

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

EVALUACION DEL SOLARIZADO PARA EL CONTROL DE *Ralstonia solanacearum* EN TOMATE (*Lycopersicon esculentum*) EN PATULUL, SUCHITEPEQUEZ.

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

POR
LUIS ARMANDO MENÉNDEZ GODOY

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO
INGENIERO AGRONOMO

EN
SISTEMAS DE PRODUCCION AGRICOLA
EN EL GRADO ACADEMICO DE
LICENCIADO.

GUATEMALA, OCTUBRE DEL 2,000

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**RECTOR****Ing. Agr. EFRAIN MEDINA GUERRA****JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA**

DECANO:	Ing. Agr. EDGAR OSWALDO FRANCO RIVERA
VOCAL PRIMERO:	Ing. Agr. WALTER ESTUARDO GARCIA TELLO
VOCAL SEGUNDO:	Ing. Agr. WILLIAN ROBERTO ESCOBAR LOPEZ
VOCAL TERCERO:	Ing. Agr. ALEJANDRO ARNOLDO HERNANDEZ
VOCAL CUARTO:	Prof. JACOBO BOLVITO RAMOS
VOCAL QUINTO:	Br. JOSE BALDOMERO SANDOVAL ARRIAZA
SECRETARIO:	Ing. Agr. EDIL RENE RODRIGUEZ QUEZADA

Guatemala, Octubre del 2,000.

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

Señores representantes:

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

“EVALUACION DEL SOLARIZADO PARA EL CONTROL DE *Ralstonia solanacearum* EN TOMATE (*Lycopersicum esculentum*) EN PATULUL, SUCHITEPEQUEZ”.

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

Esperando que el presente trabajo de investigación llene los requisitos necesarios para su aprobación, me es grato presentarles mi agradecimiento por la atención a la presente.

Atentamente,


Luis Armando Menéndez Godoy.

ACTO QUE DEDICO.**A:****DIOS**

Por darme sabiduría y fuerza para haber alcanzado este éxito.

MIS PADRES

Lucas Osberto Menéndez González y Griselda Elena Godoy Ruano de Menéndez, por sus apoyos, esfuerzos, sacrificios, amor y orientación durante el transcurso de mi vida.

MIS HERMANOS

Claudia Malbina, Erika Judith, Griselda Esperanza y Federico Guillermo, con mucho cariño, por sus consejos y orientaciones.

MI SOBRINO

Luis Eduardo Ventura Menéndez, con especial cariño.

**MIS TIAS, TIOS,
PRIMAS Y PRIMOS**

Con mucho cariño, agradecimiento, orgullo y apoyo brindado.

MI CUÑADO

Oswaldo Ventura Alvarez, por su colaboración y apoyo.

MIS AMIGOS

Como muestra de amistad, sinceridad y agradecimiento.

MIS COMPAÑEROS

Por su amistad sincera.

TESIS QUE DEDICO

A:

GUATEMALA.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA.

FACULTAD DE AGRONOMIA.

**TODAS AQUELLAS PERSONAS QUE
CONTRIBUYERON EN MI FORMACION.**

AGRADECIMIENTO.

Muy sincero a mi asesor Ing. Agr. Gustavo Adolfo Alvarez Valenzuela, por orientación profesional, apoyo y colaboración en el desarrollo de la presente investigación.

Ing. Agr. Luis Reyes, por su ayuda en la interpretación del análisis estadístico.

Empresa OLEFINAS, S.A. , por aportar las películas de polietileno, utilizado en la investigación.

Señor Jorge Caballeros, por su colaboración tan sincera y amable.

Ing. Agr. Jorge Omar Samayoa Juárez, por su apoyo en la elaboración final de la presente investigación.

Señor Efraín Ordoñez, por proporcionar el área experimental y colaborar con el desarrollo del trabajo.

A todas aquellas personas que de una u otra manera contribuyeron a realizar la presente investigación.

CONTENIDO

	Página.
RESUMEN	xi
1. INTRODUCCION	1
2. DEFINICION DEL PROBLEMA	3
3. MARCO TEORICO	4
3.1 Marco Conceptual	4
3.1.1 Características generales del cultivo de tomate	4
3.1.1.1 Origen y descripción botánica del tomate	4
3.1.1.2 Hábitos de crecimiento	5
3.1.1.3 Temperatura	6
3.1.1.4 Altitud sobre el nivel del mar	6
3.1.1.5 Suelo	7
3.1.1.6 Etapas Fenológicas	8
3.1.1.7 El mercado actual del tomate	8
3.1.2 Marchitez bacteriana de las solanaceas	9
3.1.2.1 Reseña histórica	9
3.1.2.2 Clasificación actual	9
3.1.2.3 Características generales de la bacteria	10
3.1.2.4 Sintomatología de la enfermedad	11
3.1.2.5 Aspectos epidemiológicos	12
3.1.2.6 Efecto de la temperatura	14
3.1.2.7 Otros hospedantes de la bacteria	15
3.1.2.8 Distribución geográfica de la bacteria en Guatemala	15
3.1.2.9 Condiciones que favorecen el desarrollo de la enfermedad	15
3.1.2.10 Medios de diseminación de la bacteria	16
3.1.3 La enfermedad del moko del banano	16
3.1.3.1 Agente causal	17
3.1.3.2 Sintomatología	17
3.1.3.4 Control	18
3.1.3.4.1 Inspección	18
3.1.3.4.2 Prevención	18
3.1.3.4.3 Erradicación de casos	18
3.1.4 Solarización	18
3.1.4.1 Esencia del método y condiciones de Implementación	19
3.1.4.2 Resultados de solarización en diferentes plagas	21
3.1.4.3 Ventajas y limitaciones del solarizado	25
3.2 MARCO REFERENCIAL	26
4. OBJETIVOS	28
5. HIPOTESIS	29
6. METODOLOGIA	30
6.1 Tratamientos evaluados	30
6.2 Descripción de los tratamientos	30
6.2.1 Solarizado	30

6.2.2 Testigo absoluto	30
6.3 Diseño experimental	31
6.4 Variables respuesta	31
6.5 Análisis de la información	32
6.6 Manejo del experimento	32
6.6.1 Determinación previa de la bacteria	32
6.6.2 Preparación del terreno	32
6.6.3 Colocación de los tratamientos	32
6.6.4 Riego	33
6.6.5 Transplante	33
6.6.6 Fertilización	33
6.6.7 Control de plagas y enfermedades	33
6.6.8 Control de malezas.....	33
7. RESULTADOS Y DISCUSION.....	34
7.1 Incidencia de <i>Ralstonia solanacearum</i>	34
7.1.1. Incidencia en al 5ta. lectura	34
7.1.2 Incidencia en la 6ta. lectura	35
8. CONCLUSIONES	39
9. RECOMENDACIONES	40
10. BIBLIOGRAFIA	41
11. ANEXO	45

INDICE DE CUADROS

Página.

1. Descripción de los tratamientos evaluados 30
2. Análisis de varianza para la variable incidencia total de la marchitez bacteriana
En Patulul, Suchitepéquez. 6ta. lectura de campo. 37

INDICE DE FIGURAS

	Página.
1. Efectos del solarizado en la incidencia de <i>R. solanacearum</i> en el cultivo. De tomate, en Patulul, Suchitepéquez. 5ta. lectura de campo.	35
2. Efectos del solarizado en la incidencia de <i>R. solanacearum</i> en el cultivo. de tomate, en Patulul, Suchitepéquez. 6ta. lectura de campo	36
3. Vista parcial de la marchitez bacteriana, provocada por <i>R. solanacearum</i> en Patulul, Suchitepéquez.....	46
4. Croquis de Campo del Experimento.	47

**EVALUACION DEL SOLARIZADO PARA EL CONTROL DE
Ralstonia solanacearum EN TOMATE (*Lycopersicum esculentum*)
EN PATULUL SUCHITEPEQUEZ.**

**EVALUATION OF SOLARIZATION TO THE CONTROL OF
Ralstonia solanacearum IN TOMATO (*Lycopersicum esculentum*)
AT PATULUL, SUCUITEPEQUEZ.**

RESUMEN.

La bacteria *R. solanacearum* (Smith 1986) afecta el cultivo de tomate provocando la enfermedad conocida como marchitez bacteriana. Su incidencia puede llegar hasta los 70 y 80 % y en casos muy severos a un 100%.

Dicha bacteria es un problema importante para los agricultores que cultivan tomate, tanto por los daños que causa, como por los altos costos de los tratamientos para tratar de controlarla.

De tal manera que la presente investigación se realizó con el objetivo de determinar el efecto de control del solarizado en la incidencia de la bacteria en mención, también determinar el periodo de solarizado que permita el mayor control en la incidencia de *R. solanacearum*. Se evaluaron 3 tratamientos contra un testigo absoluto, la investigación se realizó en Patulul, Suchitepéquez.

Los tratamientos se colocaron en diciembre de 1,999, con intervalo de 1 semana para los de menor periodo, de tal manera de retirarlos todos al mismo tiempo.

El solarizado de 6 semanas presentó el menor índice de incidencia, (0% de incidencia en la 5ta. lectura de campo y 1.5 % de incidencia en la 6ta. lectura de campo). Seguido por el tratamiento de 7 semanas de solarizado (0.48 % y 2.11% en la 5ta. 6ta. lectura respectivamente), el solarizado de 8 semanas (0.48% y 2.7% en la

5ta. y 6ta. lectura respectivamente) y finalmente el testigo fue el tratamiento con mayor índice de incidencia (0.48 % y 4.45 % en la 5ta y 6ta. lectura respectivamente). Sin embargo cuando se realizó en análisis de estadístico, no se encontraron diferencias significativas, en las lecturas realizadas.

Por lo tanto el solarizado no tiene ningún efecto significativo en el control de la incidencia de *Ralstonia solanacearum*, en Patulul, Suchitepéquez. En otro sentido se obtuvo datos importantes como lo es tratamiento con menos índice de incidencia que es el solarizado de 6 semanas.

Se recomienda realizar otras investigaciones evaluando el solarizado para el control de *R. solanacearum*, combinado con otras técnicas, tomando como base lo obtenido en el presente estudio, de igual manera se recomienda considerar el tratamiento de 6 semanas de solarizado, como un punto de partida para realizar evaluaciones.

1. INTRODUCCIÓN.

La marchitez bacteriana en el cultivo de tomate es causada por *Ralstonia solanacearum* (Smith, 1986), Yabuchi *et al.* (34), anteriormente conocida como *Pseudomonas solanacearum* = *Burkholderia solanacearum*, ha sido una de las enfermedades más estudiadas en todo el mundo; por ser vascular y habitante del suelo, asociado a un gran número de plantas cultivadas y malezas, y por ser una enfermedad de control extremadamente difícil.

Entre los cultivos de importancia económica más afectados están: papa, tomate, chile pimiento, tabaco. Además es muy severa en banano, maní y jengibre (31).

En Guatemala según las investigaciones realizadas y algunos diagnósticos hechos en distintos laboratorios se ha encontrado esta bacteria en el altiplano central, sur-occidental y sur-oriental.

Este trabajo presenta los resultados de la evaluación del solarizado para el control de *Ralstonia solanacearum*, en el municipio de Patulul, del departamento de Suchitepéquez. El solarizado fue colocado en los meses de diciembre de 1999 a enero del 2000, utilizando un diseño de bloques al azar con submuestreo. La siembra se realizó en el mes de febrero se cosechó durante mayo y junio. La variable de respuesta fue la incidencia de la enfermedad.

En cuanto a los resultados obtenidos, el solarizado de 6 semanas fue el que ejerció mejor control, debido a que en este tratamiento fue donde se presentó el menor número de plantas enfermas. Por otro lado el tratamiento con mas plantas enfermas fue el testigo.

Según los resultados del presente trabajo, la técnica del solarizado no demuestra tener un efecto en la reducción de la incidencia de *Ralstonia solanacearum* en Patulul, Suchitepéquez. Por lo tanto es importante tomar en cuenta el presente estudio y seguir desarrollando investigaciones para obtener un plan de manejo para dicha bacteria.

2- DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.

La bacteria *Ralstonia solanacearum* (Smith 1986) afecta el cultivo de tomate provocando la enfermedad conocida como marchitez bacteriana, esta bacteria presenta razas específicas para los distintos hospederos, sin embargo los síntomas son similares. La incidencia puede llegar hasta los 70 u 80 % y en casos muy extremos a un 100% provocando la muerte de toda la plantación (1, 30).

Dicha bacteria es un problema importante para el tomate, tanto por las pérdidas directas que causa, como los altos costos de los tratamientos para tratar de controlarla, los cuales han demostrado ser poco efectivos. Dentro de ellos el que más se ha utilizado es el control químico, pero aún no se han evaluado métodos físicos.

En la literatura se ha encontrado que el solarizado reduce la incidencia de la enfermedad, y éste ha mostrado ser eficiente en el control de otros patógenos del suelo (23, 29).

Por lo tanto la evaluación del solarizado como una alternativa de control en la disminución de la incidencia de *Ralstonia solanacearum* en tomate, es uno de los pasos para poder desarrollar planes de manejo integrado del cultivo, para que en un futuro, dicha bacteria no sea una limitante en la productividad.

3. MARCO TEORICO

3.1 MARCO CONCEPTUAL

3.1.1 Características Generales del cultivo de tomate:

3.1.1.1 Origen y Descripción Botánica del Tomate:

El tomate es una planta originaria de América, habiéndosele encontrado diversidad de especies nativas y silvestres, así como especies domesticadas.

Descripción Botánica: De acuerdo con las clasificaciones taxonómicas, el nombre técnico del tomate es *Lycopersicum esculentum*. Un reacondicionamiento taxonómico evidencia la existencia de otras especies como (*L. peruvianum*), (*L. lycopersicon*) y otros, que pertenecen a la familia de las solanaceas (8).

La planta de tomate posee tallos herbáceos y ramificados. Sus hojas son compuestas imparapinadas de forma alargada y alternas, conformadas por 7 a 9 foliolos, con bordes dentados. Las hojas compuestas alcanzan longitudes de 10 a 40 cm. la planta de tomate puede alcanzar diferentes alturas pero depende de sus hábitos de crecimiento, estas alturas oscilan entre de 0.40 a 2.50 mts (8).

La inflorescencia del tomate esta compuesta por un racimo floral, consta de una sucesión de ejes, uno de los cuales contiene un botón floral. La flor posee un pedúnculo con cáliz gamosépalo, con 5 a 10 lóculos. La corola es gamopétala de color amarillo con 5 o mas lóculos. El androceo posee 5 o mas estambres los cuales están adheridos a la corola, las anteras están unidas en su base y las mismas forman un tubo. El Gineceo presenta de dos a 30 carpelos que dan origen a los lóculos del fruto. Su constitución es pistilar, con un óvulo supero, estilo liso de forma achatada (8).

El fruto es una baya de color variable, pudiendo ser verde amarillo, rosado y rojo. Existen diferentes formas en los frutos, la superficie de la misma es lisa, presentando

en algunos casos lobulaciones hundidas formado por surcos longitudinales. El tamaño del fruto es variable según el material genético (sea variedad o híbrido) y alcanza diámetros variables (8).

3.1.1.2 Hábitos de Crecimiento:

A. Crecimiento Determinado

Las plantas de crecimiento determinado son de tipo arbolito o arbustivo. Estas presentan portes bajos, son compactos y la producción de frutos se encuentra en un periodo relativamente corto. Las plantas crecen, florecen y fructifican en etapas bien definidas o marcadas. Este tipo de tomate tiene inflorescencias apicales una vez que ocurrió la polinización, el crecimiento de la planta queda determinado o interrumpido. Los tomates que se utilizan para la industrialización de pasta son por lo general de este hábito (8).

En las plantas de crecimiento determinado las yemas terminales no producen frutos, pero detienen el crecimiento del tallo. Existen dentro de este tipo de crecimiento fuerte grande y de hábito de crecimiento pequeño (8).

B. Hábito de Crecimiento Indeterminado

En este tipo de cultivares de tomate, las plantas tienen inflorescencias laterales y su crecimiento vegetal es continuo. La floración, fructificación y cosecha se extiende por periodos mucho más largos. Los tomates de ensalada ó de mesa y los decorativos o Cherrys, tienen por lo general este hábito indeterminado. Las yemas terminales de estas plantas de tomate no producen fruto, sino que continúan produciendo hojas y continúa el crecimiento del tallo. En estas plantas de hábito de crecimiento indeterminado se encuentran al mismo tiempo flores y frutos (8).

Es importante conocer el cultivar de tomate a plantar en el próximo ciclo de cosecha, porque depende del hábito de crecimiento, el plan de trabajo a realizar. Es decir, que según su hábito, se planificará el uso de tutor o no. Así como el sistema de

siembra a surco simple o doble y el tiempo para tener el producto en el mercado. También, el hábito de crecimiento del cultivar determina la época de siembra (verano o invierno). En conclusión, del hábito de crecimiento depende la forma de conducir el cultivo, así como la prevención del control fitosanitario. En un cultivar de tomate de hábito de crecimiento determinado, la cosecha se concentra en un período corto de donde el problema de enfermedades es mayor en el período y en el hábito de crecimiento indeterminado, su ciclo se prolonga, lo que ocasiona mayor oportunidad de daño que causan los gusanos (8).

3.1.1.3 Temperatura

Para su cultivo, el tomate requiere temperaturas que fluctúen entre 15 a 30 grados centígrados. Temperaturas debajo y encima de los 15 y 30 grados centígrados, respectivamente, provocan desórdenes fisiológicos adicionados con la maduración del polen y polinización. Debajo de 15 grados no se recomienda la siembra ya que es muy susceptible a las heladas. Superior a 30 grados centígrados tampoco se recomienda sembrarlo porque hay problemas con la floración, por el efecto de las altas temperaturas hay aborto de la flor y por lo consiguiente no hay cuaje del fruto (8).

3.1.1.4 Altitud sobre el nivel del mar

En correlación con los requerimientos de temperatura, el tomate encuentra condiciones adecuadas para su cultivo en lugares comprendidos entre 0 a 1,200 msnm. Buenos resultados se pueden esperar especialmente entre 0 a 700 msnm. Por lo tanto los climas del cultivo del tomate son:

Clima Cálido: con alturas sobre el nivel del mar de 0 a 600 metros, con temperaturas promedio de 24 a 30 grados centígrados.

Clima Templado: Con alturas sobre el nivel del mar de 700 a 1,200 metros, con temperaturas promedio de hasta 24 grados centígrados (8).

3.1.1.5 Suelo

El cultivo del tomate se adapta a diferentes tipos de suelo, pero prefiere suelos profundos, de 30 a 50 centímetros de profundidad, de ser posible que sean francos, franco arenosos, franco limosos ó franco arcillosos, con alto contenido de materia orgánica y que sean bien drenados.

El cultivo del tomate, se adapta y desarrolla en suelo con pH desde 5.5 a 7.0, aunque hay que considerar que en suelos con pH de 5.5 hay necesidad de hacer enmiendas. Por abajo ó arriba de los valores indicados no es recomendable la siembra del cultivo del tomate, porque afecta la disponibilidad de los nutrientes.

Es muy importante conocer y considerar el pH del suelo porque indica los rangos para el buen uso y asimilación de los fertilizantes y especialmente cuando sean de origen nitrogenado.

Los requerimientos nutricionales del cultivo de tomate, dependerán si es variedad o híbrido. La exigencia tradicional de una variedad es menor que la de un híbrido y para ambos el requerimiento nutricional dependerá de:

- El volumen de rendimiento esperado por área (kg./ha.).
- Los kg./ha., de absorción de los elementos nutricionales que el cultivo obtiene ó subtrae del suelo.
- El poder genético de producción que tiene el material y la necesidad nutricional que él mismo exige.
- La disponibilidad de elementos nutritivos que están en el suelo y el balance que debe de mantenerse (8).

3.1.1.6 . Etapas Fenológicas:

La diversidad de microclimas en los que se cultiva el tomate, hace difícil una generalización de la fenología del cultivo. Sin embargo, se considera necesario la presentación de estadios de desarrollo y su maduración para una de las condiciones comunes de las áreas tomateras de la región (8).

La plántula de tomate se mantiene en el semillero por 20 a 25 días, luego de transplante el tomate continua su etapa vegetativa por unos 30 a 35 días más, y a los 50 a 60 días (30 a 35 días después de la siembra) inicia la floración. La etapa reproductiva floración y fructificación se extiende por unos 32 a 30 días antes de la cosecha, la cual se inicia de los 62 a 75 días. Bajo condiciones de buena nutrición y sanidad del cultivo se realizan 6 a 7 cortes según la variedad durante el periodo de 20 a 25 días. De tal manera que el ciclo total del cultivo, desde la siembra hasta el ultimo corte oscila entre los 82 a 100 días (8).

3.1.1.7 El mercado Actual del Tomate:

En Guatemala se prefiere tomate de forma alargada como el fruto de la tradicional variedad "Roma", por el contrario en el Salvador se inclinan por el fruto redondo de la variedad Sherif.

Las compañías distribuidoras de semillas de hortalizas ofrecen excelentes híbridos, tanto de tomates con forma alargada, como del tipo redondo, cuya adaptación se ha demostrado en las diferentes áreas donde se produce el cultivo. Esto da oportunidad al agricultor para seleccionar un buen híbrido de esta decisión dependerá gran parte del éxito de su cosecha, no importa cuanto esfuerzo económico se realice al tratar de obtener buenos rendimientos, porque si el potencial genético de la semilla no es bueno los esfuerzos serán infructuosos (14).

3.1.2 Marchitez Bacteriana de las Solanaceas

3.1.2.1 Reseña Histórica

Los primeros indicios del apareamiento de la enfermedad en el ámbito mundial se dieron en Italia en 1882, de allí su dimensión a otras partes del mundo como Asia, Africa del Sur, Filipinas, La India, Indonesia, Japón, Ceilán norte de Australia y recientemente en Suecia y Holanda (12).

En América Latina fue localizada en 1965, en áreas amazónicas de América del Sur y en Guatemala en el municipio de Palencia, también se tiene conocimiento de la presencia de esta enfermedad a grandes altitudes de Costa Rica y Perú (12). Localizada y aislada se procedió a la demostración de su patogenicidad identificándose como *R. solanacearum*. E:F: Smith raza 3, esta identificación se llevó a cabo en 1914 (12).

3.1.2.2 Clasificación Actual

Con el análisis de secuencia del fragmento 16S de ARN ribosomal, se ha determinado que a nivel más alto *R. Solanacearum* es un miembro de la betasubdivisión de la clase Proteobacteria (9). Como especie, el agente causal de la marchitez bacteriana fue descrita, por primera vez, como *Bacillus solanacearum* (28). Desde entonces ha sufrido modificaciones y ha recibido denominaciones y la nomenclatura dada, en 1914, por el propio Smith como *Pseudomonas solanacearum* (Smith), prevaleció por muchos años.

En 1992 fue reclasificada por Yabuuchi *et al.* 1992 (33) dentro del grupo II de homología de rARN de Pellaroni *et al.* 1973 (20), como *Burkholderia solanacearum* (Smith). Entretanto, fue nuevamente reclasificada dentro del mismo grupo, pero como un nuevo género: *Ralstonia*, el cual fue aceptado y validado por la IJSB (1996).

El nuevo género se creó para situar el grupo de homología de ADN distinto del grupo de la especie tipo *Burkholderia cepacia* con base en los datos de análisis filogenético de la secuencia de nucleotidios de rADN de 16S, hibridación de rARN-ADN, análisis de lípidos celulares y de ácidos grasos y de las caracterizaciones fenotípicas (35).

En este nuevo contexto el género *Pseudomonas* pasó a formar parte del grupo de las especies fluorescentes (Grupo I) y las fitopatogénicas no fluorescentes quedaron distribuidas entre los géneros *Acidovorax* en el grupo III; *Burkholderia* y *Ralstonia* en grupo II.

En el ámbito infrasub-específico *R. solanacearum* ha sido clasificada de acuerdo con el hospedero, distribución geográfica, patogenicidad, relaciones epidemiológicas y propiedades fisiológicas (9).

Según Orozco (18), la raza 1 (Biovares, 1,3 y 4) ataca gran número de plantas, incluyendo papa, tomate, berenjena, tabaco, solanáceas en general y a algunas malezas. La raza 2 (Biovares 1, 3 y 4) afecta al banano y similares. La raza 3 (Biovar 2) es considerada específica de la papa, mas está asociada con algunas otras solanáceas según Hayward, 1991; Orozco, 1997 (9, 18).

Parece un tema investigado, no obstante, se puede generar mucha información al respecto. En Guatemala esta bacteria es de importancia económica principalmente en banano, tomate, papa y otros cultivos. Si embargo, no hay estudios detallados que brinden información de las estirpes, razas y biovares existentes (18).

3.1.2.3 Características de la Bacteria:

Es una bacteria gram negativa, abastionada, no forma spora ni cápsula, tiene forma de bacilo o cocos, reduce nitratos y forma amoniaco. En medio de cultivo líquido la bacteria de tipo silvestre, es generalmente no móvil y carente de flagelo polar. En cambio las variantes virulentas que se desarrollan en medio de cultivo son activamente móviles (27).

R. solanacearum no provoca la hidrólisis del almidón es resistente a la desecación. Su desarrollo en caldo de cultivo es inhibido por bajas concentraciones de sal. El desarrollo de la enfermedad es lento cuando la temperatura del suelo se mantiene a 32 °C. Y a concentraciones bajas de nitrógeno el desarrollo de la enfermedad es rápido (23).

La marchitez causada por *R. Solanacearum* es de las más determinantes e importantes en el cultivo de papa, ya que la pudrición causada por *Erwinia* y *Clostridium*, se consideran de menor importancia. Las colonias de *P. Solanacearum* que son del tipo silvestre virulento tienen aspecto redondeado irregular, de color blanco con el centro rosado (12).

3.1.2.4 Sintomatología de la enfermedad

Los síntomas que se observan en el campo son: marchitez, enanismo y amarillamiento del follaje. Estos pueden hacerse presentes en cualquier estado de desarrollo del hospedante. En plantas jóvenes de variedades altamente susceptibles la infección provoca una severa marchitez del follaje, decaimiento de los tallos y a la vez que aumenta la aparición y desarrollo de raíces adventicias a lo largo del mismo. Inicialmente solo una rama de la planta puede presentar la sintomatología, cuando el progreso de la enfermedad es violento, todas las hojas de la planta de una misma mata pueden marchitarse rápidamente sin que se note un marcado cambio de color. Las hojas marchitas palidecen, tomando una coloración verde claro, y finalmente se toman de color castaño (11).

En los tallos jóvenes se puede observar a través de la epidermis unas rayas oscuras que corresponden a la de los haces vasculares infectados, taponados por enormes cantidades de material coloidal, originado por las bacterias lo que impide el paso de la sabia causando la marchitez de la planta (15).

Un signo que es valioso para la diagnosis de la bacteria es la presencia de gotitas brillantes de color castaño grisáceo que exudan del xilema cuando se hace un corte transversal en el tallo si se ponen en contacto dos superficies de corte del tallo infectado y luego se alejan lentamente se pueden observar hilos delgados de mucosidad que se estiran (12).

Para demostrar la presencia de la bacteria en el tejido vascular, se extrae una sección del tallo enfermo y se coloca en un vaso de agua. Por tensión superficial la porción del tejido flota quedando una parte sumergida y otra ligeramente sobre la superficie del agua. Observándose a través de la pared del vaso el flujo bacteriano, que emerge del xilema en forma de hilos de color lechoso que se proyectan hasta el fondo. Estos hilos están constituidos por masas bacterianas unidas por material viscoso extracelular (12).

3.1.2.5 Aspectos epidemiológicos

Dentro de la epidemiología de la marchitez bacterial, la sobrevivencia del patógeno en áreas infestadas, como las formas de diseminación y el efecto de la temperatura, pueden ser considerados como los aspectos más importantes.

A. Sobrevivencia en áreas no infestadas

Melo (16) reporta que *Ralstonia solanacearum* parece ser una bacteria adaptada a colonizar raíces de plantas como rizobacterias y con una patogenocidad con excepción a la regla que sucede en condiciones edafoclimáticas especiales. Siendo así, la mayoría de plantas hospederas pueden ser asintomáticas y no susceptibles (18).

Segundo, Granada & Sequeira (1983), para ellos *R. solanacearum*, tiene baja capacidad de sobrevivencia en el suelo y que las altas poblaciones del patógeno están asociadas a infecciones sistémicas o localizadas en raíces de plantas hospederas resistentes o asintomáticas. Viana (1995) encontró una población elevada de *R. solanacearum* biovar 1 en raíces de repollo, pudiendo causar infección interna, en ensayo en vasos inoculados en invernaderos (18).

Melo & Bringel (3, 16) en sus trabajos han demostrado que muchas especies de plantas cultivadas como remolacha, frijol, caupí y repollo que son consideradas normalmente como plantas no hospederas, pueden mantener poblaciones elevadas de muchas estirpes de los biovars 1 y 3.

B. Diseminación a través de materiales de propagación vegetativa

Materiales de propagación vegetativa como tubérculos, rizomas y plántulas son los vehículos más eficientes de diseminación de Rs a largas distancias y para nuevas plantaciones. Plántulas de banano infectadas son el principal medio de diseminación del moco del banano para nuevas plantaciones y también para largas distancias (Cares, 1980). Plántulas de Heliconia pueden servir también de vehículo eficiente de transporte del agente causal del moco del banano, conforme fue detectado en Australia en plántulas importadas identificadas como biovar 1, grupo de RFLP 28, encontrado solamente en América del Sur (Gilligs & Fahy, 1994) (18).

La introducción de cualquier material de propagación vegetativa de regiones donde hay marchitez bacteria donde es endémica, representa siempre cierto riesgo de introducción de alguna estirpe de Rs, pues muchas especies pueden ser hospederas no susceptibles del patógeno (18).

C. Diseminación a través de semilla botánica

La diseminación a través de semilla botánica ha sido comprobada en tomate y en manía; Zhang, 1993 (36).

D. Otras formas de diseminación

La diseminación de la bacteria de planta a planta del moco del banano puede ser a través del contacto de las raíces, por insectos que visitan las inflorescencias y a través de las herramientas de corte (18).

3.1.2.6 Efecto de la Temperatura

La marchitez bacterial es una enfermedad que presenta mayor incidencia y severidad en regiones tropicales y lo mismo en la regiones de clima subtropical o templado, ella se manifiesta más y con mayor severidad en los periodos más calientes. De modo general en pruebas de patogenocidad de rutina, casi la totalidad de aislados de biovar 3 y la mayoría del biovar 1 no reproducen síntomas de marchitez a temperatura de los horarios más calientes del día que no estuvieren entre 20 a 35 °C ó cuando la temperatura nocturna bajó a menos de 20 °C, esto ocurre también para muchos aislados del biovar 2T (18).

Hayward (1991) describe que la temperatura es el factor más importante que afecta la interacción patógeno-hospedero y que el aumento de la temperatura ambiente para 30-35 °C durante el día aumenta también la incidencia y la severidad de marchitez bacteriana, pero no para todas la estirpes del patógeno. Plantas que eran resistentes o moderadamente resistentes pueden tornarse susceptibles a temperaturas más altas, siendo la resistencia, por lo tanto sensible a temperatura y a la estirpe específica. Describe que aún no está claro éste cambio en la resistencia, y que se debe al factor virulencia del patógeno que es la expresión de genes de resistencia del hospedero en temperaturas elevadas (9).

Identificar las características de comportamiento de las diferentes estirpes del patógeno en relación del hospedero y en función de las diferentes condiciones de temperatura es un aspecto extremadamente importante para los conocimientos epidemiológicos y para las estrategias de control de la marchitez bacteriana. Estas

características envuelven no sólo los fenómenos de manifestación y de recuperación de la enfermedad que ocurren en las variaciones de temperatura, como también a la sobrevivencia o fluctuación poblacional del patógeno en raíces de diferentes plantas asintomáticas o no susceptibles (18).

3.1.2.7 Otros hospedantes de la bacteria

La marchitez bacteriana causada por *R.solanacearum* es una de las enfermedades más peligrosas y por lo tanto de mucha importancia pues ataca plantas pertenecientes a 33 familias botánicas diferentes, estando el mayor número de ellas dentro de la familia solanaceae y otras que incluyen tabaco, tomate, chile, berenjena, pimentón, maní, banano, plantas ornamentales, malezas y hortalizas (12).

3.1.2.8 Distribución Geográfica de la bacteria en Guatemala

Schieber (27) en 1965 informó por primera vez el aparecimiento de la bacteria en el municipio de Palencia. En la actualidad se encuentra diseminada en el área de Palencia, Chimaltenango, Sololá, Huehuetenango y zonas del Quiché (12).

3.1.2.9 Condiciones que favorecen el Desarrollo de la enfermedad

- Humedad relativamente alta del suelo.
- Temperaturas altas (24 °C) con suficiente humedad
- Mal drenaje en el suelo
- Aportación alta con superfosfato a los suelos.
- Los días cortos y bajas temperaturas
- Disminución de las sales del suelo
- Soluciones nutritivas pobres en K, sobre todo en verano.
- Bajas concentraciones de nitrógeno en el suelo

3.1.2.10 Medios de Diseminación de la Bacteria

Ralstonia solanacearum puede ser transmitida por insectos masticadores, maquinaria agrícola, agua de riego y lluvia, los tubérculos afectados o tallos afectados pueden ser fuente de inóculo (12).

La bacteria puede penetrar a los tallos y tubérculos a través de heridas en las raíces o sin existencia de estas, siempre y cuando las concentraciones de inóculo sean mayores que $5 \times 10,000$ células por milímetro (12).

El agente patógeno habita en el suelo, y persiste en algunos suelos durante muchos años (12).

3.1.3 La Enfermedad Moko de Banano: *Ralstonia solanacearum* (Smith) fue reconocida por primera vez en 1840 en la antigua Guyana Británica y apareció en forma específica en Trinidad – Tobago alrededor de 1895 (2).

3.1.3.1 Agente Causal

El organismo causante de esta enfermedad denominada moko o marchitez bacteriana del banano es la bacteria *Ralstonia Solanacearum* raza 2. Se le conoce por varias características culturales en medios artificiales usados para su estudio. Esta bacteria tiene una forma de bastón aeróbico gram negativo, midiendo generalmente 1.5×0.5 micras posee un flagelo terminal que le proporciona movilidad el cual se colorea fácilmente (2).

3.1.3.2 Rango del Hospedante

En un estudio realizado en la zona noratlántico por Vásquez se cita como hospedantes de *R. Solanacearum* raza 2 a las siguientes malezas: *Lyciantes stephanocalix*, *Acalypha arvensis*, *Borreria ocimoides*, *Acalypha spp.*, *Asclepias curasavica*, *Cecropia peltata*, *Piper peltatum*, *Ricinus comunis* y *Solanum hirtum* (26).

3.1.3.3 Sintomatología

El marchitamiento es un síntoma inconstante y son muchas las plantas que solo muestran decoloraciones internas, los haces vasculares en el cono la vaina, el peciolo, el tallo y el racimo son de un color amarillento característico con manchas pardas y las superficies cortadas exudan una materia bacteriana grisácea y pegajosa. Los racimos de plantas infectadas exhiben prematura madurez de dedos aislados diseminados aparentemente al azar, entre los frutos verdes. Esta madurez prematura por ennegrecimiento y pudrición seca (24).

Las plantas infectadas cuando jóvenes suelen mostrar hojas amarillentas y necrosadas, todo ello seguido por marchitez más o menos letal. Hay agentes patógenos que producen la distorsión de las hojas y de las vainas, así como ennegrecimiento pero no marchitez junto con los síntomas vasculares usuales (27).

Las plantas pueden morir más tarde o sobrevivir para producir unos racimos con infección típica. En caso de que haya fructificación se desarrollan frutos que tienen manchas negras (26).

En el caso de infección aparecen sobre las hojas pequeñas rayas de color pardo después que se haya desarrollado la inflorescencia. Ya desarrollado en fruto la parte apical de la hoja se torna amarilla y acaba por morir. También los frutos se tornan amarillos y su pulpa se descompone y forma una masa mucilaginosa de color rojo (26).

3.1.3.4 Control

3.1.3.4.1 Inspección

Este tiene su base en la detección temprana de los casos, ya que toda persona laborante, comparte la obligación de reportar de inmediato toda anomalía observada en una o varias plantas. Quienes se desempeñan en la labor de deshoje de protección, corteros, protección de frutas debe hacérseles ver como parte inherente a su trabajo reportar una mata anormal encontrada en su recorrido. Deben existir inspectores en las fincas, dependiendo el tamaño de las mismas, los cuales son responsables de su área asignada (24).

3.1.3.4.2 Prevención

Estas medidas se fundamentan en los siguientes aspectos:

- Desinfección de herramientas
- Declaración de áreas bajo cuarentena
- Uso de insecticidas y herbicidas
- Zonas "Buffer" en derredor de casos.
- Recubrimiento de casos expuestos
- Eliminación de hospedante y material de inóculo (26)

3.1.3.4.3 Erradicación de Casos

- Erradicación con herbicida
- Erradicación con insecticida más herbicida.
- Erradicación con bromuro de metilo (24)

3.1.4 Solarización

La solarización del suelo es un método físico de control de plagas y enfermedades, mediante el uso de cubiertas plásticas negras o transparentes en la parte superior y húmeda del suelo. El plástico transparente permite que la energía radiante del sol sea transmitida y atrapada como longitud de onda larga en el suelo,

calentando los niveles superiores; el plástico negro permite cierto calentamiento pero no al grado del plástico transparente. Durante la solarización en los meses cálidos de verano, las temperaturas se incrementan a niveles letales para la mayoría de los organismos que causan enfermedades en las plantas, semillas de malezas y nemátodos (17).

La solarización también mejora la estructura del suelo e incrementa la disponibilidad de nitrógeno y otros nutrientes esenciales (17). Las láminas pueden dejarse sobre el suelo por un período de 4 a 6 semanas recomendablemente, sin embargo por existir algunos organismos resistentes, este se puede prolongar hasta 8 semanas; pasado el período indicado el suelo se descubre y se procede a la siembra (17).

Algunas plagas del suelo y malezas han sido parcialmente controladas en algunos vegetales y frutos con aplicación de pesticidas incluyendo Bromuro de metilo y Cloropicrina, como siempre el uso de estos fumigantes en el suelo es muchas veces indeseable debido al grado de toxicidad de estos para animales y humano, sus residuos tóxicos en los materiales de las plantas y el suelo. La complejidad del tratamiento del suelo y su alto costo, además las restricciones de muchos pesticidas aplicados al suelo, han resultado en un mayor énfasis en métodos de control no químicos (10).

3.1.4.1 Esencia del Método y Condiciones de Implementación:

El principio básico en el cual se basa la solarización reside en la tolerancia a los cambios de temperatura de los organismos nocivos del suelo, los cuales tienen carácter mesofílico, es decir no soportan temperaturas por encima de los 31 a 32 °C, por lo que su eliminación es factible si se logran tales niveles térmicos en el suelo (10).

Este método fue ensayado y propuesto por primera vez por Katan en Israel, es un proceso hidrotérmico que crea condiciones de alta temperatura en el suelo, lo que resulta principalmente en el período de pre-siembra o preplantación para controlar un buen número de plagas del suelo (10).

Para que la solarización del suelo tenga un control adecuado de plagas es necesario tener en cuenta ciertas condiciones: (10, 25):

A. Características del Plástico:

Regularmente se utilizan películas plásticas de polietileno, aunque en algunos casos se ha utilizado de color negro con el mismo fin. El polietileno es el plástico más recomendado ya que permite mayor paso de radiación solar. La mayoría de las experiencias de la solarización demuestran que los plásticos más delgados son más eficientes que los gruesos debido a que se adhieren mejor a la superficie del suelo y evitan la presencia de bolsas de aire que ocasionarían el enfriamiento del mismo (10).

B. Preparación del Suelo:

Es indispensable evitar la presencia de agregados y terrones grandes que formen bolsas que enfríen el suelo, si se quiere evitar esto la preparación del suelo debe ser cuando este está húmedo lo cual permite un desmenuzamiento adecuado de los terrones. La adsorción de la radiación por el suelo y consecuentemente el calentamiento del mismo es mayor si la película de plástico se encuentra estrechamente unida al suelo con el mínimo de espacio entre el plástico y el suelo (10).

C. Humedad del suelo:

Los suelos húmedos ya sea irrigados antes o después de la colocación del plástico incrementan la sensibilidad térmica de la microflora y microfauna del suelo así como la transmisión de calor del suelo (10, 17). La solarización del suelo es más atractiva cuando el suelo tiene una saturación del 79% o más de su capacidad (5).

D. Régimen de Radiación Solar:

Uno de los factores que mayor impacto van a mostrar sobre los factores de la técnica de la solarización es sin lugar a dudas la cantidad de radiación solar disponible en el región en forma general se puede establecer que a mayor intensidad de la radiación solar se obtiene una mayor temperatura del suelo y consecuentemente se puede esperar una drástica reducción de los niveles de hongos fitopatógenos (10).

E. Tiempo de Permanencia del Plástico en el terreno:

Se ha observado que existe una correlación positiva entre el tiempo de exposición de las películas plásticas y control de microorganismos y plagas del suelo. En condiciones de intensa radiación solar se requiere únicamente de 10 a 15 días de solarización para la desinfección adecuada del suelo. Aunque como lo indica Elmore (5) algunos organismos relativamente resistentes al calor puede requerir hasta ocho semanas para su control (25).

3.1.4.2 Resultados de la solarización en diferentes Plagas.

A. Malezas

La solarización en el suelo es especialmente efectiva para el control de malezas de cultivos como Cebolla, zanahoria, brócoli y otras brasicas como lechuga. La técnica controla plantas parásitas, ejerce control sobre gran cantidad de plantas anuales y posee deficiencias en el control de especies perennes con rizoma o bulbos a cierta profundidad del suelo (17).

Semillas y plántulas de muchas malezas anuales y perennes son controladas con solarización del suelo. Algunas especies son muy sensitivas a la solarización otras son moderadamente resistentes y requieren de condiciones óptimas (buena humedad del suelo, plástico adecuado y alta radiación solar) para su control (5).

Las malezas anuales son especialmente sensitivas a la solarización su control es evidente por más de un año después el tratamiento. El control de algunas especies como *Portulaca oleraceae* (L) y *Digitaria sanguinalis* (L) Scop, es más difícil de lograr (5).

Semillas de pasto Bermuda *Cynodon dactylum* (L) pers. Pasto Johnson *Sproghum halapense* (L) Pers, son controlados efectivamente, sin embargo, *Cyperus rotundus* (L) no es afectada significativamente (5).

La presencia de malezas durante la solarización puede tener efectos negativos sobre las películas al romper las mismas por la presión que ejercen contra estas a medida que van creciendo, lo cual hace ineficiente el solarizado. Gaitán (7) en su tesis menciona a la verdolaga *Portulaca oleraceae* y al Bledo *Amaranthus Spp* como malezas resistentes al efecto del solarizado (25).

Es necesario tomar en cuenta que el solarizado puede tener un efecto estimulador sobre las malezas como *Tribolium hirsutum* L., además se ha demostrado que en condiciones de baja radiación solar el uso intensivo de solarización puede favorecer la predominancia de especies de malezas con ligera tolerancia o mediana resistencia a los incrementos de la temperatura del suelo (7).

B. Hongos Fitopatógenos:

La mayor parte de los hongos fitopatógenos son incapaces de soportar temperaturas arriba de los 30 a 33 °C y son susceptibles a ser controlados con la solarización del

suelo. Algunas excepciones incluyen hongos como *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goidanich, *Phytlum aphanidermatum* (Edson) Fitzp, *Fusarium oxysporum* (Shlechtend) *Fusarium. Spp.*(Opini) y especies de *Aspergillus spp.* *Penicillium spp.* y *Micorrizae spp* (5).

Resultados en Arveja China en Sacatepéquez, Guatemala, indican que hongos como *Fusarium solani* (Kuhn) *Fusarium oxysporum* (Shlechtend) y *Asccchyta spp.* Fueron controlados en porcentajes arriba del 70% en todos los casos (7).

Con el hongo *Plasmodiophora brassicae* (Wornin) se ha evaluado la técnica en Chimaltenango, Guatemala, en la cual se ha logrado eliminar totalmente la incidencia de la enfermedad, utilizando solarizado simple y en combinación con encalado (13, 21).

En trabajos realizados en España en cultivos de sandía y algodón, los hongos *Fusarium oxysporum* (Shlechtend) y *Verticillum dahliae* (Kleb) fueron controlados eficientemente con el solarizado del suelo. El hongo *Fusarium solani* (Mart) también tuvo un buen control con la solarización del suelo en el norte de Irak. Se ha comprobado también el efecto subletal que tiene el solarizado sobre algunos propágulos de hongos haciendo más susceptible estos al ataque de antagonistas. Trabajos con *Phytlum ultimum* (Trow), *Rhizoctonia solani* (Kuhn), *Verticillum dahliae* (Kleb) y *Thielavioposisi basicola* (Berk y Broome Ferraris) demuestran lo anterior (32).

C. Nematodos:

La solarización del suelo puede ser usada para el control de algunas especies de nematodos, sin embargo, la solarización del suelo no siempre es tan efectiva en el control de nemátodos como lo es con los hongos y las malezas, los nemátodos son móviles y pueden recolonizar rápidamente el suelo (5).

El uso de solarización para el control de nematodos ha sido estudiado rápidamente en diferentes países y para diferentes géneros y especies, sin embargo, la mayoría de estudios se ha inclinado hacia las especies de *Meloidogyne*, los resultados de este genero han sido muy variados y van desde muy pobres hasta los más efectivos. Otros nemátodos en los cuales se ha evaluado el solarizado incluyen a *Pratylenchus spp.*, *Ditylenchus dipsaci* (Kunt), *Heterodera spp.*, *Rotylenchus reniformis* (Linfordy oliveira), *Tylenchorinchus spp.* *Macrostonia spp.* y *Trichodorus spp.* El control de nemátodos con solarizado ha sido más efectivo cuando se integra con otros métodos que cuando se aplica solo (7).

En Arveja china se reporta el control de *Meloidogyne xiphinema*, *Longidorus*, *Aphelenchus*, *Aphelenchoides* y *Tylenchus* usando solarizado en el suelo (7).

D. Bacterias:

Durante la solarización del suelo poblaciones de *Pseudomonas fluorescentes* (Winslow) y bacterias gram positivas incluyendo especies de *Bacillus*, pueden ser reducidas del 78 a 86% comparados con suelos no solarizados asimismo poblaciones de Actinomycetos son reducidos de 58 a 45 % (32).

Agrobacterium spp. es altamente sensible a la solarización y sus poblaciones son reducidas arriba del 72 %, lo mismo ocurre con especies de *Rhizobium* (32).

Algunas especies de bacterias como *Pseudomonas solanacearum* (E.F. Smith) son difíciles de controlar mediante el uso de solarización del suelo, sin embargo, *Agrobacterium tumefaciens* (E.F. sm y Towns) y *Streptomyces scabies* (Thaxter y Wakman) sí son controlados mediante el uso de este método (5).

3.1.4.3 Ventajas y Limitaciones del Solarizado (5, 10)

A. Ventajas:

- a. La solarización es un método sencillo y no químico. No hay riesgos de salud asociados con su uso y no requiere de registros como los productos químicos, las cosechas producidas libres de usos de plaguicidas pueden tener acceso a mejores precios en el mercado.
- b. Controla múltiples plagas y enfermedades del suelo incluyendo enfermedades fungosas, malezas y nemátodos.
- c. Es selectivo para los microorganismos benéficos los cuales aumentan el control sobre las enfermedades y plagas del suelo.
- d. Tiende a incrementar la fertilidad del suelo. Incrementos en la solubilidad de NO_3 , NH_4 , Ca, Mg, K y materia orgánica soluble son comunes después de la solarización.
- e. Puede acelerar la descomposición de materiales aplicados al suelo como en el caso de estiércol fresco.
- f. Resulta más económico ya que el efecto puede durar por varios ciclos de cultivo, lo que reduce el uso de plaguicidas, y en algunos casos puede reutilizarse el plástico.

B. Desventajas:

- a. Su uso se restringe a climas o áreas con veranos calurosos.
- b. Es necesario dejar el terreno libre del cultivo en un periodo de 4 a 8 semanas.
- c. Hay acumulación de plástico en grandes cantidades cuando se aplica en extensiones muy grandes.

- d. Algunas enfermedades no son controladas o su control es difícil con la solarización del suelo.
- e. Cuando las cubiertas plásticas son aplicadas en bandas no hay control de plagas en los surcos entre plantas.
- f. Su costo puede ser inaccesible para pequeños agricultores que practican agricultura de subsistencia.

3.2 MARCO REFERENCIAL

El método de solarización 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 (32).

Las áreas de realización de trabajos comprenden países con diferentes cultivos y patógenos. En el caso de Guatemala se han hecho varios trabajos relacionados con la solarización del suelo, el primero fue realizado por Gaitán (7) en su trabajo de tesis al evaluar el solarizado en diferentes periodos de exposición y grosores de cubierta plástica para el control de patógenos del suelo en arveja china (7).

En tomate para el control de *Ralstonia solanacearum*, que es una bacteria conocida anteriormente con el nombre de *Pseudomonas solanacearum*, algunas investigaciones realizadas en el norte de Florida para el control de esta bacteria con la utilización del solarizado han sido las siguientes:

Adaptación de la solarización del suelo al manejo integrado de plagas de tomate en condiciones de suelo húmedo. Este artículo es tomado de la revista *Plant Disease*, de marzo de 1994 (4). El estudio demostró que el suelo es compatible

en cuanto al costo con otras tácticas de manejo integrado de plagas. En este trabajo se evaluó la solarización utilizando plástico transparente fotosintético, en combinación con metan-sodio, 1,3 diclopropano más Cloropicrina. Esta solarización por bandas se aplicó a camas de 20 cm. de alto y 0.9 mts. de ancho. Se obtuvieron por resultado temperaturas de 277 °C en el suelo arriba de las temperaturas que se obtuvieron utilizando camas convencionales Después de un período de solarización de 40 a 55 días, la marchitez bacteriana del tomate no fue afectada por los tratamientos de solarizado. La producción para el mercado en los distintos tratamientos que fueron fumigados fueron similares (4).

Otro de los trabajos que se realizó en el norte de Florida, es el efecto de la solarización y fumigación en la supervivencia de patógenos del suelo en el norte de la Florida. En este trabajo la solarización del suelo se llevó acabo en un período de 32 a 49 días, usando un plástico fotoselectivo de baja densidad de polietileno, el suelo fue fumigado con una mezcla de 67:33 de metil bromuro: cloropicrina. Las temperaturas máximas registradas a profundidades de 5, 15 y 25 cm. fueron 43.8, 38.9 y 36.5 °C en el suelo descubierto y 49.5, 46.0 y 41.5 en suelo solarizado (4).

El efecto de solarización sobre *Ralstonia solanacearum* fue altamente variable. Sin embargo se redujo más la población de *R. solanacearum* cuando se combinó la solarización con la fumigación (4).

4-OBJETIVOS

1. Determinar el efecto de control del solarizado en la incidencia de *Ralstonia solanacearum* en el cultivo de tomate, en Patulul, Suchitepéquez.
2. Encontrar el período de solarizado que permita el mayor control en la incidencia de *Ralstonia solanacearum*.

5- HIPOTESIS.

- 1- El solarizado es un método físico que controla a *Ralstonia solanacearum*, en el cultivo de tomate, en el municipio de Patulul, del departamento de Suchitepéquez.

- 2- El período de ocho semanas de solarizado permite el mejor control en la incidencia de *Ralstonia solanacearum*.

6. METODOLOGIA

6.1 Tratamientos Evaluados.

Dentro de los tratamientos se incluyeron 3 periodos de solarizado, comparados contra un testigo absoluto. En el Cuadro 1 se muestra la descripción de los tratamientos evaluados.

Cuadro 1. Descripción de los tratamientos evaluados.

<i>TRATAMIENTO</i>	<i>DESCRIPCION</i>
1.	Solarizado de 6 semanas
2.	Solarizado de 7 semanas
3.	Solarizado de 8 semanas
4.	Testigo absoluto, sin solarizado.

6.2 Descripción de los Tratamientos

6.2.1 Solarizado

Se utilizaron cubiertas plásticas transparentes de 1.25 milésimas de pulgadas de grosor, colocándolos sobre el suelo y enterrándolos en los extremos, de tal manera de no permitir el escape de calor y las entradas de aire, según el periodo de evaluación del solarizado así se colocó el plástico en el campo, de manera de levantar todos los tratamientos un mismo día.

6.2.2 Testigo Absoluto

No se usó ningún método de control de la enfermedad.

6.3 Diseño Experimental

Para el estudio se realizó un diseño de bloques al azar con submuestreo, con 4 tratamientos y 4 repeticiones (ver figura 4). Cada unidad experimental constó de 50 metros cuadrados, separadas 1.0 m. entre bloques y 1 m. entre tratamientos. El área experimental es de 1,269 metros cuadrados.

Las plantas se sembraron en surcos de 10 metros de longitud separadas por 1.0 entre surcos x 0.5 metros entre plantas. En cada unidad experimental se sembraron 85 plantas. El número total de plantas fue de 1,360.

El modelo estadístico que se empleó en el análisis fue el siguiente:

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

Donde:

Y_{ijk} : Variable respuesta.

μ : Efecto de la media general

T_i : Efecto del i.....ésimo tratamiento

B_j : Efecto de j.....ésimo bloque.

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

N_{ijk} : Error de submuestreo.

6.4 Variables Respuesta

6.4.1 Incidencia de la Enfermedad

Se observaron las plantas cada 20 días, y se determinó la cantidad de plantas enfermas por *R. solanacearum* y de plantas sanas por unidad experimental. La incidencia se expresó en porcentaje utilizando la siguiente relación.

$$\% \text{ DE INCIDENCIA} = \frac{\# \text{ de plantas enfermas}}{\# \text{ total de plantas por unidad experimental}} \cdot 100$$

6.5 Análisis de la Información

6.5.1 Análisis estadístico

Se realizó un análisis de varianza para la variable de respuesta de incidencia.

6.6 Manejo del Experimento

6.6.1 Determinación previa de la bacteria.

Para determinar la presencia de la bacteria se observaron parcelas de varios productores con cultivo de tomate, se encontró una en la que el cultivo presentaba síntomas de la marchitez bacteriana. Se observó durante todo su ciclo y al final de éste presentó un 23 % de plantas que presentaban síntomas de la mencionada enfermedad. Posteriormente se hizo la prueba de flujo bacteriano en laboratorio y efectivamente se trataba a de *R. solanacearum*. En esta parcela se procedió a realizar el presente experimento, con la certeza de la presencia de la bacteria.

6.6.2 Preparación del Terreno

Se preparó el terreno realizando riego profundo, volteado de este, hasta quedar bien mullido y evitar la presencia de agregados grandes que puedan interferir, en el efecto de control del solarizado.

6.6.3 Colocación de los tratamientos

Se utilizaron cubiertas plásticas transparentes, colocándolas sobre el suelo y enterrándolas en los extremos de tal manera de no permitir el escape del calor y las entradas de aire. Según sea el período de evaluación del solarizado, así se colocó el plástico en el campo de manera de levantar todos los tratamientos un mismo día.

6.6.4 Riego

Se aplicó previo a la colocación de aquellos tratamientos que lleven solarizado, lo cual se hizo un día antes. Además, como se hizo necesario regar en la época seca, para evitar la contaminación por medio de este, el riego se realizó de forma manual y controlada, ya que se cuenta con un pozo cercano.

6.6.5 Trasplante

Se realizó cuando terminó el tratamiento de solarizado, el cual se realizó en horas de la mañana.

6.6.6 Fertilización

Al momento del trasplante, se aplicó 15-15-15, la segunda fertilización se realizó a los 15 días después del trasplante, y las siguientes se hicieron cada 15 días, o conforme el cultivo lo fue necesitando, hasta llegar a la floración.

6.6.7 Control de Plagas y Enfermedades

En el caso de las enfermedades se llevó un control preventivo de estas a tal grado que, al momento del trasplante, las plantas se sumergieron en una solución de Propamocarb para prevenir el mal del talluelo. En el caso de *Phytophthora infestans* se efectuó control preventivo con aplicaciones mezclando los fungicidas Mancozeb y Metalaxil, lo cual mejora el espectro ya que es posible controlar al mismo tiempo *Alternaria solani* Las aplicaciones se hicieron conforme el cultivo lo requirió. Se hicieron aplicaciones de Imidacloprid, a razón de 0.5 kg./ ha. para el control de la *Bemisia tabaci*, y evitar el daño ocasionado por virus.

6.6.8 Control de Malezas

Este se realizó haciendo una limpia manual con azadón antes de sembrar, luego se hicieron limpias manuales, de tal manera que una limpia manual pueda coincidir con el calzado de las plantas.

7. RESULTADOS Y DISCUSION

7.1 INCIDENCIA DE *Ralstonia solanacearum*.

Durante 6 submuestras realizados en el experimento y posterior trabajo en laboratorio se determinó la incidencia de *R. solanacearum*, en los últimos dos muestreos. Los cuales permitieron observar los síntomas provocados por la bacteria y se procedió el análisis correspondiente.

7.1.1 INCIDENCIA EN LA 5TA. LECTURA.

En esta lectura la mayor incidencia se observó en los tratamientos que corresponden al solarizado de 7 y 8 semanas y el testigo respectivamente. Cada tratamiento presentó 2 plantas con síntomas de la marchitez bacteriana, en toda la plantación. Por otro lado, el tratamiento de 6 semanas de solarizado no presentó plantas con síntomas de la enfermedad en estudio, lo cual indica que, en esta lectura este tratamiento fue el que mejor resultado dio para controlar la incidencia de la bacteria. Cuando se realizó el análisis estadístico para esta lectura no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos, es decir que estadísticamente los niveles de solarizado estudiados no presentan diferencias, y no puede decirse si alguno se comportó mejor que otro. Sin embargo, la Figura 1 explica el comportamiento de *R. solanacearum* en la 5ta. lectura de campo.

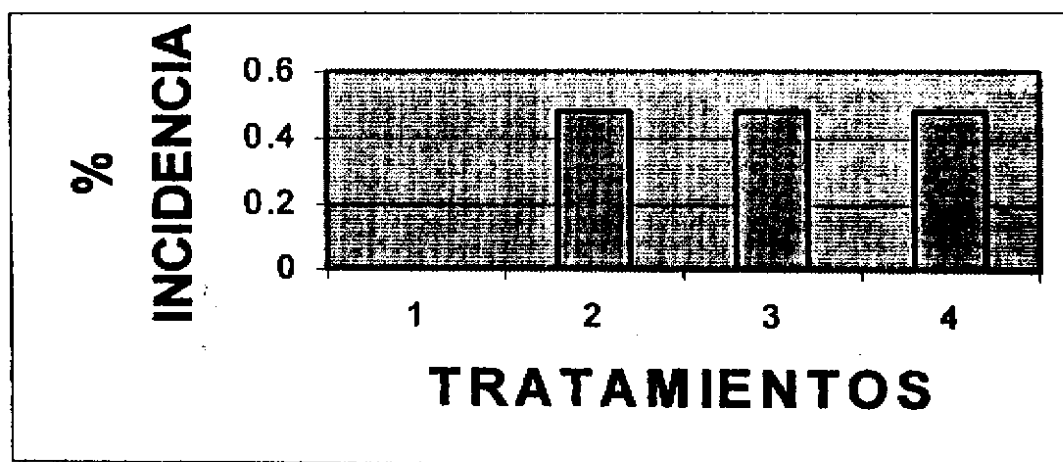


FIGURA 1. Efectos del solarizado en la incidencia de *Ralstonia solanacearum* en el cultivo de tomate en Patulul, Suchitepéquez. 5ta. lectura de campo.

La gráfica muestra el comportamiento de *R. solanacearum*, en la 5ta. lectura de campo. En este momento se puede observar el efecto de los tratamientos comparados con el testigo, donde se comprueba, que en la presente investigación el tratamiento de 6 semanas de solarizado es el que ejerce un mejor control en la incidencia de la bacteria, por presentar 0% de incidencia.

7.1.2 INCIDENCIA EN LA 6TA. LECTURA.

En esta lectura los tratamientos que presentaron mayor número de plantas enfermas fueron el solarizado de 8 semanas y el testigo, con 10 y 16 plantas con los síntomas de marchitez bacteriana, respectivamente. Para el caso del solarizado de 7 semanas se obtuvo 9 plantas con síntomas de la enfermedad en estudio. El solarizado de 6 semanas obtuvo el menor número de con 5 plantas con síntomas de esta enfermedad. La Figura 2 explica el comportamiento de *R. solanacearum* en la 6ta lectura de campo.

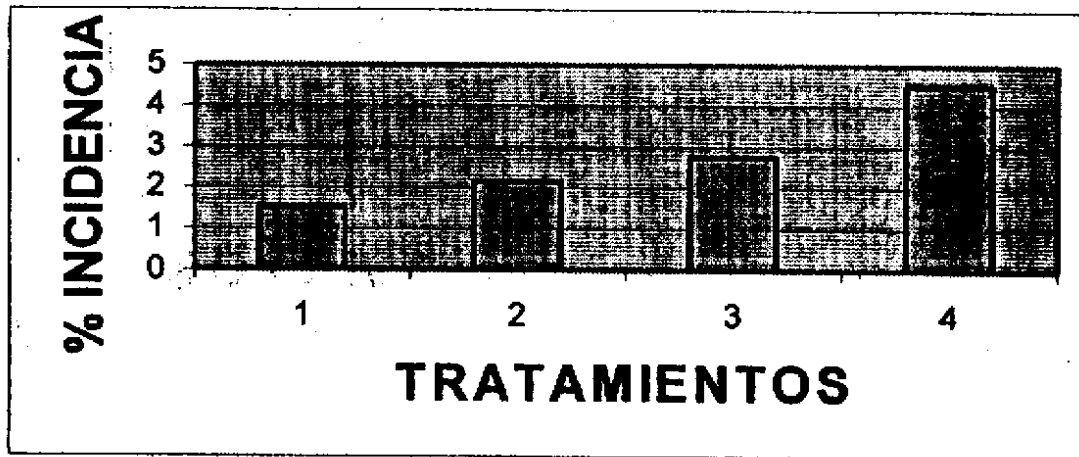


FIGURA 2. Efectos del solarizado en la incidencia de *Ralstonia solanacearum* en el cultivo de tomate en Patulul, Suchitepéquez. 6ta lectura de campo.

La gráfica muestra el efecto de los tratamientos de solarizado con relación al testigo, en este caso se observa una diferencia entre el tratamiento de 6 semanas de solarizado y los otros tratamientos. El solarizado de 6 semanas es el que presenta el menor porcentaje de incidencia, de tal manera que en la presente investigación se convierte el tratamiento más recomendable para el control de la incidencia de la bacteria.

Sin embargo para comprobar lo mencionado anteriormente se realizó un análisis de varianza que se explica en el Cuadro 2.

CUADRO 2. Análisis de varianza para la variable incidencia total de la enfermedad Marchitez bacteriana, provocada por *R. solanacearum*. En Patulul, Suchitepéquez.

F.V	G.L.	S.C.	C.M.	F	Pr > F
Modelo	6	9.84375000	1.64062500	2.80	0.0186 *
Repeticiones	3	5.79687500	1.93229167	3.30	0.0267 *
Tratamientos	3	4.04687500	1.34895833	2.30	0.0867 N.S
Error	57	33.39062500	0.58580044		
Total	63	43.23437500			

$$C.V = 125.6002$$

* Diferencia significativa entre los tratamientos.

N.S. : No existe diferencia significativa entre los tratamientos.

En el análisis de varianza se muestra que no existe diferencia significativa entre los tratamientos evaluados, esto indica que los niveles de solarizado se comportan igual, por lo tanto no se puede decir que uno es mejor que el otro. Lo que significa que en el presente estudio, el solarizado no tiene ningún efecto significativo en el control de la incidencia de *R. solanacearum*, en el cultivo de tomate, en Patulul, Suchitepéquez. Pero parece haber una tendencia, en cuanto al solarizado de 6, semanas, ha ser el tratamiento que presenta menor índice de incidencia, lo cual puede deberse a, que la bacteria necesita condiciones importantes para poder desarrollarse entre ellas están: la sobrevivencia del patógeno en áreas infestadas, el efecto de la temperatura y la humedad relativamente alta del suelo entre las más importantes (12), entonces pueden manejarse varias versiones, se pudo haber dado que se haya presentado menor temperatura en los pimeras semanas de solarizado,

que corresponden a los tratamientos de 8 y 7 semanas, y que en las próximas semanas la temperatura a través de la radiación solar aumentara, y permitiera un control más eficiente por parte del solarizado de 6 semanas. En otro sentido pudo darse que como el patógeno presenta sobrevivencia en áreas infestadas, esto haya sucedido para el caso de los tratamientos 7 y 8 más no así para el solarizado de 6 semanas. Otra de las situaciones observada fue: la poca incidencia debido a que la investigación, en su mayoría se realizó en época seca, y utilizando riego controlado, entonces el número de plantas infectadas en los tratamientos de solarizado es sujeto de análisis en época lluviosa.

En cuanto a las investigaciones realizadas en Guatemala al nivel de tesis relacionadas con el solarizado en el control de patógenos del suelo, se ha mostrado al tratamiento de 6 semanas de solarizado como uno de los más efectivos, tal y como lo da a conocer Paz Kroell (21), en su trabajo relacionado con el control de *Plasmodiophora brassicae*, en el Tejar, Chimaltenango, donde el solarizado de 6 semanas, tiene el mismo efecto que el solarizado de 8 semanas, y que el tratamiento combinado al mismo periodo. Los resultados concuerdan con los obtenidos por Mejía Caníz (15) en donde el solarizado de 6 y 8 semanas son los más eficientes en el control del mal del talluelo, este mismo estudio figura los tratamiento de 6 y 8 semanas de solarizado como los más, efectivos en el control de nematodos fitopatógenos, en semilleros de café, en Pueblo Nuevo Viñas, Santa Rosa. Para el estudio realizado por Solis Paiz (29) el mejor periodo de solarizado fue el de 6 semanas para el control del mal del talluelo, que redujo en un 7.05 % la incidencia de dicha enfermedad, en Esquipulas, Chiquimula. El trabajo realizado por Samayoa Juárez (25) muestra también el solarizado de 6 semanas, entre los 5 mejores tratamientos para el control de la hernia de las coles, en época seca en el Tejar, Chimaltenango. Finalmente Ríos Recinos (22) en su estudio encontró que el solarizado de 6 semanas es el que presenta el menor número de larvas de gallina ciega por cada 10 plantas. Lo que es importante ya que, según el número de gallinas ciegas en las raíces de las plantas, así será el daño causado a las mismas.

8-CONCLUSION.

- 1- El solarizado no tiene efecto significativo en el control de la incidencia de *Ralstonia solanacearum*, en Patulul, Suchitepéquez.

9. RECOMENDACION.

- 1- Se recomienda realizar otras investigaciones, evaluando el solarizado para el control de *Ralstonia solanacearum*, combinado con otras técnicas, tomando como base lo obtenido en el presente estudio.

10. BIBLIOGRAFIA

1. AGRIOS, G.N. 1995. Fitopatología. México, D. F., Limusa. 838 p.
2. BANANERA DE GUATEMALA. DEPARTAMENTO EXPERIMENTAL. 1984. Manual técnico sobre procedimientos para el control del moko. Izabal, Guatemala. 9p.
3. BRINGEL, J. M. 1997. Colonización de raíces de plantas cultivadas por *Pseudomonas solanacearum*, biovars I, II e III, em condições de casa de vegetação e "in vitro". Tesis Mag. sc. Brasília, Universidad de Brasilia, Departamento de Fitopatología. 122p.
4. CHELLEMI, D.O.; OLSON, S.M. 1994. Efectos de la solarización y fumigación en la supervivencia de patógenos de suelo del tomate en el norte de Florida. *Plant Disease*. (EE.UU) 78(12): 1567-1572
5. ELMORE, C. 1995. Soil solarization, a non pesticidal method for controlling diseases, nematodes and weeds. *In Taller Regional de Solarización del Suelo*. (1995, Honduras). Informe. Honduras, Escuela Agrícola Panamericana El Zamorano. p. 27-41
6. FERNANDEZ, E. 1995. Solarización para el control de nemátodos fitopatógenos. *In Taller Regional de Solarización del Suelo* (1995, Honduras). Informe. Honduras, Escuela Agrícola Panamericana El Zamorano. p. 42-54.
7. GAITAN R., J.M. 1994. Evaluación del solarizado para el control de patógenos del suelo en el cultivo de la arveja china *Pisum sativum L.*, durante los meses de octubre, noviembre y diciembre, en el municipio de Santa Lucia Milpas Altas, Sacatepéquez. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 66p.
8. GUATEMALA. MINISTERIO DE AGRICULTURA, GANADERIA Y ALIMENTACION. 1993. El cultivo de tomate. Guatemala. 147 p.
9. HAYWARD, A.C. 1991 Biology and epidemiology of bacterial wilt caused by *Pseudomonas solanacearum*. *Annu Rev Phytopathology*. (EE.UU) 29: 65-87.
10. LABRADA, R. 1995. El desarrollo actual de la solarización del suelo. *In taller regional de la solarización del suelo*. (1995 Honduras). Informe. Honduras, Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano. p 21-25

11. LEANDRO, G. FUCIKOVSSKY ZAC, L. 1982. Efecto de algunos pesticidas sobre *Pseudomonas solanacearum*, en papa. Chapingo, (Mex.) Colegio de Postgrados, Chapingo. 100 p.
12. LOARCA MARROQUIN, J. L. 1987. Estudio del patosistema – *Solanum* – *Pseudomonas* y alternativas de control químico aplicado a semilla, en dos municipios del departamento de Quetzaltenango. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 64 p.
13. LOPEZ Q., M.A. 1995. Evaluación de métodos de control de la hernia de las crucíferas *Plasmomodiophora brassicae*, en brócoli *Brassica oleracea* var *italica*, en el municipio de Patzicia, Chimaltenango. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 57 p.
14. MARROQUIN, J.L. 1998. Actualidad del tomate en Guatemala. Agricultura. (Gua.) 1 (8): 55-58.
15. MEJIA CANIZ, L.A. 2,000. Evaluación de tres periodos de exposición al solarizado y el uso de la bacteria *Bacillus subtilis*, como método de control biológico De patógenos del suelo en semilleros de café, en la finca Villa San José, Gavia Grande, Pueblo Nuevo Viñas, Santa Rosa. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 7p.
16. MELO, M. S. de. 1995. Avaliacao de plantas cultivadas como hospedeiras de *Pseudomonas solanacearum* em condicoes de casa-de-vegetacao. Tesis. Mag. Sc. Brasilia, DF, Universidad de Brasilia. 51 p.
17. MUNRO, D. 1995. Condiciones necesarias para lograr la eficiencia en la técnica de desinfección solar del suelo (solarización). In Taller Regional de Solarización del Suelo (1995, Honduras). Informe. Honduras, Escuela Agrícola Panamericana El Zamorano. P.55-59
18. OROZCO, M. E. 1997. Colonizacão de raízes de plantas daninhas por *Ralstonia Solanacearum* "in vitro" e em casa-de-vegetacao. Tesis. Mag. Sc. Brasilia D.F, Universidad de Brasilia de Ciencias Biológicas. p 114
19. -----, 1998. Marchitez bacteriana, diagnóstico y clasificación actual. Agricultura. (Gua.) 1 (9): 52-53.
20. PALLERONI, N.J.; et.al. 1973. Nucleic acid homologies in the genus *Pseudomonas* Int. J. Syst. Bacteriol. (EE.UU.) 23: 333-339.

21. PAZ KROELL, H.L. 1996. Evaluación de cuatro periodos de solarizado, encalado y sus combinaciones, para el control de la hernia de las coles (*Plasmodiophora brassicae* Woronin) en brócoli (*Brassica alaracea* L. var. *itálica* Plenck), en el Tejar, Chimaltenango. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 39 p.
22. RIOS RECINOS, E.E. 1999. Evaluación del efecto de tres periodos de solarizado en el control de larvas de gallina ciega (*Phyllophaga spp*; coleoptera: scarabaeidae), en el cultivo de maíz (*zea mays* Linneo) en Santa Rosa de Lima, Santa Rosa. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 49 p.
23. ROBBS, C.F. 1960. Tratamento de tubérculos sementes de batatinha. (*solanum tuberosum*) com estreptomocina visando o controle de doencas bacterianas. Bacterioses fitopatogenas no Brasil. Brasil, Universidad Rural, Instituto de Economía Rural. Na. 2- serie Divulgacao de pesquisas. p. 39-41.
24. SALINAS BARRETO, I. 1967. La enfermedad del moko del plátano en el Perú. Perú, Instituto de Reforma y Promoción Agraria del Perú. Boletín técnico No. 70. 22p.
25. SAMAYOA JUAREZ, J.O. 1997. Evaluación del solarizado y encalado en época seca para el control de *Plasmodiophora brassicae* Woronin en brócoli (*Brassica oleraceae*) L. variedad *Itálica* Plenck, en el Tejar, Chimaltenango. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 61 p.
26. SANCHEZ RODAS, H.L. 1995. Evaluación de diferentes dosis de Dazomet (Basamid) y cloruro de Benzonic. (Beloran 500) en el control in situ del moko del banano (*Pseudomonas solanacearum* raza 2) como alternativa al uso del Bromuro de metilo en la zona bananera de Izabal. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 84 p.
27. SCHIEBER, E. 1965. Marchitez bacteriana de la Papa. Guatemala, Ministerio de Agricultura, Dirección General de Investigación y Extensión Agrícola.

Sin publicar.
28. SMITH, E. F. 1986. A bacterial disease of the tomato, eggplant and Irish potato *Bacillus solanacearum* nov. sp.). Phys and Path, Bul. (EE.UU.) 12: 1-28.

29. SOLIS PAIZ, R.F. 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.
30. TAKATSU, A. ; LOPES, C. 1997 Murcha bacteriana em hortaliças: avanças científicas e perspectivas de controle. Brasil, Universidad de Brasília. 19p.
31. VAUGHAN, E. K. 1944. Bacterial wilt of tomato caused by *Pseudomonas Solanacearum*. Phytopathology (EE.UU.) 34: 43-58. 1944.
32. VAY, J.E. DE; STAPLETON, J.J.; CLYDE, C.L. 1991. Soil solarization. California, EE.UU, University of California, Plant Pathology Dept. 95 p.
33. YABUUCHI, E. et al. 1992. Proposal of *Burkholderia* gen. nov. and transfer of seven species of the genus *Pseudomonas* homology group II to the new genus with the type species *Burkholderia cepacia* (Palleroni and Holmes 1981). Comb. Nov. Microbiol. Immunol. (Japan) 36: 1251-1275.
34. -----, 1995. Transfer of two *Burkholderia* and an alcaligenes species to *Ralstonia* gen. nov. proposal of *Ralstonia Pickettii* (Ralston, Palleroni and Deudoroff (1973) comb. Nov., *Ralstonia solanacearum* (Smith 1986) comb. nov. *Ralstonia eutropha* (Davis, 1969). comb. nov. Microbiol. Immunol. (Japan) 39: 897-904.
35. ZHANG, Y. X.; HUA, J. ; & HE, L.Y. 1993. Effect of infected ground nut seeds on transmission of *Pseudomonas solanacearum*. ACIAR Bacterial wilt new- sletter. (EE.UU.) 9: 9-10.

v. B.

Opinión de la B...



ANEXO

El presente anexo forma parte integrante del expediente de la causa de nulidad de la Ley N.º 13.998
de 1963, que declara la nulidad de la Ley N.º 13.998 de 1963.



FIGURA. 3 Vista parcial de la marchitez bacteriana provocada por *R. solanacearum* en Patulul, Suchitepéquez.



T3	T1	T4	T2
T1	T4	T2	T3
T4	T2	T3	T1
T2	T3	T1	T4

FIGURA 4.

CROQUIS DE CAMPO DEL EXPERIMENTO.

La distribución de los tratamientos en cada bloque se indica por su número.



FACULTAD DE AGRONOMIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
AGRONOMICAS

LA TESIS TITULADA: "EVALUACION DEL SOLARIZADO PARA EL CONTROL DE Ralstonia solanacearum EN TOMATE Lycopersicon esculentum EN PATULUL, SUCHITEPEQUEZ".

DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE: LUIS ARMANDO MENENDEZ CODOY

CARNET No: 9410141

HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES: Ing. Agr. José Humberto Calderón Díaz
Ing. Agr. Fernando Rodríguez Bracamonte
Ing. Agr. Jorge Omar Samayoa Juárez


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


~~Ing. Agr. Gustavo Adolfo Alvarez Valenzuela~~
A S E S O R


Dr. Ariel Abderramán Ortíz
DIRECTOR DEL IIA



I M P R I M A S E


Ing. Agr. M.Sc. Edgar Osvaldo Franch Rivera
D E C A N O



cc:Control Académico
Archivo
IIA.
AO/prc.

APARTADO POSTAL 1545 § 01091 GUATEMALA, C.A.
TEL/FAX (502) 476-9794
e-mail: liusac.edu.gt § <http://www.usac.edu.gt/facultades/agronomia.htm>