA DE HONGOS POR GENERO.....	45.
7.3.3. INCIDENCIA DE NEMATODOS.....	45.
7.5. ANALISIS DE COSTOS.....	45.
7.6. MANEJO DE EXPERIMENTO.....	46.
7.6.1. PREPARACION DEL TERRENO.....	46.
7.6.2. SOLARIZADO.....	46.
7.6.3. TRATAMIENTO QUIMICO.....	47.
7.6.4. SIEMBRAS.....	47.
8. RESULTADOS Y DISCUCION.....	48.
8.1. INCIDENCIA DE HONGOS POR GENERO.....	48
8.2. INCIDENCIA DE NEMATODOS.....	63
8.3. ANALISIS DE COSTOS.....	66
9. CONCLUSIONES.....	68
10. RECOMENDACIONES.....	70
11. BIBLIOGRAFIA.....	71
12. ANEXOS.....	78

INDICE DE FIGURAS

FIGURA	PAGINA
1. PORCENTAJE DE INCIDENCIA DE HONGOS POR TRATAMIENTO.....	58
2. EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS EN EL PORCENTAJE DE INCIDENCIA EN CADA GENERO DE HONGO.....	59
3. PORCENTAJE DE INCIDENCIA TOTAL DE HONGOS EN LOS SEIS TRATAMIENTOS.....	60

INDICE DE CUADROS

CUADRO	PAGINA
1. PLANTAS ENFERMAS POR TRATAMIENTO Y POR ENFERMEDAD.....	49
2. PORCENTAJE DE INCIDENCIA POR HONGO Y POR TRATAMIENTO.....	50
3. ANDEVA PARA EL PORCENTAJE DE INCIDENCIA DE <u>Rhizoctonia</u> sp.....	50
4. PRUEBA DE TUKEY PARA EL PORCENTAJE DE INCIDENCIA DE <u>Rhizoctonia</u> sp.....	51
5. ANDEVA PARA EL PORCENTAJE DE INCIDENCIA DE <u>Fusarium</u> sp.....	52
6. PRUEBA DE TILEU PARA EL PORCENTAJE DE INCIDENCIA DE <u>Fusarium</u> sp.....	53
7. ANDEVA PARA EL PORCENTAJE DE INCIDENCIA TOTAL	54
8. PRUEBA DE TUKEY PARA EL PORCENTAJE DE INCIDENCIA DEL TOTAL.....	55
9. PRIMER MUESTREO DE NEMATODOS.....	63
10. SEGUNDO MUESTREO DE NEMATODOS.....	63

EVALUACION DE PERIODOS DE SOLARIZADO PARA EL CONTROL DE
PATOGENOS DEL SUELO EN SEMILLEROS
DE CAFE, EN LA FINCA LA PLANTA ESQUIPULAS, CHIQUIMULA

EVALUATION OF SOLARIZATION PERIODOS CONTROL SOIL-BORNE
PATHOGENS IN COFFE SEEDBEDS IN FINCA LA PLANTA ESQUIPULAS.
CHIQUIMULA.

RESUMEN

La presente investigación se inició a raíz de los problemas de ataques de patógenos del suelo que han afectado la caficultura nacional entre las cuales se encuentra constantemente los ataques provocados por los hongos Fusarium spp. y Rhizoctonia spp. y algunos nemátodos como Meloidogyne sp. y Criconemoides sp. entre otros, que ocasionan a los productores grandes pérdidas de tiempo y dinero. En Guatemala, la producción de almácigos se ha limitado únicamente a la época seca y a la aplicación de grandes cantidades de productos químicos que además de elevar los costos de producción contaminan el medio ambiente.

En el país se han orientado algunas investigaciones hacia la búsqueda de soluciones para el control de los patógenos del suelo, utilizando el método de solarizado que consiste en el aumento de temperatura por el paso de radiación solar a través de láminas de poletilénio que ocasionan un efecto de invernadero constante en acción conjunta con la humedad del suelo, la cual da como resultado una pasteurización, habiéndose obtenido buenos resultados en el cultivo de crucíferas y arveja china por esta razón en esta investigación se probó dicho proceso en los semilleros de café y se comparó contra el proceso químico utilizado en la finca la Planta, en la cual se obtuvieron buenos resultados en la reducción de la incidencia de hongos que fue nuestra variable principal para la cual se tomaron cuatro muestreos, el primero 50 días después de la siembra y los demás con los intervalos de 8 días en donde se tomaron las plantas que mostraban algún tipo de daño y fueron analizadas en el laboratorio y se determinaron 5 tipos de hongos que fueron Rhizoctonia sp., Fusarium sp., Esclerotium sp. Roselinia sp. y Phoma sp. Así también se

encontraron presentes algunos géneros de nemátodos en los cuales no se pudieron observar cambios significativos. Sin embargo en general se puede decir que al analizar por separado cada género de hongos que se presentó en el experimento y al hacerlo sumando todos en un solo total, se encontró que los tratamientos sobresalientes fueron el de seis semanas de solarizado y el tratamiento químico (Dazomet), por lo que se puede decir que disminuye en forma satisfactoria la incidencia de hongos en el semilleros de café, utilizando solarizado por seis semanas o el tratamiento químico con Dazomet, pero es importante hacer notar que el tratamiento con solarizado es más barato y no contamina el ambiente.

También es importante resaltar el hecho de que en los otros tratamientos con menor tiempo de solarizado ya no fue posible obtener buenos resultados, porque a excepción del tratamiento de 6 semanas, los demás tuvieron un porcentaje de incidencia superior al 12.06% llegando hasta valores del 18.8% lo cual indica que tiempos de exposición relativamente bajos no son efectivos en el control de hongos que producen enfermedades en el semilleros, en condiciones de temperatura templada.

El estudio se inició la tercera semana de octubre comenzando con el solarizado de mayor duración (6 semanas) hasta el de menor tiempo (1 semana) para uniformizar el día de la siembra que fue el 5 de Diciembre de 1995. La investigación se realizó en la finca la "PLANTA" del municipio de ESQUIPULAS del Departamento de CHIQUIMULA.

1. INTRODUCCION

Dado a la importancia que tiene el café para Guatemala, como un producto de exportación tradicional, es importante que en las fincas preparen sus semilleros todos los años seleccionando la variedad adecuada y de alta producción para la zona; se considera que, después de la selección de la semilla, los semilleros y los almácigos son actividades en las que descansa el progreso y la producción de una explotación cafetalera.

En Guatemala, la producción de almácigos de café, se ha limitado únicamente a la época seca y a la aplicación constante de productos químicos que además de elevar los costos de producción, contaminan el medio ambiente.

La producción de almácigos de café, se ve afectada por enfermedades entre las cuales se observa constantemente: Los ataques provocados por los patógenos del suelo, como los hongos: Fusarium sp y Rhizoctonia solani, y los nemátodos como Meloidogyne sp., y Rothylenchus sp. Praylenchus y otros que ocasionan a los productores grandes pérdidas de tiempo y dinero, ya que si no destruyen totalmente las plántulas, éstas crecen eficientemente y al ser trasplantadas a campo definitivo, nos dan como resultado, plantaciones enfermas y poco productivas.

Al suelo como medio de organismos patógenos no se le ha dado mayor importancia como se ha hecho con la atmósfera, sin embargo, los problemas materiales de tiempo y costo que estudiar el suelo son pequeños frente a la enorme complejidad de interacciones que se dan entre el suelo como medio y los organismos patógenos que se originan en el suelo.

En el país ya se han orientado investigaciones hacia la búsqueda de soluciones para el control de estos patógenos del suelo, utilizando el método del solarizado en el cultivo de crucíferas,

trabajado por López Quiñónez, (24) y en la arveja china por Gaitán Ramos (15).

Ambos obtuvieron excelentes resultados desde el punto de vista económico y de eficiencia en el control de éstos, a través de la utilización del proceso de solarizado en la desinfección del suelo, resultando ser una técnica de fácil ejecución y que no contamina el medio ambiente.

Por lo tanto en este trabajo, se evaluó el solarizado en la desinfección del suelo que se utilizó en los semilleros de café, con el propósito de establecer el tiempo adecuado de exposición, que nos brinde mejor control de los patógenos y fue comparado contra el control químico, usualmente utilizado en la Finca "La Planta" localizada en el Municipio de Esquipulas, del Departamento de Chiquimula, lugar donde continuamente se han observado ataques provocados por patógenos del suelo.

2. DEFINICION DEL PROBLEMA

La producción de café para que sea rentable, necesita que las plantaciones sean manejadas correctamente desde etapas iniciales como el semillero, ya que de una buena calidad de plántulas, dependerá una buena plantación, y por ende una buena producción.

La caficultura ha enfrentado problemas en la producción de almácigos, entre los que mas se ha destacado: El ataque de patógenos del suelo a plantas jóvenes, que son producidas en tabloncitos al suelo o en cajas de madera a pesar de la aplicación de químicos, los problemas han persistido, elevando los costos y contaminando el ambiente. ya que el costo por planta a la fecha es de aproximadamente un Quetzal ocasionando una pérdida al productor de 2000 Quetzales aproximadamente por libra de semilla que haya sembrado. (3,4)

Los semilleros de café normalmente se recomienda realizarlos en épocas secas del año, ya que en la temporada lluviosa la producción se ve afectada por la incidencia de enfermedades ocasionadas por patógenos del suelo. (3 y 32)

En este trabajo se pretendió producir plantas en la época de diciembre a febrero para evitar cuidar el almácigo durante más tiempo y sembrarlo en cuanto comience el invierno y no esperar hasta el próximo año ahorrando tiempo y dinero introduciendo en este cultivo a Guatemala la desinfección del suelo por medio de calentamiento solar a través de láminas de polietileno, proceso al que se ha llamado Solarizado.

3. JUSTIFICACIÓN.

Guatemala pertenece a los países del mundo que producen café y está considerado uno de los productores de mejor calidad. La producción y exportación del grano, constituye uno de los rubros más fuertes de la economía nacional.(46.2% del total de divisas)

El área plantada en Guatemala ha tenido un crecimiento muy bajo durante los últimos años (alrededor de 0.4% anual). sin embargo, el crecimiento de su producción ha sido superior al 4.5% anual durante los últimos cinco años. Más importante que el crecimiento de la producción, ha sido el esfuerzo que se ha realizado por los caficultores en conseguir variedades para producir más en menor área de cultivo.(14)

La producción nacional oscila en 3.3 millones de sacos al año.

En nuestro medio el ataque de patógenos del suelo en las diferentes etapas del cultivo, es frecuente, especialmente se ha visto afectada la etapa de semillero, donde las plántulas son más susceptibles a este tipo de patógenos, provocando que el agricultor tenga que invertir recursos en la compra de pesticidas para combatirlos y que debido a tanta aplicación de químicos algunos de ellos han llegado a crear resistencia, incrementando el uso de pesticidas que aumentan los costos de producción, contaminan el ambiente y provocan daños a las personas que los aplican.

Una alternativa para el control de estos patógenos, lo constituye el solarizado, que ha sido utilizado con éxito en algunos países para reducir la incidencia de patógenos del suelo y otros beneficios simultáneos.

El proceso de solarizado, consiste en inducir aumento de la temperatura por el paso de radiación solar, a través de láminas de polietileno que ocasionan un efecto de invernadero constante en acción conjunta con la humedad del suelo, la cual da como resultado una pasteurización.

En Guatemala este proceso ha sido probado ya en el control de patógenos del suelo que afectan la producción de crucíferas y arveja china, habiéndose obtenido buenos resultados, es una tecnología adaptable a la producción de café y por esta razón, se realizó esta investigación que evaluó el tiempo adecuado de exposición, en donde sean controlados los patógenos del suelo de los semilleros de café, en los que se ha padecido de gran incidencia de enfermedades y se comparo éste método contra el tradicional proceso de desinfección químico, utilizado en la producción actual.(4,15,24)

4. MARCO TEORICO.

4.1. MARCO CONCEPTUAL.

4.1.1. EL CULTIVO DEL CAFE:

El café es un cultivo de colonización, que después del petróleo es el más importante en el mundo. Se produce en 60 países y regiones de la tierra, en la franja comprendida entre los Trópicos de Cáncer y Capricornio y dentro de los 90 grados Oeste y 45 grados Este (cinturón cafetero). Los principales productores en Latinoamérica son Brasil y Colombia. (3,4).

El cafeto es originario de Etiopía; la especie ARABICA es indígena de la región que circunda el lago Tana, localizado en una latitud entre los 12 y 16 grados Norte.

4.1.2. CLASIFICACION BOTANICA:

Grupo: Fanerogamas (flores visibles aparentemente)

Clase: Angiospermas (semillas encerradas)

Subclase: Dicotiledoneas (dos hojas seminales)

Orden: Rubiales (ovario infero, flor radiada, tetra)

Familia: Rubiaceas (baya drupacea)

Especies: Coffea Arabica, L (es la especie más importante de Abisnia, café arabe o arabigo)

C. arabica, L Var. Typica.

C. arabica, L Var. Caturra.

C. arabica, L Var. Catuai.

C. arabica, L Var. Bourbon.

C. arabica, L Var. Maragogype.

C. arabica, L Var. Canephora.

C. arabica, L Var. Liberica.

4.1.3. MORFOLOGIA GENERAL DEL CAFETO:

El cafeto se forma por un solo eje o tallo central. En los primeros nueve a once nudos solo hecha hojas, después van desapareciendo ramas primarias que salen de las axilas superiores, empiezan a alargarse de tal modo que la planta se desarrolla en forma cónica. El eje central o tallo ortrópico solo produce yemas vegetativas, nunca flores. Las ramas laterales o plagiotrópicas son las que dan las flores y los frutos. El primero crece verticalmente, las segundas horizontalmente al principio, pendientes después.

El número de axilas es generalmente cuatro, pero solo una se desarrolla. En la parte baja del tronco, desprovista de hojas, hay muchas yemas que se desarrollan al cortar el arbusto o agobiarlo, apareciendo gran cantidad de chupones.

No se induce la formación de otras ramas laterales si se corta la punta en la misma axila. Si una planta de café se deja crecer libremente, el eje central sigue creciendo indefinidamente. La

cosecha se concentra en el crecimiento nuevo de las ramas nuevas cerca del ápice. Así la producción anual del cafetal aumenta hasta los cinco o siete años y luego empieza a disminuir.

Para evitar esta baja se tienen que podar los cafetos, cuyo fin principal es formar nuevos ejes verticales, eliminando la yema terminal del primer tallo.

Estos ejes verticales forman mas ramas laterales y por tanto mayor número de axilas florales que las plantas con libre crecimiento. En una planta adulta el tallo es mas o menos cilindrico, de superficie grisácea y áspera, mientras que hacia el ápice, el tallo es cuadrangular y verde, con las esquinas redondeadas y salientes. En la corteza de los tallos viejos se forman tejidos nuevos que reemplazan las capas superficiales, secas y grisáceas, que cubren el tronco y que se desprenden continuamente. Cuando hay durante un año buen crecimiento de las puntas, se puede decir con certeza que al año siguiente habrá buena cosecha. Si hay poco desarrollo de ramas, la siguiente cosecha será baja; esta alternancia en rendimientos se llama producción bienal.

(3,4,32).

4.1.4. FISILOGIA DEL CAFETO:

La semilla germina bajo condiciones de humedad y suelo, tardando de 45 a 60 días, pudiendo variar por aspecto de ambiente especialmente.

En la germinación, primero aparece la radícula y luego principia a pararse el soldadito de donde salen los cotiledones, seguidas del

primer par de hojas verdaderas.

Los diferentes estados del soldadito, mariposa, cola de perico, la aparición de las primeras cruces, constituyen etapas de crecimiento de la planta hasta llegar a su estado adulto, la formación de flores y la cosecha, constituyen el proceso real de desarrollo.

En las alturas menores sobre el nivel del mar, las plantas crecen rápidamente por efecto de las temperaturas altas, pero producen café de menor calidad.

La influencia de la lluvia incide grandemente en el desarrollo de la planta y en la floración misma, siendo perjudicial tanto un exceso como falta de la misma. (3,4,32).

4.1.5. ENFERMEDADES CAUSADAS POR PATOGENOS DEL SUELO EN EL CAFE:

Existen muchos hongos del suelo que pueden causar enfermedades en plantas. En el caso del café, han sido identificados varios. Estos hongos son causantes del llamado "mal del talluelo" o "damping off", cuando las plántulas están emergiendo hay marchitamiento, debido a una pudrición húmeda, pardonegrusca en la base del tallo, causando su volcamiento. Las plántulas que logran sobrevivir logran eliminarse ya que en el campo se destacarán por su raquitismo y clorosis general. Puede causar la muerte a todas las plántulas de un almácigo en pocos días.

De allí la importancia que debe darse al suelo para la hechura de los semilleros. Suelos muy pesados no son recomendables para esta actividad. Cuando el suelo no ha sido tratado adecuadamente, este mal tiene repercusiones severas.

Dentro de los hongos más comunes y por su importancia tenemos: Fusarium spp, Rhizoctonia solani KUEHN y Pythium spp, causantes de la enfermedad del mal del talluelo.

A los daños mencionados anteriormente se le suma los causados por los nemátodos, que se localizan en las raíces produciendo hiperplasias o agallas, dentro de los cuales cumplen su ciclo biológico. Aunque aparentemente no causan daños a las plantas de cafeto, las debilitan y retardan su crecimiento, al causar la pudrición de las raíces infectadas. (1,3,4,12,32)

4.1.5.A. PUDRICIONES DE LA RAIZ Y DEL TALLO POR FUSARIUM:

Varias de las especies de Fusarium producen, en vez de marchiteces vasculares, la pudrición de semillas y plántulas "Ahogamiento", pudriciones de raíces, tallos inferiores, etc.

Las plantas afectadas pertenecen a familias muy poco aparentadas e incluyen hortalizas, flores, cultivos mayores y malas hierbas. Estas enfermedades se encuentran distribuidas por todo el mundo y ocasionan pérdidas considerables al disminuir las poblaciones, el crecimiento y la producción de las plantas infectadas.

En las pudriciones de la raíz, como las que se producen en café, frijol, soya, espárrago y los pastos, las raíces principales de las plantas jóvenes, muestran al principio una mancha ligeramente rojiza, que mas tarde toma una tonalidad que va de rojo oscuro a pardo y que se extiende hasta cubrir mas o menos (sin un contorno bien definido) la raíz principal y la porción del tallo que se encuentra por debajo de la superficie del suelo, o bien aparece en forma de rayas que se extienden por arriba de ella.

Sobre la raíz principal, aparecen fisuras longitudinales, en tanto que las pequeñas raíces laterales son destruidas. Por lo general, el crecimiento de la planta se retarda y cuando el clima es seco las hojas pueden tornarse amarillas e incluso desprenderse de la planta. En ocasiones las plantas infectadas forman raíces secundarias y numerosas raicillas por debajo de la superficie del suelo, las cuales bajo condiciones de humedad favorables pueden ser suficientes para permitir que la planta se desarrolle y produzca. Sin embargo, en la mayoría de los casos, las plantas infectadas decaen y mueren aunque muestren o no síntomas de marchitez.

En las pudriciones del tallo, como las que se producen en el café, clavel, crisantemo, etc, las plantas que han sido infectadas se marchitan y mueren debido a una necrosis del tallo en la base de la planta.

Las lesiones aparecen en el tallo al nivel de la superficie del suelo o por debajo de ella y sus ejes a menudo presentan manchas rojas o de color rosa. Estas lesiones se desarrollan de afuera hacia dentro y es común que la parte interna del tallo no presente manchas, pero en algunas plantas de color café puede extenderse en el tejido leñoso del tallo, a una distancia considerable por arriba de la superficie del suelo.

El hongo Fusarium spp, produce dos tipos de conidios sobre esporodogios, microconidios, constituidos por una o dos células y los típicos macroconidios que constan de tres a nueve células (por lo común de 4 a 5), ligeramente encorvados y con extremos mas o menos terminados en punta. Fusarium produce también clamidosporas de pared gruesa y constituidas por una o dos células, las cuales sobreviven a la sequía y a las bajas temperaturas. El hongo puede vivir sobre los tejidos vegetales muertos e invernar en forma de micelio o esporas en las semillas o los tejidos muertos o infectados. Las esporas son

fácilmente diseminadas por el viento, equipo agrícola, el agua, por contacto, etc. De allí que el hongo se encuentre ya en forma de micelio o esporas en muchos suelos. (4,8,12, 15,16,20,26,27, 28, 29, 31,42)

4.1.5.B. ENFERMEDADES CAUSADAS POR RHIZOCTONIA:

Estas enfermedades ocurren en todo el mundo y producen pérdidas en la mayoría de plantas anuales, incluyendo las malas hierbas, casi a todas las hortalizas y plantas florales, varios cultivos mayores y también en las plantas perennes tales como los pastos para césped, plantas de ornato perennes, arbustos y árboles. Los síntomas de las enfermedades por Rhizoctonia pueden variar un poco en los diferentes cultivos e incluso en una misma planta hospedera, dependiendo de la etapa de crecimiento por la que pase la planta en el momento en que es infectada y de las condiciones ambientales predominantes.

Los síntomas más comunes por las enfermedades de Rhizoctonia, principalmente por R. Solani, en la mayoría de las plantas son el ahogamiento de las plántulas y la pudrición de la raíz, así como la pudrición y el cáncer del tallo de las plantas adultas y en proceso de crecimiento.

Rhizoctonia solani ha sido considerado de menor importancia, porque a veces las plantas logran recuperarse del daño, pero su principal efecto es que provoca una herida que favorece la penetración de Fusarium spp. al cual se encuentra asociado algunas veces.

El ahogamiento es quizá el síntoma más común que produce el *Rhizoctonia* en la mayoría de las plantas que afecta. Se produce principalmente en suelos fríos y húmedos. Las plántulas muy jóvenes pueden ser destruidas o poco después que han emergido del suelo. Antes de que la plántula emerja, el hongo ataca y mata el ápice de crecimiento de ella, que muere entonces en poco tiempo. Sin embargo, las plántulas carnosas y gruesas, pueden mostrar puntas muertas de color café y lesiones antes de que sean destruidas. Una vez que las plántulas han emergido el hongo ataca su tallo y lo hace aguanoso, ablanda y hace incapaz de sostener a la planta, la cual se desploma y muere. Las plántulas maduras también son atacadas por el hongo, pero en ellas este último se limita a invadir sus tejidos corticales externos en los que produce lesiones grandes y de color que va de canela a pardo rojizo.

La longitud y anchura de dichas lesiones aumenta hasta que finalmente cubren al tallo y la planta puede morir.

El patógeno *Rhizoctonia* sp. y vive principalmente en forma de micelio que es incoloro cuando pasa por su etapa juvenil, pero se torna amarillo o de color café claro con forme madura. El micelio consta de largas células y produce ramificaciones que crecen casi en ángulos rectos con respecto a la hifa principal, se estrechan ligeramente a nivel de la bifurcación y poseen un septo cerca de ella. Las características de la ramificación, comúnmente son los medios disponibles para identificar al hongo como *Rhizoctonia*. En ciertas condiciones, el hongo produce ramilletes de células cortas, anchas, de forma oval o triangular y que se asemeja a esclerócios, las cuales funcionan como clamidosporas, o en todo caso, dichos ramilletes se desarrollan en pequeños esclerócios de color café a negro y dispuestos en forma laxsa, los cuales son comunes en algunos hospederos.

El patógeno inverna casi siempre en forma de micelio o esclerócios en el suelo, en plantas perennes e infectadas o en órganos de propagación. Se encuentra presente en la mayoría de los suelos y una vez que se ha establecido en un campo, permanece por tiempo indefinido.

Existen distintas razas del hongo con diferentes preferencias por sus hospederos, óptimo de temperatura, etc.

El hongo se propaga con la lluvia, el riego, o el riego por inundación, así como con los órganos de propagación infectados. Con respecto a la mayoría de las razas del hongo, la temperatura óptima para que se produzca la infección se encuentra cerca de 15 a 18 grados centígrados, pero algunas razas muestran una mayor actividad a temperaturas mucho más altas, a más de 35 grados centígrados. La enfermedad es mas severa en suelos que son moderadamente húmedos que en suelos que son secos o se encuentran inundados. La infección de las plantas jóvenes es más severa cuando el crecimiento de la planta es lento, debido a las condiciones adversas para su desarrollo. Las plantas de crecimiento rápido, tienen la capacidad de escapar a Rhizoctonia, aún cuando la humedad y la temperatura sean favorables para el hongo. (1,3,8,13,16,23,30,33,42).

4.1.5.C. LOS NEMATODOS Y SU DAÑOS AL CAFETO.

Los síntomas que ocasionan los nemátodos se asocian especialmente con el sistema radicular, en el cual puede observarse la presencia de agallas, incitadas por el género Meloidogyne sp.; lesiones en las raíces: Pratylenchus sp. y Radopholus sp. y desarrollo radicular deficiente.

La importancia de los nemátodos en la agricultura radica en el hecho de los daños mecánicos, químicos y como vectores de otros agentes infecciosos a las plantas; estos daños pueden repercutir en la reducción de la velocidad del crecimiento, pérdida de vitalidad y como consecuencia, mermas en la producción. Existen más de 100 géneros de nemátodos que se asocian con enfermedades de plantas y es probable que cualquier cultivo sea hospedante de una o más especies de nemátodos parásitos. (1,3,4,5,6,14,15,24,29,32,43,44).

4.1.5.D. SINTOMAS DE LA PRESENCIA DE NEMATODOS EN PLANTAS DE CAFE:

En la parte aérea:

- a) Ligero amarillamiento del follaje.
- b) Marchités lenta y progresiva.
- c) Defoliación.
- d) Decaimiento general.
- e) Baja producción.
- f) En estados avanzados agobio.

En la Raíz:

- a) Manchas café oscuro.
- b) Puntos y manchas como zonas de pudrición.
- c) Raicillas rotas.

- d) Escasez de raíces.
- e) Nudosidades en las raíces (Meloidogyne sp.)
- f) Sistema radical pobre con marcado deterioro.
- g) Formación con apariencia de corcho en la pivotante.
- h) Pérdida de anclaje, el arbusto se agobia. (1,3,4,5,6,13, 24, 29, 32,43,44).

4.1.5.E. INTERRELACIONES DE LOS NEMATODOS CON OTROS ORGANISMOS PRODUCTORES DE ENFERMEDADES.

Uno de los descubrimientos más importantes en nematología y fitopatología durante la última década, ha sido la demostración de las muchas interacciones existentes entre los nemátodos y otros organismos patógenos que viven en el suelo, incluyendo a los hongos, bacterias y virus, como causantes de enfermedades en las plantas. En este descubrimiento figuró en forma significativa el comportamiento de algunas variedades de plantas que fueron seleccionadas por su resistencia muy particular a algunos organismos patógenos, fungos o bacteriales, en terrenos infestados por nemátodos. Los aumentos en el desarrollo de éstas variedades resistentes a enfermedades cultivadas en suelos fumigados, en comparación con las obtenidas en suelos no fumigados fueron sorpresivamente grandes.

Las pruebas hechas en invernaderos controlados, probaron por completo que ciertos nemátodos patógenos acrecientan el desarrollo de las enfermedades que causan los hongos y las bacterias, en plantas que por lo común son resistentes a ella. (13).

4.1.6 METODOS DE CONTROL DE ENFERMEDADES:

En este sentido, existe gran cantidad de métodos químicos y culturales que permiten el control de las diferentes enfermedades entre los que podemos mencionar: Tratamientos a las semillas con métodos físicos y químicos; Empleo de variedades resistentes; Rotación de cultivos en los suelos que se encuentran infectados, con otros que no se vean afectados, evitando de tal manera que se den condiciones favorables para el desarrollo de los patógenos; La aplicación de riego debe ser disminuida, para evitar darle humedad necesaria para su desarrollo.

Evitar el uso de fertilizantes ácidos como sulfatos y super fosfatos que acidifican el suelo y contribuyen a su diseminación; Evacuar los residuos de cosechas que han sido infectadas para evitar la multiplicación y diseminación de los patógenos; Debe evitarse el uso de utensilios de labranza que provengan de áreas infectadas; eliminar hospederos silvestres donde puedan encontrarse los patógenos.

Existe gran cantidad de pesticidas que se usan en el control de enfermedades radicales (fumigantes, nematicidas y fungicidas).

Según Gaitán Ramos y López Quiñónez, se recomienda como práctica efectiva para el control de patógenos del suelo, la solarización, como método único o combinado con el control cultural y químico.

4.1.7. SOLARIZACION:

Este método ha sido utilizado con éxito en muchos países para reducir la incidencia en el suelo, de insectos, nemátodos, hongos,

malezas, etc. Consistiendo en un método de control en el cuál se emplean láminas de polietileno claro para cubrir los suelos, induciéndose a un aumento de temperatura por el paso de radiación solar a través de las coberturas plásticas, ocasionando un efecto de invernadero constante en acción conjunta con la humedad del suelo, lo cual da como resultado una pasteurización que ejerce el control de patógenos, malezas, insectos, etc. Esto ha sido empleado durante tiempo variable en época caliente, y en estudio reciente en época fría e invernal. Este método ha dado resultados adecuados en nuestro país en cuanto a control de patógenos y así también ha resultado rentable.

Que con la introducción de ésta técnica se ha logrado un control efectivo de muchos patógenos del suelo. También es de importancia considerar los efectos benéficos simultáneos sobre las características del suelo en lo referente a fertilidad, aumento de actividad de micro organismos antagónicos a los patógenos de las plantas y el control de muchas malezas.

En la mayoría de países del mundo se han aplicado recientemente con resultados importantes. Bueno es reconocer que no se puede generalizar, porque no todos son aplicables a la realidad de otros suelos, ni casos. Por lo que se analiza la necesidad de buscar otros métodos como alternativas viables que puedan contribuir al control de los patógenos del suelo. Para el caso concreto de Guatemala, con sus propias características de suelo, se ve que la práctica del método del solarizado, es la mejor alternativa para combatir los patógenos que afectan los cultivos en nuestro suelo. (1,3,4,5,8,12,13,15,16, 19,24, 32,41,42,44,).

4.1.7.A. REQUERIMIENTOS DEL SOLARIZADO:

En relación a los requerimientos básicos del solarizado, existen cinco que mencionarse:

- 1) La cobertura del suelo con el polietileno debe ser completada antes de la siembra, para evitar daño a las plantas.
- 2) El suelo durante la cobertura tiene que mantenerse húmedo para incrementar la sensibilidad termal del resto de estructuras del suelo y mejorar así, la conducción del calor.
- 3) Preparación adecuada del terreno para evitar que hayan agregados grandes que den mayor espacio entre ellos y se disminuya la capacidad conductora del calor del suelo. Al colocar el plástico hay que tener cuidado de colocarlo cerca del suelo y prevenir la formación de bolsas de aire, las que reducen la conducción del calor.
- 4) El control debe extenderse en tiempo, para lograr un ataque mas efectivo de los patógenos de las capas más profundas, donde la temperatura será menor.
- 5) El polietileno transparente debe ser usado cuando sea posible porque el material es relativamente barato, aún para el calentamiento del suelo. (2,8,9,10,12,16,19,35)

4.1.7.B. PRINCIPIOS DEL SOLARIZADO:

- 1) Debe utilizarse polietileno transparente y no de otro color, ya que el transparente transmite la mayor cantidad de radiación solar que calienta el suelo.
- 2) La cobertura del suelo debe ser llevada a cabo durante periodos de altas temperaturas e intensa radiación solar.

- 3) El suelo debe mantenerse húmedo durante la cobertura de solarización para incrementar la sensibilidad termal del suelo, del resto de estructuras y mejora la conductividad del calor.
- 4) El polietileno más delgado como sea posible debe ser usado ya que este es más barato y de algún modo el más efectivo en el calentamiento, debido a la mejor transmisión de radiación.
- 5) Debido a que las temperaturas de las capas más profundas son menores que las superiores, para actuar en las profundas se necesitara de un mayor período de exposición, para lograr el control de los patógenos en las profundidades deseadas. (2,9,11, 16,19,20,21,24,26,28,30)

4.1.7.C. EL POLIETILENO CLARO Y SUS CARACTERISTICAS:

El polietileno es uno de los materiales plásticos más importantes utilizados en la agricultura. Fue introducido en el año 1939 en la escala comercial. Las características que han permitido su utilidad en la actividad agrícola son:

- 1) Su bajo costo.
- 2) Fácil proceso.
- 3) Excelente resistencia química.
- 4) Fuerza.
- 5) Flexibilidad.
- 6) Libertad de olor o fragancia.

- 7) Baja permeabilidad al vapor de agua.
- 8) Rollos delgados y transparencia.
- 9) Libre de toxicidad.
- 10) Buen transmisor de la radiación solar.

El polietileno reduce el calor por convección y la evaporación del agua del suelo a la atmósfera, también es poco permeable a los gases que se producen al calentarse el suelo y que juegan un papel importante en la eliminación de los patógenos. (10, 19, 28, 38 y 39)

4.1.7.D. PRODUCCION DE CALOR:

En lo que a la producción del calor se refiere, ésta se determina de acuerdo a la temperatura del suelo que está en función de diferentes factores como:

- 1) Tiempo de Exposición.
- 2) Frecuencia de Radiación.
- 3) Temperatura de la Superficie del Suelo.
- 4) Intensidad de la Radiación.

Estos factores pueden variar según el ciclo diurno y anual de la radiación solar.

El calor se produce gracias a la capa de polietileno por eliminación de la evaporación, convección de calor durante el día y el efecto de invernadero que ésta proporciona. Por la condensación de la

capa de polietileno, la transmisión de radiación de onda larga es reducida en gran medida, resultando un mejor calentamiento debido al incremento en el efecto del invernadero.

En términos generales, una onda de temperatura viaja en el suelo de 2 a 3 centímetros por hora y con una difusión termal de 0.1-0.01 centímetros cuadrados por segundo. En promedio en un área de 1 centímetro cuadrado de la atmósfera de la tierra paralela a la superficie del suelo, recibe dos cal/cm cuadrado/minuto (constante solar) de energía en forma de radiación solar pero únicamente cerca de la mitad alcanza la tierra.

El suelo almacena el calor que ha sido introducido en él y en la noche que baja la gradiente termal, sujeto al régimen de temperatura a cierta profundidad es invertido, éste se pierde otra vez, dando como resultado un ciclo reversible en la dirección del flujo de calor.

La radiación solar de onda corta (0.2-4Um) y onda larga (4-80 Um). Es la fuente primaria de energía para el calentamiento de los suelos. Este calentamiento incluye en adición a la intensidad de la radiación solar, factores como: Temperatura y humedad del aire, velocidad del viento y las características del suelo como color, humedad y textura. La mayor parte de la energía es transmitida al suelo; sin embargo, alguna no es absorbida por el suelo y es reflejada hacia la atmósfera. (9, 19, 21, y 23)

4.1.7.E. TEMPERATURAS Y PROFUNDIDADES DE DESINFECCION:

Las poblaciones de patógenos en el suelo son reducidas grandemente a temperaturas de 35 a 50 grados centígrados, en exposiciones que van desde pocos minutos, hasta horas para altas temperaturas y de días hasta semanas para temperaturas más bajas. Por lo general el rango de profundidad donde la temperatura aumenta es hasta 30 centímetros.

En estudios anteriores, con el proceso de solarizado se han logrado las siguientes temperaturas en diferentes profundidades:

- 1) A 5 centímetros de profundidad se han logrado: 42, 50, 52, 55, 60 grados centígrados.
- 2) A 10 centímetros de profundidad: 40.6, 42.8, 46, 51.7, 53.3 grados centígrados.
- 3) A 20 centímetros de profundidad: 36, 37.5, 40, 42, 45, grados centígrados.
- 4) A 30 centímetros de profundidad: 35.1, 36, 37, 38.3, 39.2 grados centígrados.
- 5) Y a 40 centímetros de profundidad: 34.8 y 38.
(10,15,18,19,21)

Según Gaitán Ramos(15), las temperaturas en los suelos no solarizados han diferido de los suelos solarizados de 7 a 12 grados centígrados menos. (10, 14, 16, 17, y 19)

4.1.7.F. CULTIVOS Y PATOGENOS EN LOS QUE SE HA EMPLEADO EL SOLARIZADO:

El proceso de solarizado como desinfección de suelos has sido utilizado para patógenos del suelo con diferentes resultados, como los que a continuación se describen:

Katan como pionero del proceso, en su primera publicación sobre el solarizado en 1976 señala buenos resultados en el control de Verticiliosis en berenjena y tomate, producido por Verticillium dahliae.

Verticillium dahliae ha sido controlado también en los cultivos de nuez, papa, tabaco, algodón y repollo; con reducciones de incidencia en porcentajes que van de 25 hasta 100%.

Plasmodiophora brassicae se ha controlado en crucíferas, en combinación con dazomet (100-250 kg/ha) o combinado con bromuro de metilo al 98% y cloropicrina al 2%.

Pythium spp, se ha controlado en la nuez, deciduos, algodón, repollo, con reducción de 58 a 98%.

Rhizoctonia Solani, ha sido combatido en algodón y café, con una cobertura de 21 a 28 días, donde también se obtuvo una mayor altura y vigor de la plántulas.

Suetotium rolsfii, ha sido controlada en cultivos de papa, cebolla, algodón, arveja china, repollo y arroz, obteniéndose una reducción de la incidencia de 80 al 100%.

Fusarium oxysporum y Fusarium spp, han sido suprimidos en 94 a 100% en tomate, cebolla, algodón, arveja china, sandía y repollo.

En Cuanto a los Nemátodos:

Pratylenchus thornei, han sido controlados con reducción de sus

poblaciones de 80 a 100% en cultivos de papa, algodón, Zanahoria y frijol.

Meloidogyne, Heterodera, Paratrichodorus, Criconemella, Helicotylenchus, Pratylenchus, Xiphinema Paratylenchus, se han controlado con reducciones de 42 al 100% en los cultivos de almendra, durazno, uva, nogal, alfalfa, remolacha azucarera, ciruela y tomate. (2, 8, 15, 18,19, 20, 21, 22,23,24,26,28,30,40,42,44)

4.1.7.G. CONTROL DE PATOGENOS:

4.1.7.G.a. MECANISMOS FISICOS Y BIOLÓGICOS DURANTE Y DESPUES DE LA SOLARIZACION.

La reducción en la incidencia de enfermedades en plantas que crecen en terrenos que han sido sometidos al proceso de solarización o cualquier otro proceso de tratamiento de tierra, resulta de los efectos ejercidos por éstos sobre cada uno de los tres componentes vivientes de la enfermedad (hospedero, patógeno y micro organismos), así como el medio físico y químico que a su vez, afecta la actividad y las interrelaciones entre los organismos. (20, 21, 23)

El efecto de solarizado se da en el incremento de las temperaturas de la tierra que da como resultado, cambios en las poblaciones microbiales, en la composición química y estructura física del suelo, altos niveles de humedad conservados y cambios de la composición gaseosa de la tierra.

4.1.7.G.b. INACTIVACION TERMICA.

La inactivación térmica de una población orgánica depende tanto de la temperatura como del tiempo de exposición, que están inversamente relacionados. En muchos casos las curvas de mortalidad por calor son de naturaleza exponencial.

El control de los patógenos no debemos atribuirlo únicamente al calentamiento de la tierra, ya que la reducción de densidad del inóculo, también es reducida a temperaturas más bajas. (21,22 y 24)

4.1.7.H. VENTAJAS DEL SOLARIZADO.

- 1) Elimina gran cantidad de patógenos del suelo.
- 2) Influye en la fertilidad de los suelos, favoreciendo el crecimiento de las plantas.
- 3) Destruye parásitos de plantas aún no conocidos.
- 4) Mejora los agregados del suelo.
- 5) Favorece el crecimiento de organismos benéficos.
- 6) Es un método económico y no contaminante.
- 7) Reduce riesgos de fitotoxicidad por altas temperaturas.
- 8) Controla malezas.
- 9) Tiene un efecto termal desinfectante por largo tiempo.

- 10) En áreas pequeñas, no requiere de maquinaria sofisticada.
- 11) Se puede alternar con otros métodos de manera satisfactoria.
- 12) Su bajo costo permite que se extienda a otros cultivos.
- 13) Tiene características de un control integrado.

4.1.7.I. LIMITACIONES DEL SOLARIZADO:

- 1) En áreas extensas necesita de maquinaria para su aplicación.
- 2) En cultivos donde los agricultores pueden sembrar durante todo el año su uso se limita, ya que el suelo debe encontrarse libre del cultivo durante el proceso de solarización.
- 3) Es muy costoso para algunos cultivos.
- 4) Teóricamente se asume que efectos negativos son posibles en cualquier método de desinfección por poder crearse tolerancia al calor por los patógenos al aplicarlo repetidas veces o por la eliminación de antagonistas de los patógenos por el calor. (8, 10, 12, 15, 18, 19,20 y 24)

4.1.7.J. EFECTOS DEL SOLARIZADO:

4.1.7.J.a. EN LA PRODUCCION.

Con la utilización de este proceso, se han logrado incrementos

significativos en peso y altura de planta en la producción agrícola, como por ejemplo: En tomate se ha dado un incremento en peso seco de 56%; en pimienta de 38% y en frijol de 41%. Teniéndose también un incremento de 44% en la producción de fresa; 35% en papa; de 40 a 70% en algodón; de 42 a 146% en nuez; de 60 a 125% en cebolla y de 215% en berenjena.

En los ensayos donde ha sido utilizado este proceso de solarizado, se han obtenido de 3.5 a 4.7 veces más de peso fresco que en los ensayos donde no ha sido utilizado.

4.1.7.J.b. MAYOR RESPUESTA DE CRECIMIENTO.

Las plantas que han crecido en suelos tratados con el proceso de solarizado, el fenómeno de mayor respuesta de crecimiento denota mejoría, cuando se lleva a cabo una desinfestación de patógenos.

Los mecanismos que explican este fenómeno pueden ser químicos o biológicos. Ya que se han detectado concentraciones de sustancias minerales y orgánicas en soluciones de tierras solarizadas. (2,10, 15,18,22,24 y 42)

4.1.7.J.c. EL SUELO Y SUS CARACTERISTICAS.

En el suelo existen gran variedad de sustancias entre las cuales podemos mencionar las que aparecen naturalmente en el suelo conocidas como fungistáticas que se acumulan mejor en el suelo, bajo los efectos del solarizado, para actuar sobre los patógenos.

Dentro de los efectos del solarizado se ha logrado incrementar los macro y micro elementos en la solución del suelo, eliminar materiales fitotóxicos acumulados en el suelo y se han mejorado los agregados de este, se han reportado incrementos grandes en la concentración de nitratos, menores de amonio, así también se incrementaron los elementos cloro, potasio, sodio y magnesio, se incrementaron también los extractos saturados del suelo y la conductividad eléctrica, los cuales están en función de la concentración de sales solubles. (2,10,15,18,19,24 y 26)

Así también se han obtenido incrementos de amonio y nitrato como resultado de la descomposición de materia orgánica e incrementos en el contenido de materia orgánica soluble. En comparación con suelos no tratados con solarizado, se han obtenido aplicándolo dos a cuatro veces mas materia orgánica soluble, no obstante los valores de materia orgánica total del suelo han sido similares.(2, 10, 15, 18, 19, 24 y 26)

4.1.7.J.d. SOBRE LAS MALEZAS.

La solarización presenta como un buen efecto lateral un efectivo control de malezas anuales y muchas perennes que han sido controladas, entre las cuales podemos incluir los siguientes géneros: Amaranthus, Anagallis, Avena, Capsella, Chenopodium, Cynodon, Digitaria, Eleusine, Fumaria, Lactuca, Mercurialis, Montra, Notobasis, Phalaris, Poa, Portulaca, Sisymbrium, Solanum, Stellaria y Xanthium. De la misma manera la mayoría de las especies de gramíneas sucumben con el proceso.

En ensayos realizados, las poblaciones de malezas se han visto reducidas de 60 a 100%. En pasto bermuda se logró una reducción del 90 al 95% así como en raices de pasto johnson.

Las malezas anuales son generalmente más sensitivas que las perégnas. (15,18,19,20,22,24,26,30,31,35,37 y 42)

4.1.7.J.e. SOBRE SAPROFITOS Y OTROS ORGANISMOS.

Se asume que el proceso de solarizado elimina gran cantidad de los patógenos que se encuentran en el suelo incluyendo algunos que no son conocidos. Así también estimula el crecimiento de micorrizas y otros organismos benéficos entre los que podemos mencionar Rhizobium. spp.

De igual manera se han identificado otros efectos laterales benéficos como el incremento de bacterias que reducen la patogenicidad y poblaciones de patógenos en el suelo e incremento de especies saprofiticas que han aumentado de 3 a 4 veces y hasta 8, las cuales contribuyen a la descomposición de la materia orgánica. También se sabe que ha tenido éxito el proceso en el control de plantas parásitas en las que se encuentra Orobanche sp. (12, 15, 18, 19, 24 y 26)

4.1.7.K. MECANISMOS QUE OPERAN PARA EL CONTROL BIOLÓGICO.

- A) Reducción parcial o total por fungistasis, la cual mantiene los patógenos en un estado de resistencia pasiva o inactiva.
- B) Exposición de los microorganismos patógenos a microorganismos líticos y a otros factores detrimentales del suelo después de la eliminación por fungistasis.

- C) Temperaturas sub-letales mantienen débiles el resto de estructuras de patógenos, dejándolas vulnerables a la microflora antagónica.
- D) Creación de un cambio en las poblaciones microviales del suelo en favor de los saprófitos resistentes al calor, los cuales dan protección de la reinfestación por largo tiempo.
- E) Estimulación de microorganismos antagónicos del suelo, que están directamente afectando los patógenos por parasitismo, competencia, lisis, y antibiosis.
- F) Bajo potencial de inóculo y corta longevidad.
- G) Control biológico sobre el hospedero debido a la protección cruzada. (15,18,19,20,21,22,24,28, y 39)

4.1.7.M. DURACION DEL EFECTO DEL SOLARIZADO.

El solarizado como método de desinfección se ha extendido a varios campos de la agricultura por los buenos resultados obtenidos en el control de los patógenos y en los efectos laterales benéficos que se han extendido hasta más de un año después del tratamiento, sin evidenciar reinfestación.

El crecimiento de Fusarium spp. fue deprimido, y la producción incrementada en los cultivos de sandía y algodón por dos y tres años respectivamente, después del tratamiento. (15,19,22,24,26 y 42)

4.1.7.1. FUNGICIDA A EVALUAR.

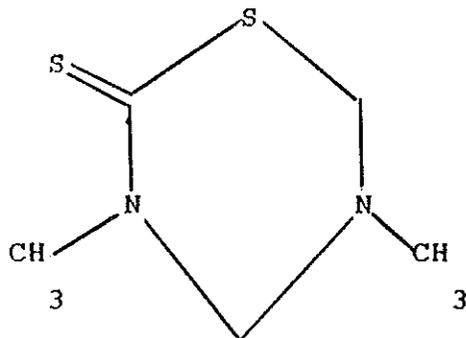
(DAZOMET BASAMID)

Nombre comercial: Basamid. Dazomet posee una estructura heterociclica y con la humedad del suelo se rompe esa estructura originando metilisotocianato y otros productos en una reacción primaria; los productos secundarios contienen formaldehído que posee también fuerte actividad biocida.

4.1.7.L.a. DENOMINACION QUIMICA:

3, 5 - dimetil - (2H) Tetrahidro - 1, 3, 5, thiadiazine-
2 - thione.

4.1.7.L.b. FORMULA ESTRUCTURAL:



4.1.7.L.c. FORMULA EMPIRICA:

C	H	N	S	.
5	10	2	2	

4.1.7.L.d. FORMULACIONES:

Sólido (granulado, polvo).

4.1.7.L.e. PROPIEDADES QUIMICAS:

Estado salido cristalino, $p_f = 100 - 103$ grados centígrados; sol. en agua 1200 ppm/30 grados centígrados; color blanco gris leve; sol. en benceno, alcohol, etc.; insoluble en tetracloruro de carbono, eter.

4.1.7.L.f. CASA QUE LO PRODUCE: BASF.**4.1.7.L.g. PROPIEDADES BIOLÓGICAS:**

En contacto con la humedad del suelo se transforma en sustancias que poseen acción esterilizante entre los organismos que contienen las partículas del suelo, el gas así formado se distribuye en los espacios libres y poros del suelo preferentemente en dirección a la superficie matando todos los organismos del suelo, la actividad depende de la concentración así como de su tiempo de acción sobre el organismo patógeno como además influye el estado en que se encuentra el patógeno.

4.1.7.L.h. ESPECTRO DE ACCION:

Malezas y gramíneas, hongos del suelo, nematodos fitopatógenos, insectos del suelo y bacterias.

4.1.7.L.i. RESTRICCIONES:

No aplicar fertilizantes, ni estiércol u otros abonos orgánicos,

ni tampoco cal o nitro cal poco antes, durante, o poco después del tratamiento. El lapso entre el tratamiento y utilización del suelo depende de la temperatura, la humedad, el tipo y estructura del suelo, va de 6 a 47 días con 30 y 5 grados de temperatura respectivamente. En Estados Unidos el Basamid - Granulado posee registro EPA. (7)

4.2. MARCO REFERENCIAL.

El proceso del solarizado es relativamente nuevo en comparación con los métodos de vaporizar y fumigar que fueron desarrollados hace mas de cien años; siendo el solarizado un tercer método que estableció Katan un pionero del proceso en 1976.

Raghaven según López Quiñones en 1964, cita que la tierra y la materia vegetal se han expuesto a los rayos del sol, para el control de plagas. Sin embargo en la forma actual que consiste en solarizar cubriendo la tierra humedecida con polietileno transparente durante el período óptimo, proceso que presenta un mejor y más efectivo control del calentamiento y activación de procesos biológicos benéficos.

Según Gaitán Ramos, en el país los trabajos experimentales sobre el solarizado son pocos, orientándose más que todo al control de patógenos del suelo y al cultivo de arveja china y algunos otros semilleros, considerando el cultivo de la arveja como el primero que ha tenido una evaluación más científica y con mayor información.

Gaitán Ramos, trabajo en la evaluación del solarizado para el control de patógenos del suelo en el cultivo de la arveja china (Pisum sativum L.), durante los meses de octubre, noviembre y diciembre, en el municipio de Santa Lucia Milpas Altas, Sacatepéquez, obteniendo resultados satisfactorios reduciendo Fusarium Solani 82.69%,

Rhizoctonia Solani 73.69%, Fusarium Oxysporum 73.06%, y Ascochyta spp. en 71.41% y disminuyó las poblaciones de nematodos Meloidogyne, Xiphinema, Longidorus, Aphelenchus, Aphelenchoides,

Trichodorus y Tylenchus en casi un 100%.

La solarización según Gaitán mostró superioridad al testigo químico, captan en el control de patógenos.

Según López Quiñones, en muchos países que han trabajado con el método han obtenido buenos resultados en la reducción de la incidencia en el suelo de insectos, nematodos, hongos, bacterias y malezas.

También López Quiñones dice que la solarización combinado con algunos fumigantes han dado buenos resultados.

López Quiñones trabajó en la evaluación de métodos de control de la hernia de las crucíferas (Plasmodiophora Brassicae), en el cultivo del brócoli (Brassica Oleracea var. *italica*), En Patzicia, Chimaltenango concluyendo que los tratamientos que comprendieron el solarizado, solarizado-encalado, solarizado - PCNB y encalado solo fueron eficaces para el control de Plasmodiophora Brassicae, siendo el solarizado - encalado el tratamiento que produjo el mayor rendimiento y la mayor tasa marginal de retorno.

En cuanto a otros países se tienen varias referencias de evaluaciones en Israel, España, Estados Unidos y Costa Rica.

En Costa Rica, como en muchas otras partes del mundo, la

solarización o calentamiento del suelo por irradiación solar mediante el empleo de coberturas plásticas, se ha considerado una alternativa no química importante en el control de malezas y patógenos, especialmente en almácigos. Esporádicamente la rentabilidad en los que por alguna razón no se desea aplicar plaguicidas. El método es aún poco utilizado, ya que es desconocida por los agricultores. La investigación realizada y publicada en este tema se concentra en los últimos 12 años y ha sido dirigida principalmente al control de algunos patógenos y malezas en varios cultivos en almácigos, la que a continuación se resume.

Se estudió el efecto de la solarización, por 22 días combinado con cascarilla de semillas de café inoculado con Trichoderma harzianum incorporado a 5 cm de profundidad del suelo sobre el control de nemátodos en semilleros de tomate. Al comparar los testigos del suelo solarizado y sin solarizar, se encontró que en el suelo calentado hubo un mayor porcentaje de plantas sanas, mayor altura de plántulas y menor número de nódulos de Meloidogyne. El efecto de T. harzianum fue evidente al lograrse un mayor número de plantas sanas en el suelo natural. Sobre suelo solarizado la sola adición de cascarilla 2% sin inóculo de Trichoderma favoreció la obtención de plantas sanas. También se observó una menor población de malezas en el suelo solarizado y cuando se incorporó cascarilla al 4%.

Otro trabajo similar se desarrolló con la combinación de la solarización y la incorporación de cascarilla inoculado con Trichoderma harzianum en coliflor para el control de Rhizoctonia solani. La solarización garantizó una reducción de la población del nemátodo Helicotylenchus spp, pero no redujo la infestación de malezas gramíneas. La interacción de ambas formas de combate de malezas gramíneas. La interacción de ambas formas de combate no resultó significativa para controlar la enfermedad.

La evaluación de Tres periodos de solarizado para el control de patógenos del suelo en semilleros de café, se realizo en la finca "La Planta", en el municipio de Esquipulas, del Departamento de Chiquimula. (Ver Mapa 1 y 3)

La finca se encuentra ubicada en el valle de Esquipulas a 5 kilómetros de la Cabecera Municipal, cruzando en el kilómetro 224 de la carretera CA-10 (ver mapa 2), que conduce a Honduras. Esquipulas es el municipio más importantes, junto con la Cabecera Departamental. Cuenta con 532 kilómetros cuadrados de extensión y se encuentra a 14 grados, 33 minutos, 32 segundos latitud Norte y a 89 grados, 20 minutos, 31 segundos longitud Oeste. Y a una altitud de 950 metros sobre el nivel del mar; colinda al Norte con los Municipios de Olopa y Camotán, al Este con la República de Honduras, al Sur con la República de El Salvador, y al Oeste con los Municipios de Concepción las Minas, Quezaltepeque y Jocotán.

(Ver Mapa 4).

En esta región gran parte del área se caracteriza por pendientes empinadas; Esquipulas se encuentra rodeada por la montaña La Rueda, y los cerros Bolillo, Caporal, Chino, San Isidro, El Incienso, El Portillo, Ojo de Agua, Peña Blanca y El Raspado.

Los rios más importantes con que cuenta son: Anguiatú, Zepoctúm, Chacalapa, Atulapa, Espinos, Jupilingo, Olopita y Rio de los Milagros.

La ciudad ocupa un amplio valle, llamado de la Burrera, de topografía regular, el cual es cruzado por el río Zepoctún al Noreste y por las quebradas: Chantiago y Obscura, y por el extremo Oriente el río Chacalapa o de los milagros.

Atendiendo a sus características geológicas, los suelos pueden clasificarse en tres grupos:

- A) Suelos sobre materiales volcánicos (comprende 3/4 partes del área de Esquipulas).
- B) Suelo desarrollado sobre materiales sedimentarios y metamórficos (comprendiendo 1/4 parte del municipio).
- C) Clase miscelánea del terreno (incluye áreas donde no domina ningún suelo en particular o donde alguna característica geológica limita su uso agrícola).

En base a los estudios específicos acerca de la estructura del suelo y subsuelo, el tipo de suelo predominante es el franco arenoso, cuya profundidad es de 25 a 49 cms., correspondiendo al suelo mesozoico y rocas volcánicas del terciario.

Según el estudio conjunto por el Dr. C.S. Simmos y U.S.A.I.D., de Guatemala, el suelo esta clasificado en la clase III que lo describe así:

Pendiente:	21 - 45%
Tipo de suelo:	Arenoso, barro o limo
Drenaje:	Mator de 4 días cultivable
Penetración:	15 cms.

Los suelos en su mayor parte son profundos y los afloramientos

rocosos son comunes. (Ver Mapa 5)

El promedio anual de temperatura es de 27.6° C máxima y de 17.5° C mínima, la temperatura media anual es de 21.7° C.

El promedio anual de humedad relativa en el municipio de Esquipulas es de 84%, en los meses de Marzo y Abril y es cuando se presenta más bajo el porcentaje de humedad, mientras que en los meses de Agosto a Noviembre es cuando se presenta mas alto este porcentaje, y el promedio de humedad se mantiene en los meses de Junio y Julio.

Los vientos predominantes son del Noreste, mayormente en los meses de Abril a Septiembre.

La precipitación pluvial anualmente se aproxima a los 1,714.7 mm., y el número de días lluviosos es de 164.

FUENTE: Los datos fueron tomados de la estación 4.4.2 del INSIVUMEH en Esquipulas, localizada en latitud 14 grados, 43 minutos y longitud 89 grados, 27 minutos a una altitud de 950 mts. sobre el nivel del mar en el municipio de Esquipulas.

5. OBJETIVOS

- 5.1 Determinar la eficiencia del solarizado e identificar el mejor período de exposición para el control de patógenos del suelo, que afectan a los semilleros de café.
- 5.2 Determinar dentro de los tratamientos evaluados cual es el de menos costo para el agricultor.

6. HIPOTESIS

- 6.1 El solarizado es efectivo en el control de patógenos del suelo y al menos existe un lapso en donde se controlen los patógenos que afectan a los semilleros de café y con tratamientos de 1 a 6 semanas.
- 6.2 Por lo menos uno de los tratamientos a evaluar es de menos costo para el agricultor.

7. METODOLOGIA EXPERIMENTAL.

Los tratamientos consistieron en exponer a diferentes periodos de solarizado del suelo que fue utilizado para la germinación de café. El empleo de un testigo químico para la comparación con este método de desinfección del suelo por radiación solar, que para este experimento fue Dazomet que es el producto utilizado usualmente en la finca "La Planta" para desinfección de semilleros y un testigo absoluto.

El solarizado fue instalado antes de la siembra según el tiempo de exposición de cada tratamiento. De igual manera fue aplicado el Dazomet, según la especificación del fabricante para uniformizar el día de la siembra que fue un mismo día para todos los tratamientos. Al testigo absoluto no se le aplico ningún producto, ni se le coloco polietileno. En el presente experimento se utilizó polietileno transparente llamada Ecocontrol que lo distribuye la Fabrica de Plásticos OLEFINAS S.A.

Para la realización de esta investigación fue empleado un diseño completamente al azar ya que los tratamientos estuvieron bajo las mismas condiciones.

Constó de 6 tratamientos con 4 repeticiones cada uno, el tamaño de la parcela experimental fue de 1 mt. cuadrado que contenía 600 granos de semilla de café.

7.1. MODELO ESTADISTICO.

El modelo fue:

$$Y_{ij} = U + T_i + E_{ij}$$

DONDE:

Y_{ij} = Variable de respuesta media en la i, j , ésima unidad experimental.

U = Valor de la media general del experimento.

T_i = Efecto del i ,esimo tratamiento

E_{ij} = Error experimental asociado a la i, j , ésima unidad experimental.

7.2. TRATAMIENTOS.

Tratamiento # 1 : Solarizado durante 45 días.

Tratamiento # 2 : Solarizado durante 30 días.

Tratamiento # 3 : Solarizado durante 15 días.

Tratamiento # 4 : Solarizado durante 8 días.

Tratamiento # 5 : Aplicación de Dazomet a razón de 60gr./mt²

Tratamiento # 6 : Testigo absoluto

7.3. VARIABLES A EVALUAR.

7.3.1. Incidencia

Se realizaron lecturas cada ocho días en donde se contaron las plantas enfermas por unidad experimental a partir de los 50 días después de la siembra que es cuando las plántulas de café han emergido completamente hasta los noventa días después de la siembra, cuando es hora de realizar el trasplante a la bolsa de polietileno, ya que en este intervalo de tiempo se observan los síntomas del ataque de patógenos del suelo.

Se contaron las plantas de cada unidad experimental y se obtuvo un promedio para estandarizar el número de plantas por parcela y se refiere a este la incidencia de cada tratamiento; los datos de cada lectura de incidencia se acumularon para que al final se obtuviera una incidencia acumulada. Para determinar esta incidencia se utilizo la fórmula:

$$\text{Porcentaje Incidencia } \% I = \frac{\text{No. de plantas enfermas}}{\text{No. total de plantas / unidad experimental}} * 100$$

Con los datos obtenidos de incidencia acumulada en cada unidad experimental, se elaboraron curvas de progreso con los porcentajes de incidencia para tener idea del comportamiento de las enfermedades.

7.3.2. Incidencia de Hongos por Género.

En cada uno de los muestreos se tomaron muestras de plantas enfermas para establecer el agente causal de las enfermedades encontradas; el criterio para considerar si una planta estaba enferma, fue el de observar los síntomas característicos como: Clorosis, Necrosis, Marchites, Atrofia en el crecimiento o muerte y se trasladaron al laboratorio de la FAUSAC para determinar el agente causal insitante de los síntomas.

7.3.3. Incidencia de Nemátodos.

Para la evaluación de esta variable se hicieron dos muestreos el primero fue antes de colocar el polietileno una sola muestra y fue general para toda el área experimental. El segundo se hizo el día que fueron quitadas las láminas del plástico antes de proceder a sembrar la semilla.

En el segundo muestreo realizado se tomaron cuatro muestras en cada parcela experimental de donde se sacó una sola muestra y por repetición, las que fueron enviadas al laboratorio para su análisis y conteo respectivo.

7.4. ANALISIS DE DATOS.

7.4.1. ANALISIS DE VARIANZA A:

- A) % Total de incidencia de enfermedades.
- B) % de incidencia de hongos por género.
- C) Número de Nemátodos por Género, por Tratamiento.

7.5 Análisis de Costos

Se realizó un análisis comparativo de costos, en donde se detallan los costos actuales de los productos utilizados en la presente investigación.

7.6 MANEJO DEL EXPERIMENTO.

7.6.1 PREPARACION DEL TERRENO.

El terreno se preparo con tiempo anticipado al comienzo de los tratamientos. En este caso consto de 40 mts. cuadrados en el cual se construyeron 20 tablones de 1 mt. cuadrado cada uno dejando un espacio igual entre cada tablón.

Los tablones fueron humedecidos por las constantes lluvias del invierno y se les llevo a capacidad de campo antes de la instalación de los tratamientos.

7.6.2 SOLARIZADO.

Las láminas de polietileno fueron colocadas sobre el tablón según correspondía al tiempo del proceso, cubriendo los bordes con tierra para asegurar el hermetismo, colocando primero las láminas que correspondían a los tratamientos de mayor exposición, para tener una instalación escalonada sucesivamente para uniformizar el día de la siembra que fue un mismo día para todos los tratamientos; las cubiertas plásticas fueron removidas el día de la siembra.

7.6.2 TRATAMIENTO QUIMICO.

Este fue aplicado de acuerdo a las especificaciones del fabricante (BASF), a razón de 60 gramos por metro cuadrado para que también nos proporcionara uniformidad en el día de la siembra.

7.6.4 SIEMBRA.

La siembra fue efectuada en forma de rosario con separación entre los granos para obtener mayor facilidad de conteo y una mejor visibilidad de las plántulas al nacer; las semillas fueron colocadas con la parte plana hacia abajo la que de esta manera germinan más fácilmente.

Fueron sembradas 600 semillas en cada unidad experimental de 1 metro cuadrado.

8. RESULTADOS Y DISCUSION

El estudio se inició la tercera semana de octubre de 1995 con el solarizado, se sembró el 5 de diciembre de 1995 y se esperó la emergencia hasta el 12 de febrero cuando se levantó la sombra, luego el 14 de febrero de 1996 se realizó el primer muestreo y se siguió muestreando cada ocho días como se programó inicialmente.

8.1 Incidencia de Hongos por género

Esta constituyó la variable principal o primaria del estudio y se tomó en 4 muestreos. El primero a los 50 días después del trasplante y los demás con intervalos de 8 días. Durante el transcurso de la realización del experimento se pudieron observar los síntomas (volcamiento, marchitez, clorosis, etc.) característicos de las enfermedades radicales más comunes que se encuentran en los semilleros de café. En este estudio podemos mencionar los que se encontraron en los semilleros de café que fueron 5 hongos diferentes siendo estos; Rhizoctonia sp., Fusarium sp. Esclerotium sp., Roselinia sp. y Phoma sp.

De los cuatro muestreos realizados se tomaron las plantas que presentaron síntomas de la enfermedad en el semillero, de esta manera se obtuvo el número total de plantas enfermas por patógeno del suelo por tratamiento en cada muestreo (cuadros x del apéndice) en el cuadro 1 se muestra la incidencia total de cada enfermedad por tratamiento.

CUADRO 1: PLANTAS ENFERMAS POR TRATAMIENTO Y POR ENFERMEDAD.

TRATAMIENTO	RHIZOC.	FUSAR	SCLERO.	ROSELI.	PNOMA	TOTAL
SOL. 6 SEMANAS	37	46	6	5	3	97
SOL. 4 SEMANAS	67	85	12	8	1	173
SOL. 2 SEMANAS	84	121	15	9	6	235
SOL. 1 SEMANA	95	129	11	11	4	250
DAZOMET	34	50	3	3	1	91
TESTIGO	130	193	16	10	4	253

NOTA: CADA UNIDAD EXPERIMENTAL CONTO CON 600 PLANTAS.

Con los datos del cuadro 1 se procedió a calcular el % de incidencia como se explicó en la metodología para someterlos al análisis de varianza por género de hongo, datos que se presentan a continuación en el siguiente cuadro.

CUADRO 2: % DE INCIDENCIA POR HONGO Y POR TRATAMIENTO.

TRATAMIENTO	RHIZOC.	FUSAR	SCLERO.	ROSELI.	PHOMA	TOTAL
SOL. 6 SEMANAS	2.69	3.34	0.44	0.36	0.22	7.05
SOL. 4 SEMANAS	4.87	6.18	0.87	0.58	0.07	12.06
SOL. 2 SEMANAS	6.1	8.79	1.09	0.659	0.44	17.1
SOL. 1 SEMANA	7.49	9.38	0.8	0.8	0.29	18.8
DAZOMET	2.47	3.63	0.22	0.22	0.07	6.61
TESTIGO	9.45	14	1.16	0.73	0.29	25.7

Con los datos presentados anteriormente se efectuaron, los el análisis de varianza a cada uno de los hongos, encontrados, previamente transformando los datos mediante la fórmula de raíz cuadrada de arcoseno.

El análisis de varianza para el hongo Rhizoctonia sp. se presenta a continuación.

CUADRO 3. ANDEVA PARA EL % DE INCIDENCIA DE Rhizoctonia sp.

P.V.	G.L.	S.C.	C.H	P.CAL.	SIGNIFICANCIA
TRATAMIENTOS	5	149.94	29.99	24.15	0.0001
ERROR	18	22.35	1.24		
TOTAL	23	172.29			

C.V= 20.21%

En el anterior análisis se nota que existe diferencia altamente significativa entre los tratamientos evaluados, por lo que se procedió a efectuar la prueba de TUKEY que se muestra en el siguiente cuadro.

CUADRO 4: PRUEBA DE TUKEY PARA EL % DE INCIDENCIA DE Rhizoctonia sp.

TRATAMIENTO	MEDIDA EN %	AGRUPAMIENTO DE TUKEY AL 5%			
TESTIGO	9.47	A			
SOL. 1 SEMANA	7.49	A	B		
SOL. 2 SEMANAS	6.11		B	C	
SOL. 4 SEMANAS	4.87			C	D
SOL. 6 SEMANAS	2.7				D
DAZOMET	2.47				D

Los tratamientos con las mismas letras son estadísticamente iguales.

En este caso la prueba de TUKEY forma tres grupos de tratamientos. Los tratamientos con medias más altas son los menos eficientes, así pues el primer grupo está formado por los tratamientos 6 (testigo) y el 4 (Solarizado por una semana) los que mostraron la más alta incidencia de Rhizoctonia sp. Un grupo intermedio está formado por los tratamientos 3 (Solarizado por 3 semanas) y 2 (Solarizado por 4 semanas). Los tratamientos más eficientes para prevenir el ataque de este hongo son los del último grupo compuesto por los tratamientos 1 (Solarizado por 6 semanas) y 5 (Dazomet) los cuales son estadísticamente iguales, pero es importante resaltar que son los tratamientos que se esperaban fueran los mejores según nuestros objetivos.

Según los resultados obtenidos estamos de acuerdo a experiencias anteriores de solarizado realizadas en Costa Rica (25,11) en donde también se obtuvieron buenos resultados en el control de Rhizoctonia sp. utilizando este método.

Posteriormente se realizó análisis de varianza al % de incidencia del hongo Fusarium sp. del cual se presentan los resultados a continuación.

CUADRO 5: ANDEVA PARA EL % DE INCIDENCIA DE Fusarium sp.

FV	G.L.	S.C.	C.M.	P.CAL.	SIGNIFICANCIA
TRATAMIENTOS	5	325.42	65.08	45.97	0.0001
ERROR	18	25.49	1.42		

C.V. = 15.75

El análisis de varianza indica que es necesario realizar la prueba de TUKEY para determinar los tratamientos más adecuados, dicha prueba se detalla a continuación.

CUADRO 6: PRUEBA DE TUKEY PARA EL % DE INCIDENCIA DE Fusarium sp.

TRATAMIENTO	MEDIA EN %	AGRUPAMIENTO DE TUKEY AL 5%			
6	14	A			
4	9.36		B		
3	8.81		B	C	
2	6.18			C	D
5	3.64				D
1	3.35				E

NOTA: Los tratamientos con las mismas letras son estadísticamente iguales.

En el cuadro anterior es evidente que el tratamiento menos eficiente fue el testigo con la incidencia más alta, luego el grupo de tratamientos intermedios está formado por el 4.3, y 2(en ese orden) siendo igual que en el caso de *Rhizoctonia* los tratamientos 5 y 1 los más eficientes. En el control de las enfermedades radicales de los semilleros de café, lo cual también coincide con los estudios realizados en Costa Rica en donde se pudo controlar este género de hongo usando solarizado, además debemos de tomar en cuenta que en esa oportunidad los mejores resultados se obtuvieron en épocas de verano cuando el calentamiento del sol es mayor y con tiempos de exposición largos de hasta 45 días. En contraposición, la presente investigación se realizó en época donde las temperaturas no son muy altas (Noviembre-Febrero) ya que uno de nuestros propósitos es producir almácigos en las fechas indicadas para evitar tener que cuidarlos por más tiempo; porque regularmente en esta área los semilleros se realizan cuando el verano ya está instalado para no sufrir de tantas enfermedades, especialmente de las fungosas, pero se tiene que cuidar el almácigo durante el invierno siguiente, y el próximo verano y trasplantar al campo definitivo hasta el nuevo invierno haciéndose difícil y costoso cuidarlo por tanto tiempo, mientras que si producimos las plántulas con anticipación solo se cuidan durante el

verano y las trasplantan al llegar el invierno logrando reducir el tiempo de cuidado del almácigo, costos y una mejor adaptación de la planta al campo definitivo.

Se realizó además análisis de varianza para el % de incidencia de los hongos Scelerotium sp. Roselinia sp. y Phoma sp. pero en ninguno de ellos se detectó diferencias significativas que ameriten realizar prueba de TUKEY por que se puede decir que dichos géneros de hongos no tienen importancia en el lugar en que se realizó este experimento ya que están presentes pero su incidencia no afecta significativamente al semillero. (Ver cuadros en el apéndice)

Para completar el análisis de la variable incidencia de enfermedades, se acumularon los datos de todos los hongos presentes en un solo total y luego se le practicó un análisis de varianza cuyos resultados pueden observarse en el siguiente cuadro.

CUADRO 7: ANDEVA PARA EL % DE INCIDENCIA TOTAL

F.V	G.L	S.C	C.M	P.CAL.	SIGNIFICANCIA
TRATAMIENTOS	5	1081.77	216.35	38.46	0.00001
ERROR	18	101.27	5.63		
TOTAL	23	1183.04			

C.V.= 16.22

En el análisis anterior si existe diferencia altamente significativa por lo que en el siguiente cuadro se muestra la prueba de TUKEY correspondiente.

CUADRO 8: PRUEBA DE TUKEY PARA EL % DE INCIDENCIA DEL
TOTAL.

TRATAMIENTO	MEDIA EN %	AGRUPAMIENTO DE TUKEY AL 5%				
		A	B	C	D	E
TESTIGO	23.65	A				
SOL. 1 SEMANA	18.75		B			
SOL. 2 SEMANAS	17.00		B	C		
SOL. 4 SEMANAS	12.57			C	D	
SOL. 6 SEMANAS	7.05				D	E
DAZOMET	6.61					E

NOTA: Los testigos con las mismas letras son estadísticamente iguales.

La prueba de TUKEY anterior presenta resultados similares obtenidos con los géneros de Rhizoctonia sp. y Fusarium sp. en donde el tratamiento menos eficiente fue el testigo con un 25.65% de incidencia total acumulada, los tratamientos 1 y 5 los de menor incidencia por lo tanto considerados como los mejores.

En general se puede decir que al realizar un análisis por separado para cada género de hongos que se presentaron en el experimento y al hacerlo sumando todos en un solo total, se encontró que los tratamientos sobresalientes fueron el 1 (Solarizado por 6 semanas) y el 5 (Dazomet)

Para complementar los análisis anteriores se procedió a elaborar la gráficas 1 y 2 del comportamiento de cada uno de los hongos para cada tratamiento evaluado. (ver gráfica 1). Y del comportamiento de los tratamientos en el control de cada género de hongo (ver gráfica 2). En dichas gráficas se pueden observar dos aspectos importantes, el primero es el hecho de que los hongos más significativos fueron Rhizoctonia sp. y Fusarium sp., mientras que los otros tres géneros (Sclerotium sp. Roselinia sp. y Phoma sp.) no tuvieron una presencia importante. Lo segundo es que la incidencia en el testigo es la más alta de todas, mientras que el tratamiento 1 que consistió en solarizado durante 6 semanas y el tratamiento 5 que fue Dazomet, obtuvieron los valores más bajos de incidencia.

De lo anterior se puede deducir que es posible lograr prevenir en forma satisfactoria la incidencia de hongos en el semillero de café utilizando el tratamiento 1 ó el tratamiento 5. Sin embargo, en este caso es importante considerar que el tratamiento uno no utiliza sustancias químicas que puedan provocar problemas al ambiente, además de que como se discutirá más adelante resulta más barato para el agricultor.

Las Figuras 1 y 2 se ven complementadas con la gráfica 3, en la cual aparecen los tratamientos evaluados, pero solo presentando las incidencia total de hongos (la sumatoria de todos los géneros que se

presentan en el semillero) en la cual se puede observar claramente lo anteriormente descrito, es decir, el hecho de que en el tratamiento testigo, el porcentaje de plantas enfermas llegó a ser el mayor, con un 25.7% cantidad que constituye en cualquier caso un serio problema para la realización de un semillero de café, mientras que con los mejores tratamientos (solarizado durante seis semanas y Dazomet) los valores de incidencia fueron de 7.05% y 6.61% respectivamente lo cual se considera bastante razonable y dentro de un límite de pérdidas aceptable.

También es importante resaltar el hecho de que en los otros tratamientos con solarizado ya no fue posible obtener buenos resultados, porque a excepción del tratamiento con solarizado seis semanas, los demás obtuvieron un porcentaje de incidencia superior al 12.06% llegando hasta valores del 18.8% lo cual nos indica que tiempos de exposición relativamente bajos no son efectivos en el control de hongos que producen enfermedades en el semillero, en condiciones de temperatura templada.

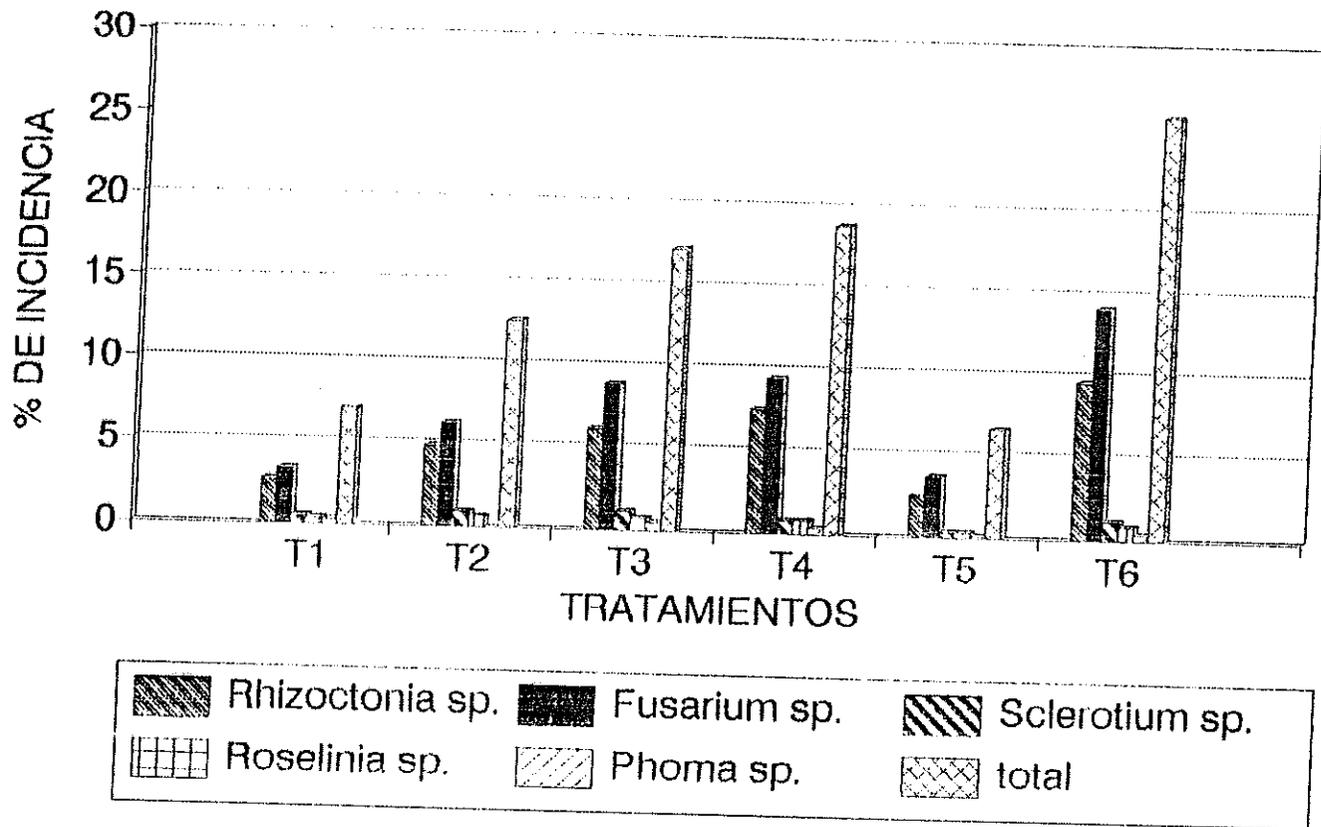


FIGURA 1

% DE INCIDENCIA DE HONGOS
POR TRATAMIENTO

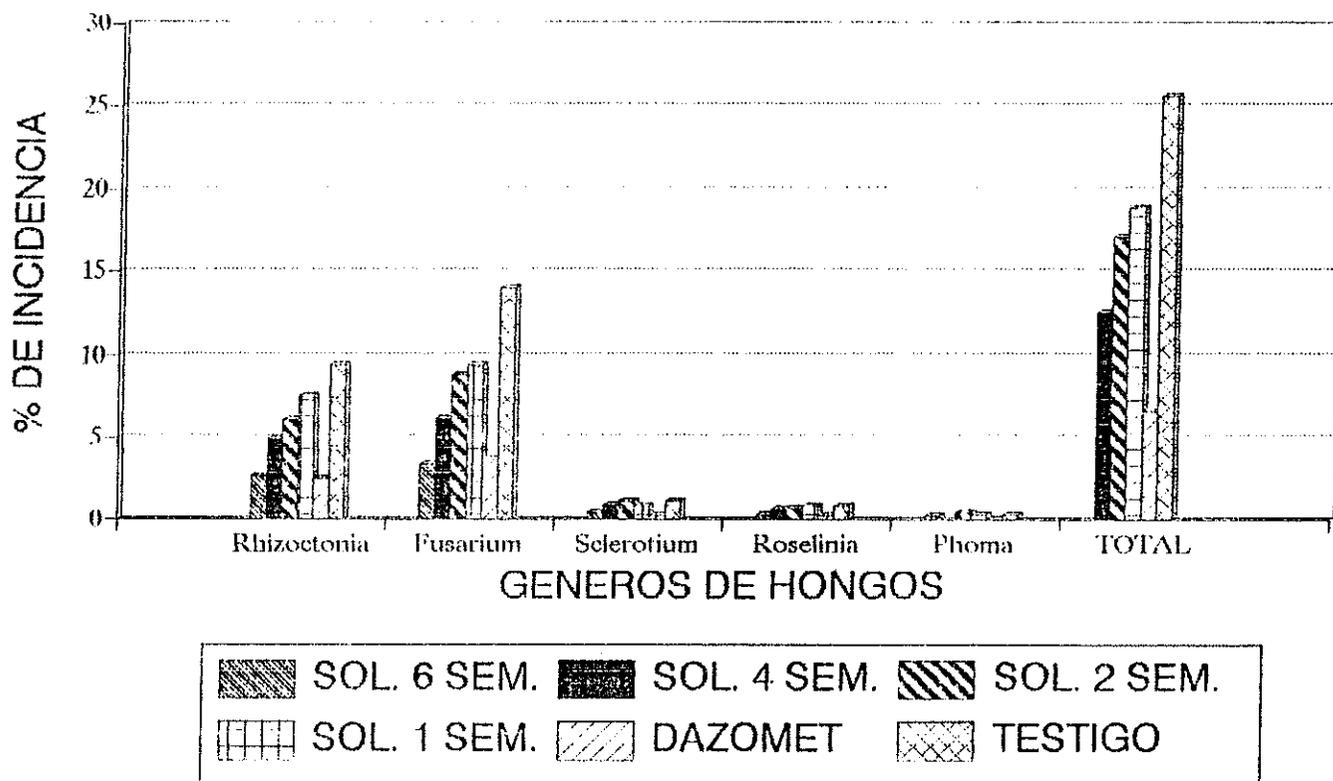


FIGURA 2

EFFECTO DE LOS TRATAMIENTOS EN EL %
DE INCIDENCIA EN CADA GENERO DE HONGO

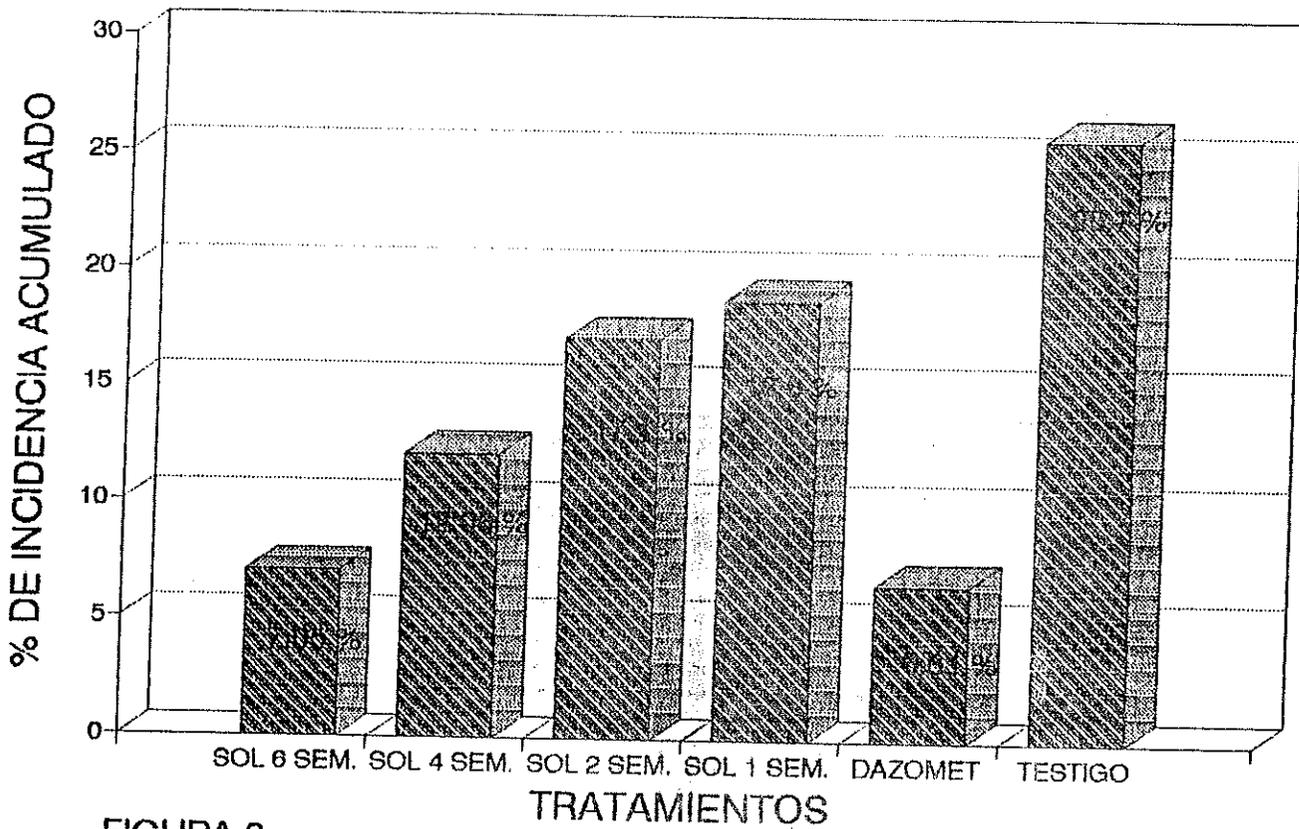


FIGURA 3

INCIDENCIA TOTAL DE HONGOS
EN LOS SEIS TRATAMIENTOS

Finalmente en la Figura 4, en donde se muestra el porcentaje de incidencia total de hongos, para los seis tratamientos a lo largo de los 4 muestreos realizados, en forma de curvas de progreso de los hongos presentes. En esa gráfica, se puede observar que el tratamiento testigo mantiene los porcentajes más altos de incidencia, mientras que el avance de porcentaje de incidencia es menos fuerte para los dos mejores tratamientos encontrados en esta investigación (solarizado 6 semanas y Dazomet), por otro lado se observa que aunque en menor proporción que el testigo pero siguiendo la misma tendencia, los tratamientos solarizado una semana y solarizado dos semanas, también muestran valores altos de incidencia de hongos.

Otra situación importante es que el tratamiento con 4 semanas de solarizado mostró un comportamiento similar a los dos tratamientos mejores, durante los primeros tres muestreos, sin embargo, fue en el último muestreo cuando tuvo un incremento en el porcentaje de incidencia, por lo que se supone que el efecto de solarizado solo constituyó un atenuante para retardar el desarrollo de las enfermedades, pero no tuvo la capacidad final de contrarrestar los hongos definitivamente, lo cual pone de manifiesto la importancia de realizar un solarizado por más de cuatro semanas, en condiciones templadas. Esto en cierta forma, está en desacuerdo por lo obtenido por Maribel Madriz (24) en Costa Rica, en donde se obtuvo resultados aceptables en el combate de Fusarium sp. y Rhizoctonia sp. con coberturas de 21 a 28 días, pero es necesario tomar en cuenta que dicha investigación se realizó en época seca, con temperaturas que llegaron arriba de los 44°C. Celsius, lo cual no ocurre en el Valle de Esquipulas en donde la temperatura promedio fue de 18° C. Según lo observado en el tratamiento de 4 semanas podría ser eficaz si se hiciera en época seca.

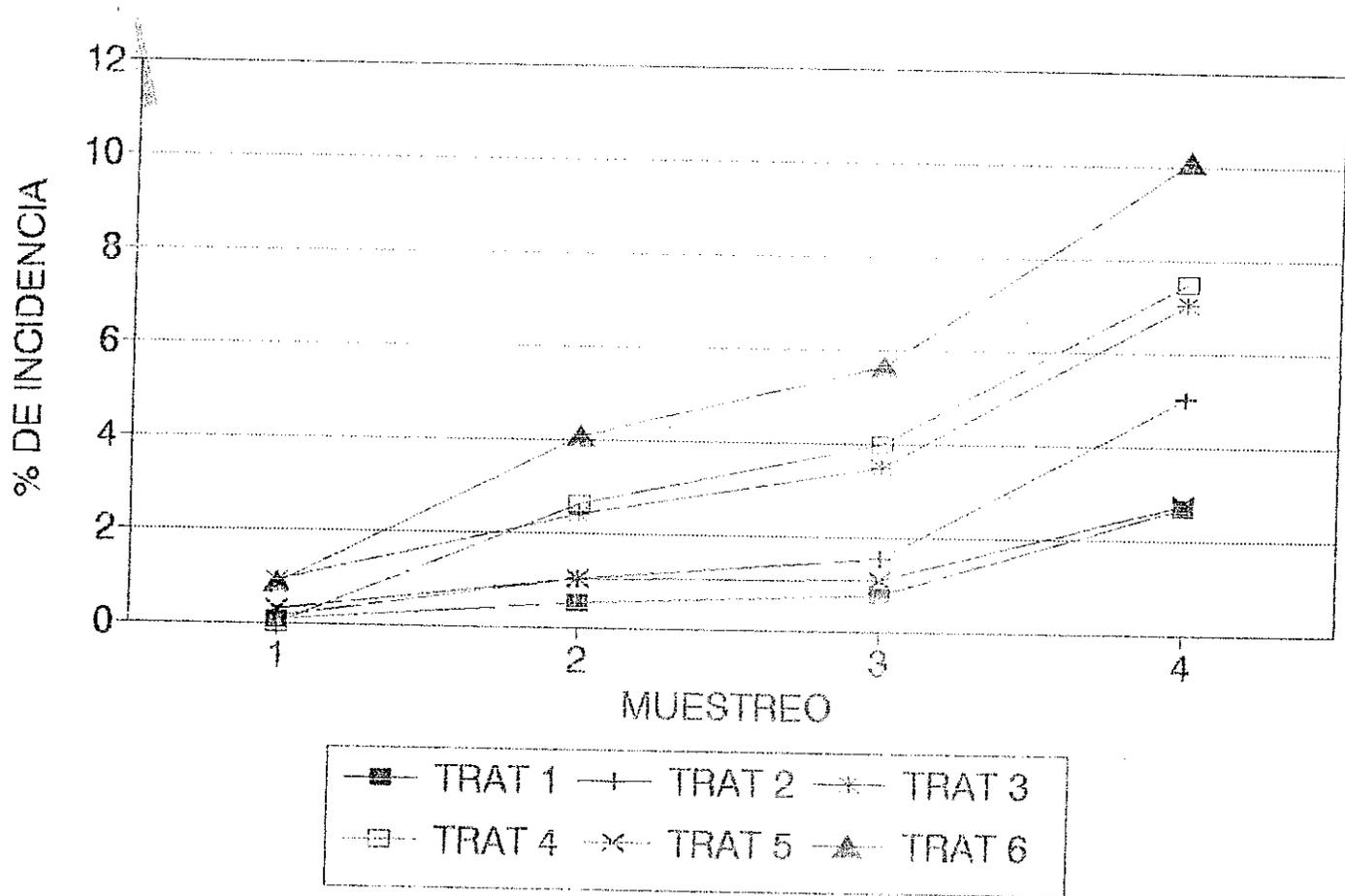


FIGURA 4

COMPORTAMIENTO DEL TOTAL DE HONGOS EN LOS SEIS TRATAMIENTOS

Aphelenchoides sp.) se observaron disminuciones, por ejemplo en el tratamiento de seis semanas de solarizado no se encontró a ninguno de los géneros Tylenchus sp. y Aphelencus sp. aunque en bajas proporciones, en el tratamiento de 4 semanas de solarizado aparece el género Helycotilenchus sp. considerablemente reducido, pero no así el género Meloidogyne que aumentó su población de 15 en 50cc de suelo en el primer muestreo a 20 en 50cc de suelo en el segundo muestreo, y siempre encontramos en este tratamiento al género Tylenchus sp. en el tratamiento que consistió en solarizado por 2 semanas sucedió casi lo mismo que en el tratamiento anterior en donde el género Hylycotylenchus sp. se vio severamente disminuido al igual que el género Criconemoides sp. pero apareció el género Dorylaimus sp. que no se encontró en el primer muestreo; en el tratamiento 5 que consistió en desinfección química con Dazomet sólo se presentó el género Aphelenchus sp. en una cantidad de 14 en 50 cc de suelo, en el segundo muestreo o sea que fue efectivo en el control de los géneros que se encontraron en el primer muestreo, y en el último tratamiento que fue el testigo absoluto encontramos Helycotilenchus sp. con una población reducida de 220 en 50 cc de suelo a 40 en 50cc. de suelo y de igual manera disminuyó la población de Criconemiodes sp. de 25 en 50 cc de suelo a 7 en 50c. de suelo, así como también tuvimos la aparición de Tylenchus con 7 en 50 cc de suelo y de Dorylaimus con la misma cantidad, por lo que concluimos que en este estudio no se observó claramente si los tratamientos que se evaluaron tuvieron relación directa con los cambios que se observaron en el comportamiento de las poblaciones de nemátodos por lo que se recomienda realizar futuras

investigaciones que nos detallen más claramente los efectos del solarizado sobre los nemátodos.

8.3 ANALISIS DE COSTOS

TRATAMIENTO QUIMICO

Kilo de Dazomet = Q54.00

El tratamiento químico se aplicó a razón de 60 gramos/metro cuadrado que fue nuestra unidad experimental en donde normalmente se puede sembrar una libra de café que contiene 2000 semillas aproximadamente.

1000 g/60 Unidades = 16.66 Unidades

Q. 54.00/16.66= Q. 3.24 POR METRO CUADRADO

El tratamiento se aplicó como se observa a razón de 60 gramos por unidad experimental, aplicándolo según las especificaciones del fabricante 8 días antes de la siembra. Este tiempo de aplicación es relativamente corto, pero tomando en cuenta que el café no es un cultivo de ciclo corto podemos utilizar algún otro método que muestre una buena alternativa, si reduce los costos, evita la contaminación y los riesgos de manejo aunque se tenga que preparar con algún tiempo de anticipación.

8.2 INCIDENCIA DE NEMATODOS

Para esta variable se hicieron 2 muestreos. El primero general a toda el área antes de poner el polietileno, y el segundo muestreo se hizo para cada tratamiento en el momento de retirar el polietileno. Los resultados obtenidos se muestran en los 2 cuadros siguientes en cada uno de los muestreos realizados.

CUADRO 9.

PRIMER MUESTREO

HELYCOTILLENCHUS SP.	220 EN 50 CC DE SUELO
CRICONEMOIDES SP.	25 EN 50 CC DE SUELO
HELOIDOGYNE SP.	15 EN 50 CC DE SUELO
APHLENCHOIDES SP.	15 EN 50 CC DE SUELO

CUADRO 10
SEGUNDO MUESTREO

TRATAMIENTO	TYLEN	APHR.	HBLY	HELOY.	CRICO.	DORY
SOL. 6 SEMANAS	7 en 50 cc.	7 en 50 cc	---	----	---	---
SOL. 4 SEMANAS	7 en 50 cc	---	20 en 50cc	20 en 50 cc	-----	-----
SOL. 2 SEMANAS	7 en 50cc	---	20 en 50cc	----	7 en 50cc	7 en 50cc
SOL. 1 SEMANA	-----	-----	20 en 50cc	----	7 en 50cc	7 en 50cc
DAZONET	-----	14 en 50cc	----	----	----	---
TESTIGO	7 en 50cc	---	40 en 50 cc	33 en 50c	7 en 50cc	7 en 50cc.

Los nemátodos han sido por mucho tiempo los enemigos ocultos de los cultivos ya que seguramente muchos agricultores ya habrán observado, al inspeccionar su campo o su plantación grupos o manchones de plantas con crecimiento retardado que presentan amarillamiento y bajas producciones, incluso cuando hayan abonado regularmente.

Una vez que se observan cambios en el aspecto y el crecimiento de las plantas, puede suponerse que la cantidad y calidad de la cosecha ya han quedado perjudicada, se han realizado varios estudios en donde se han tratado de controlar sus poblaciones, por ejemplo en Costa Rica (11) se han realizado algunos estudios utilizando el método del solarizado y al comparar los testigos del suelo solarizado y sin solarizar, se encontró que en el suelo calentado las poblaciones habían descendido. Sin embargo hay que hacer notar que en otras investigaciones de las misma naturaleza las poblaciones no han sido controladas totalmente y han manifestado cambios erráticos a los cuales no les ha dado una buena explicación porque el comportamiento de los nemátodos aún no está totalmente estudiado.

También en Cuba se han realizado algunos experimentos con el afán de combatirlos y en épocas de temperaturas altas de han logrado algunos adelantos como la disminución de la población en Meloidogyne incógnita con treinta días de solarizado, así pues los resultados aún nos indican que la solarización es una buena alternativa para el control de nemátodos, aunque en el caso de los nemátodos falta que profundizar mucho más.

En el caso de la presente investigación se pudo observar cambios en las poblaciones estos pero no muy significativos, aunque en algunos géneros de los que se encontraron en el primer muestreo (Helycotilenchus sp., Criconemoides sp., Meloidogyne sp. y Aphelenchoides sp.) se observaron disminuciones, por ejemplo en el

SOLARIZADO CON POLIETILENO

El polietileno que se utilizó lo distribuye Olefinas con el nombre de ECOCONTROL y cuesta actualmente Q. 5.99 la libra que contiene aproximadamente 11 metros de largo por uno de ancho.

Lb. de polietileno Q. 5.99

1 lb. de polietileno= 11 metros cuadrados

Q. 5.99/11= Q. 00.54 Costo por metro cuadrado.

Según los cálculos anteriores podemos identificar definitivamente al tratamiento por solarizado como el más económico, no contamina, no es tóxico, y se maneja con cuidado puede ser utilizado nuevamente o sea que el costo se puede reducir todavía en un 50%.

9. CONCLUSIONES

- En general el solarizado es efectivo en el control de hongos patógenos del suelo que afectan los semilleros de café.

- Se pudo constatar que a mayor tiempo de solarizado existe un mejor control, ya que el mejor tratamiento fue el de seis semanas de solarizado.

- Los géneros de hongos que se presentaron en el estudio fueron Rhizoctonia sp. Sclerotium sp. Phoma sp., Fusarium, Rosellinia.

- De los géneros de hongos que se presentaron los de más importancia fueron Rhizoctonia sp. y Fusarium sp.

- Los tratamientos que previnieron la incidencia de hongos fueron el solarizado de 6 semanas, y el Dazomet, sin embargo el tratamiento del solarizado tiene la ventaja de ser más barato para el agricultor y no daña el medio ambiente.

- La elevación de nemátodos no se obtuvieron resultados consistentes por lo que se dice que en esta época que se realizó la investigación no es la propicia para evaluar nemátodos.

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

11. RECOMENDACIONES

- Para prevenir el ataque de patógenos del suelo en la elaboración de semilleros de café, se recomienda la utilización de SOLARIZADO durante 6 semanas.

- Se recomienda realizar estudios de esta misma naturaleza, en diferentes localidades y diferentes épocas.

- Evaluar en trabajos posteriores la combinación de solarizado con otros métodos para el control de géneros *Fusarium* y *Rhizoctonia*.

- Realizar un estudio próximo más detallado y específico para el control de nemátodos, que afectan los semilleros de café.

12. BIBLIOGRAFIA

1. AGRIOS, G.N. 1989. Fitopatología: de enfermedades de las plantas ocasionadas por hongos. Trad. por Manuel Guzmán Ortiz. México, D.F., Limusa. 756 p.
2. ASHWORTH JUNIOR, L.J.; GAONA, S.A. 1982. Evaluation of clear polyethylene mulch for controlling *Verticillium* wilt in established pistachio nut groves. *Phytopathology* (EE.UU.) 72 (2): 243 -246.
3. -----, 1989. Memoria técnica de las investigaciones en café. 1986 - 1989. Guatemala, C.A. 188 p.
4. ASOCIACION NACIONAL DEL CAFE (Gua). 1991. Manual de caficultura. Guatemala, C.A. 169 p.
5. BOWEN, J.E.; KRATKY, B. 1987. Almacías sanos y vigorosos. *Agricultura de las Américas* (EE.UU.) 36(4): 12-17.
6. -----, 1987. Nematodos: lo bueno, lo malo y lo feo. *Agricultura de las Américas* (EE.UU.) 36(4): 20-23.
7. BASF (Alemania). s.f. Basamid-granulado; desinfectante tanto de suelos contra nematodos, hongos, insectos y malezas. República Federal de Alemania. 27 p.

8. CALDERON, E.; GARCIA, E. 1992. Evaluación de diferentes métodos para el control de hongos del suelo en arveja china. En Manejo integrado de plagas en arveja china; fase i: 1991-1992. V. Salguero, R. Fisher y D. Dardón eds. Guatemala, MIP-ICTA-CATIE-ARF. p. 83-90.
9. CENIS, J.L. 1989. Temperature evaluation in solarized soils by fourier analysis. *Phytopathology (EE.UU.)* 79 (5): 506-510.
10. CHEN, Y.; KATAN, J. 1980. Effect of solar heating of soils by transparent polyethylene mulching on their chemical properties. *Soil Science (EE.UU.)* 130 (5): 271-273.
11. ELAD, Y.; KATAN, J.; CHET, I. 1980. Physical, biological, and chemical control integrated for soilborne diseased in potatoes. *Phytopathology (EE.UU.)* 70 (5): 418-421.
12. ESTADOS UNIDOS. NATIONAL ACADEMIC OF SCIENCES. 1980. Desarrollo y control de las enfermedades de las plantas. México, Limusa. V.1. 227 p.
13. ----- . 1980. Control de nematodos parásitos de plantas. México, Limusa. V.4, 219 p.

14. FRITZ, T., GARCIA, F. 1983. El mejor café del mundo. Guatemala, ANACAFE, 456 p.
15. GAYTAN RAMOS, J.M. 1994. Evaluación del solarizado para el control de patógenos del suelo en el cultivo de arveja china (Pisum Sativum L.), durante los meses de octubre, noviembre y diciembre, en el municipio de Santa Lucía Milpas Altas, Sacatepéquez. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 65 p.
16. GARCIA, E. 1992. Manejo racional de plagas en arveja china. Guatemala, MIP-CATIE-ARF-ICTA. P. 94-96.
17. HERRERA, F. 1995. La solarización en Costa Rica. En Taller Regional de Solarización del Suelo (1995, Honduras). (Informe). Honduras, Escuela Agrícola Panamericana El Zamorano. p. 1-3
18. KATAN, J. 1980. Solar pasteurization of soils for disease control: status and prospects. *Plant Disease* (EE.UU) 64(5):450-454.
19. -----, 1981. Solar heating (solarization) of soil for control of soilborne pests. *Annual Review of Phytopathology* (EE.UU.) 19:211-223.

20. -----; FISHLER, G.; GRINSTEIN, A. 1983. Short-and-long-term effects of soil solarization and crop sequence on Fusarium wilt and yield of cotton in Israel. *Phytopathology* (EE.UU.) 73(8): 1215-1219.
21. KATAN, J.; GREENBERGER, H.; GRINSTEIN, A. 1976. Solar heating by polyethylene mulching for the control of diseases caused by soil-borne pathogens. *Phytopathology* (EE.UU) 66(5): 683-687.
22. KATAN, J.; GREENBERGER, H.; YOGEV, A. 1985. Induced suppressiveness in solarized soils. *Phytopathology* (EE.UU.) 75 (11): 1291.
23. LEE, F.N. 1985. Effect of soil solarization with clear plastic and shallow flood on the survival of Rhizoctonia Solani sclerotia. *Phytopathology* (EE.UU.) 75(11); 1291.
24. LOPEZ QUINONES, M.A. 1995. Evaluación de métodos de control de la hernia de las crucíferas (Plasmodiophora brassicae), en el cultivo de brocoli (Brassica oleracea var. *italica*), en Patzicia, Chimaltenango. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 58 p.
25. MADRIZ, M. E. Impreso-Aéreo, enero marzo de 1988.

26. MARTYN, R.D.; HARTZ, T.K. 1986. Use of soil solarization to control Fusarium wilt of watermelon. Plant Disease (EE.UU.) 70(8): 762-766.
27. -----, 1987. Fusarium oxysporum F. sp. Niveum race 2: a highly aggressive race new to the United States. Plant Disease, (EE.UU.)71(3):233-236.
28. MIHAIL, J.D.; ALCORN, S.M. 1984. Effects of solarization on Macrophoma phaseolina and Sclerotium rolfsii. Plant Disease (EE.UU.) 68 (2): 156-159.
29. MUNNECKE, D.F.; RAMIREZ, J. 1985. Effects of solarization of soil amended with residues on Fusarium oxysporum f. sp. conglutinans race 5. Phytopathology (EE.UU.) 75(11): 1291.
30. NAVARRO, J.R. et al. Efecto de la solarización del suelo sobre la población de malezas y del hongo Rhizoctonia solani durante la estación lluviosa en Alajuela, Costa Rica. Agronomía Costarricense (C.R.) 15(1/2):93-98.
31. RAMÍRES-VILLAPODUA, J.; MUNNECKE, D.E. 1987. Control of cabbage yellows (Fusarium oxysporum f.sp. conglutinans) by solar heating of field soils amended with dry cabbage residues. Plant Disease (EE.UU.) 71(3): 217-221

32. RINCON SEPULVEDA, O. 1989. Manual para el cultivo del café. 3 ed. Bogotá, Colombia, TOA. 152 p.
33. RINCON GONZALES, A.A.; LEGUIZAMON CAYCEDO, J.; TORRES, G. 1992. Control biológico de Rhizoctonia Solani con trichoderma spp. en semilleros de café. CENICAFE (Col). 48(3):78-83.
34. SALGERO VIDAL, S.I. 1988. Esquema de reordenamiento urbano para el municipio de Esquipulas. Tesis Arq. Guatemala, Universidad Mariano Gálvez de Guatemala, Facultad de Arquitectura. 149 p.
35. SHEREF, A.F.; MACNAB, A.A. 1986. Vegetable diseases and their control. 2 ed. EE.UU., Wiley-Interscience. p. 483-501.
36. SIMMONS, CH.; TARANO, J.M.; PINTO, J.H. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Trad. por Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, Ed. José de pineda Ibarra. 1000p.
37. STAPLETON, J.J. DEVAY, E. 1983. Response of photoparasitic an free-livig nematodes to solarization an 1,3- dichloropropene in California. American Phytopatological Society (EE.UU.) 73(10): 1429-1435.

38. ----- 1984. Thermal components of soil solarization as related to changes in soil and root microflora and increased plant growth response. *Phytopatology (EE.UU.)* 74(3): 255-259.
39. ----- 1985. Soil solarization as a postplant treatment to increase grow of nursery trees. *Phytopatology (EE.UU.)* 75(10): 1179.
40. STAPLETON, J.J. 1991. Use of soil solarization for the control of soil pests. En National Agricultural Plasrice Congress (23.,1991, EE.UU.). Proceedings. Brown J.E. ed. Auburn, Alabama, EE.UU., American Society for Plasticulture. p. 266- 271.
41. SUPERB (Gua) 1995. Manual agricola Superb, Guatemala, Superb Agricola. p. 591
42. VILLALBA GAUL, D.; FERNANDEZ BORRERO, O. 1983. Ciclo de vida de meloidogyne incognita raza 5, en Coffea Arabica variedad Caturra 1. *CENICAFE (Col)*. 33(3): 91-101.
43. VILLEDA RAMIREZ, J.D. 1992. El cultivo del ejote frances (Phaseolus Bulgaris). Guatemala, PDA. 55 p.
44. ----- 1993. El cultivo de la cebolla (Allium Cepa L.). Guatemala, PDA. 55 p.

Patualle

Vo. Co.



A N E X O S

ANDEVA PARA EL % DE INCIDENCIA DE
Selerotium sp.

P.V	G.L.	S.C.	C.N.	F. CAL	SIGNIFICANCIA
TRATAMIENTOS	5	2.72	0.54	0.057	0.057
ERROR	18	3.47	0.19		
TOTAL	23	6.19			

C.V.=57.66%

ANDEVA PARA EL % DE INCIDENCIA DE
Rosellinia sp.

P.V	G.L.	S.C.	C.N.	F. CAL	SIGNIFICANCIA
TRATAMIENTOS	5	0.99	0.2	0.94	0.1379
ERROR	18	1.85	0.1		
TOTAL	23	2.84			

C.V.= 57.68%

ANDEVA PARA EL % DE INCIDENCIA DE
Phoma sp.

P.V	G.L.	S.C.	C.N.	F. CAL	SIGNIFICANCIA
TRATAMIENTOS	5	0.4	0.00	1.517	0.2371
ERROR	18	0.95	0.05		
TOTAL	23	1.35			

C.V.= 99.01%

PRIMER MUESTREO

TRAT.	RHIZOC.	FUSARIUM	SCLERO.	ROSELI.	PHOMA	TOTAL
T1R1	0	0	0	0	0	0
T1R2	0	0	0	0	0	0
T1R3	0	0	0	0	0	0
T1R4	1	0	0	0	0	1
T2R1	0	0	0	0	0	0
T2R2	0	0	0	0	0	0
T2R3	0	2	0	0	0	2
T2R4	0	0	0	0	0	0
T3R1	0	4	1	0	0	5
T3R2	0	3	0	0	0	3
T3R3	0	0	0	0	0	0
T3R4	0	5	0	0	0	5
T4R1	0	0	0	0	0	0
T4R2	0	0	0	0	0	0
T4R3	0	0	0	0	0	0
T4R4	0	0	0	0	0	0
T5R1	0	0	0	0	0	0
T5R2	0	0	0	0	0	0
T5R3	0	0	0	0	0	0
T5R4	0	4	0	0	0	4
T6R1	2	4	0	0	0	6
T6R2	0	1	0	0	0	1
T6R3	0	0	0	0	0	0
T6R4	1	3	0	1	0	5

SEGUNDO MUESTREO

TRAT.	RHIZOC.	FUSARIUM	SCLERO.	ROSELI.	PHOMA	TOTAL
T1R1	1	3	0	0	0	4
T1R2	0	1	0	0	0	1
T1R3	2	2	1	1	1	7
T1R4	3	5	2	0	0	10
T2R1	3	4	1	0	0	8
T2R2	2	6	2	0	0	10
T2R3	4	7	1	1	0	13
T2R4	3	6	2	1	0	12
T3R1	2	8	1	2	1	14
T3R2	5	7	1	0	0	13
T3R3	7	9	1	1	1	19
T3R4	6	8	1	0	0	15
T4R1	7	13	3	2	1	26
T4R2	12	11	1	1	0	25
T4R3	8	13	2	0	0	23
T4R4	9	9	0	0	0	18
T5R1	3	4	1	0	0	8
T5R2	0	1	0	0	0	1
T5R3	3	2	0	1	0	6
T5R4	4	6	0	0	0	10
T6R1	10	22	3	2	0	37
T6R2	8	24	1	0	0	33
T6R3	12	16	2	2	0	32
T6R4	14	23	2	0	0	39

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Centr

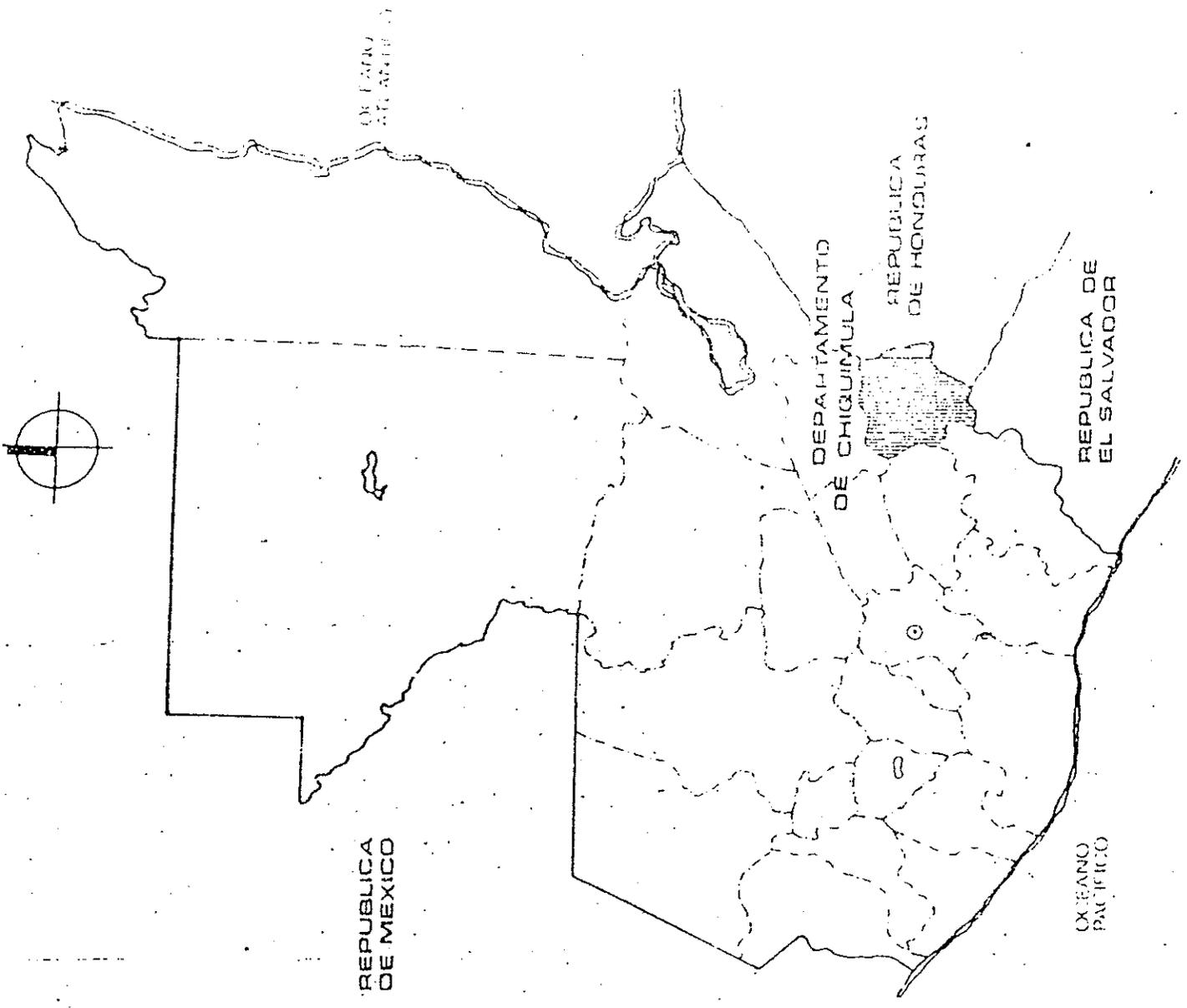
TERCER MUESTREO

TRAT	RHIZOC.	FUSARIUM	SCLERO.	ROSELI.	PHOMA	TOTAL
T1R1	0	0	0	0	0	0
T1R2	1	1	0	0	0	2
T1R3	2	3	0	0	0	5
T1R4	0	2	0	0	0	2
T2R1	2	0	0	0	0	2
T2R2	2	5	0	1	0	8
T2R3	1	2	0	1	0	4
T2R4	2	3	1	0	0	6
T3R1	3	4	1	0	1	9
T3R2	4	7	0	0	0	11
T3R3	2	2	1	0	1	6
T3R4	6	7	2	0	0	15
T4R1	3	4	0	0	0	7
T4R2	5	7	0	1	1	14
T4R3	6	8	0	2	0	16
T4R4	5	6	1	0	0	12
T5R1	0	2	0	0	0	2
T5R2	0	1	0	0	0	1
T5R3	0	1	0	0	0	1
T5R4	1	1	0	0	0	2
T6R1	5	8	1	1	1	16
T6R2	4	6	0	1	1	12
T6R3	6	9	1	0	1	17
T6R4	7	8	1	0	0	16

CUARTO MUESTREO

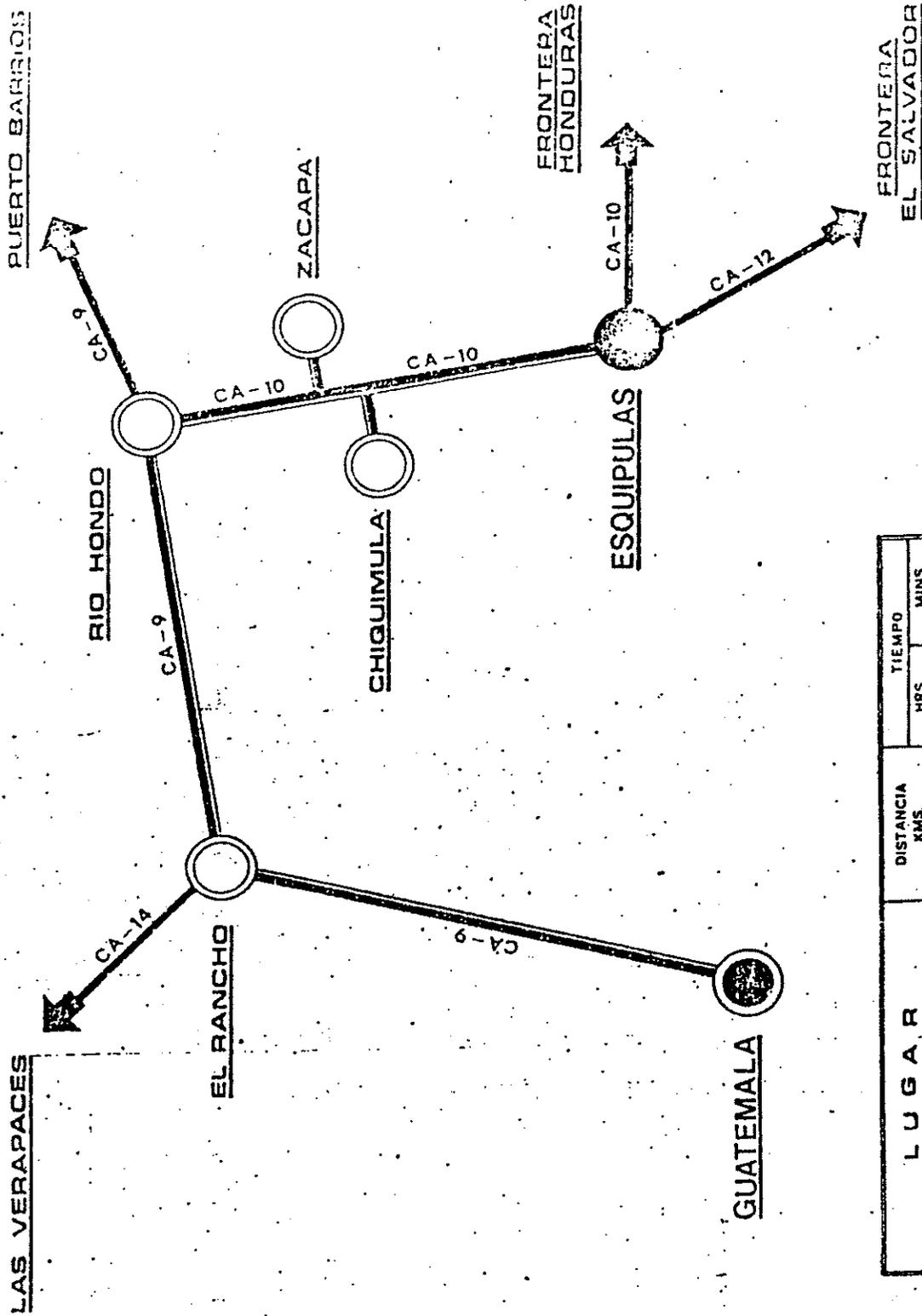
TRAT.	RHIZOC.	FUSARIUM	SCLERO.	ROSELI.	PHOMA	TOTAL
T1R1	9	8	0	1	0	18
T1R2	7	7	1	1	1	17
T1R3	4	6	0	1	0	11
T1R4	7	8	2	1	1	19
T2R1	10	13	0	0	0	23
T2R2	8	8	0	1	0	17
T2R3	17	15	3	2	0	37
T2R4	13	14	2	1	1	31
T3R1	12	11	1	0	0	24
T3R2	10	13	1	2	1	27
T3R3	14	16	2	1	1	34
T3R4	13	17	2	3	0	35
T4R1	9	12	0	2	1	24
T4R2	14	15	0	1	0	30
T4R3	13	17	3	1	1	35
T4R4	12	14	1	1	0	28
T5R1	7	8	1	1	0	17
T5R2	5	6	0	0	0	11
T5R3	4	5	0	1	0	10
T5R4	7	9	1	0	1	18
T6R1	14	16	2	1	0	33
T6R2	15	18	2	0	1	36
T6R3	18	20	0	0	0	38
T6R4	14	15	1	2	0	32

Con los datos anteriores se procede a calcular el % de incidencia cose se explica en la metodología y a totalizar un solo dato acumulado de los 4 muestreos para someterlos a analisis de varianza por genero de hongo.



MAPA 1

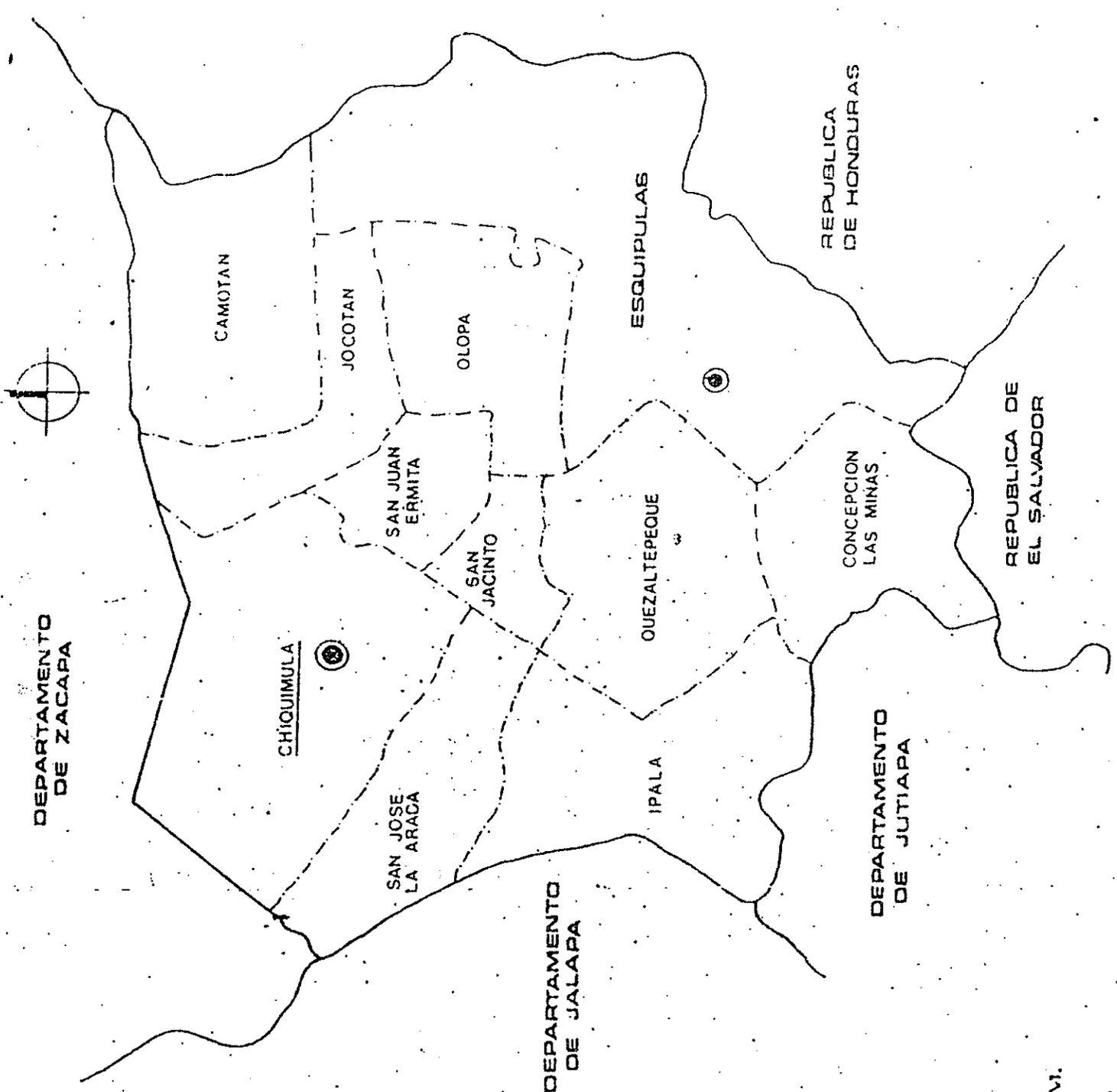
FUENTES: I.G.M.



LUGAR	DISTANCIA KMS.	TIEMPO	
		HRS.	MINS.
EL RANCHO	85	1	30
RIO HONDO	136	2	30
ZACAPA	141	2	40
CHIQUMULA	164	3	00
ESQUIPULAS	222	4	00

FUENTE: INGUAT

MAPA 2



DEPARTAMENTO DE ZACAPA

CAMOTAN

JOCOTAN

OLOPA

ESQUIPULAS

SAN JUAN ERMITA

SAN JACINTO

QUEZALTEPEQUE

CONCEPCION LAS MINAS

CHIQUMULA

SAN JOSE LA ARACA

IPALA

DEPARTAMENTO DE JALAPA

DEPARTAMENTO DE JUTIAPA

REPUBLICA DE HONDURAS

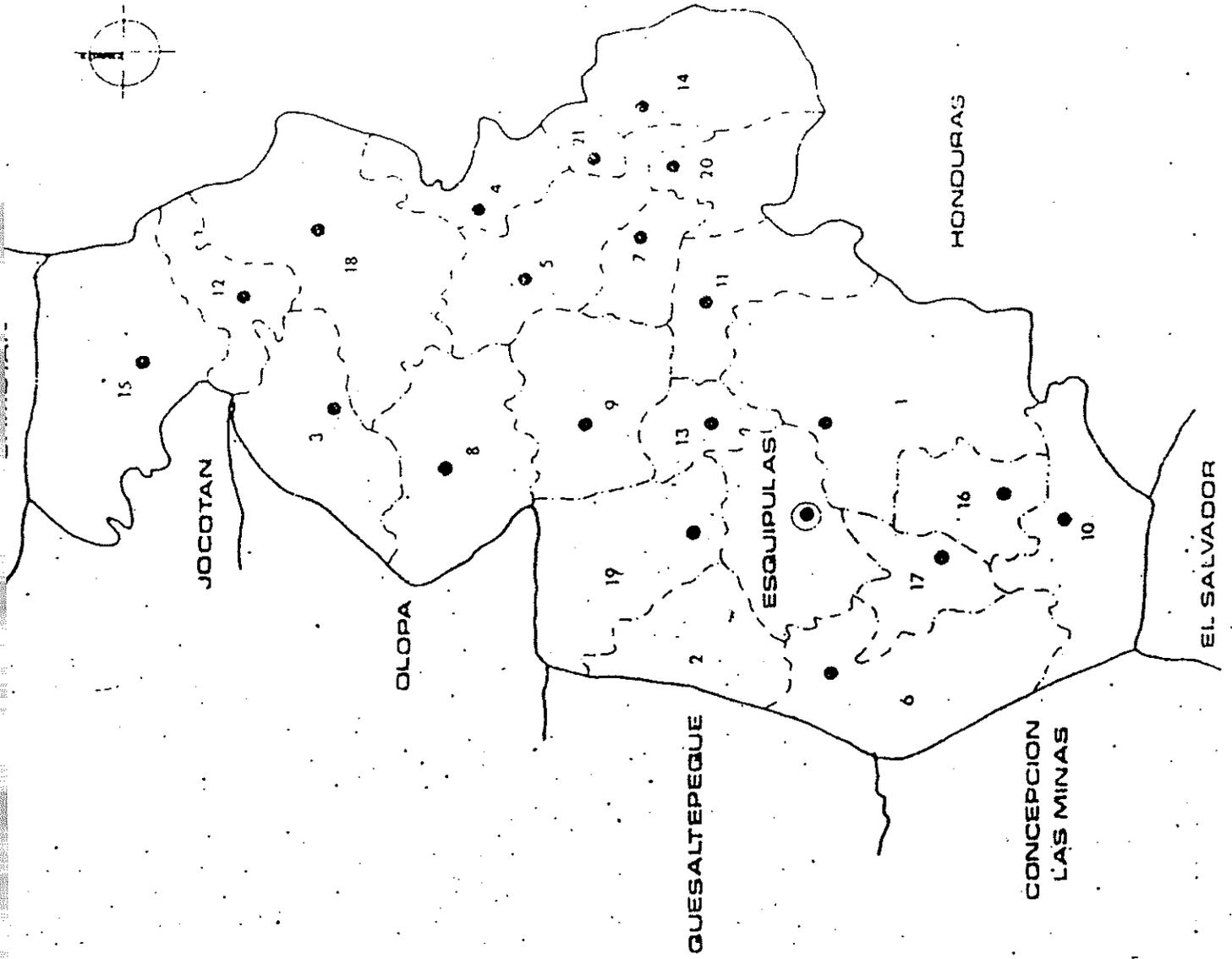
REPUBLICA DE EL SALVADOR

FUENTE: I.G.M.

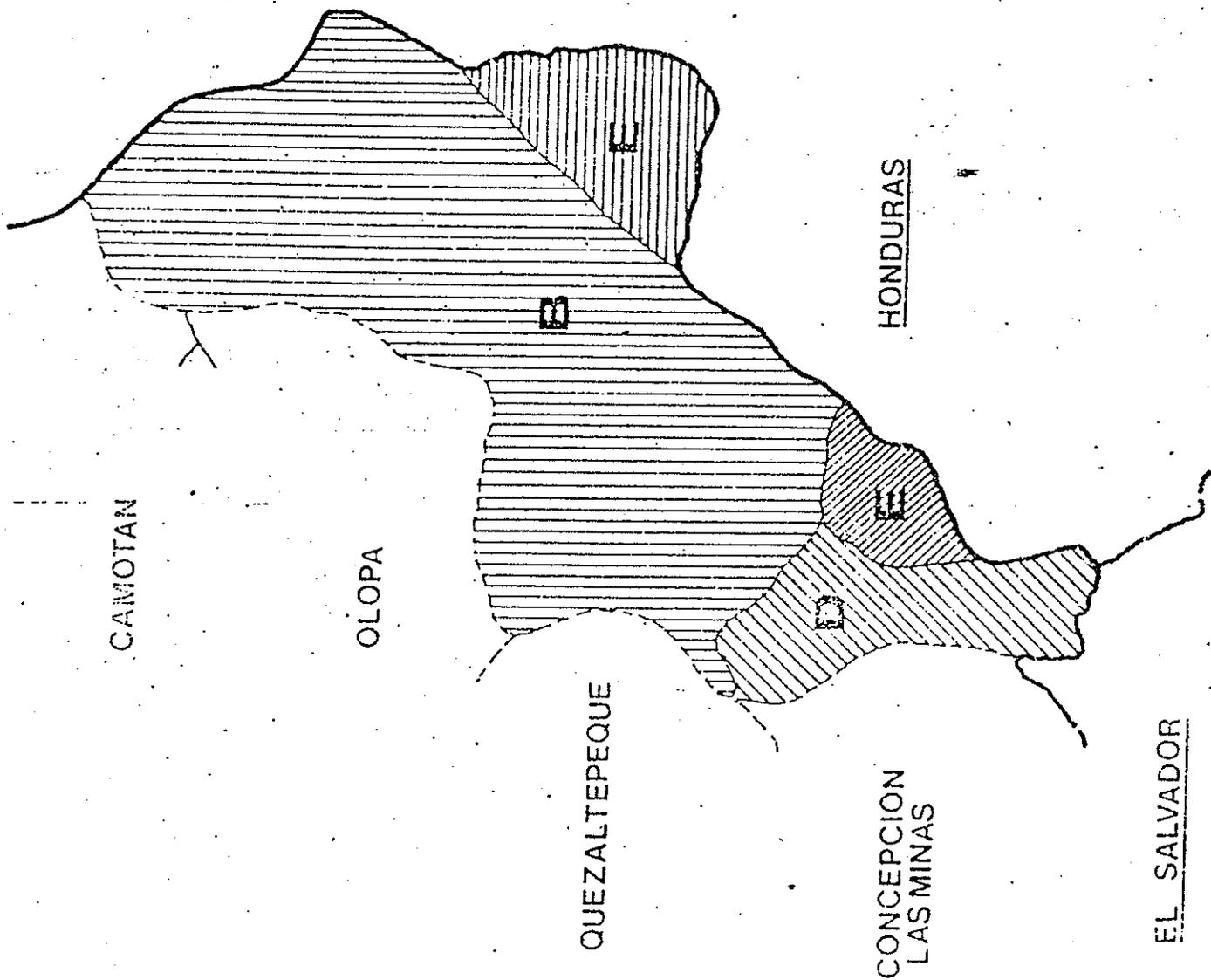
MAPA 3

- 1 ATULAPA
- 2 BELEN
- 3 CARBONERAS
- 4 CARRIZAL
- 5 CHANMAGUA
- 6 CRUZ ALTA
- 7 ZARZAL
- 8 HORCONES
- 9 JAGUA
- 10 LA GRANADILLA
- 11 LAS PEÑAS
- 12 MONTEROS
- 13 OLOPITA
- 14 SAN ISIDRO
- 15 SAN JOSE LAS LAGRIMAS
- 16 SAN NICOLAS
- 17 SANTA ROSALIA
- 18 TIMUSHAN
- 19 VALLE DOLORES
- 20 VALLE DE JESUS
- 21 CAFETALES

MAPA 4



FUENTE: I.G.M.



REFERENCIAS:

B — 25 — 49 CM DE PROFUNDIDAD

D — 75 — 99 CM DE PROFUNDIDAD

E — 1 MT Y MAS DE PROFUNDIDAD



FRANCO ARCILLOSO



FRANCO



ARCILLA

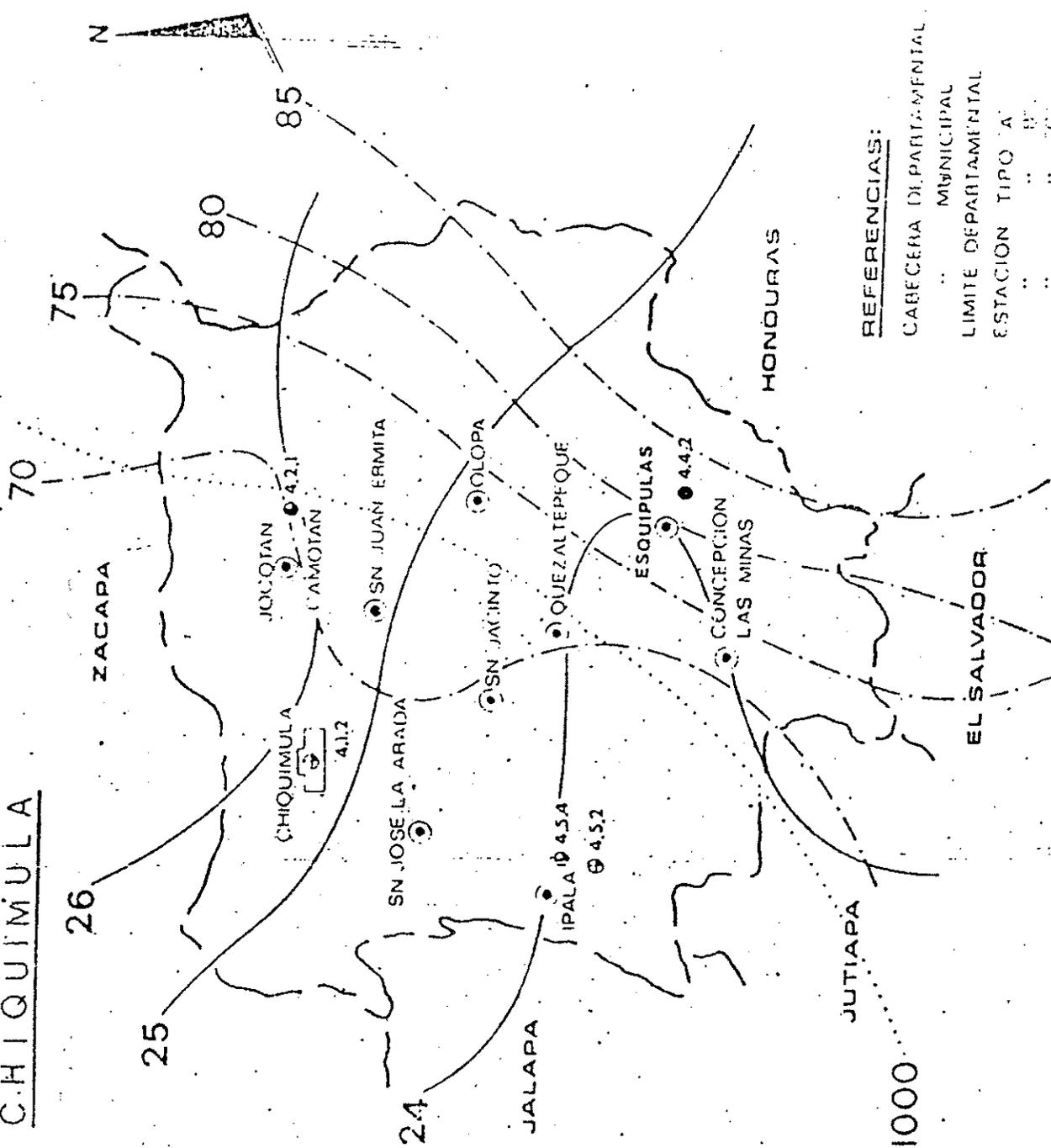


FRANCO ARENOSO

FUENTE: ESTUDIO CONSULTIVO DEL
DR. G. S. GEMENOS

MAPA 5

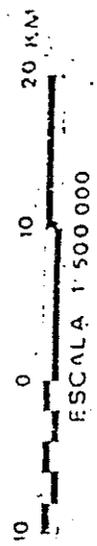
C.HIQUIMULA



REFERENCIAS:

- CABECERA DEPARTAMENTAL (●)
- .. MUNICIPAL
- LIMITE DEPARTAMENTAL (---)
- ESTACION TIPO "A" (○)
- .. "B" (○)
- .. "C" (○)
- .. "D" (○)
- TEMPERATURA ANUAL (—)
- PRECIPITACION ANUAL (—)
- HUMEDAD RELATIVA ANUAL (—)

FUENTE: INSIVUMEH



MAPA 6



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

Ref. Sem.029-96

LA TESIS TITULADA: "EVALUACION DE PERIODOS DE SOLARIZADO PARA EL CONTROL DE
 PATOGENOS DEL SUELO EN SEMILLEROS DE CAFE, EN LA FINCA
 LA PLANTA, ESQUIPULAS, CHIQUIMULA".

DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE: RAUL FRANCISCO SOLIS PAIZ

CARNET No: 89-13604

HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES: Ing. Agr. Edil Rodríguez
 Ing. Agr. Marco T. Aceituno

El Asesor y las Autoridades de la Facultad de Agronomía, hacen constar que ha
 cumplido con las normas universitarias y reglamentos de la Facultad de
 Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

~~Ing. Agr. Gustavo Álvarez~~
 ASESOR

Ing. Gustavo A. Alvarez V.
 INGENIERO AGRONOMO
 Colegiado 1558

~~Ing. Agr. Fernando Rodríguez~~
 DIRECTOR DEL IIA



IMPRIMAS



Ing. Agr. Rolando Lara Alecio
 DECANO

:Control Académico APARTADO POSTAL 1545 • 01091 GUATEMALA, C. A.

Archivo
 FR/prr.

TELEFONO: 769794 • FAX: (5022) 769770