

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

EVALUACIÓN DEL SOLARIZADO, EN EL CONTROL DE *Phytophthora parasítica*, EN EL CULTIVO DE LA PIÑA (*Ananas comosus L.*), EN LA ALDEA EL JOCOTILLO, VILLA CANALES, GUATEMALA.



GUATEMALA, MAYO DEL 2,004

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

Dr. M.V. LUIS ALFONSO LEAL MONTERROSO

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO :	Dr. ARIEL ABDERRAMAN ORTIZ LÓPEZ
VOCAL PRIMERO:	Ing. Agr. ALFREDO ITZEP MANUEL
VOCAL SEGUNDO:	Ing. Agr. MANUEL DE JESÚS MARTINEZ OVALLE
VOCAL TERCERO:	Ing. Agr. ERBERTO RAÚL ALFARO ORTIZ
VOCAL CUARTO:	Br. LUIS ANTONIO RAGUAY PIRIQUE
VOCAL QUINTO:	Br. BAYRON GEOVANY GONZÁLEZ CHOVAJAN
SECRETARIO:	Ing. Agr. PEDRO PELÁEZ REYES

Guatemala, Mayo 2004

Señores:

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

Honorables Miembros:

De acuerdo con las normas establecidas por la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a consideración de ustedes el trabajo de tesis titulado:

**EVALUACIÓN DEL SOLARIZADO, EN EL CONTROL DE
Phytophthora parasítica, EN EL CULTIVO DE LA PIÑA (*Ananas
comosus L.*), EN LA ALDEA EL JOCOTILLO, VILLA CANALES,
GUATEMALA.**

Presentando como requisito previo a obtener el título de Ingeniera Agrónoma en Sistemas de Producción Agrícola en el grado académico de Licenciada.

Respetuosamente,

SONIA TERESA HERNÁNDEZ CHACÓN.

ACTO QUE DEDICO

A:

DIOS:

Ser Supremo que siempre me ha guiado y nunca me ha desamparado.

MIS PADRES:

Julio Adolfo Hernández García y Maria Teresa Chacón de Hernández , como un pequeño reconocimiento a todos sus esfuerzos y desvelos, así como un agradecimiento a su apoyo constante. Gracias por estar siempre cuando más los necesito.

MIS HERNAMOS:

Vilma Jeannette, Erick Adolfo, Maria Marisolina, con mucho cariño, por sus consejos, apoyo y orientación que me han brindado.

MIS ABUELITA:

Flaviana García (†) que Dios la tenga en su Gloria y Gregoria Chacón, con mucho cariño

MIS SOBRINOS:

Manuel Vicente, Francy Mariee André, Julio Enrique, Lourdes Maria, Maria Fernanda, Ericka Alejandra y Adolfo, como ejemplo de superación y esperando que cada uno se realice plenamente en su vida.

EN ESPECIAL:

Edgar Raúl Zamora Paiz por el apoyo y cariño incondicional que me ha brindado siempre.

MIS CUÑADOS :

Manuel Vicente Menéndez, Juan Carlos Pérez, por su colaboración y apoyo que me han brindado siempre.

MIS AMIGOS:

Por todos los buenos momentos compartidos, especialmente a: Julisa Rojas, Roger Zaragoza , Felipe Menéndez (†) con cariño, Wendy Liu, Roberto Palomo, Jairo Juárez, Siria Tejeda Luis Fernando Mendoza, Bayron González, Emerso Herrera, Luis Ivan Roca, Carlos González, Mario Arévalo, Silvia Valdez, Ramiro Montenegro, Mirna Ayala, Doris de Salaverria, Elka Martinez, Anibal Morataya, Pedro Bonilla, Allan Escott, Lucrecia Muñoz, Mayra González, éxitos en su vida profesional.

USTEDES:

Especialmente.

TESIS QUE DEDICO

A:

GUATEMALA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMIA

MI GRUPO DE SISTEMAS DE "UJUXTE, JUTIAPA"

AGRADECIMIENTO

En especial a mi asesor de **Tesis Ing. Agr. Gustavo Adolfo Álvarez Valenzuela**, por todo el apoyo y dedicación brindado a mi trabajo.

A **la familia Paiz Zamora** por el apoyo y colaboración incondicional a la elaboración del presente trabajo.

Al **señor Marco Antonio Hernández (Don Maquito)** por su amistad y apoyo que me ha brindado a lo largo de mis estudios.

Al **señor Jesús Hernández**, por el apoyo a la ejecución de la presente Investigación.

A **Odenilson, Jacqueline y familia** por el cariño que me han brindado siempre.

A todas y cada una de las personas que contribuyeron en la elaboración de la presente investigación, las palabras no alcanzarían para agradecerles.

CONTENIDO	INDICE GENERAL	PAGINA
INDICE GENERAL		i
INDICE DE CUADROS		iii
INDICE DE FIGURAS		v
RESUMEN		vi
1.	INTRODUCCIÓN	1
2.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
3.	MARCO TEORICO	3
3.1	Marco conceptual	3
3.1.1	Descripción botánica	3
3.1.2	Importancia del cultivo	4
3.1.3	Distribución del cultivo en Guatemala	5
3.1.4	Mercado fresco nacional	5
3.1.5	Mercado industria	5
3.1.6	Mercado fresco de exportación	5
3.1.7	Variedades de mayor importancia en Guatemala	6
3.1.8	Requerimientos climáticos y edáficos	6
3.2	Clasificación Taxonómica	7
3.2.1	PHYTOPHTHORA	7
3.2.2	Características	7
3.2.2.1	Estructuras reproductivas	7
3.2.2.2	Sintomatología	8
3.2.2.3	Ciclo de vida	9
3.2.2.4	Condiciones adecuadas del desarrollo	9
3.2.2.5	Manejo de la enfermedad	9
3.2.3	<i>Phytophthora parasitica</i>	9
3.2.3.1	Epifitiología	11
3.2.3.2	Elementos de una epifitia	12
3.2.3.3	Descripción matemática de una epidemia	12
3.3	Solarizado	13
3.3.1	Antecedentes del solarizado	14
3.3.2	Requerimientos del solarizado	14
3.3.3	Principios del solarizado	15
3.3.4	Características del polietileno transparente	15
3.3.5	Producción del calor	16
3.3.6	Temperaturas y profundidades de desinfección	16
3.3.7	Ventajas y limitaciones del solarizado	17
3.3.8	Efectos del solarizado	18
3.4	MARCO REFERENCIAL	18
3.4.1	La solarización en el control de patógenos del suelo	18
3.4.2	Ubicación y localización	21
3.4.3	Vías de Acceso	21
3.4.4	Zona de vida	21
4.	OBJETIVOS	22
5.	HIPÓTESIS	23
6.	METODOLOGÍA	24
6.1	Verificación de la presencia del agente causal de la pudrición del	24

	cogollo de la piña	
6.2.	Tratamientos evaluados	24
6.3	Descripción de los tratamientos	24
6.3.1	Testigo absoluto	25
6.4	Variables de respuesta	25
6.5	Diseño experimental	25
6.5.1	Toma de muestras	26
6.5.2	Incidencia de la enfermedad	26
6.5.3	Tasa de incremento de la enfermedad	26
6.6	Análisis de la información	26
6.6.1	Análisis de varianza	26
6.6.2	Análisis grafico	27
6.6.3	Toma de los datos climáticos	27
6.7	MANEJO DEL EXPERIMENTO	27
6.7.1	Preparación del terreno	27
6.7.2	Riego	27
6.7.3	Colocación de los tratamientos	27
6.7.4	Material vegetativo utilizado	28
6.7.5	Control de plagas y enfermedades	28
6.7.6	Siembra	28
6.7.7	Fertilización	28
6.7.8	Control de malezas	28
7.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	29
7.1	Incidencia	29
7.2	Tasa de incremento de la enfermedad en el tiempo	35
7.3	Porcentaje de perdida causada por <i>Phytophthora parasitica</i>	38
8.	CONCLUSIÓN	41
9.	RECOMENDACIONES	42
10.	BIBLIOGRAFÍA	43
11.	APÉNDICE	47

INDICE DE CUADROS

CUADRO No	TITULO	PAGINA
1.	Descripción de los tratamientos evaluados.	24
2.	Datos climáticos, Temperatura máxima y mínima en °C, precipitación máxima y mínima (mm), humedad relativa máxima y mínima (%), 2001-2002.	52
3.	Datos obtenidos sobre el número de plantas enfermas en el cultivo de la Piña (Ananas comosus L.), en la aldea El Jocotillo, Villa Canales, Guatemala.	53
3.1.	Continuación de los datos de campo.	54
4.	Incremento de Phytophthora parasitica en el cultivo de la Piña (Ananas comosus L.), en la aldea el Jocotillo, Villa Canales, Guatemala.	30
5.	Número de plantas infestadas por P. parasitica En el cultivo de la Piña (A. comosus L.), en la aldea El Jocotillo, Villa Canales, Guatemala.	55
6.	Porcentaje de Incidencia transformada por la fórmula de Arcoseno, en la aldea el Jocotillo, Villa Canales, Guatemala.	55
7.	Resumen del análisis de variable porcentaje de incidencia en P. parasitica en el cultivo de la Piña (A. Comosus L.), en la aldea El Jocotillo, Villa Canales, Guatemala.	32
8.	Prueba de tukey para la variable porcentaje de incidencia de P. parasitica En el cultivo de la Piña (A. comosus L.), en la aldea El Jocotillo, Villa Canales, Guatemala.	32

9.	Incidencia de <i>P. Parasítica</i> , en el cultivo de la Piña (<i>A. comosus L.</i>), en la aldea El Jocotillo, Villa Canales, Guatemala.	56
10.	Incidencia acumulada de <i>P. parasítica</i> , en el cultivo de la piña (<i>A. comosus L.</i>).	56
11.	Análisis de regresión al incremento de la enfermedad para el tratamiento I de <i>P. parasítica</i> en el cultivo de la piña (<i>A. comosus L.</i>), en la aldea El Jocotillo, Villa Canales, Guatemala.	57
12.	Análisis de regresión al incremento de la enfermedad para el tratamiento II de <i>P. Parasítica</i> en el cultivo de la piña (<i>A. comosus L.</i>), en la aldea El Jocotillo, Villa Canales, Guatemala.	58
13.	Análisis de regresión al incremento de la enfermedad para el tratamiento III de <i>P. parasítica</i> en el cultivo de la piña (<i>A. comosus L.</i>), en la aldea El Jocotillo, Villa Canales, Guatemala.	59
14.	Análisis de regresión al incremento de la enfermedad para el tratamiento IV de <i>P. parasítica</i> en el cultivo de la piña (<i>A. comosus L.</i>), en la aldea El Jocotillo, Villa Canales, Guatemala.	60
15.	Tasa de incremento de <i>P. parasítica</i> , para el tratamiento I (solarizado de 8 semanas) en el cultivo de la piña (<i>A. comosus L.</i>).	61
16.	Tasa de incremento de <i>P. parasítica</i> , para el tratamiento II (solarizado de 7 semanas) en el cultivo de la piña (<i>A. comosus L.</i>).	62
17.	Tasa de incremento de <i>P. parasítica</i> , para el tratamiento III (solarizado de 6 semanas) en el cultivo de la piña (<i>A. comosus L.</i>).	63
18.	Tasa de incremento de <i>P. parasítica</i> , para el tratamiento IV (testigo) en el cultivo de la piña (<i>A. comosus L.</i>).	64
19	<i>Tasa de incremento total de <i>P. parasítica</i> en el cultivo de la piña (<i>Ananas comosus L.</i>), con base a los datos corregidos.</i>	36

20. Proyección del porcentaje de pérdida en el cultivo de la piña (***A. comosus L.***), provocado por el agente causal ***P. parasítica*** en el área de estudio. 39
21. Estimación de pérdida Económica provocada por la Pudrición del Cogollo de la piña en el área de estudio. 40

INDICE DE FIGURAS

FIGURA	TITULO	PAGINA
1.	Planta del cultivo de la piña (<i>Ananas comosus L.</i>)	3
2.	Estructura reproductiva de <i>Phytophthora nicotianae</i> Brenda de Haan.	8
3.	Ubicación del área experimental.	50
4.	Croquis de distribución de los tratamientos evaluados en el campo experimental.	51
5.	Aleatorización de los tratamientos evaluados en el campo experimental.	52
6.	Incremento del número de plantas enfermas de <i>P.</i> <i>parasitica</i> , en el cultivo de la piña (<i>A. comosus L.</i>), en la aldea el Jocotillo, Villa Canales, Guatemala.	31
7.	Incidencia total de <i>P. parasitica</i> , en el cultivo de la piña (<i>A. comosus L.</i>), en la aldea el Jocotillo, Villa Canales Guatemala.	33
8.	Incidencia de <i>P. parasitica</i> en el cultivo de piña (<i>A. comosus L.</i>), en los tratamientos evaluados.	35
9.	Tasa de incremento total de <i>P. parasitica</i> en cada uno de los tratamientos evaluados en el cultivo de la piña (<i>A. comosus L.</i>).	37
10.	Grafica de la recta de los tratamientos evaluados, con los datos corregidos de acuerdo al modelo de regresión.	38
11.	Planta afectada por <i>Phytophthora parasitica</i> , en el cultivo de la piña (<i>Ananas comosus L.</i>)	48
12.	Establecimiento del solarizado en diferentes períodos de evaluación y el testigo en el área de investigación.	48
13.	Nueva plantación establecida del cultivo de la piña después de haber levantado las cubiertas plásticas de los diferentes períodos evaluados del solarizado .	49

14. Parcelas vecina de un agricultor en donde utilizan los restos quemado del cogollo de la piña como abono, siendo un foco de dispersión del inculo para la plantaciones vecinas del cultivo. 49

RESUMEN

EVALUACIÓN DEL SOLARIZADO, EN EL CONTROL DE *Phytophthora parasitica*, EN EL CULTIVO DE LA PIÑA (*Ananas comosus L.*), EN LA ALDEA EL JOCOTILLO, VILLA CANALES, GUATEMALA.

SOLARIZATION EVALUATION OF EFFECT IN THE CONTROL OF *Phytophthora parasitica*, IN PINEAPPLE CROP (*Ananas comosus L.*), THE JOCOTILLO VILLAGE, VILLA CANALES, GUATEMALA.

En la aldea El Jocotillo, Villa Canales, Guatemala, en los últimos años la producción del cultivo de la piña (*Ananas comosus L.*), se ha incrementado, así también los problemas con las enfermedades.

Entre los principales problemas se encuentra la pudrición del cogollo de la piña, causado por *Phytophthora parasitica* que incita a la pudrición en raíces y tallos, desprendimiento de hojas, pudrición de la zona radicular y presenta un olor bastante característico a piña podrida.

El propósito del estudio fue determinar el efecto de tres diferentes periodos de solarizado (6, 7, y 8 semanas), para el control de *P. parasitica*.

El ensayo se realizó con un diseño de bloques al azar con 5 repeticiones, y las variables de respuestas evaluadas fueron a) incidencia de la enfermedad, b) tasa de incremento de la enfermedad a través del tiempo, c) porcentaje de pérdida del cultivo provocado por *P. parasitica*.

En los tratamientos de solarizado de 7 y 8 semanas se obtuvo diferencia significativa, según análisis estadístico realizado y además son los más eficientes en el control de *P. parasitica*, ya que reducen la infección del patógeno en el cultivo en un 10.81% y 8.45% respectivamente.

En lo que respecta al incremento de la enfermedad en el tiempo ésta fue evaluada durante 270 días, en donde se obtuvo la incidencia de cada uno de los tratamientos, se elaboro la curva de progreso de la enfermedad y se determino la tasa de incremento de la enfermedad mediante un análisis de regresión.

La menor tasa de incremento se logro en el tratamiento de 8 y 7 semanas de solarizado, alcanzando un 0.007% y la mayor tasa de incremento de la enfermedad la reporto el tratamiento del testigo alcanzando un 0.011%.

En lo referente al porcentaje de pérdida en el cultivo causado por *P. parasitica* se proyecto la perdida en los ciclos de producción, observándose que el tratamiento de 7 semanas de solarizado presento 12%, siendo éste el menor porcentaje de pérdida durante los 4 años de producción, mientras que el testigo presento un 44% de perdida en el cultivo provocado por *P. parasitica*.

Por lo tanto el solarizado tiene un efecto positivo en el control de *P. parasitica*, al obtener el menor porcentaje de incidencia en el cultivo de la piña (*A. comosus L.*)

El periodo del solarizado de 7 y 8 semanas tiene efecto positivo para el control de *P. parasitica*, mientras que el solarizado de 6 semanas tiene efecto positivo en el control del inculo, durante un periodo mínimo de exposición de 6 semanas, controlando de esta manera la enfermedad en comparación del testigo.

Se puede decir que a mayor tiempo de exposición al solarizado en el suelo, mejor será su eficiencia en el control del patógeno.

Se recomienda la implementación del uso del solarizado en distintas regiones del país en donde se produzca el cultivo de la piña (*A. comosus L.*), para poder determinar el efecto que se produzca en la incidencia de la enfermedad en condiciones climáticas distintas.

1. INTRODUCCIÓN

El cultivo de la piña, (*Ananas comosus L.*) es uno de los productos agrícolas que representa gran parte del ingreso económico, ya que la producción piñera en Guatemala abarca 2,000 hectáreas, de las cuales 1,300 se localizan en el Jocotillo, Villa Canales (6,8).

Según información obtenida en encuestas en el Jocotillo el 84% de los productores cultivan áreas mayores de 1.5 hectáreas (41).

Recientemente se ha observado un descenso en la producción de la piña (*A. comosus L.*) debido al daño ocasionado por *Phytophthora parasitica* dicho patógeno presenta síntomas similares a los daños ocasionados por bacterias. De esta forma ha surgido la confusión para su control, ya que la enfermedad se ha difundido en el área por agentes como el viento, agua, insectos, animales y el hombre, que la han dispersado de una planta a otra (24).

Una nueva alternativa para el control de enfermedades en plantas o vegetales es la utilización de métodos, uno de ellos físico, que incluye como alternativa el solarizado del suelo durante diferentes períodos de tiempo previos a la siembra el cual reside en la tolerancia a los cambios de temperatura de los organismos nocivos del suelo, los cuales tienen carácter mesofílico los cuales no soportan temperaturas por encima de los 31-32 °C, por lo que su eliminación es factible y no contaminan el medio ambiente.

En la investigación se evaluaron tres periodos de solarizado de 8,7, y 6 semanas de exposición previos al establecimiento del cultivo de la piña, al final del estudio se estableció que los tratamientos con solarizado tienen efecto sobre la incidencia de *P. parasitica*, al disminuir la misma, en comparación del testigo donde no hubo control.

2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

El cultivo de la piña (*Ananas comosus L.*), es la principal fuente de ingreso para los agricultores de la aldea El Jocotillo, Villa Canales, Guatemala, ya que se siembra un estimado de 1,300 hectárea en promedio por temporada (6,8).

El incremento del cultivo en la región ha traído consigo la incidencia de enfermedades, y en la región ha sido particularmente importante por su efecto devastador, a la que se le ha denominado pudrición del cogollo de la piña, que según Maldonado (24), se ha determinado que el agente causal de la enfermedad es un hongo del género *Phytophthora*, según reportes de literatura se asocia a la pudrición del cogollo de la piña con *Phytophthora parasitica*.

Año tras año la enfermedad se ha difundido en esta región en áreas que han sido monitoreadas y estudiadas recientemente (24), se ha podido verificar la presencia de *P. Parasitica*, ya que el mismo desconocimiento que se ha tenido para el control de la pudrición del cogollo de la piña, los agricultores han recurrido al método convencional, en donde el uso inadecuado de productos sintéticos ha disminuido la fertilidad de los suelos por la acumulación de materiales fitotóxicos y no se ha controlado la enfermedad, el mal manejo que se les ha dado a los restos de cosecha han aumentado el foco de la infección estos residuos son incorporados posteriormente como abono siendo el mayor foco de proliferación del inoculo en el área.

El aporte que tiene la presente investigación es proporcionar una alternativa para el agricultor con el fin de controlar el agente causal que provoca la enfermedad de la pudrición del cogollo de la piña en el área y al mismo tiempo poderle brindar una alternativa para mejorar la productividad del cultivo y evitar el incremento en costos de producción.

3. MARCO TEORICO

3.1 MARCO CONCEPTUAL

3.1.1 Descripción Botánica

La piña (*Ananas comosus* L.), se considera que es originaria de América del Sur, posiblemente en el Brasil y Paraguay, donde aun se pueden encontrar por lo menos tres especies silvestres de Ananas (29).



Figura 1 Planta del cultivo de la piña (*Ananas comosus* L.)
Fuente: Teresa Hernández

Según Cronquist (9), la clasificación taxonómica es la siguiente:

Reino	Vegetal
Sub-reino	Embryobionta
División	Magnoliphita
Clase	Liliopsida
Subclase	Commelinidae
Orden	Bromeliaceae
Familia	Bromiliaceae
Genero	Ananas
Especie	<i>Ananas comosus</i>

El fruto de la piña que en realidad es un fruto falso lo constituye un conjunto de bayas de la inflorescencia unida por bracteas (29).

La piña es una planta herbácea, monocotiledónea que alcanza de 0.75 mts a 1.00 mts de altura con un tallo principal rodeado de hojas largas, dispuestas en espiral de 60 a 90 cms, de largo y 6 cms de ancho, los cuales están colocadas en la parte media del tallo de esta parte hacia la punta, se van acortando gradualmente.

Algunas variedades poseen hojas con espiral a lo largo de los bordes, mientras que otros son lisos en sus bordes.

Una planta en pleno crecimiento, hasta la iniciación de la formación del fruto, puede llegar a tener 70 a 80 hojas, su sistema radicular, está formado por raíces secundarias que pueden alcanzar de 40 a 90 cms de profundidad.

El fruto se forma en el centro del ápice de la planta y está listo para ser cosechado a los 15 o 26 meses después de la siembra dependiendo del material que se haya utilizado para la propagación (23).

La fruta compuesta de 100 ó más flores fusionadas y de variable tamaño, forma, sabor y coloración que va desde rojizo a amarillo, anaranjado y verdoso, se forma en la parte superior del pedúnculo grueso.

Todas las variedades de piña comerciales son auto estéril, de tal manera que los frutos son generalmente sin semilla.

Las especies silvestres de Ananas en el Brasil y Paraguay son auto fértil. (29)

3.1.2 IMPORTANCIA DEL CULTIVO

La piña es uno de los cultivos tropicales y subtropicales de gran importancia económica para la exportación de sus frutos que tiene gran demanda para el consumo en estado fresco como enlatado, constituyendo fuentes de divisas para los países que la cultivan en gran escala como lo son Hawai, Puerto Rico, Filipinas y Brasil (23).

En Guatemala se siembran 2,000 hectáreas, de las cuales 1,300 se localizan en El Jocotillo, Villa Canales (6).

En Guatemala y demás países del área Centroamericana puede ofrecer buenas perspectivas, dentro de la diversificación de cultivo y en la actualidad las áreas cultivadas, han aumentado considerablemente, en Guatemala la producción por hectárea es de 30,000 frutos, los cuales en un 90 % se consume en fresco en el mercado interno y el restante 10% se vende a fábricas que la procesan y venden en supermercados como mermeladas y jaleas (20).

3.1.3 DISTRIBUCION DEL CULTIVO EN GUATEMALA

Actualmente en Guatemala se encuentran varias áreas productoras de piña, en la aldea El Jocotillo, del municipio de Villa Canales del departamento de Guatemala, el área piñera con mayor extensión sembrada de 1,300 hectáreas aproximadamente, seguidamente de Santa Lucia Cotzumalguapa, Guanagazapa, Escuintla, con 140 hectáreas aproximadamente, Izabal con 120 hectáreas también se siembra en áreas de Retalhuleu, Mazatenango y Coban (7).

3.1.4 MERCADO FRESCO NACIONAL

Aproximadamente la totalidad de los productores nacionales determinan su marco de plantación, orientándose a este mercado que requiere fruta grande y mediana, aunque también se acepta fruta pequeña, básicamente por aspectos climáticos porque en la mayor parte de plantaciones del país no poseen riego, lo que ocasiona el apareamiento de frutas pequeñas y medianas, en ciertos meses del año, pero la tendencia del comercio guatemalteco es hacia los de mayor tamaño los cuales oscilan entre 4 a 7 libras.

3.1.5 MERCADO INDUSTRIAL

El cultivo de la piña posee una gama amplia en cuanto a la utilización industrial que se requiere, las características internas y externas del fruto, dependen mucho del destino industrial al que este orientado (la pulpa congelada, fruta deshidratada, concentrados, jaleas, mermeladas y vinos).

Sin embargo la pulpa para su industrialización deberán reunir las siguientes particularidades ser firme, jugosa, su coloración amarillo brillante y su madurez uniforme, además debe de tener una relación de sólido soluble (grados Brix) y acidez adecuada (8).

3.1.6 MERCADO FRESCO DE EXPORTACIÓN

Los mercados internacionales varían en su requerimiento, siendo los mas demandados, los frutos que oscilen entre 1.25 a 2.25 Kilogramos de peso.

El mercado de exportación tiende a demandar frutos con buena presentación en la parte externa, libre de defectos y daños en la corona.

3.1.7 VARIETADES DE MAYOR IMPORTANCIA EN GUATEMALA

Según Aguilar (2), los frutos de la piña casi nunca tienen semillas, por lo que se reproducen o propagan por material vegetativo.

Existe un gran número de variedades de piña, las de mayor importancia que se cultivan en Guatemala y se comercializan, se pueden clasificar basándose en sus características botánicas, como el color de la pulpa, presencia o ausencia de las espinas en las hojas, también longitud entre las hojas, su uso industrial.

En la actualidad se reconocen 5 grupos principales de cultivares (8):

- a) CAYENA
- b) ESPAÑOLA ROJA
- c) REINA
- d) ABACAXI
- e) MAIPURE

3.1.8 REQUERIMIENTOS CLIMÁTICOS Y EDÁFICOS

OCHSE (29) la piña puede desarrollarse en un rango altitudinal que va desde los 0 a 1,200 msnm, el cual se considera como un rango optimo en los trópicos, variando algunas veces su altitud.

La temperatura media anual, en donde se da el crecimiento activo de la planta oscila entre 22 a 23 °C, con una temperatura optima de 27 °C y una temperatura inferior de 22 °C acelera la fluoración, disminuyendo el tamaño del fruto, lo hace mas ácido y percedero, las temperaturas superiores a los 30 °C, puede quemar la epidermis y los tejidos subyacentes ocasionando problemas.

La elevada acidez del suelo o pH menor a 4.5 afecta el crecimiento de la raíz y la disponibilidad de nutrientes.

Su establecimiento se debe limitar a terrenos relativamente planos o con cierta pendiente que oscilen entre 1 a 22 % y menores de 5%, en el suelo con drenaje deficiente no son aptas para el cultivo.

El suelo debe ser suelto, permeable, con un buen drenaje, aireado y pH debe de oscilar entre 4.5 a 5.8 (8).

3.2 CLASIFICACION TAXONOMICA DEL HONGO:

La clasificación taxonómica del CHROMISTA , según Ainsworth & Bisby's: (3)

Reino

Chromista

Phylum	Oomycota
Clase	Oomycetes
Orden	Peronosporales
Familia	Phythiaceae
Género	<i>Phytophthora</i>
Especie	<i>Phytophthora parasitica</i>

3.2.1 *Phytophthora* sp

El género *Phytophthora*, producen varias enfermedades en diversas plantas, siendo de gran importancia económica, pues ocasionan daños considerables en las plantas, pudriendo raíces en las plantas adultas (árboles forestales, manzanas, aguacates, cacao, piña, fresa, tabaco, etc.), afectando el tronco o tallo de muchas plantas, afectando e follaje, yemas, incluyendo tallos herbáceos, dañando cormos, bulbos, tubérculos (32).

3.2.2 DESARROLLO DEL PATÓGENO

Es un organismo predominante unicelular, filamentoso, las células de la pared no poseen quitina, son microorganismos filamentosos cenocíticos, carecen de septos. La estructura reproductiva masculina (anteridio) y femenina (Oogonios) al ponerse en contacto ambos emiten un tubo de fertilización por donde migran los núcleos masculinos al encuentro del femenino (Oosferas), la reproducción asexual ocurre a través de zoosporas flageladas.

3.2.2.1 ESTRUCTURAS REPRODUCTIVAS

- a) ESPORANGIOS: Estructuras que contienen esporas asexuales.
- b) ZOOSPORA: Espora flagelada que tienen la capacidad de nadar en el agua.
- c) CLAMIDOSPORA : Espora asexual de pared gruesa que se formada por la modificación de una célula de las hifas de los hongos.
- d) OOSPORAS : Espora sexual que se producen por la unión de dos gametangios morfológicamente distintos (Oogonio y anteridio), son esporas de reposo y pueden sobrevivir varios años en el suelo fuera de los tejidos hospedantes (1).

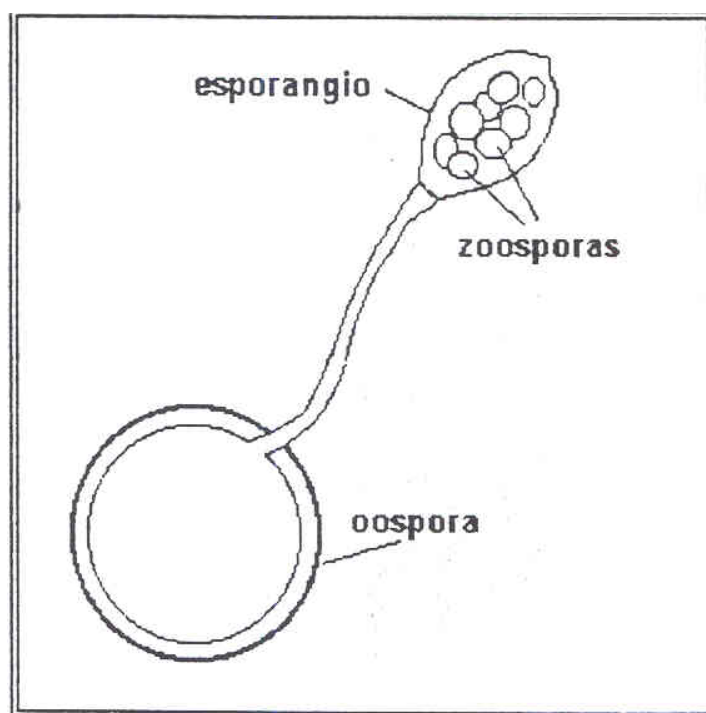


Figura 2 Estructura reproductiva DE *Phytophthora nicotianae*
Brenda de Haan.

Fuente: Uchida, JD; Kadooka, C. 1997. *Phytophthora nicotianae*.

3.2.2.2 SINTOMATOLOGÍA

Las plantas enfermas se observan ceñidas en el cuello a nivel del suelo, por una banda acuosa y verde, la cual después se seca, se oscurece tomando un color castaño oscuro, en estas condiciones las plantas pronto se marchitan hasta morir.

Los síntomas que se presentan en el cultivo de la piña (*A. comosus L.*), se refiere al cambio de coloración de las hojas jóvenes, las cuales pueden ser fácilmente desprendidas a medida que avanza la enfermedad, tomado estas un olor ferido (35).

3.2.2.3 CICLO DE VIDA

Sobreviven como Oosporas, clamidosporas o micelio en raíces infectadas en el suelo, las Oosporas germinan por medio de zoosporas, mientras que el micelio continua su crecimiento y produce esporangios, zoosporangios que liberan zoosporas.

Las zoosporas se encuentran en suelos infectados, en raíces de plantas hospederas desarrollando micelio, durante la temporada fría y con condiciones de humedad favorable (1).

Este patógeno tiene la capacidad de vivir en el suelo, en ausencia del cultivo por varios años y la sobre vivencia del inoculo es vital para el inicio de la enfermedad.

Se considera que las estructuras clamidosporas y las Oosporas, presentan características particulares de resistencia que las señalan como el inoculo principal, mediante el cual el hongo puede persistir en el suelo (1).

3.2.2.4 CONDICIONES ADECUADAS PARA EL DESARROLLO DEL PATÓGENO.

El desarrollo depende grandemente de la húmedad y la temperatura en las diferentes fases del ciclo de vida del hongo. La producción de esporangios es de forma rápida cuando se tiene un 100% de humedad relativa y una combinación de temperatura alrededor de 21 °C. La germinación de esporas es optima a 12 °C y para los esporangios es optima a 24 °C, la penetración del tejido ocurre a temperaturas de 10 a 29 °C. La penetración, infección y sub secuente desarrollo de la enfermedad se ve incrementado a 21 °C (12).

Su dispersión por salpicadura de agua de lluvia, como en el agua de riego y posiblemente los esporangios son dispersos por el viento a corta distancia (1).

El ciclo de enfermedad en la piña infectada inicia cuando el patógeno pueda penetrar por axilas de las hojas, por las raíces y por las heridas, la germinación de las esporas puede ocurrir por vías directa o indirecta (35).

3.2.2.5 MANEJO DE LA ENFERMEDAD

Para el control de la enfermedad, se ha tenido que recurrir al empleo de diferentes tipos de practicas, como culturales, rotación de cultivo, saneamiento, etc.

1. PRACTICAS CULTURALES:

a.- Los productores debería de destruir las fuentes iniciales del inoculo como los restos de cosecha, alrededor del área bajo cultivo quemando y eliminando los restos.

b.- Utilizar material vegetativo libre de la enfermedad (12).

2. ROTACIÓN DE CULTIVOS:

Los patógenos que habitaban en el suelo y que atacan a las plantas de una o varias especies o incluso familias en ocasiones puede eliminarse del suelo, sembrando al cabo de 3 a 4 años cultivos que pertenezcan a especies o familias que no sean atacadas por el patógeno que provoca la enfermedad.

3. SANEAMIENTO:

El saneamiento es el conjunto de actividades que tiene como objetivo eliminar o disminuir la cantidad de inóculo presente en una planta, así como prevenir la propagación de los patógenos hacia otras plantas sanas. Así, el hecho de enterrar, cortar y eliminar adecuadamente hojas, raíces o restos de vegetales infectados que pudieran contener a esos patógenos, disminuye la cantidad y la propagación de los patógenos y el daño de la enfermedad pudiera producir (1).

4. CONTROL QUÍMICO:

Es el método de control de enfermedades que se aplica generalmente en el campo, implica el uso de compuestos químicos que inhiben la germinación, el desarrollo y la reproducción de los patógenos.

Algunos de estos compuestos químicos se utilizan para controlar enfermedades de follaje y los demás órganos de las plantas que se encuentran por arriba del nivel del suelo, manifestándose por la pudrición del tallo, hojas y raíces. Teniendo un control con fungicidas sistémicos como lo es el uso de Positrón Du 69 WP y Avante MZ 72 WP (23).

5. CONTROL FÍSICO:

Dentro de los métodos recientes se señala la implementación del solarizado del suelo como un método alternativo para el control de hongos y nematodos fitopatógenos (1).

3.2.3 *Phytophthora parasitica*

En 1989 una comparación detallada fue realizada a la especie *P. nicotianae* y *P. parasitica* en los Estados Unidos de Norte America, dichos estudios concluyeron que ambos son aplicados a una misma especie.

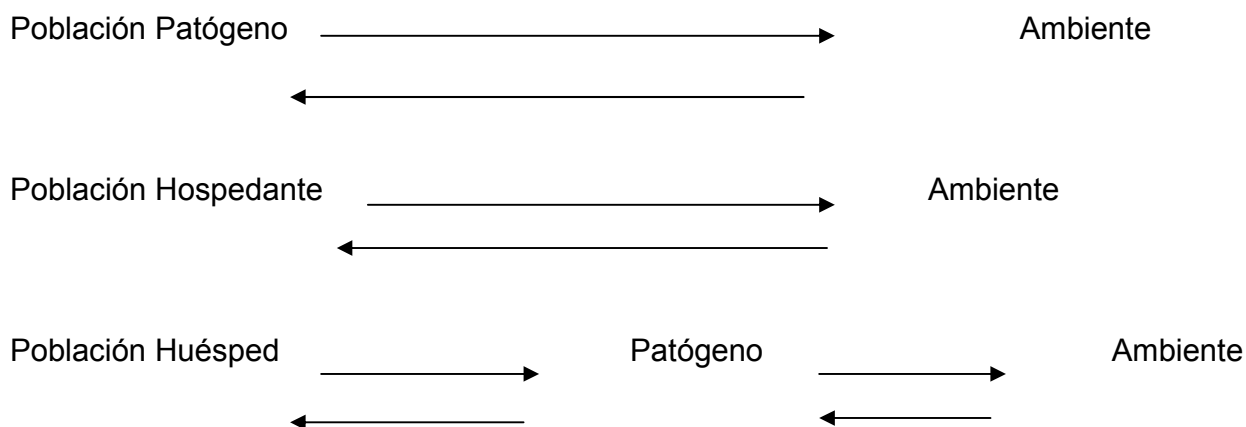
La especie *P. nicotianae* fue descrita en 1906 siendo esta prioridad de nomenclatura y todos los aislamientos de *P. parasitica* son ahora pues como *P. nicotianae*, siendo el nombre correcto. (38)

3.2.3.1 EPIFITIOLOGIA

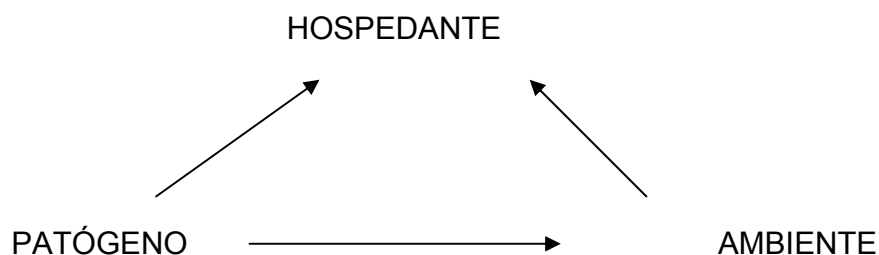
Ciencia que estudia la población de patógenos o la población de hospedantes y la enfermedad resultante de la interacción de estas dos poblaciones, bajo la influencia del ambiente y la interferencia humana (4).

El estudio de la actividad individual de los patógenos como tal es de suma importancia, ya que esto puede indicarnos como se comportan las plantas enfermas en la población de hospedantes, es importante conocer además el comportamiento del patógeno, es decir, cual es su potencialidad con relación a provocar enfermedades dentro de la población de hospedantes y el efecto que tiene el ambiente sobre la población, ya que la interacción de cada proceso con cada uno de los elementos de la población formara en ultimas instancias la resultante en número y calidad de planta enfermas (28).

Esta relación la podemos graficar de la siguiente forma:



Esta relación la podemos interpretar en términos de acción-relación, cada uno de los elementos actúan en una serie de eventos, que en un conjunto constituyen lo que se conoce como el triángulo de la enfermedad (28).



Cada uno aporta dentro de esta relación de interdependencia factores individuales que constituye la interacción:

- a. EL HOSPEDANTE: Aporta susceptibilidad o resistencia.
- b. EL PATOGENO: Aporta virulencia en diferentes grados
- c. EL AMBIENTE: Aporta las condiciones que puedan ser favorables o adversas para cada uno de los elementos anteriormente mencionados, estas no actúan independientemente, sino que normalmente existirá una interacción entre los factores (32).

3.2.3.2 ELEMENTOS DE UNA EPIFITIA

Las enfermedades epifíticas se desarrollan como resultado de una combinación de los mismos elementos que resultan en una enfermedad: plantas susceptibles, un patógeno virulento, condiciones ambientales favorables, el tiempo y el ser humano (33).

3.2.3.3 DESCRIPCION MATEMÁTICA DE EPIDEMIAS

Una epidemia puede expresarse, como un incremento de la enfermedad a lo largo del tiempo. Este proceso dinámico se presenta mediante la ubicación de parejas ordenadas (tiempo, enfermedad), en un sistema de ejes cartesianos, la figura resultante es la curva de progreso de la enfermedad, ésta refleja la intensidad a través del tiempo (días después de la siembra), en que ocurre la epidemia. Su representación es una integración del hospedante, patógeno y efectos ambientales, que ocurren durante el desarrollo de la enfermedad (10).

La enfermedad como una función en el tiempo es La pendiente de la línea de la tasa de incremento de la enfermedad a través del tiempo, la naturaleza exponencial del incremento de la enfermedad puede ser explicada utilizando el logaritmo natural de la porción de la enfermedad, calculado matemáticamente por el logaritmo natural de X ($\ln X$) (11).

La diferencia de dos valores obtenidos en la curva de progresión se puede calcular el incremento de la enfermedad a través del tiempo con la siguiente formula (11).

$$r = \frac{1}{T_1 - T_0} \ln \frac{X_1}{1 - X_1} - \ln \frac{X_0}{1 - X_0}$$

DONDE:

r = Tasa de incremento de la enfermedad por unidad de tiempo.

X_1 = Proporción de enfermedad en el tiempo T_1

$1-X_1$ = Proporción del tejido sano pero susceptible en el tiempo T_1

X_0 = Proporción de la enfermedad en el tiempo T_0

$1-X_0$ = Proporción del tejido sano pero susceptible en e tiempo T_0

T_1 = Tiempo 1

T_0 =Tiempo Inicial

3.3 SOLARIZADO

La solarización del suelo es un método físico de control de enfermedades, mediante el uso de cubiertas plásticas de polietileno de color negro o transparentes, en la parte superior y la humedad del suelo.

El plástico negro permite cierto calentamiento en el suelo, pero no alcanzando el calentamiento que se obtiene con el plástico transparente ya que este ultimo permite que la energía radiante del sol se a transmitida y atrapada como longitud de onda larga en el suelo.

Durante la época de verano las temperaturas se elevan a niveles letales para la mayoría de los microorganismos que se encuentran presentes en el suelo, que causan enfermedades en las plantas, semillas; la solarización además mejora la estructura e incrementa la disponibilidad de nitrógeno y otros elementos esenciales del suelo.

Las láminas de plástico transparente debe de dejarse sobre el suelo por periodos de 4 a 6 semanas, sin embargo por existir algunos microorganismos resistentes se puede prolongar el periodo hasta 8 semanas, pasando el periodo indicado, el suelo se descubre y se procede a la siembra (15).

3.3.1 ANTECEDENTES DEL SOLARIZADO

Este método fue desarrollado y se da ha conocer en la década de los años 70, este fue ensayado y puesto por primera vez por Katan en Israel, desde ahí se ha aplicado cada vez más en cultivos de campo y en viveros.

El método es técnicamente efectivo, económico, factible en determinadas condiciones, a nivel internacional este método ha sido difundido e implementado para el control de enfermedades fitopatogenos en el suelo (15).

A nivel internacional se ha hecho uso de este método con el fin de controlar ciertas plagas, estudios acerca de esto se han realizado en países como Estados Unidos, Costa Rica, Cuba, República Dominicana, México, El Salvador y Nicaragua (27).

3.3.2 REQUERIMIENTO DEL SOLARIZADO

El método del solarizado tiene varios requerimientos básicos:

- a) Se debe completar la cobertura del suelo con polietileno antes de la siembra como cualquier método de desinfección, realizando coberturas de 2, 4, 5, 6, 7 y 8 semanas, según el tiempo de exposición, la época, la plaga del suelo que se desea controlar y el cultivo.
- b) El suelo debe regarse y ser llevado a capacidad de campo, para mantenerlo húmedo durante la cobertura. Esto debe de realizarse de 1 a 4 días antes de efectuar la cobertura del suelo.
- c) Para lograr un mayor control a capas más profundas del suelo donde se desarrolle el patógeno se debe de exponer el mismo a la solarización por un tiempo mayor.
- d) El polietileno transparente transmite la mayor cantidad de radiación solar que calienta el suelo.
- e) Se debe de evitar la existencia de agregados en el suelo y con ello se disminuya la capacidad conductora del calor del suelo, de esta forma se evita la formación de bolsas de aire.
- f) Realizar el solarizado en época de mayor temperaturas y de mayor radiación solar (40).

3.3.3 PRINCIPIO DEL SOLARIZADO

- 1) Los organismos fitopatogenos son mesófilos, es decir que se desarrollan en condiciones de humedad y temperaturas intermedias (temperaturas de 30°C y 31°C). Si los microorganismos no son completamente inactivados por el aumento de la temperatura, de todos modos estos serán vulnerables a cambios en los gases del suelo o a la variación de las poblaciones de otros organismos provocados por el solarizado lo que seria un control biológico de los fitopatogenos.

- 2) El solarizado es un método hidrotérmico que depende de la capacidad del suelo a conducir calor y transferirlo a los organismos del suelo.
- 3) El solarizado esta en función del suelo y de la temperatura, habiendo una relación directa entre estas dos. El efecto del solarizado dependerá del tiempo de exposición y de la temperatura del suelo.
- 4) La eficiencia del solarizado para desinfectar el suelo e incrementar el crecimiento y desarrollo de las plantas, dependerá del color y la estructura del suelo, temperatura del aire, duración del día, intensidad de la radiación solar y de la capacidad de transmisión y grosor de la película de polietileno.
- 5) Mientras más delgada sea la película de polietileno habrá una mayor transmisión de la radiación solar.
- 6) Para incrementar la sensibilidad termal del suelo se debe mantener húmedo el suelo el mayor tiempo posible, mientras la cobertura esta establecida (40).

3.3.4 CARACTERISTICAS DEL POLIETILENO TRANSPARENTE.

Las películas de polietileno deben ser transparente para que los rayos solares puedan pasar con mayor facilidad y así obtener mayor transmitancia.

Este material es de bajo costo, tiene un fácil proceso, una excelente resistencia a productos químicos, no tiene olor y no es tóxico. Su densidad es aproximadamente de 0.92 gramos por centímetro cúbico. Es transparente a la luz del espectro entre 0.4 y 36 milimicras, las únicas que deja pasar en baja proporción son las de 7 a 14 milimicras en el espectro infrarrojo. Tiene baja permeabilidad a gases que se produce en el suelo.

Los calibres o grueso de las láminas u hojas de polietileno usados con buen resultado son de: 2.54, 2.99, 5.10, 9.99, 14.99 y 19.99 milésimas de centímetro (16).

3.3.5 PRODUCCION DEL CALOR

Para comprender como es que las temperaturas del suelo se elevan, es necesario considerar factores tales como duración del día, frecuencia de radiación, intensidad de radiación y la temperatura en la que el suelo se encuentra. Estas altas temperaturas propician dentro del solarizado la evaporación del agua que hay dentro, y a esta no le es posible atravesar el polietileno, por lo que dentro del solarizado se forma el llamado efecto de invernadero y a la vez este incrementa dependiendo de las condiciones mencionadas anteriormente. Este mismo efecto al incrementar la cantidad de calor, da lugar a que

este se profundice en el suelo para que durante las horas de la noche este emerja y se pierda de nuevo, produciendo así un ciclo el cual va unido a las características del suelo como color, estructura, textura, humedad (16).

3.3.6 TEMPERATURAS Y PROFUNDIDADES DE DESINFECCIÓN

Los organismos fitopatógenos son muy sensibles a las variaciones de temperaturas y de humedad, es por eso que el solarizado puede tener efecto sobre muchos organismos. Haciendo uso del solarizado, la temperatura del suelo puede elevarse de 35°C hasta 50°C, todo dependiendo del periodo de exposición y hora del día (16).

El solarizado puede tener un efecto eficiente sobre el cambio de temperatura del suelo desde profundidades de 10 hasta 40 centímetros (27).

Las temperaturas del suelo sin solarizado varían de 29°C a 30°C (40).

Algunas de las temperaturas logradas con el solarizado son las siguientes:

- a) 5 centímetros de profundidad: 42°C, 50°C, 52°C, 55°C y 60°C.
- b) 10 centímetros de profundidad: 40.6°C, 42.8°C, 46°C, 51.7°C y 53.3°C.
- c) 20 centímetros de profundidad: 36°C, 37.5°C, 40°C, 42°C y 45°C.
- d) 30 centímetros de profundidad: 35.1°C, 36°C, 37°C, 38.3°C y 39.2°C.
- e) 40 centímetros de profundidad: 34.8°C y 38°C.

Como se puede observar hay diferencia hasta de 30°C entre los suelos sin solarizado y los suelos con solarizado (40, 16, 27).

3.3.7 VENTAJAS Y LIMITACIONES DEL SOLARIZADO

A. VENTAJAS

- a.- La solarización es un método sencillo y no químico, las cosechas producidas libres de plaguicidas pueden tener acceso a mejorar los precios en el mercado.
- b.- Control de plagas y enfermedades del suelo, incluyendo hongos, nematodos y malezas.
- c.- Es selectivos para microorganismos benéficos del suelo, aumentando así el control de patógenos.
- d.- Tiende a incrementar la fertilidad del suelo.
- e.- Puede acelerar el proceso de descomposición de materia orgánica que se aplique en el suelo.

- f.- Su efecto puede durar varios ciclos, si se le da un buen manejo y es por esa razón que es más económico, y en algunas ocasiones se puede reutilizar el plástico (22).

B. LIMITACIONES

- a.- Su uso se restringe a regiones con verano caluroso.
- b.- Es necesario dejar el terreno durante 4 a 8 semanas libres de cultivos para realizar el solarizado.
- c.- Se acumulan grandes cantidades de plástico cuando se trabajan áreas grandes.
- d.- No controla todas las enfermedades, o su control es muy difícil por medio del solarizado eliminar.
- e.- Cuando se aplica en bandas o en surcos el plástico, se dificulta el control de plagas entre los surcos o bandas.
- f.- Para los agricultores que cultivan para su subsistencia, el costo de esta tecnología es inaccesible (22).

3.3.8 EFECTOS DEL SOLARIZADO

- a. En la producción se logra incrementar la productividad del cultivo en peso seco o fresco y la altura de las patatas.
- b. Mayor respuesta al crecimiento, denota mejoría en el crecimiento de la planta cuando se lleva a cabo una desinfección en el suelo.
- c. Los macros y micro elementos se incrementan en el suelo al aplicar el solarizado, incrementándose mayores concentraciones de nitratos y menores de amoníaco, se incrementan elementos de Cl⁻, K⁺, Na⁺, Ca²⁺, Mg.
- d. La mayoría de las malezas anuales y perennes son controladas (21).

3.4 MARCO REFERENCIAL

3.4.1 LA SOLARIZACION EN EL CONTROL DE PATÓGENOS DEL SUELO

El método del solarizado del suelo se evaluó por primera vez por Katan, en 1976 para el control de *Verticillium* en berenjena de ahí en adelante se han evaluado muchos trabajos de solarización del suelo para el control de plagas y enfermedades (40).

Existe información de trabajos realizados en diferentes países sobre la solarización para el control de plagas y enfermedades en diferentes cultivos.

En Estados Unidos han publicado investigaciones sobre el control de patógenos en el suelo, utilizando solarizado para la pudrición de la raíz en frambuesa y la pudrición de la fruta en fresa y frambuesa ocasionados por *fragariae* var de *P. rubi*, las ventajas de la implementación del solarizado fueron evidentes, ya que por 3 años después de que el suelo fue solarizado se mantuvo el control de *fragariae* var de *P. rubi*, ayudando a que las plantas puedan ser mejor controladas (5).

Otra investigación realizada en Tenerife, España en donde se realizaron dos pruebas en un terreno las cuales fueron conducidas para evaluar la eficiencia del solarizado del suelo en el cultivo de aguacate, para el control de la pudrición de la raíz causada por *P. cinnamomi*.

Los suelos en los sitios experimentales mostraron un alto grado de infección en cosechas de años pasadas.

El primer solarizado fue aplicado a 80 árboles enfermos adultos 60 fueron utilizados como control. El índice de severidad de la enfermedad fue medido visualmente en una escala a partir de 0= plantas sanas a 5= plantas muertas.

Todos los árboles fueron puestos en un índice de severidad 3-4 en el comienzo de la investigación, mejorando el índice de severidad 2-3 durante el primer año del solarizado, así mismo se fue mejorando en un segundo año el índice de la enfermedad de 1-2.

Las temperaturas máximas medidas en las profundidades de 5 cms. eran de 40°C debajo del pabellón del árbol y 45°C en el sol.

La eficiencia que se obtuvo para el control del patógeno demuestra que el solarizado tuvo un efecto positivo en el control de la enfermedad (17).

Un estudio realizado por la Universidad de Florida concluyó que el solarizado aumento la temperatura en el suelo en todas las profundidades evaluadas, en donde se obtuvo que la incidencia causada por *Phytophthora* alcanzo el 99 % en suelos no solarizados, 40 días después del solarizado se redujo a 0.05% el progreso de la

incidencia, alcanzando una incidencia final causada por *Phytophthora* del 9%, al finalizar el estudio (13).

Ensayos realizados para el control de *P. capsici* en pimienta fueron realizados en Calabria, Italia en 1991-1992 para evaluar el efecto del solarizado en el suelo en el control de *P. capsici*, la incidencia de la enfermedad era baja, utilizando laminas de plástico, cubriendo el suelo durante 4-9 semanas, donde se obtuvo además que el peso seco y fresco de la plantas aumentaron su producción (31).

En Guatemala se han realizado varias investigaciones a nivel de tesis evaluando el método del solarizado.

Gaitan Ramos (16), Trabajo en la evaluación del solarizado para el control de patógenos del suelo en Arveja China (*Pisum sativum L.*), durante los meses de octubre-noviembre y diciembre en el municipio de Milpas Altas Sacatepequez, obteniendo resultados satisfactorios en la reducción de *Fusarium spp.* en un 82.69 %, *Rhizoctonia solani* en 73.69 %, *F. oxysporum* en un 73.69 % y *Ascochyta spp.* en un 71.41 %.

Solís Paiz (37), evaluó el control de patógenos en el suelo en semilleros de café, en Esquipulas Chiquimula, utilizando 4 periodos de solarizado de 6,4,2,1 semana, comparado con un testigo químico y un testigo absoluto. Al final concluyo que el solarizado con un periodo de exposición de 6 semanas fue él más eficiente, ya que permitió el control del patógeno que provoca enfermedades en semilleros de café, resulta más económico y menos dañino el uso del solarizado a comparación de la utilización de productos químicos, realizada en Esquipulas, Chiquimula.

Paz Kroella (30), realizó la evaluación de cuatro periodos de solarizado, encalado y sus combinaciones para el control de la hernia de las crucíferas (*Plasmodiophora brassicae*) en el cultivo del brócoli, obteniendo como resultados la eficiencia del solarizado de 8 y 6 semanas para el control de *P. brassicae*. Realizada en el Tejar, Chimaltenengo.

Samayoa Juárez (36) evaluó periodos mínimos de exposición del solarizado simple, combinado con encalado para el control de la hernia en las crucíferas, obteniendo que el solarizado de 8 semanas es el más eficiente para el control de hernia en época seca, realizada en el Tejar, Chimaltenengo.

En el cultivo del ajo Urizar (39), realizó la evaluación del solarizado para el control de nematodos fitoparasitos, el solarizado del suelo resulto eficiente por un periodo de 8 semanas para el control de nematodos asociados al cultivo del ajo (*Allium sativum* L), realizada en Aguacatan, Huehuetenango.

Menéndez Godoy (25) realizó la evaluación para el control de *Ralstonia solanacearum*, en el cultivo de tomate, en donde no se obtuvo un efecto significativo para el control de la incidencia de *R. solanacearum*, debido a que la investigación se realizó en época seca, realizada en Patulul, Suchitepequez.

3.4.2 UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN

El municipio de Villa Canales se encuentra ubicado dentro del departamento Guatemala, colindando al Norte con Santa Catarina Pinula y la Ciudad Capital, al Noreste con Fraijanes, al Este con Barberena, municipio del departamento de Santa Rosa. Al Sudeste con Pueblo Nuevo Viñas, municipio del departamento de Santa Rosa, al Sur con San Vicente Pacaya Guanagazapa y al Oeste con Palin. Ver apéndice 1

La aldea El Jocotillo se encuentra ubicada en los paralelos 14° 21'21" Latitud Norte y 90° 30'14" Longitud Oeste (18).

3.4.3 VIAS DE ACCESO

La aldea El Jocotillo, se encuentra ubicada a 50 Kilómetros de la Ciudad Capital, a una altura promedio de 1,120 msnm.

El municipio se caracteriza, por su economía basada en la agricultura, se tienen el acceso sobre la carretera que cruza por Santa Elena Barrillas y por la carretera que conduce hacia el Salvador, ambas carreteras se encuentran totalmente asfaltadas (18).

3.4.4 ZONA DE VIDA

La aldea El Jocotillo se encuentra localizada dentro de la zona Bosque Húmedo Subtropical Templado (BH-s (t)) (19).

Estas zonas se caracterizan principalmente por temperaturas que oscilan entre los 20 a 26 °C, con una precipitación anual de 1,100 a 1,300 mm, correspondiente a los meses de mayo a noviembre respectivamente.

La topografía de estos terrenos se presentan con relieve ondulado a accidentado y escarpado (14).

4. OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GENERAL

- Determinar el efecto de tres períodos de solarizado en el control de *Phytophthora parasitica* en el cultivo de la piña (*Ananas comosus L*)
- Establecer el periodo de solarizado que permita el mayor control en la incidencia de *Phytophthora parasitica* en el cultivo de la piña (*Ananas comosus L.*).

5. HIPÓTESIS

- El periodo de exposición al solarizado más efectivo en el control de *Phytophthora parasitica* en el cultivo de la piña (*Ananas comosus L.*) es de 8 semanas.

6. METODOLOGÍA

6.1 VERIFICACIÓN DE LA PRESENCIA DEL AGENTE CAUSAL DE LA PUDRICIÓN DEL COGOLLO DE LA PIÑA.

Se procedió a la realización de muestreos previos al área de estudio, de donde se obtuvieron muestras de la plantación establecida, verificándose en el Laboratorio de Fitopatología de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, la presencia de *Phytophthora parasítica* en el campo.

Seguidamente se eliminó la plantación vieja y se procedió a la preparación del área para el establecimiento de una nueva plantación.

6.2 TRATAMIENTOS EVALUADOS

Los tratamientos evaluados fueron 3 diferentes periodos de exposición de solarizado, para lo cual se utilizaron cubiertas plásticas transparentes (producto ecocontrol) y por último un testigo absoluto (sin solarizado).

En el cuadro 1 se caracterizan los tratamientos utilizados.

Cuadro 1 Descripción de los tratamientos

TRATAMIENTOS	DESCRIPCIÓN
1	Solarizado de 8 semanas
2	Solarizado de 7 semanas
3	Solarizado de 6 semanas
4	Testigo Absoluto (Sin Solarizado)

6.3 DESCRIPCION DE LOS TRATAMIENTOS

Los tratamientos 1,2,3 consistieron en la evaluación de los tres periodos de exposición del solarizado, los cuales se describen a continuación:

- a. Tratamiento 1 : Se colocaron las cubiertas plásticas 8 semanas antes de la siembra del cultivo de la piña.
- b. Tratamiento 2 : Se colocaron las cubiertas plásticas 7 semanas antes de la siembra del cultivo de la piña.

- c. Tratamiento 3: Se colocaron las cubiertas plásticas 6 semanas antes de la siembra del cultivo de la piña.

6.3.1 TESTIGO ABSOLUTO

El testigo absoluto es el tratamiento número 4, el cual no se empleó ningún tipo de control para la pudrición del cogollo de la piña.

6.4 DISEÑO EXPERIMENTAL

Para el estudio se realizó un diseño en bloques al azar, con 5 repeticiones y 4 tratamientos, el tamaño de cada unidad experimental fue de 72 m², y el área experimental fué de 1,440 m². Ver apéndices 2 y 3.

El modelo estadístico empleado fue:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + B_j + E_{ij}$$

DONDE:

Y_{ij} = Variable de respuesta

μ = Efecto de la media

T_i = Efecto de i.....ésimo tratamiento

B_j = Efecto de j.....ésimo bloque

E_{ij} = Error experimental en la ij.....ésima unidad experimental.

6.5 VARIABLES DE RESPUESTAS

Las variables que se evaluarón fueron las siguientes:

- a. Incidencia expresada en %
- b. Tasa de incremento de la enfermedad en el tiempo
- c. Pérdida causada por la enfermedad.

6.5.1 TOMA DE MUESTRAS

- a) Para cada parcela se procedió a realizar un censo sobre las plantas.

- b) Se tomaron las respectivas medidas de prevención en cada uno de los muestreos para evitar el transporte del inoculo a otras parcelas, utilizando bolsas plásticas transparentes, las cuales se colocaron en los zapatos y posteriormente fueron eliminadas cada vez que se hiciera un traslado a otra parcela para evitar su dispersión.
- c) Se realizarón observaciones quincenales y se determino el número de plantas enfermas por *P. parasítica*.
- d) Se observarón las plantas enfermas que presentaron la sintomatología de la pudrición del cogollo de la piña, sin eliminarlas del campo para no originar una fuente de variación y modificación del efecto de los tratamientos.

6.5.2 INCIDENCIA DE LA ENFERMEDAD

Se procedió a iniciar el conteo de plantas enfermas presentes en el campo, con la finalidad de poder determinar él % de incidencia, utilizando la siguiente formula:

$$\% \text{ de Incidencia} = \frac{\text{Número de plantas enfermas}}{\text{Número de plantas X unidad experimental}} \times 100 =$$

6.5.3 TASA DE INCREMENTO DE LA ENFERMEDAD

Se determino la tasa de incremento de la enfermedad en base a los datos obtenidos de la incidencia de *P. parasítica* en cada uno de los tratamientos evaluados.

6.6 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

6.6.1 ANÁLISIS DE VARIANZA (ANDEVA), Y PRUEBA DE MEDIA A TRAVÉS DE TUKEY

Se realizó un análisis de varianza para la variable de respuestas de incidencia y una prueba de medias de Tukey al encontrar diferencia significativa entre los tratamientos.

6.6.2 ANÁLISIS GRÁFICO

Se realizó un análisis gráfico para observar el comportamiento de los 4 tratamientos, en las diferentes variables de respuestas.

6.6.3 DATOS CLIMÁTICOS

Durante el desarrollo de la investigación se tomaron los siguientes datos climáticos temperatura máxima y mínima (°C), Precipitación máxima y mínima (mm), Humedad relativa máxima y mínima (%), de la estación INSIVUMEH, la cual es la más cercana al área de estudio, localizada a una Latitud Norte de 14°35'11", a una Longitud Oeste de 90°31'58" y a una Altitud de 1502 msnm. Ver apéndice 4

6.7 MANEJO DEL EXPERIMENTO

6.7.1 PREPARACIÓN DEL TERRENO

La preparación del terreno se inició con el corte total de la plantación establecida, después de la última cosecha programada. Procediéndose a quemar la plantación y a retirar los restos de los tallos quemados fuera de área de estudio. Quedándose libre de tallos y troncos, se procedió a realizar un arado y una rastra a una profundidad de 0.30 cms. y se realizó las mediciones necesarias para el trazo de cada una de las unidades experimentales.

6.7.2 RIEGO

Este se aplicó previo a la colocación de aquellos tratamientos que incluyeran solarizado. El mismo se realizó llevando el suelo hasta capacidad de campo, un día antes de la colocación del plástico.

6.7.3 COLOCACIÓN DE LOS TRATAMIENTOS

Se trazaron con anterioridad las unidades experimentales en solarizado, posteriormente se colocaron las cubiertas plásticas transparentes sobre el suelo húmedo, enterrando los extremos de tal manera que no permitiera el escape de calor y las entradas de aire. Según sea el periodo de evaluación del solarizado, así se colocó las cubiertas de plástico transparentes, de tal manera que se levantaron todas las cubiertas plásticas el mismo día.

6.7.4 MATERIAL VEGETATIVO UTILIZADO

Se utilizaron los esquejes basales de la variedad Hawaiana la cual es procedente de los campos de varios productores de la misma región, utilizando dos grupos de

esquejes, uno de ellos de un tamaño de 20 a 25 cms. y el otro de un tamaño de mas de 25 cms.

6.7.5 CONTROL DE PLAGAS Y ENFERMEDADES

Se procedió a la desinfección de los esquejes basales utilizando 1 libra $\frac{1}{2}$ de captan a razón de 2 toneles $\frac{1}{2}$ de agua, de esta forma se obtuvo la solución para desinfectar el material vegetativo que se empleo en el estudio, utilizando el mismo tipo de desinfección que utilizan los productores del área.

6.7.6 SIEMBRA

Se realizó un día después de haber levantado las cubiertas plásticas de cada uno de los tratamientos evaluados con solarizado y el testigo.

6.7.7 FERTILIZACIÓN

Se aplicó una fórmula compuesta (15-15-15) a los 30 días después de la siembra, una vez que las plantas han arraigado lo suficiente en el suelo, y una segunda aplicación a los 60 días con una formulación nitrogenada (urea) y posteriormente se estuvo aplicando fertilizaciones foliares cada mes.

6.7.8 CONTROL DE MALEZAS

Se realizó una calza al cultivo a los 45 días después de la siembra, y en lo que respecta al control de malezas, no se observó crecimiento de alguna especie en los tratamientos donde se evaluó el solarizado, mientras que en el testigo se realizaron limpias en forma manual cada 15 días.

7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Con base a la información de los muestreos realizados se obtuvo la incidencia de *Phytophthora parasitica* en cada uno de los tratamientos evaluados.

Tomando la información de los datos obtenidos de la incidencia que se fueron recolectando en el transcurso de la investigación, se evaluó el avance de la enfermedad en función del tiempo, para la determinación del mejor tratamiento, para el control de *P. parasitica*.

7.1 INCIDENCIA

De los 18 muestreos realizados, el primero a los 15 días después de la siembra y los demás con intervalos de 15 días cada uno. Durante el transcurso de la realización de la investigación se pudo observar la sintomatología característica de la enfermedad.

En los muestreos realizados se tomaron las plantas que presentaron síntomas de la enfermedad, de esta manera se obtuvo el número total de plantas enfermas por tratamiento en cada uno de los muestreos, además se observó que el desarrollo de la enfermedad se presentó en época de invierno, para lo cual se continuó muestreo hasta el inicio de verano con la finalidad de ver si persistía la enfermedad durante el verano. Ver apéndice 5, 5.1

En el cuadro 4 se muestra el incremento de la enfermedad en cada uno de los tratamientos evaluados en función del tiempo.

Cuadro 4 Incremento del número de plantas enfermas por *P. parasitica*, en el cultivo de la piña (*Ananas comosus* L.), en la aldea el Jocotillo, Villa Canales, Guatemala.

NUMERO DE LECTURAS	DIAS DE LECTURA	TRATAMIENTO I (Plantas Enfermas)	TRATAMIENTO II (Plantas Enfermas)	TRATAMIENTO III (Planta Enfermas)	TRATAMIENTO IV (Plantas Enfermas)
1	15	0	0	0	0
2	30	0	2	0	2
3	45	4	5	9	8
4	60	15	13	20	29
5	75	20	17	22	54
6	90	23	19	26	57
7	105	29	23	34	73
8	120	33	25	40	87
9	135	35	27	43	97
10	150	38	28	46	101
11	165	38	28	50	102
12	180	38	28	50	105
13	195	38	28	50	105
14	210	38	28	50	105
15	225	38	28	50	105
16	240	38	28	50	105
17	255	38	28	50	105
18	270	38	28	50	105

* T1= Solarizado de 8 semanas, T2 = Solarizado de 7 semanas, T3 = Solarizado de 6 semanas , T4 = Testigo

Puede observarse que el tratamiento del testigo (TIV), es el que presento a los 180 días después de la siembra (dds), alcanzando el mayor número de plantas enfermas, con 105 plantas muertas, debido a la presencia y desarrollo del inoculo en el área de estudio, a este tratamiento no se le aplico ningún control.

En el tratamiento de 6 semanas (TIII) de solarizado se observo que existió efecto positivo en el control del patógeno, alcanzando a los 165 dds 50 plantas muertas, lo que significo que el menor tiempo de exposición del solarizado en el suelo este controla en un 50% el inoculo a comparación del testigo.

Mientras que el tratamiento de 7 semanas (TII) de solarizado, alcanzó a los 150 dds, 28 plantas muertas, siendo este tratamiento el que presento el menor número de plantas enfermas, y para el tratamiento de 8 semanas de solarizado, el comportamiento del número de plantas enfermas alcanzo a los 150 dds 38 plantas muertas, este

tratamiento presento similares resultados al anterior, siendo los más efectivo en el control de la enfermedad, cuando el tiempo de exposición del solarizado es mas prolongado.

En la figura 6, el desarrollo del incremento de la enfermedad en el transcurso de la investigación, se inició en el segundo muestreo, en donde se observó el desarrollo exponencial de la enfermedad en cada uno de los tratamientos y la disponibilidad del tejido sano a ser infectado por él inoculo.

Para lo cual el uso del método físico del solarizado ayuda a reducir y controlar la enfermedad de *P. parasitica*.

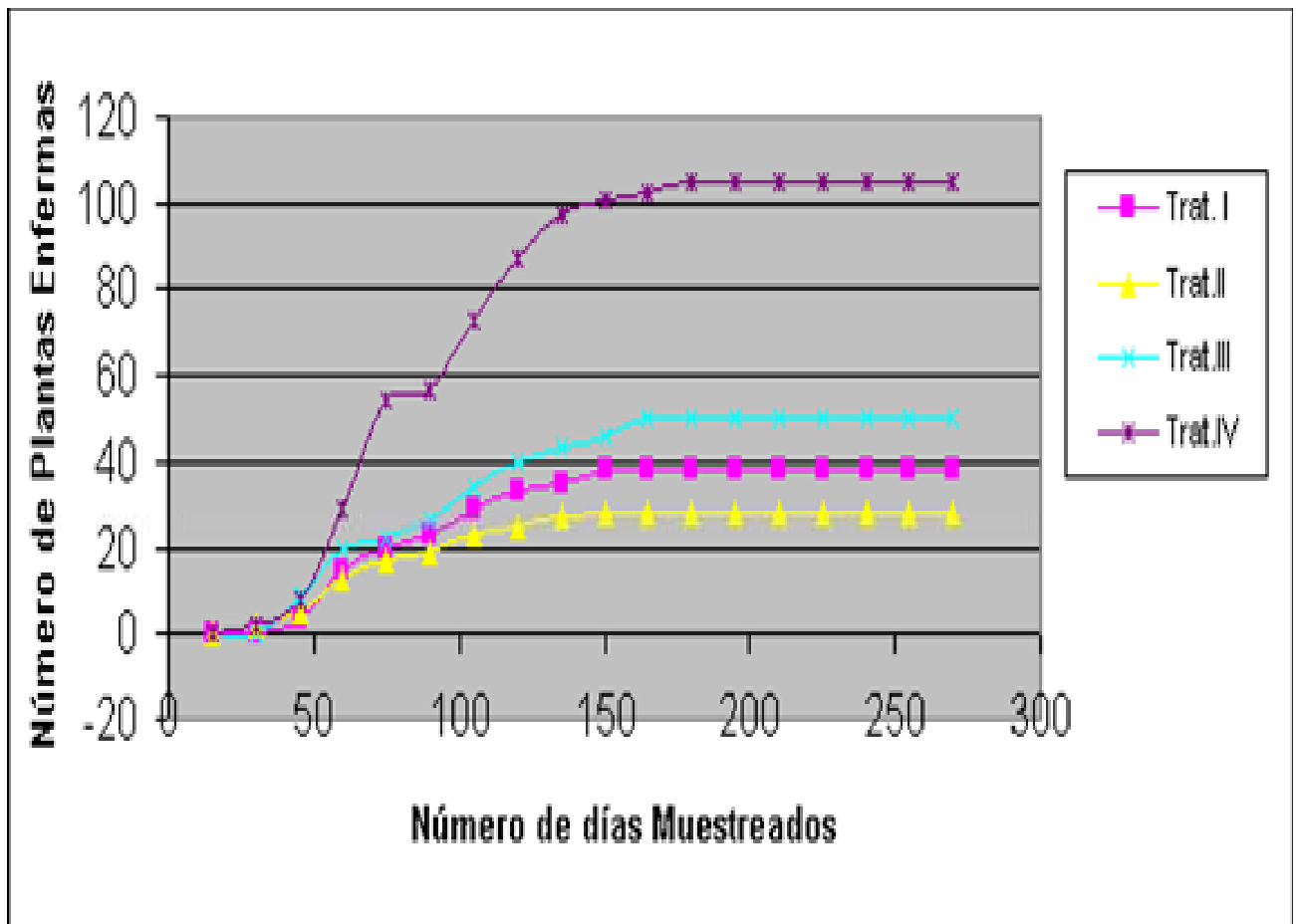


Figura 6 Incremento del número de plantas enfermas de *P. parasitica*, en el cultivo de la piña (*A. comosus* L.), en la aldea el Jocotillo, Villa Canales, Guatemala.

Con los datos obtenidos del número de plantas enfermas de cada uno de los tratamientos se obtuvo el porcentaje de incidencia, para lo cual se efectuó una transformación previa mediante la fórmula de $\sqrt{\text{arcoseno } \% \div 100}$. Ver apéndice 6

Sin embargo para poder establecer si existió diferencia entre los tratamientos fue necesario realizar un análisis de varianza, en el cual se logró determinar que si existe diferencia significativa.

En el cuadro 7 se muestra el resumen de varianza realizado para la variable porcentaje de incidencia de *P. parasitica*.

Cuadro 7 Resumen del Análisis de la Variable Porcentaje de Incidencia de *P. parasitica*, en el Cultivo de la Piña (*A. comosus L.*)

FUENTE DE VARIACION	GL	SC	CM	FC	FT 0.05	FT 0.10
Tratamiento	3	306.27	102.09	15.58	3.49 *	5.95**
Bloques	4	151.72				
Error Exp.	12	78.64	6.55			
Total	19	536.63				
C.V. = 19.64%; * = Hay diferencia significativa						

En el análisis previo que se realizó, se pudo observar que existe diferencia significativa para el control de *P. parasitica*, por lo que se hizo necesario realizar una prueba de medias de Tukey, obteniendo los siguientes resultados:

Cuadro 8 Prueba de Tukey, para la Variable Porcentaje de Incidencia de *P. parasitica* en el Cultivo de la Piña (*A. comosus L.*)

TRATAMIENTOS	MEDIAS	INTERPRETACIÓN
T2 (solarizado de 7 semanas)	8.97	A
T1 (solarizado de 8 semanas)	10.81	A
T3 (solarizado de 6 semanas)	12.99	B
T4 (testigo)	19.34	C

Como se puede observar, los resultados de los tratamientos tienden a agruparse en tres categorías, en donde efectivamente los tratamientos II y III (solarizado de 7 y 8 semanas) controlan eficientemente la pudrición del cogollo de la piña (*A. comosus L.*) los cuales presentaron características similares en el control de la enfermedad, mientras que el tratamiento III (solarizado de 6 semanas) se presentó como un tratamiento intermedio, ya que presentó una media de 12.34% de incidencia de *P. parasitica*. Y por ultimo se observa que el tratamiento IV (testigo), al cual no se le realizó ninguna técnica de control de fitopatógenos, presentó un 19.34 % de incidencia de *P. parasitica*.

Todos los datos obtenidos de incidencia fueron acumulados para obtener la incidencia total por tratamientos al finalizar el estudio. Ver apéndice 7

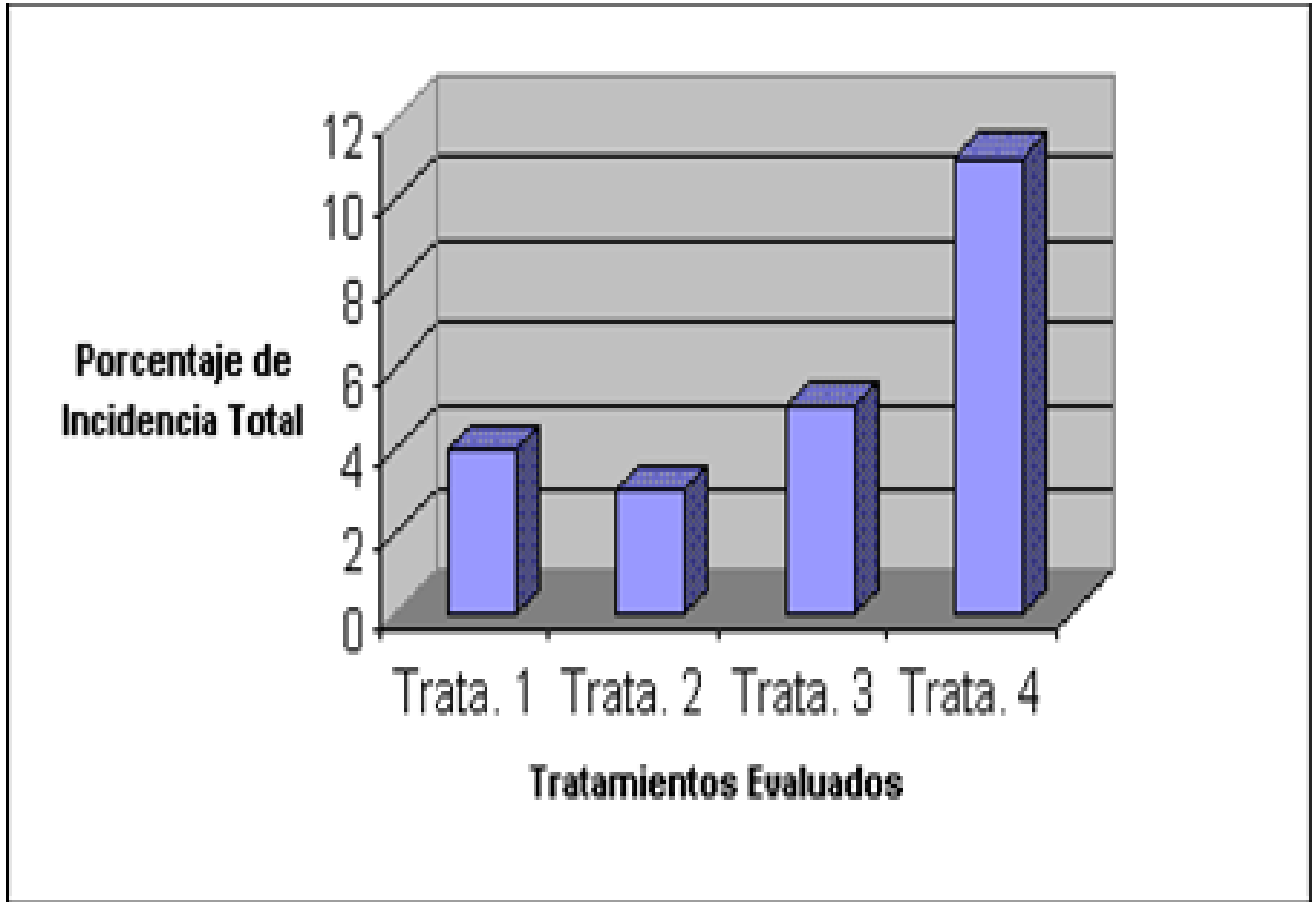


Figura 7 Incidencia total de *P. parasitica*, en el cultivo de la piña (*A. comosus L.*), en la aldea el Jocotillo, Villa Canales Guatemala.

Obteniéndose resultados similares a los del análisis de varianza en donde los tratamientos con menor porcentaje de incidencia fueron los tratamientos II y I (solarizado de 7 y 8 semanas) los cuales son los más eficientes en el control de *P. parasitica*.

Este resultado concuerda con los obtenidos por Gaitan Ramos (16), en este caso, el mejor periodo de solarizado para el control de *Fusarium spp.*, *F. oxysporum*, *F. solani*, *Rhizoctonia solani* y *Ascochyta spp.* fue el de 8 semanas con diferentes calibres de polietileno en el cultivo de Arveja China.

Paz Kroell (30), evaluó el control de *Plasmodiophara brassicae*, obteniendo que el solarizado de 8 semanas logró reducir al 0% la incidencia en el cultivo de Brócoli.

Investigaciones que se han realizado a nivel de semilleros de café se han obtenido resultados similares, siendo el solarizado de 8 semanas el más efectivo para el control del mal de talluelo provocado por el agente causal *R. solani*, *Fusarium sp.* esto demuestra la efectividad que se obtuvo en la presente investigación.

Se puede mencionar que el solarizado ayuda al control de otros patógenos que causan daño en diversos cultivos, Urizar Carrasco (39), quien indicó que el solarizado de 8 semanas es el más eficiente en el control de nematodos fitoparásitos, como *Helicotylenchus sp* en el suelo, ayudando a reducirlo a un 0% a partir del segundo muestreo que realizó en el cultivo del ajo, (*Allium sativum L.*), además se mejoró el incremento de la producción.

Otro factor importante en la investigación fue el control de maleza, ya que en los tratamientos expuestos a la solarización, no se observó presencia de ninguna especie de maleza después de la siembra, mientras que en el testigo se realizaron varias limpiezas en forma manual.

7.2 TASA DE INCREMENTO DE LA ENFERMEDAD EN EL TIEMPO

En base a los resultados obtenidos del % de incidencia de la enfermedad en cada uno de los tratamientos evaluados, se elaboró la curva de progreso ver figura 8, que muestra el comportamiento de la enfermedad a lo largo del tiempo. Ver apéndice 6.

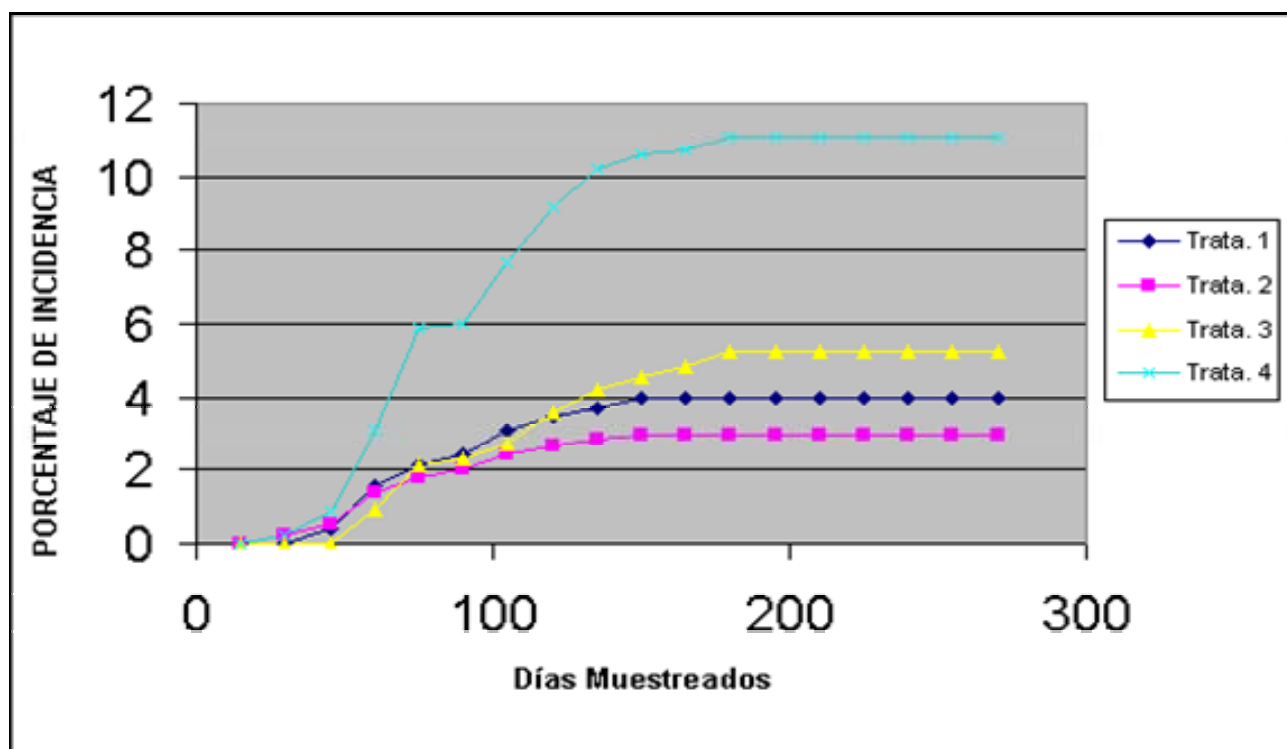


Figura 8 Incidencia de *P. parasitica* en el cultivo de piña (*A. comosus* L.), en los tratamientos evaluados.

Por lo cual se procedió a una transformación y ajuste matemático de los datos obtenidos para obtener una regresión, que permitió conocer la recta de cada uno de los tratamientos y su respectiva pendiente. Ver apéndice 8

Posteriormente se procedió a determinar la tasa de incremento de la enfermedad por la expresión matemática (11).

En donde se expresa la enfermedad como una función en el tiempo. (11) Con el fin de realizar el análisis de la tasa de incremento de la enfermedad, los datos obtenidos para encontrar la pendiente de la recta se detallan en el apéndice 8

Con dichos datos se procedió a elaborar el análisis para la tasa de incremento de la enfermedad. Ver apéndice 9

En cuanto al comportamiento de la enfermedad tenemos que a pocos días de que las plantas han arraigado lo suficiente en el suelo, las plantas son infectadas por el hongo, dándose una relación directa con el tejido enfermo y el tejido sano susceptible. Aunque *P. parasitica* es favorecida por la temperatura en un rango de 10-20°C (12).

Las condiciones prevalecientes favorecen el desarrollo del hongo, ya que la temperatura media era de 24.68°C y una humedad relativa de 94%. Ver apéndice 4

En el siguiente cuadro se muestra la tasa de incremento total de la enfermedad a través del tiempo, con los datos corregidos de acuerdo al modelo de regresión obtenido de cada uno de los tratamientos evaluados.

Cuadro 19 Tasa de Incremento Total de *P. parasitica* en el cultivo de la piña (*A. comosus* L.) con base a los datos corregidos.

TRATAMIENTOS	TASA DE INCREMENTO (R) TOTAL
T1 (solarizado de 8 semanas)	0.007
T2 (solarizado de 7 semanas)	0.007
T3 (solarizado de 6 semanas)	0.008
T4 (testigo)	0.011

La menor tasa de incremento se logro con los tratamientos de 7 y 8 semanas de solarizado, alcanzando un 0.007%, y en lo que corresponde al tratamiento de 6 semanas de solarizado presenta una tendencia similar a los anteriores tratamientos.

Y para el tratamiento del testigo, la tasa de incremento alcanzada es de 0.011%, siendo la tasa que mayor incremento reporto en el estudio.

En la figura 9 se puede observar la tendencia de la tasa de incremento de *P. parasitica*.

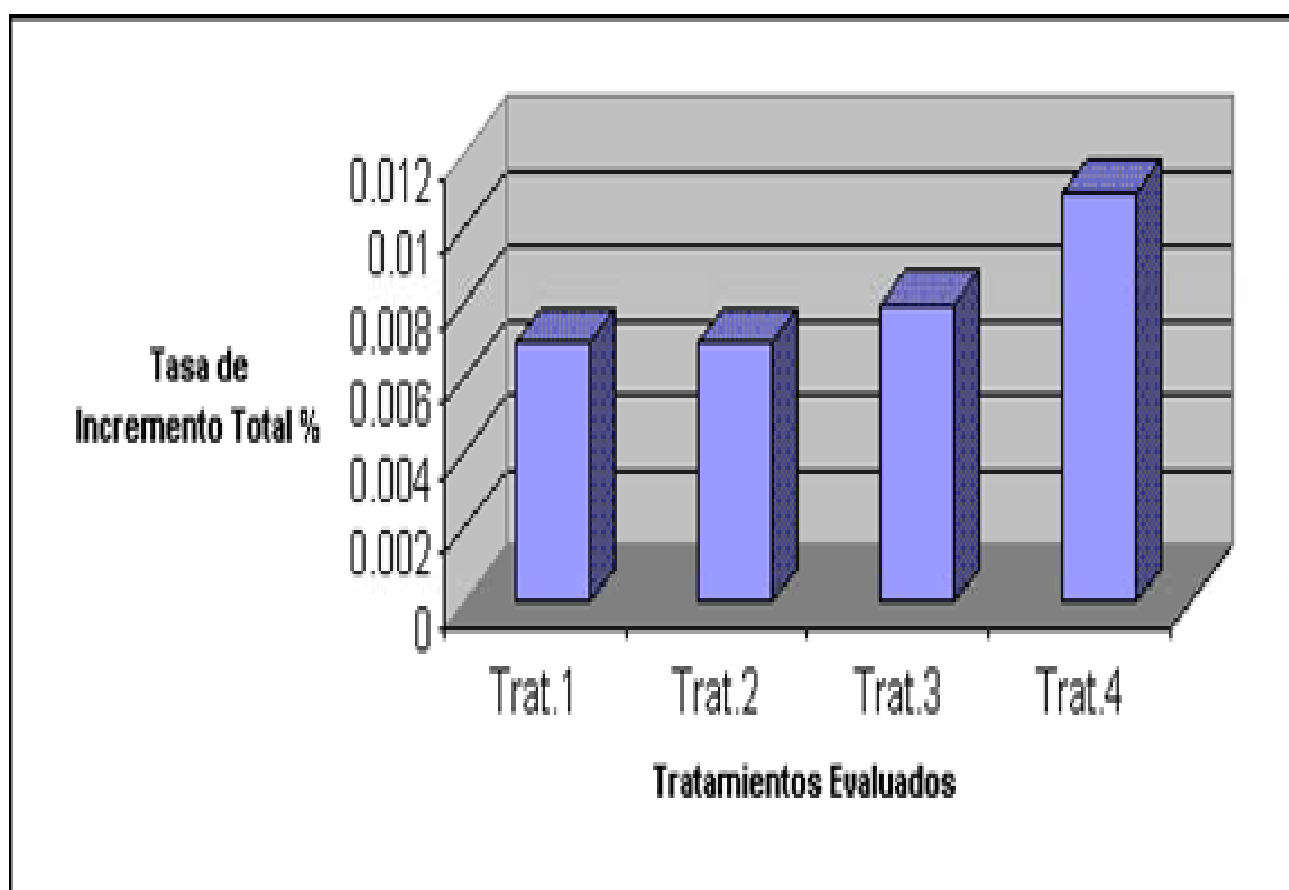


Figura 9 Tasa de incremento total de *P. parasitica* en cada uno de Los tratamientos evaluados en el cultivo de la piña (*A. comosus L.*)

En la figura 10, puede verse en forma grafica la diferencia entre los tratamientos, observándose que el tratamiento I y II (solarizado de 8 y 7 semanas) son los que aparecen con una menor pendiente, encontrándose además que la recta del tratamiento III (solarizado de 6 semanas) se encuentra a un nivel similar que los anteriores, lo cual sirve como apoyo al resultado obtenido en la prueba de medias del cuadro 8.

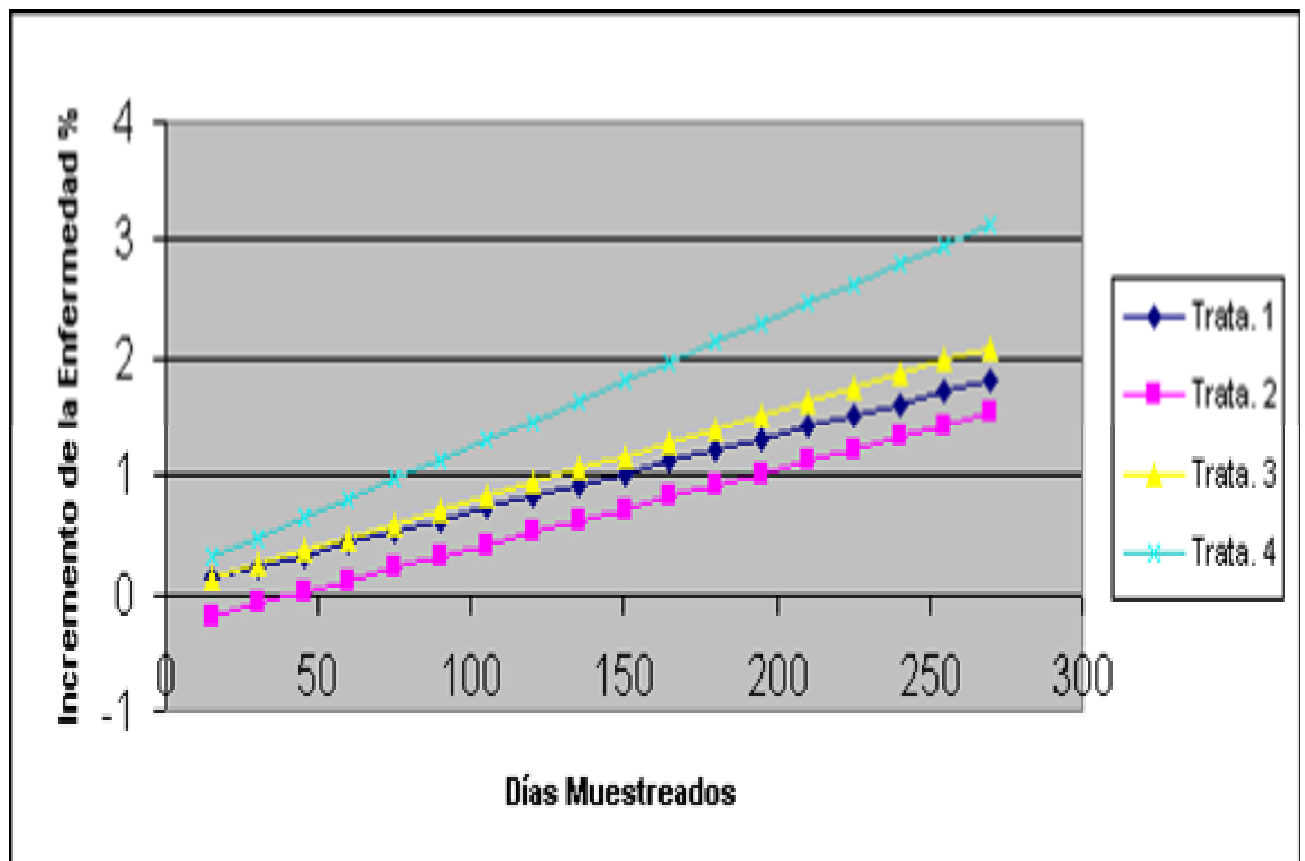


Figura 10 Grafica de la recta de los tratamientos evaluados, con los datos corregidos de acuerdo al modelo de regresión.

7.3 PORCENTAJE DE PÉRDIDA CAUSADA POR Phytophthora parasítica.

Se realizó la estimación del porcentaje de pérdida en el cultivo, provocado por *P. parasitica*, con la finalidad de proyectar la pérdida en los ciclos de producción.

Tomando como base los datos obtenidos en la investigación. En el siguiente cuadro podemos observar la proyección que se realizó a 4 años de producción del cultivo para conocer el porcentaje de pérdida provocado por la enfermedad.

Cuadro 20 Proyección del porcentaje de pérdida en el cultivo de la Piña (*A. comosus* L.), provocado por el agente causal *P. parasitica*, en el área de estudio.

TRATAMIENTOS	NÚMERO DE PLANTAS ENFERMAS EN EL PRIMER AÑO	NÚMERO DE PLANTAS ENFERMAS EN CUATRO AÑOS	PORCENTAJE DE PÉRDIDA EN EL CULTIVO (%)
T1	38	152	16
T2	28	112	12
T3	50	200	21
T4	105	420	44

* T1=Solarizado de 8 semanas; T2=Solarizado de 7 semanas; T3=Solarizado de 6 semanas; T4= Testigo

Se puede observar que el menor porcentaje de pérdida en el cultivo se proyecta en el tratamiento II (solarizado de 7 semanas), el cual alcanzaría un 12 % de la pérdida total del tratamiento, mientras que el testigo (IV) presentaría un 44%, siendo él mas alto de los porcentajes de pérdida que se tendrían dentro de la investigación, tomando en cuenta que no se resembró nuevas plantas durante el transcurso de la investigación.

Además se puede mencionar que el porcentaje de pérdidas que se proyectó solo fue en el área de estudio, con la finalidad de buscar nuevas alternativas para los productores de piña.

Los productores de piña utilizan mayores áreas de producción por lo cual el porcentaje de pérdida en las cosechas es mayor, debido que el área que utilizan es mas de una hectárea, por lo que año tras año resiembran las plantas que han sido afectas por la pudrición del cogollo de la piña, y no dan un buen control a las plantas enfermas, debido a que las dejan en el área, esto provoca que siga permanentemente el foco de infección de la enfermedad.

La importancia económica que representa la pudrición del cogollo de la piña, provocado por *P. parasítica*, es proyectado para el primer año de producción, en donde se estima la pérdida económica por tratamiento evaluado.

En el siguiente cuadro se observa la pérdida económica que se tendría en el área de estudio.

CUADRO 21 Estimación de la Pérdida Económica Provocada por la Pudrición del Cogollo de la Piña en el Área de Estudio.

TRATAMIENTOS	NÚMERO DE PLANTAS ENFERMAS EL PRIMER AÑO	PÉRDIDA ECONÓMICA DURANTE EL PRIMER CICLO DE PRODUCCIÓN	PÉRDIDA ECONÓMICA DURANTE LOS CUATRO AÑOS DE PRODUCCIÓN	PORCENTAJE DE PÉRDIDA ECONÓMICA
T1	38	Q 114.00	Q 456.00	16
T2	28	Q 84.00	Q 336.00	12
T3	50	Q 150.00	Q 600.00	21
T4	105	Q 315.00	Q 1,260.00	44

* T1=Solarizado de 8 semanas; T2=Solarizado de 7 semanas; T3=Solarizado de 6 semanas; T4= Testigo

Esto nos indica que se estaría perdiendo en el tratamiento II (solarizado de 7 semanas) un 12 % de lo invertido en el cultivo, siendo este el que menor pérdida económica tendría, mientras que el testigo (IV) se estaría perdiendo un 44% de la inversión en este tratamiento.

Se debe considerar que los productores programan la salida de las cosechas, ya que toman en cuenta dos factores importantes que son, el desarrollo de la plantación, la época en que el mercado puede ser mejor o haber mayores demandas, ya que realizan inducciones a floración dependiendo de estos factores, dependiendo del precio el cual no es estable, la época de demanda del tamaño de la fruta y la calidad de la misma.

Para fines de investigación se sondeo el precio en el mercado, y se tomo como base un precio intermedio de Q3.00 por unidad, con un peso aproximado de 3-4 libras.

Teniendo en cuenta que la producción de la fruta en las diferentes cosechas no es igual, debido a que la fruta varía de peso y tamaño, este es otro factor que influye en la pérdida económica

8. CONCLUSIONES

1. El hongo que causa la pudrición del cogollo de la piña, provocando una pudrición vascular, dañando los tejidos de la base radicular de la planta, tallo y hojas, provocando la formación de manchas amarillas y oscuras en raíz, tallo y hojas y de las mismas como resultado final la muerte de los tejidos, y la perdida total de la planta.
2. El solarizado es efectivo como método físico del control de *Phytophthora parasitica*, en el cultivo de la piña.
3. El solarizado de siete semanas (tratamiento II) muestra mejores resultados en el control de *Phytophthora parasitica*, debido que este tratamiento presentó el menor porcentaje de incidencia, alcanzando un 8.97%, sin embargo el solarizado de 8 semanas (tratamiento I) presentó un 10.81% de reducción de la incidencia, en lo que respecta al control que se realizo en este tratamiento hubieron agentes que dispersaron el inculo como lo es el viento y el mal manejo que el productor vecino a la parcela experimental le dio a los restos de cosecha, siendo un foco de infección, además este tratamiento colindo con las parcelas testigo y del los productores a las cuales no se les realizó ningún control.
4. El solarizado en cualquiera de los tratamientos evaluados controla la incidencia de *Phytophthora parasitica*, en comparación al testigo.
5. El periodo mínimo de exposición de solarizado (6 semanas), controla efectivamente el inculo de *Phytophthora parasitica*.

9. RECOMENDACIONES

- 1) Utilizar el solarizado en periodos de siete y ocho semanas para el control de *Phytophthora parasitica* en el cultivo de la piña (*Ananas comosus L.*).
- 2) Se recomienda evaluar el solarizado en otras zonas del país, donde se produzca el cultivo de la piña, para determinar el efecto que puede tener sobre la incidencia de la enfermedad en otras condiciones climáticas diferentes.

10. BIBLIOGRAFIA

1. Agrios, GN. 1988. Fitopatología. México, D.F, Limusa. 756 p.
2. Aguilar Monterroso, EA. 1987. Efecto de la propagación de tres estructuras asexuales sobre la precocidad, rendimiento y degeneración del fruto de la piña (*Ananas comosus merr*), en Villa Canales, Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. p 39
3. Ainsworth & Bisby's. 1995. Dictionary of the fungi. 6 ed. US, International Mycological Institute, Center for agriculture end Bioscience International. 616p.
4. Bauer, M. 1979. Principios de fitopatología, curso de post-grado. Chapingo, México. p 60
5. Bristow, P; Windom, G. 1998. Actualización de la investigación del solarizado para la pudrición y los funguicidas de la raíz de la frambuesa, y la pudrición de la fruta en la fresa y frambuesa. US, Universidad del estado de Washington. p 7-14
6. Cabrera, MM. 1997. La piña. Guatemala, PROFRUTA. p 1-9
7. _____. 1998. Selección de hijuelos de piña para el establecimiento de plantaciones. Agricultura. (2): 43-44
8. _____. 1999. Establecimiento de unidades productoras de piña (*Ananas comosus L.*). Agricultura. (15): 22-25
9. Cronquist, A. 1981. Introducción a la botánica. México, Continental. 800 p.
10. Campbell, CL; Madden, LV: 1990. Temporal analysis of epidemics; Description and comparasion of disease progress curves in introduction to plants disease epidemiology. New York, US, Wiley. p 161-202
11. Castañon, ZJ. Principios básicos de fitopatología. Costa Rica, Escuela Agrícola Panamericana. 320 p.
12. Calderón Díaz, JH. 1999. Tizón tardío (*Phytophthora infestans*) en el cultivo de la papa. Ing. Agr. MSC. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. p 7

13. Centro de Investigación Brandenton, US. 1995. Uso de la solarización durante el otoño para la reducción de los patógenos del suelo en plantas ornamentales en un clima subtropical. US, Universidad de Florida. p 4
14. Cruz, JR. De La. 1982. Clasificación de la zona de vida de Guatemala. Guatemala, Ministerio de Agricultura y Ganadería y Alimentación. p 42
15. Elmore, C. 1995. Soil solarization, a non pesticidal method for controlling diseases Nematodes and weeds. En Taller Regional de Solarizado del suelo. (1995, Honduras). Informe. Honduras, Escuela Agrícola Panamericana El Zamorano. p 73
16. Gaitan Ramos, JM. 1994. Evaluación del solarizado para el control del patógeno del suelo en el cultivo se arveja china (*Pisum sativum L.*), durante los meses de Octubre, Noviembre y Diciembre, en el municipio de Santa Lucia Milpas Altas, Sacatepequez. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 73 p.
17. Gallo, L; Silverio, F. 1995. Influencia del suelo solarizado en *Phytophthora cinnamomi* en el cultivo de aguacate. Tenerife, España, Instituto Canario de Investigación, Departamento de protección vegetal. p 400-403
18. IGN (Instituto Geográfico Nacional, GT). 1982a. Mapa topográfico de Amatitlan, hoja cartográfica 2059 II. Esc. 1:50,000
19. _____. 1982b. Mapa de zona de vida de Guatemala basado en el sistema Holdridge. Esc. 1: 600,000
20. MAGA (Ministerio de Agricultura y Alimentación, GT). 1992. Manual del cultivo de la piña tropical. 33 p.
21. Katan, J. 1980. Solar pasteurization of soils for disease control, status and prospects. Plant Disease 64(5):450-454
22. López Q, MA. 1995. Evaluación del método de control de la hernia de las Crucíferas (*Plasmodiophora brassicae*), en brócoli (*Brassica oleracea*) var. Itálica en el municipio de Patzicia, Chimaltenango. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 57 p.
23. Manual Agrícola Superb. 1995. Guatemala, Productos Superb Agrícola. p 342-349
24. Maldonado I. 1999. determinación del agente causal de la pudrición del cogollo de la piña (*Ananas comosus L. Merr.*) y su incidencia en el Valle del El Jocotillo, Villa Canales, Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 51 p.
25. Menéndez Godoy, LA. 2000. Evaluación del solarizado para el control del *Ralstonia solanacearun* en el cultivo del tomate (*Lycopersicum esculentum*), en

- Patulul, Suchitepequez. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 47 p.
26. Monterroso, D. 1976 Introducción a la epidemiología vegetal I. México, Colegio de Post-graduados Chapingo, 74 p.
 27. Munro, D. 1995. Condiciones necesarias para lograr la eficiencia en la técnica de desinfección solar del suelo (solarización). En Taller Regional de Solarización del Suelo. (1995, Honduras). Informe. Tegucigalpa, Escuela Agrícola Panamericana El Zamorano. p. 55-59
 28. NAS (National Academy of Sciences, US) 1980. Desarrollo y control de las enfermedades de las plantas. Trad. Pro Manuel Aragonés. México, D.F, Limusa. v. 1, 223 p.
 29. Ochse, JJ. 1980. Cultivo y mejoramiento de las plantas tropicales, subtropicales. México, Limusa. v. 1, 651 p.
 30. Paz Kroll, HL. 1996. Evaluación de cuatro periodos de solarizado en calado y sus combinaciones para el control de la hernia de las crucíferas (*Plasmodiophora brassicae woronim*) en brócoli (*Brassica oleracea*). Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 86 p.
 31. Polizzi, G; Agosteo GE; Cartia G. 1992. Solarización del suelo para el control de Phytophthora capsici en el cultivo de la pimienta. En Simposio Sobre la Cultivación Protegida de Solanaceae en Invernadero. (2., 1991, 1992, Calabria, IT). Actas. ,4-29, Italia Informe. p 35-39
 32. Quezada Rodríguez, E. 1997. Enfermedades de importancia económica causada por hongos fitopatógenos; Manual del laboratorio de fitopatología Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 53 p.
 33. _____. 2000. La epidemiología como auxiliar técnico en un proceso productivo y principales enfermedades de importancia cuarentenaria; Manual de practicas del laboratorio de fitopatología. Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 12 p.
 34. Ramírez Villapudua, J. 1995. Condiciones necesarias para lograr la eficiencia de la técnica de desinfección solar en el suelo (solarizado). En Taller Regional de solarización del suelo. (1995, Honduras). Informe. Honduras, Escuela Agrícola Panamericana El Zamorano. p. 55-59
 35. Rodríguez, Y. et al. Solarizado. En Encuentro Latinoamericano de Biotecnología Vegetal (1998, Palacio de convenciones de la Habana, Cuba). Memoria. Ciudad, Cuba , Informe. p 424-425
 36. Samayoa Juárez, JO. 1997. Evaluación del solarizado y en calado en época seca para el control de la hernia de las crucíferas (*Plasmodiophora bassicae*

- woronim**), en brócoli (***Brassica oleracea L.***). Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 53 p.
37. Solís Paiz, RF. 1996. Evaluación de periodos de solarizado para el control de patógenos del suelo en semilleros de café, en la finca la Planta, Esquipulas, Chiquimula. Tesis. Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 78 p.
38. Uchida, JD; Kadooka, C. 1997. ***Phytophthora nicotianae***. (en línea). Consultado 15 de enero 2003. Disponible <http://www.exento.Hawaii.edu/kbase/crop/type/p-nicoti.htm>.
39. Urízar Carrascoza, H. 1998. Evaluación del solarizado, el carbofuran y sus combinaciones para el control de nematodos fitoparasitos asociados al cultivo del ajo (***Allium sativum L.***), en la barranca. Aguacatan, Huehuetenango. Tesis. Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 53 p.
40. Vay, JE. De: Stapleton, JJ; Clyde, CL. 1991. Soil solarization. California, US, University, Plant Pathology Dept. 95 p.
41. Zamora Paiz, ER. 1999. Estudio biológico y del daño económico del gusano barrenador (***Lepidóptero: Lycaenidae***), en el cultivo de la piña (***Ananas comosus L.***), en la aldea El Jocotillo, Villa Canales, Guatemala. Tesis. Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 55 p.

11 APENDICES



Figura 11 Planta afectada por *Phytophthora parasitica*, en el cultivo de la piña (*Ananas comosus* L.).



Figura 12 Establecimiento del solarizado en diferentes períodos de evaluación y el testigo en el área de investigación.



SOLARIZADO

Figura 13 Nueva plantación establecida del cultivo de la piña después de haber levantado las cubiertas plásticas de los diferentes períodos evaluados del solarizado .



Figura 14 Parcelas vecina de un agricultor en donde utilizan los restos quemado del cogollo de la piña como abono, siendo un foco de dispersión del inocular para la plantaciones vecinas del cultivo.

APÉNDICE 1

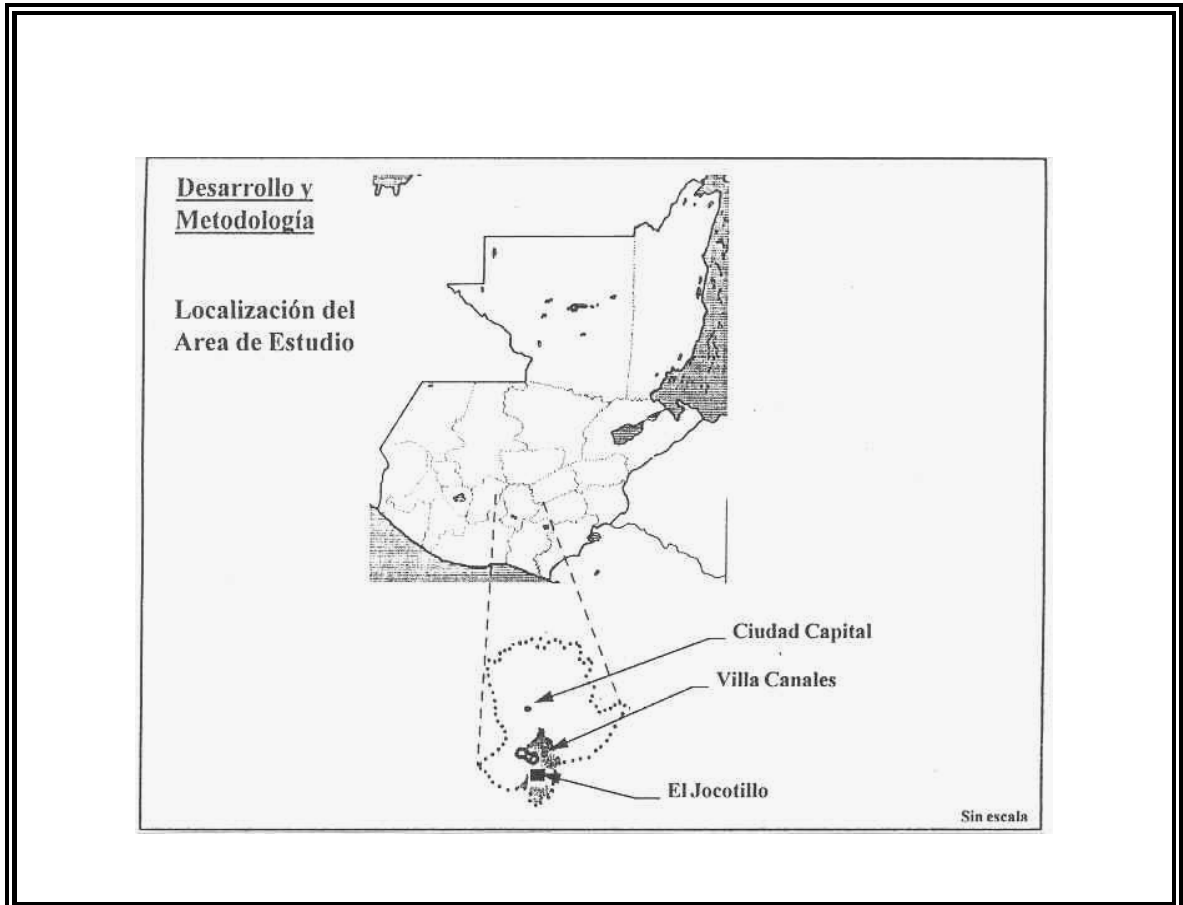
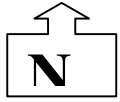


Figura 3 Ubicación del área experimental.



APÉNDICE 2

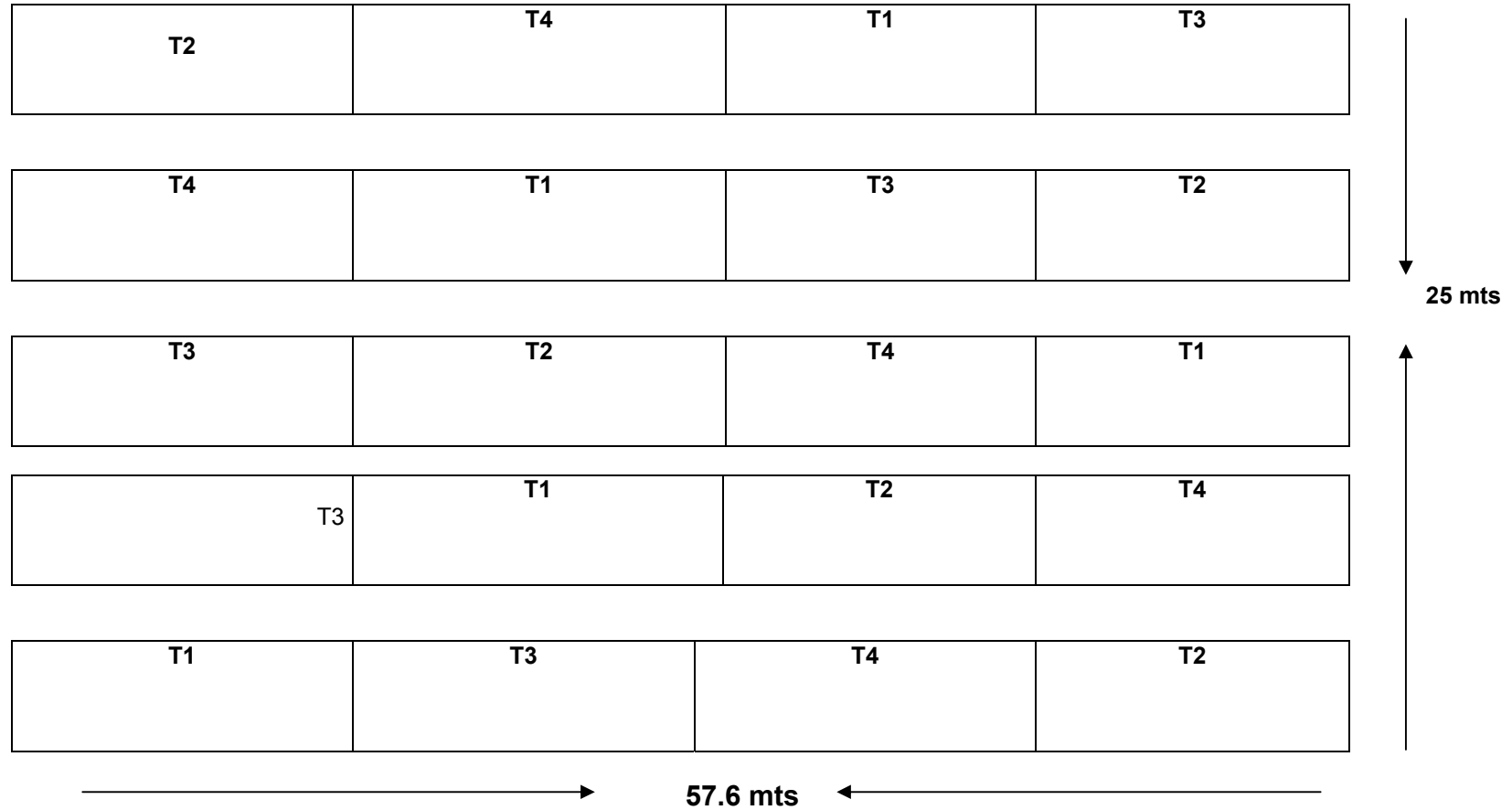


Figura 4 Croquis de distribución de los diferentes tratamientos evaluados en el campo experimental.

APÉNDICE 3

R1			
T2	T4	T1	T3

R2			
T4	T1	T3	T2

R3			
T3	T2	T4	T1

R4			
T3	T1	T2	T4

R5			
T1	T3	T4	T2

* T1= Solarizado de 8 semanas, T2 = Solarizado de 7 semanas, T3 = Solarizado de 6 semanas , T4 = Testigo

Figura 5 Aleatorización de los tratamientos evaluados en el campo experimental.

APÉNDICE 4

Cuadro 2 Datos climáticos, temperatura máxima y mínima en °C precipitación máxima y mínima (mm), humedad relativa máxima y mínima (%), 2001-2002.

Meses	Temperatura Máxima	Temperatura Mínima	Precipitación Máxima	Precipitación Mínima	Humedad Relativa Máxima	Humedad Relativa Mínima
Enero	23.3	12.4	1.0	0.0	96	50
Febrero	24.6	12.6	5.4	2.8	100	40
Marzo	26.9	18.0	0.4	0.0	100	35
Abril	28.0	15.5	5.2	0.1	100	79
Mayo	27.7	16.4	26.0	0.3	100	42
Junio	24.9	16.4	33.5	0.4	100	60
Julio	24.1	15.5	25.1	0.1	99	57
Agosto	25.9	16.0	43.1	0.2	100	56
Septiembre	23.3	15.9	54.0	0.3	100	68
Octubre	23.8	15.2	29.7	0.1	100	60
Noviembre	22.6	13.6	14.4	5.3	99	53
Diciembre	22.8	12.6	2.2	0.8	30	6.9
Enero	23.4	12.0	1.1	0.4	98	36
Febrero	24.3	12.9	4.8	0.0	99	36

*FUENTE: INSIVUMEH

Cuadro 3 Datos obtenido sobre el número de plantas enfermas en el cultivo de la piña (*Ananas comosus* L.), la aldea el Jocotillo, Villa Canales, Guatemala.

TRATAMIENTOS EVALUADOS	NUMERO DE MUESTREOS CADA 15 DIAS	BLOQUES					NUMERO DE PLANTAS ENFERMAS
		I	II	III	IV	V	
T1	15	0	0	0	0	0	0
T2	(1)	0	0	0	0	0	0
T3		0	0	0	0	0	0
T4		0	0	0	0	0	0
T1	30	0	0	0	0	0	0
T2	(2)	0	0	1	0	1	2
T3		0	0	0	0	0	0
T4		0	0	1	0	1	2
T1	45	0	0	0	3	1	4
T2	(3)	0	0	0	2	1	3
T3		0	0	0	0	0	0
T4		3	2	0	0	1	6
T1	60	3	1	0	5	2	11
T2	(4)	0	0	0	6	2	8
T3		1	2	1	3	2	9
T4		3	6	2	6	4	21
T1	75	3	0	0	1	1	5
T2	(5)	0	1	0	2	1	4
T3		1	2	2	4	2	11
T4		5	5	6	4	5	25
T1	90	0	0	3	0	0	3
T2	(6)	0	0	2	0	0	2
T3		0	0	1	0	1	2
T4		2	0	0	0	1	3
T1	105	1	0	0	4	1	6
T2	(7)	1	0	0	2	1	4
T3		2	0	1	0	1	4
T4		6	2	3	2	3	16
T1	120	1	0	2	0	1	4
T2	(8)	0	0	0	1	1	2
T3		0	1	0	3	4	8
T4		4	2	1	4	3	14
T1	135	0	0	0	1	1	2
T2	(9)	0	0	0	1	1	2
T3		1	0	1	3	1	6
T4		2	1	2	3	2	10
T1	150	0	0	0	2	1	3
T2	(10)	1	0	0	0	0	1
T3		1	0	0	1	1	3
T4		1	1	0	1	1	4

* T1= Solarizado de 8 semanas, T2 = Solarizado de 7 semanas, T3 = Solarizado de 6 semanas , T4 = Testigo

APÉNDICE 5.1

CONTINUACIÓN.

Cuadro 3.1 Datos obtenido sobre el número de plantas enfermas en el cultivo de la piña (*A. comosus* L.) en la aldea el Jocotillo, Villa Canales, Guatemala.

TRATAMIENTOS EVALUADOS	NUMERO DE MUESTREOS CADA 15 DIAS	BLOQUES					NUMERO DE PLANTAS ENFERMAS
		I	II	III	IV	V	
T1	165	0	0	0	0	0	0
T2	(11)	0	0	0	0	0	0
T3		0	1	0	1	1	3
T4		0	1	0	0	0	1
T1	180	0	0	0	0	0	0
T2	(12)	0	0	0	0	0	0
T3		1	1	0	1	1	4
T4		1	0	0	1	1	3
T1	195	0	0	0	0	0	0
T2	(13)	0	0	0	0	0	0
T3		0	0	0	0	0	0
T4		0	0	0	0	0	0
T1	210	0	0	0	0	0	0
T2	(14)	0	0	0	0	0	0
T3		0	0	0	0	0	0
T4		0	0	0	0	0	0
T1	225	0	0	0	0	0	0
T2	(15)	0	0	0	0	0	0
T3		0	0	0	0	0	0
T4		0	0	0	0	0	0
T1	240	0	0	0	0	0	0
T2	(16)	0	0	0	0	0	0
T3		0	0	0	0	0	0
T4		0	0	0	0	0	0
T1	255	0	0	0	0	0	0
T2	(17)	0	0	0	0	0	0
T3		0	0	0	0	0	0
T4		0	0	0	0	0	0
T1	270	0	0	0	0	0	0
T2	(18)	0	0	0	0	0	0
T3		0	0	0	0	0	0
T4		0	0	0	0	0	0

* T1= Solarizado de 8 semanas, T2 = Solarizado de 7 semanas, T3 = Solarizado de 6 semanas, T4 = Testigo

APÉNDICE 6

Cuadro 5 Número de plantas infectadas por *Phytophthora parasitica* en el cultivo de la piña (*A. comosus* L.), en el aldea el Jocotillo, Villa Canales, Guatemala.

BLOQUES						
Tratamiento Evaluado	I	II	III	IV	V	TOTAL
T1	8	1	5	16	8	38
T2	2	1	3	14	8	28
T3	7	7	6	16	14	50
T4	27	20	15	21	22	105

* T1=Solarizado de 8 semanas; T2=Solarizado de 7 semanas; T3=Solarizado de 6 semanas; T4= Testigo

Cuadro 6 Porcentaje de incidencia transformados por la fórmula $\sqrt{\%} \div 100$, en la aldea el Jocotillo, Villa Canales, Guatemala.

BLOQUES								
Tratamiento Evaluado	I	II	III	IV	V	Sumatoria Total de los Tratamientos	Media de los Tratamientos	
T1	11.84	4.16	9.34	16.87	11.84	54.05	10.81	
T2	5.88	4.16	7.22	15.75	11.84	44.85	8.97	
T3	11.06	11.06	10.24	16.87	15.75	64.98	12.99	
T4	22.15	18.93	16.32	19.42	19.89	96.71	19.34	
Sumatoria Total de Bloques	50.93	38.31	43.12	68.91	59.32	260.59	52.12	
Media de los Bloques	12.73	9.58	10.78	17.23	14.83	65.15	13.03	

* T1=Solarizado de 8 semanas; T2=Solarizado de 7 semanas; T3=Solarizado de 6 semanas; T4= Testigo

* Expresado en Porcentaje (%)

Cuadro 9 Porcentaje de incidencia de *Phytophthora parasitica*, en el cultivo de la piña (*A. comosus* L.), en la aldea el Jocotillo, Villa Canales, Guatemala.

NUMERO DE LECTURAS	DIAS DE LECTURA	TRATAMIENTO I	TRATAMIENTO II	TRATAMIENTO III	TRATAMIENTO IV
1	15	0	0	0	0
2	30	0	0.21	0	0.21
3	45	0.42	0.53	0	0.84
4	60	1.58	1.37	0.95	3.05
5	75	2.11	1.79	2.11	5.68
6	90	2.42	2.00	2.32	6.00
7	105	3.05	2.42	2.74	7.68
8	120	3.47	2.63	3.58	9.16
9	135	3.68	2.84	4.21	10.21
10	150	4.00	2.95	4.53	10.63
11	165	4.00	2.95	4.84	10.73
12	180	4.00	2.95	5.26	11.05
13	195	4.00	2.95	5.26	11.05
14	210	4.0	2.95	5.26	11.05
15	225	4.00	2.95	5.26	11.05
16	240	4.00	2.95	5.26	11.05
17	255	4.00	2.95	5.26	11.05
18	270	4.00	2.95	5.26	11.05

* T1=Solarizado de 8 semanas, T2=Solarizado de 7 semanas, T3= Solarizado de 6 semanas, T4= Testigo

APENDICE 7

Cuadro 10 Porcentaje de incidencia acumulada de *Phytophthora parasitica* en el cultivo de la piña (*Ananas comosus* L.).

Tratamientos Evaluados	Incidencia Acumulada (%)
T1 (solarizado de 8 semanas)	4
T2 (solarizado de 7 semanas)	3
T3 (solarizado de 6 semanas)	5
Testigo	11

APÉNDICE 8

Cuadro 11 Análisis de regresión al incremento de la enfermedad para el tratamiento I (solarizado de 8 semanas) de *Phytophthora parasitica* en el cultivo de la piña (*Ananas comosus L.*), en la aldea el Jocotillo, Villa Canales, Guatemala.

X	Y	X ²	LnY	Ln Y ²	X Ln Y	ECUACIÓN ESTIMADA* Y = 0.04 + 6.55X10 ⁻³ * X
15	0	225	0	0	0	Y = 0.04 + 6.55X10 ⁻³ x 15 = 0.14
30	0	900	0	0	0	Y = 0.04 + 6.55X10 ⁻³ x 30 = 0.24
45	0.42	2025	-0.87	-0.76	-39.15	Y = 0.04 + 6.55X10 ⁻³ x 45 = 0.33
60	1.58	3600	0.46	0.21	27.6	Y = 0.04 + 6.55X10 ⁻³ x 60 = 0.43
75	2.11	5625	0.75	0.56	56.25	Y = 0.04 + 6.55X10 ⁻³ x 75 = 0.53
90	2.42	8100	0.88	0.77	79.2	Y = 0.04 + 6.55X10 ⁻³ x 90 = 0.63
105	3.05	11025	1.12	1.25	117.6	Y = 0.04 + 6.55X10 ⁻³ x 105 = 0.73
120	3.47	14400	1.24	1.54	148.8	Y = 0.04 + 6.55X10 ⁻³ x 120 = 0.83
135	3.68	18225	1.30	1.69	175.5	Y = 0.04 + 6.55X10 ⁻³ x 135 = 0.92
150	4.00	22500	1.39	1.93	208.5	Y = 0.04 + 6.55X10 ⁻³ x 150 = 1.02
165	4.00	27225	1.39	1.93	229.35	Y = 0.04 + 6.55X10 ⁻³ x 165 = 1.12
180	4.00	32400	1.39	1.93	250.2	Y = 0.04 + 6.55X10 ⁻³ x 180 = 1.22
195	4.00	38025	1.39	1.93	271.05	Y = 0.04 + 6.55X10 ⁻³ x 195 = 1.32
210	4.00	44100	1.39	1.93	291.9	Y = 0.04 + 6.55X10 ⁻³ x 210 = 1.42
225	4.00	50625	1.39	1.93	312.75	Y = 0.04 + 6.55X10 ⁻³ x 225 = 1.51
240	4.00	57600	1.39	1.93	333.6	Y = 0.04 + 6.55X10 ⁻³ x 240 = 1.61
255	4.00	65025	1.39	1.93	354.45	Y = 0.04 + 6.55X10 ⁻³ x 255 = 1.71
270	4.00	72900	1.39	1.93	375.3	Y = 0.04 + 6.55X10 ⁻³ x 270 = 1.81
2,565	52.73	474,525	17.39	22.63	3,192.9	
142.5			0.97			

*Y = a + bx (Ecuación Estimada de la Regresión)
b = 6.55 x 10⁻³ ; a = 0.04

Cuadro 12 Análisis de regresión al incremento de la enfermedad para el tratamiento II (solarizado de 7 semanas) de *Phytophthora parasitica* en el cultivo de la piña (*Ananas comosus L.*), en la aldea el Jocotillo, Villa Canales, Guatemala.

X	Y	X ²	LnY	Ln Y ²	X Ln Y	ECUACIÓN ESTIMADA* Y = 0.28 + 6.69 x 10 ⁻³ * X
15	0	225	0	0	0	Y = -0.28 + 6.69 x 10 ⁻³ x 15 = -0.18
30	0.21	900	-1.56	-2.43	-46.8	Y = -0.28 + 6.69 x 10 ⁻³ x 30 = -0.08
45	0.53	2025	-0.63	-0.40	-28.4	Y = -0.28 + 6.69 x 10 ⁻³ x 45 = 0.02
60	1.37	3600	0.31	0.1	18.6	Y = -0.28 + 6.69 x 10 ⁻³ x 60 = 0.12
75	1.79	5625	0.58	0.34	43.5	Y = -0.28 + 6.69 x 10 ⁻³ x 75 = 0.22
90	2.00	8100	0.69	0.48	62.1	Y = -0.28 + 6.69 x 10 ⁻³ x 90 = 0.32
105	2.42	11025	0.88	0.77	92.4	Y = -0.28 + 6.69 x 10 ⁻³ x 105 = 0.42
120	2.63	14400	0.97	0.94	116.4	Y = -0.28 + 6.69 x 10 ⁻³ x 120 = 0.52
135	2.84	18225	1.04	1.08	140.4	Y = -0.28 + 6.69 x 10 ⁻³ x 135 = 0.62
150	2.95	22500	1.08	1.17	162.0	Y = -0.28 + 6.69 x 10 ⁻³ x 150 = 0.72
165	2.95	27225	1.08	1.17	178.2	Y = -0.28 + 6.69 x 10 ⁻³ x 165 = 0.82
180	2.95	32400	1.08	1.17	194.4	Y = -0.28 + 6.69 x 10 ⁻³ x 180 = 0.92
195	2.95	38025	1.08	1.17	210.6	Y = -0.28 + 6.69 x 10 ⁻³ x 195 = 1.02
210	2.95	44100	1.08	1.17	226.8	Y = -0.28 + 6.69 x 10 ⁻³ x 210 = 1.12
225	2.95	50625	1.08	1.17	243.0	Y = -0.28 + 6.69 x 10 ⁻³ x 225 = 1.23
240	2.95	57600	1.08	1.17	259.2	Y = -0.28 + 6.69 x 10 ⁻³ x 240 = 1.33
255	2.95	65025	1.08	1.17	275.4	Y = -0.28 + 6.69 x 10 ⁻³ x 255 = 1.43
270	2.95	72900	1.08	1.17	291.6	Y = -0.28 + 6.69 x 10 ⁻³ x 270 = 1.53
2,565	40.34	474,525	12.0	11.41	2,439.4	
142.5			0.67			

*Y = a + bx (Ecuación Estimada de la Regresión)
b = 6.69 x 10⁻³ ; a = -0.28

Cuadro 13 Análisis de regresión al incremento de la enfermedad para el tratamiento III (solarizado de 6 semanas) de *Phytophthora parasitica* en el cultivo de la piña (*Ananas comosus L.*), en la aldea el Jocotillo, Villa Canales, Guatemala.

X	Y	X ²	LnY	Ln Y ²	X Ln Y	ECUACIÓN ESTIMADA* Y = 0.02 + 7.68 x 10 ⁻³ * X
15	0	225	0	0	0	Y = 0.02 + 7.68 x 10 ⁻³ x 15 = 0.14
30	0	900	0	0	0	Y = 0.02 + 7.68 x 10 ⁻³ x 30 = 0.25
45	0	2025	0	0	0	Y = 0.02 + 7.68 x 10 ⁻³ x 45 = 0.37
60	0.95	3600	-0.05	-2.5x10 ⁻³	-3	Y = 0.02 + 7.68 x 10 ⁻³ x 60 = 0.48
75	2.11	5625	0.75	0.56	56.25	Y = 0.02 + 7.68 x 10 ⁻³ x 75 = 0.6
90	2.32	8100	0.84	0.71	75.60	Y = 0.02 + 7.68 x 10 ⁻³ x 90 = 0.71
105	2.74	11025	1.01	1.02	106.05	Y = 0.02 + 7.68 x 10 ⁻³ x 105 = 0.83
120	3.58	14400	1.28	1.64	153.6	Y = 0.02 + 7.68 x 10 ⁻³ x 120 = 0.94
135	4.21	18225	1.44	2.07	194.4	Y = 0.02 + 7.68 x 10 ⁻³ x 135 = 1.06
150	4.53	22500	1.51	2.28	226.5	Y = 0.02 + 7.68 x 10 ⁻³ x 150 = 1.17
165	4.84	27225	1.58	2.50	260.7	Y = 0.02 + 7.68 x 10 ⁻³ x 165 = 1.29
180	5.26	32400	1.66	2.76	298.8	Y = 0.02 + 7.68 x 10 ⁻³ x 180 = 1.4
195	5.26	38025	1.66	2.76	323.7	Y = 0.02 + 7.68 x 10 ⁻³ x 195 = 1.52
210	5.26	44100	1.66	2.76	348.6	Y = 0.02 + 7.68 x 10 ⁻³ x 210 = 1.63
225	5.26	50625	1.66	2.76	373.5	Y = 0.02 + 7.68 x 10 ⁻³ x 225 = 1.75
240	5.26	57600	1.66	2.76	398.4	Y = 0.02 + 7.68 x 10 ⁻³ x 240 = 1.86
255	5.26	65025	1.66	2.76	423.3	Y = 0.02 + 7.68 x 10 ⁻³ x 255 = 1.98
270	5.26	72900	1.66	2.76	448.2	Y = 0.02 + 7.68 x 10 ⁻³ x 270 = 2.09
2565	62.1	474,525	19.98	30.09	3,684.6	
142.5			1.11			

*Y = a + bx (Ecuación Estimada de la Regresión)
b = 7.68 x 10⁻³ ; a = 0.02

Cuadro 14 Análisis de regresión al incremento de la enfermedad para el tratamiento IV (testigo) de *Phytophthora parasitica* en el cultivo de la piña (*Ananas comosus L.*), en la aldea el Jocotillo, Villa Canales, Guatemala.

X	Y	X ²	LnY	Ln Y ²	X Ln Y	ECUACIÓN ESTIMADA* Y = 0.15 + 0.011 X
15	0	225	0	0	0	Y = 0.15 + 0.011 x 15 = 0.32
30	0.21	900	-1.56	-2.43	-46.8	Y = 0.15 + 0.011 x 30 = 0.48
45	0.84	2025	-0.17	-0.03	-7.65	Y = 0.15 + 0.011 x 45 = 0.65
60	3.05	3600	1.12	1.25	67.2	Y = 0.15 + 0.011 x 60 = 0.81
75	5.68	5625	1.74	3.03	130.5	Y = 0.15 + 0.011 x 75 = 0.98
90	6.00	8100	1.79	3.20	161.1	Y = 0.15 + 0.011 x 90 = 1.14
105	7.68	11025	2.04	4.16	241.2	Y = 0.15 + 0.011 x 105 = 1.31
120	9.16	14400	2.21	4.88	265.2	Y = 0.15 + 0.011 x 120 = 1.47
135	10.21	18225	2.32	5.38	313.2	Y = 0.15 + 0.011 x 135 = 1.64
150	10.63	22500	2.36	5.57	354.0	Y = 0.15 + 0.011 x 150 = 1.8
165	10.73	27225	2.37	5.62	391.05	Y = 0.15 + 0.011 x 165 = 1.97
180	11.05	32400	2.40	5.76	432.0	Y = 0.15 + 0.011 x 180 = 2.13
195	11.05	38025	2.40	5.76	468.0	Y = 0.15 + 0.011 x 195 = 2.3
210	11.05	44100	2.40	5.76	504.0	Y = 0.15 + 0.011 x 210 = 2.46
225	11.05	50625	2.40	5.76	540.0	Y = 0.15 + 0.011 x 225 = 2.63
240	11.05	57600	2.40	5.76	576.0	Y = 0.15 + 0.011 x 240 = 2.79
255	11.05	65025	2.40	5.76	612.0	Y = 0.15 + 0.011 x 255 = 2.96
270	11.05	72900	2.40	5.76	648.0	Y = 0.15 + 0.011 x 270 = 3.12
2,565	141.54	474,525	31.02	70.95	5,622	
142.5			1.72			
*Y = a + bx (Ecuación Estimada de la Regresión) b = 0.011 ; a = 0.15						

APENDICE 9

Cuadro 15 Tasa de incremento de *p.* parasitica para el tratamiento I (solarizado de 8 semanas), en el cultivo de la piña (*Ananas comosus L.*)

DÍAS DE LECTURA	INCIDENCIA (%)	ECUACIÓN DE LA RECTA (REGRESIÓN)*	TASA DE INCREMENTO (r)**
15	0	0.14	
30	0	0.24	0.041
45	0.42	0.33	0.022
60	1.58	0.43	0.017
75	2.11	0.53	0.010
90	2.42	0.63	0.010
105	3.05	0.73	0.009
120	3.47	0.83	0.007
135	3.68	0.92	0.005
150	4.00	1.02	0.005
165	4.00	1.12	0.005
180	4.00	1.22	0.004
195	4.00	1.32	0.003
210	4.00	1.42	0.004
225	4.00	1.51	0.002
240	4.00	1.61	0.003
255	4.00	1.71	0.002
270	4.00	1.81	0.003

*Y = a + bx (Ecuación Estimada de la Recta)

**r = $\frac{1}{t_2-t_1} \ln \frac{X_1}{1-X_1} \dots \ln \frac{X_0}{1-X_0}$

Cuadro 16 Tasa de incremento de *p.* parasítica para el tratamiento II (solarizado de 7 semanas), en el cultivo de la piña (*Ananas comosus L.*)

DÍAS DE LECTURA	INCIDENCIA (%)	ECUACIÓN DE LA RECTA (REGRESIÓN)*	TASA DE INCREMENTO (r)**
15	0	-0.18	
30	0.21	-0.08	
45	0.53	0.02	
60	1.37	0.12	0.158
75	1.79	0.22	0.047
90	2.00	0.32	0.026
105	2.42	0.42	0.018
120	2.63	0.52	0.014
135	2.84	0.62	0.01
150	2.95	0.72	0.009
165	2.95	0.82	0.007
180	2.95	0.92	0.006
195	2.95	1.02	0.005
210	2.95	1.12	0.005
225	2.95	1.23	0.004
240	2.95	1.33	0.004
255	2.95	1.43	0.003
270	2.95	1.53	0.003

*Y = a + bx (Ecuación Estimada de la Recta)
 **r = $\frac{1}{t_2-t_1} \ln \frac{X_1}{1-X_1} \dots \ln \frac{X_0}{1-X_0}$

Cuadro 17 Tasa de incremento de *p.* parasítica para el Tratamiento III (solarizado de 6 semanas), en el cultivo de la piña (*Ananas comosus L.*)

DÍAS DE LECTURA	INCIDENCIA (%)	ECUACIÓN DE LA RECTA (REGRESIÓN)*	TASA DE INCREMENTO (r)**
15	0	0.14	
30	0	0.25	0.043
45	0	0.37	0.027
60	0.95	0.48	0.017
75	2.11	0.6	0.013
90	2.32	0.71	0.01
105	2.74	0.83	0.008
120	3.58	0.94	0.007
135	4.21	1.06	0.006
150	4.53	1.17	0.005
165	4.84	1.29	0.004
180	5.26	1.4	0.004
195	5.26	1.52	0.003
210	5.26	1.63	0.003
225	5.26	1.75	0.003
240	5.26	1.86	0.003
255	5.26	1.98	0.002
270	5.26	2.09	0.002

*Y = a + bx (Ecuación Estimada de la Recta)

**r = $\frac{1}{t_2-t_1} \ln \frac{X_1}{1-X_1} \dots \ln \frac{X_0}{1-X_0}$

Cuadro 18 Tasa de incremento de *P. parasitica* para el tratamiento IV (testigo), en el cultivo de la piña (*Ananas comosus* L.)

DÍAS DE LECTURA	INCIDENCIA (%)	ECUACIÓN DE LA RECTA (REGRESIÓN)*	TASA DE INCREMENTO (r)**
15	0	0.32	
30	0.21	0.48	0.027
45	0.84	0.65	0.018
60	3.05	0.81	0.012
75	5.68	0.98	0.010
90	6.00	1.14	0.003
105	7.68	1.31	0.007
120	9.16	1.47	0.005
135	10.21	1.64	0.005
150	10.63	1.80	0.003
165	10.73	1.97	0.004
180	11.05	2.13	0.003
195	11.05	2.30	0.003
210	11.05	2.46	0.002
225	11.05	2.63	0.002
240	11.05	2.79	0.002
255	11.05	2.96	0.002
270	11.05	3.12	0.002

*Y = a + bx (Ecuación Estimada de la Recta)

**r = $\frac{1}{t_2-t_1} \ln \frac{X_1}{1-X_1} \dots \ln \frac{X_0}{1-X_0}$

