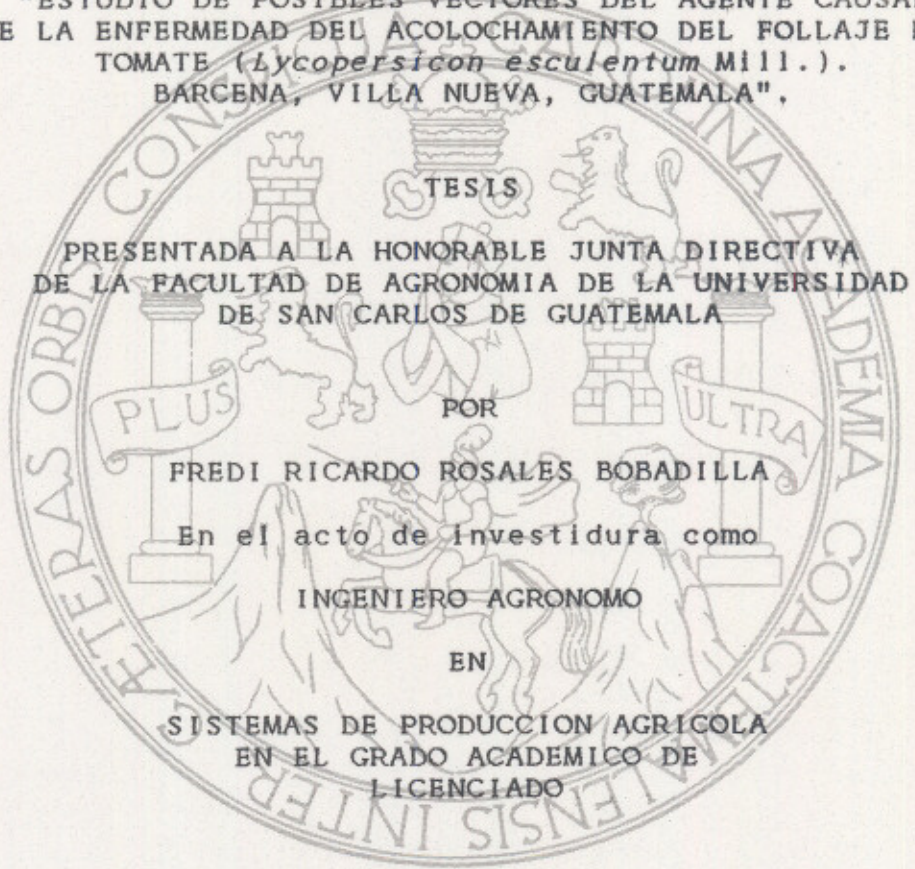


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS

"ESTUDIO DE POSIBLES VECTORES DEL AGENTE CAUSAL
DE LA ENFERMEDAD DEL ACOLOCHAMIENTO DEL FOLLAJE DEL
TOMATE (*Lycopersicon esculentum* Mill.).
BARCENA, VILLA NUEVA, GUATEMALA",



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

POR
FREDI RICARDO ROSALES BOBADILLA

En el acto de investidura como
INGENIERO AGRONOMO

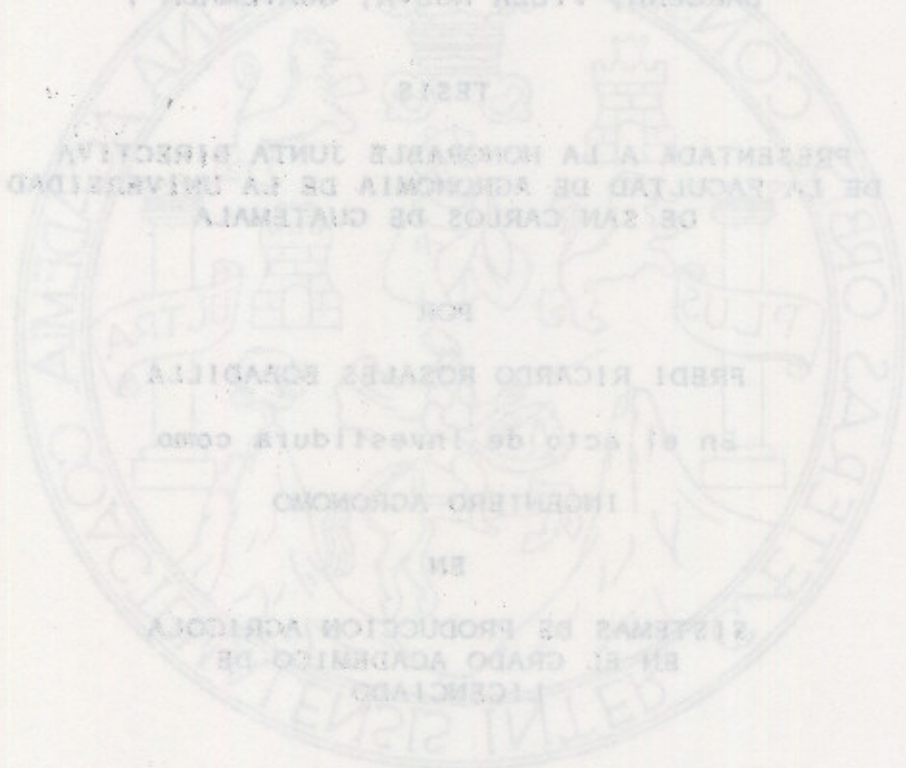
EN
SISTEMAS DE PRODUCCION AGRICOLA
EN EL GRADO ACADEMICO DE
LICENCIADO

GUATEMALA, ABRIL DE 1, 994.

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

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

"ESTUDIO DE POSIBLES VECTORES DEL AGENTE CAUSAL
DE LA ENFERMEDAD DEL ACOLCHAMIENTO DEL FOLLAJE DEL
TOMATE (Lycopersicon esculentum Mill.)
BARCENA, VILVA NUEVA, GUATEMALA"



GUATEMALA, ABRIL DE 1966.

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

DL
01
TC(1508)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

Dr. ALFONSO FUENTES SORIA

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO:	Ing. Agr. Efraín Medina Guerra
VOCAL PRIMERO:	Ing. Agr. Maynor Estrada Rosales
VOCAL SEGUNDO:	Ing. Agr. Waldemar Nufio Reyes
VOCAL TERCERO:	Ing. Agr. Carlos Roberto Mota de Paz
VOCAL CUARTO:	P. A. Milton Abel Sandoval
VOCAL QUINTO:	Br. Juan Gerardo De León Montenegro
SECRETARIO:	Ing. Agr. Marco Romilio Estrada Muy

Guatemala, abril de 1,994

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

Respetables Señores:


En cumplimiento de las normas establecidas por la ley orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a vuestra consideración el trabajo de tesis titulado:

"ESTUDIO DE POSIBLES VECTORES DEL AGENTE CAUSAL DE LA
ENFERMEDAD DEL ACOLOCHAMIENTO DEL FOLLAJE DEL
TOMATE (*Lycopersicon esculentum* Mill.).
BARCENA, VILLA NUEVA, GUATEMALA".

Como requisito previo a obtener el título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas.

En espera de su aprobación, aprovecho la oportunidad para suscribirme de ustedes,

Atentamente,


FREDI RICARDO ROSALES BOBADILLA

ACTO QUE DEDICO

A JEHOVA

SUPREMO CREADOR

A MIS PADRES

RICARDO ROSALES

MARIA DE JESUS BOBADILLA

Con respeto hacia ustedes con un sencillo homenaje por su orientación, apoyo y sacrificio.

A MI ESPOSA

ROSA ANGELICA DE LA CRUZ DE ROSALES

Compañera de mi vida, a quien con amor dedico este triunfo.

A MIS HIJOS

FREDDY EMMANUEL Y MELISSA ANGELICA

Con mucho amor y cariño.

A MIS HERMANOS

JAIME OSWALDO, OTTO RAUL Y DELIA MARIA

Como un ejemplo a seguir para su superación.

MUY ESPECIALMENTE

RAUL SANCHEZ Y

ROSALINA SANTIAGO

(Q.E.P.D.)

Por

sus

consejos

y

orientación.

TESIS QUE DEDICO

A: MI PATRIA GUATEMALA

A: MI PUEBLO VILLA NUEVA

A: MIS CENTROS DE ESTUDIO

A: LA FACULTAD DE AGRONOMIA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN
CARLOS DE GUATEMALA

A: MIS AMIGOS EN GENERAL

AGRADECIMIENTO

A MIS ASESORES

Ing. Agr. RENE LEONEL CRUZ
Ing. Agr. SAMUEL CORDOVA
Por su valiosa asesoría, apoyo y
conducción en la realización del presente
trabajo.

INDICE

	PAGINA
INDICE DE CUADROS.....	i
RESUMEN.....	ii
1. INTRODUCCION	1
2. DEFINICION DEL PROBLEMA	3
3. MARCO TEORICO	5
3.1. Marco Conceptual	5
3.1.1. Origen y Distribución del tomate	5
3.1.2. Clasificación Taxonómica del tomate.....	5
3.1.3. Descripción Botánica del tomate (<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill)	6
3.1.4. Condiciones ecológicas para el cultivo del tomate	6
3.1.5. Propiedades Alimenticias del Tomate	6
3.1.6. Explotación del Tomate	6
3.1.7. Plagas y Enfermedades del tomate	8
3.1.8. Agente Causal de las virosis	11
3.2. Marco Referencial	22
3.2.1. Descripción y Localización del Area Experimental	22
3.2.2. Variedad de Tomate	23
3.2.3. Posibles agentes transmisores bajo estudio	23
3.2.4. Unidades experimentales usadas.....	24
4. OBJETIVOS	26
5. HIPOTESIS	27
6. METODOLOGIA	28
6.1. Tratamientos	28
6.2. Descripción de los Tratamientos	28
6.3. Manejo general del Experimento	30
6.4. Variable respuesta evaluada.....	31
7. DISCUSION DE RESULTADOS	33
8. CONCLUSIONES	36
9. RECOMENDACIONES	37
10. BIBLIOGRAFIA	38

INDICE

PAGINA

1	INDICE DE CUADROS.....
11	RESUMEN.....
1	1. INTRODUCCION.....
3	2. DEFINICION DEL PROBLEMA.....
3	3. MARCO TEORICO.....
3	3.1. Marco Conceptual.....
3	3.1.1. Origen y Distribución del tomate.....
3	3.1.2. Clasificación Taxonómica del tomate.....
4	3.1.3. Descripción Botánica del tomate.....
4	3.1.4. Condiciones ecológicas para el cultivo del tomate.....
4	3.1.5. Propiedades Alimenticias del Tomate.....
4	3.1.6. Explotación del Tomate.....
8	3.1.7. Plagas y Enfermedades del tomate.....
11	3.1.8. Agente Causal de las virosis.....
22	3.2. Marco Referencial.....
22	3.2.1. Descripción y Localización del Área Experimental.....
23	3.2.2. Variedad de Tomate.....
23	3.2.3. Posibles agentes transmisores bajo estudio.....
24	3.2.4. Unidades experimentales usadas.....
26	4. OBJETIVOS.....
27	5. HIPOTESIS.....
28	6. METODOLOGIA.....
28	6.1. Tratamientos.....
28	6.2. Descripción de los Tratamientos.....
30	6.3. Manejo general del Experimento.....
31	6.4. Variable respuesta evaluada.....
33	7. DISCUSION DE RESULTADOS.....
34	8. CONCLUSIONES.....
37	9. RECOMENDACIONES.....
38	10. BIBLIOGRAFIA.....

INDICE DE CUADROS

CUADRO	PAGINA
1. MANIFESTACION DEL ACOLOCHAMIENTO DEL FOLLAJE DEL TOMATE A DIFERENTES DIAS DESPUES DEL TRASPLANTE (ddt).....	20
2. EFECTO DEL ACOLOCHAMIENTO DEL FOLLAJE DEL TOMATE SOBRE Y NUMERO DE FRUTOS POR PLANTA.....	21
3. DETECCION EN PORCENTAJES DE LA SINTOMATOLOGIA DE LA ENFERMEDAD DEL ACOLOCHAMIENTO DEL FOLLAJE DEL TOMATE BARCENA, VILLA NUEVA, GUATEMALA, 1992-1993.....	33

"ESTUDIO LOS POSIBLES VECTORES DEL AGENTE CAUSAL DE LA
ENFERMEDAD DEL ACOLOCHAMIENTO DEL FOLLAJE DEL
TOMATE (*Lycopersicon esculentum* Mill.).
BARCENA, VILLA NUEVA, GUATEMALA".

"STUDY OF POSSIBLE VECTORS OF THE CAUSAL AGENT OF TOMATO'S
(*Lycopersicon esculentum* Mill.) FOLIAGE CURLY DISEASE.
BARCENA, VILLA NUEVA, GUATEMALA".

RESUMEN

En la aldea Barcena, así como en otras regiones de Guatemala, la enfermedad del acolochamiento del follaje del tomate, ha incrementando su incidencia, llegando a provocar daños a nivel económico, porque, aumenta las pérdidas y los costos de producción. Por tal razón, se realizó la presente investigación que tenía como propósito determinar los posibles vectores del agente causal de dicha enfermedad.

El objetivo principal de la investigación fue determinar entre posibles vectores potenciales el o los vectores reales, para ejercer un adecuado control de estos, y disminuir así, la incidencia de la enfermedad.

Se establecieron 5 tratamientos en los que se expusieron plantas de tomate bajo diferentes condiciones; es decir, se expusieron a mosca blanca (*Bemisia* sp.) a nemátodos *Dorylaimus* sp. y *Tylenchorhynchus* sp., suelo estéril y no estéril. Se realizaron 2 repeticiones por cada tratamiento, lo cual hizo un total de 10 unidades experimentales; cada unidad experimental estuvo formada por 3 macetas en las que se sembraron 3 plantas de tomate de la variedad Cannery Row; estas macetas fueron introducidas a jaulas especiales para aislarlas del medio ambiente. Este experimento fue realizado en condiciones de invernadero. La variable respuesta

evaluada fue el porcentaje de plantas que presentaron la sintomatología de la enfermedad; es decir, clorosis, achaparramiento y rizado de las hojas.

Los resultados obtenidos demostraron que el único vector real de la enfermedad del acoloramiento del follaje del tomate resultó ser la mosca blanca (*Bemisia* sp.), ya que en este tratamiento, a los 60 días después de la siembra se observó clorosis en las hojas y a los 12 días después, el rizado característico, típico de la enfermedad. El porcentaje de plantas que en este tratamiento presentó la sintomatología fue el 100%.

1. INTRODUCCION

El cultivo del tomate es considerado un producto no tradicional de exportación que ocupa el tercer lugar dentro de los productos agrícolas más consumidos en Guatemala (17).

En la aldea Bárcena, Villa Nueva, Guatemala, el tomate, la cebolla y el chile pimiento son los cultivos hortícolas más importantes, debido a la rentabilidad de los mismos (23).

Como en otras regiones del país, en Bárcena existen problemas fitosanitarios que afectan al cultivo del tomate. Por observaciones y entrevistas realizadas, los agricultores de la región consideran que el principal problema, por el momento, es la enfermedad del acolochamiento del follaje del tomate; que aún, sin haberlas cuantificado, según los agricultores, ha causado pérdidas económicas considerables, que oscilan entre un 75 a 100%, comparadas con producciones de hace 3-4 años.

En la actualidad y por las circunstancias en las que se manifiesta la enfermedad antes mencionada, no se sabía con certeza cual o cuales eran en realidad los agentes que la transmiten. Se suponía, que en Bárcena, algunos de los vectores podrían ser la mosca blanca (Homoptera: Aleyrodidae: *Bemisia* sp. y algunos nemátodos fitoparasíticos (*Dorylaimus* sp. y *Tylenchorhynchus* sp.); ya que, por muestreos realizados en la región, se había determinado que existían asociados al cultivo del tomate cuando éste presentaba los síntomas de la enfermedad.

Por este motivo la presente investigación planteó determinar si el insecto y nemátodos anteriormente mencionados eran en realidad transmisores de la enfermedad que afecta las plantaciones de tomate en Bárcena. Este estudio era indispensable y determinante para que en el futuro, luego de determinar el o los vectores

reales, se establezcan las medidas de control necesarias; con el propósito de, realmente, encontrar una solución a la situación que afecta la economía de los agricultores de Bárcena.

El estudio se realizó bajo condiciones de invernadero en la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Los materiales que se usaron (suelo, nemátodos e insectos) fueron colectados en Bárcena, Villa Nueva, Guatemala. Y la semilla utilizada fue la variedad cannery Row.

Según los resultados y bajo las condiciones en las cuales se realizó el estudio, solo la mosca blanca, Homoptera: Aleyrodidae: *Bemisia* sp. fue el único agente transmisor de la enfermedad.

2. DEFINICION DEL PROBLEMA

El cultivo del tomate es de suma importancia para la economía nacional de Guatemala porque es considerado un producto no tradicional de exportación y ocupa el tercer lugar de los productos agrícolas más consumidos (17).

En la aldea Bárcena, Villa Nueva, Guatemala, la virosis del acolochamiento del follaje del tomate, en los últimos años, ha venido incrementando su incidencia, llegando a causar daño a nivel económico; porque, causa pérdidas en la producción y aumenta los costos de producción.

Esta enfermedad se manifiesta por achaparramiento de la planta, clorosis y rizado de las hojas. Se manifiesta, generalmente, después del trasplante, cuando la planta tiene aproximadamente un mes de edad. El daño es general a la planta; así mismo, no se presenta en parches sino ataca a toda la plantación (12).

Las regiones tomateras más afectadas por esta enfermedad se encuentran en los departamentos de Chimaltenango, Alta Verapaz, Zacapa, Jutiapa y Guatemala (9).

Generalmente se acepta, que el método más común y económicamente más importante de transmisión de virus a los cultivos es a través de insectos vectores. Entre éstos insectos los del orden Homoptera, que incluye a los afidos (familia Aphidae), las chicharritas (familia Cicadellidae) y moscas blancas (familia Aleyrodidae), contiene la mayor cantidad de insectos vectores. También existen aproximadamente una docena de virus que infectan las plantas y que son transmitidos por una o más especies de nemátodos ectoparasíticos que habitan en el suelo, tal como, *Longidorus*, *Xiphinema* y *Trichodorus* (1).

Tomando en cuenta que en Bárcena existen insectos y nemátodos que podrían ser vectores de la enfermedad antes mencionada, era necesario determinar si éstos, estaban realmente asociados a la transmisión de esta enfermedad. Este estudio era indispensable y determinante para que en el futuro, luego de determinar cuales son los vectores reales, se establezcan medidas de control para estos vectores, con el propósito de, realmente, encarar la situación que afecta la economía de los agricultores de Bárcena, Villa Nueva, Guatemala.

Esta enfermedad se manifiesta por achaparramiento de la planta, clorosis y tizado de las hojas. Se manifiesta generalmente después del trasplante, cuando la planta tiene aproximadamente un mes de edad. El daño es general a la planta; así mismo, no se presenta en parches sino afecta a toda la plantación (1).

Las regiones tomateras más afectadas por esta enfermedad se encuentran en los departamentos de Chimaltenango, Alta Verapaz, Zacapa, Jutiapa y Guatemala (1).

Generalmente se acepta, que el método más común y económicamente más importante de transmisión de virus a los cultivos es a través de insectos vectores. Entre éstos insectos del orden Homoptera, que incluye a los áfidos (familia Aphididae), las chicharritas (familia Cicadellidae) y moscas blancas (familia Aleyrodidae), contiene la mayor cantidad de insectos vectores. También existen esporadicamente una docena de virus que infectan las plantas y que son transmitidos por una o más especies de nemátodos ectoparasitarios que habitan en el suelo, tal como, *Angitia*, *Rhizinus* y *Trichostrongylus* (1).

3. MARCO TEORICO

3.1. Marco Conceptual

3.1.1. Origen y Distribución del tomate:

Las Solanáceas constituyen un grupo de especies de importancia económica. Entre ellas están la papa (*Solanum tuberosum* L.), el tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) y el tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill), que es originario de América y se cultiva en todo el mundo, especialmente en áreas subtropicales (21).

Entre las especies tropicales, de las cuales la utilización del fruto es de primordial importancia en la familia de las Solanaceas, se encuentra el tomate, *Lycopersicon esculentum* Mill; la berenjena, *Solanum melongena* L. y especies similares como el tomate de árbol, *Cyphomandra betacea* Sendt; varias especies de miltomate (*Physalis* spp.) y los ajíes o chiles (*Capsicum* spp.) (21).

3.1.2. Clasificación taxonómica del tomate (11):

De acuerdo a Cronquist (11) la clasificación taxonómica del tomate es la siguiente:

Reino:	Vegetal
Sub-reino:	Embryobionta
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Sub-clase:	Asteridae
Orden:	Solanales
Familia:	Solanaceae
Género:	<i>Lycopersicon</i>
Especie:	<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill.

3.1.3. Descripción botánica del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill).

Es una planta herbácea anual o perenne; hojas compuestas, alternas, 1-bipinnatisecta, pinnas pubescentes, sinuoso-dentadas; ápice obtuso, o agudo, segmentos dentados, 4-6 cm de largo, 1.8-3 cm de ancho, raquis de 7 cms de largo; inflorescencia en cimas grandes, flores pequeñas con corola amarilla, 6-8 lóbulos, pedicelo articulado; fruto baya carnosa muy variable, especialmente en cuanto a forma y tamaño; frecuentemente la epidermis es amarillo-rojiza. 12 a 13 cms de diámetro (15).

3.1.4. Condiciones ecológicas para el cultivo del tomate:

Los mejores rendimientos de tomate se obtienen a temperaturas de 10 a 21°C, pero, el cultivo puede desarrollarse a temperaturas promedio tan bajas como 8.3°C y tan altas como 26.6°C. El crecimiento de los tomates disminuye cuando se registran temperaturas inferiores a los 4.4°C. Cierta grado de congelación leve provoca la muerte de la planta. Cuando las flores están listas para la polinización, las oscilaciones bruscas de temperatura entre 12.8 y 34.9°C, dan por resultado, generalmente, que no se formen frutos o que simplemente, el producto no tenga ningún valor comercial (9, 16).

3.1.5 Propiedades Alimenticias del Tomate:

En 100 grs de parte comestible, 80% del fruto; se encuentran 94.3 grs de agua; 0.9 grs de proteínas; 0.6 grs de ceniza; 0.7 mgs de calcio; 19 mgs de fósforo; 0.7 mgs de hierro; 1.100 U.I. de vitamina A; 0.05 mgs de tiamina; 0.02 mgs de riboflavina; 0.6 mgs de niacina; 20 mgs de ácido

ascórbico y 17 de calorías (15).

3.1.6. Explotación del Tomate:

El tomate es una de las plantas de los trópicos americanos que ha alcanzado su mayor importancia y desarrollo fuera de su área de origen. En las últimas décadas, la introducción a América tropical de cultivares mejorados en Estados Unidos y Europa, en particular híbridos, han eliminando los cultivares nativos, de calidad inferior (21).

En Guatemala los siguientes departamentos son los mayores productores de tomate (16).

- a) En Zacapa, especialmente, los municipios de Río Hondo, Teculután, Usumatlán, Estanzuela, Gualán y Cabañas.
- b) En El Progreso, los municipios de Sanarate, El Progreso, San Cristóbal, Agua Caliente y El Jícaro.
- c) En Guatemala, los municipios de Villa Nueva, San Miguel Petapa y Villa Canales.
- d) En Chiquimula, los municipios de San Juan la Ermita y Chiquimula.
- e) En Jutiapa el municipio de Asunción Mita.

El cultivo del tomate en Centro América tiene importancia dentro de la producción agrícola; porque desde hace varios años, esta producción es sistematizada, con asistencia técnica y crediticia, y cuyo destino después de satisfacer el consumo en fresco, se destina al consumo industrial. La producción en Guatemala para 1974 fue de 87,247 toneladas métricas (16).

El tomate es un producto hortícola que tiene mucha demanda en casi todos los países del mundo; porque es una hortaliza muy popular y de consumo diario en la dieta humana, especialmente en los subtrópicos y trópicos, para el consumo

en fresco. Constituye por otra parte, materia prima muy importante para la industria dedicada al procesamiento de alimentos, especialmente, para la elaboración de pastas, salsas y jugo de tomate (16).

Las cifras de la comercialización exterior del cultivo del tomate de los países Centro Americanos, únicamente exportaciones hacia los Estados Unidos de Norte América, comparadas con la producción mundial, son insignificantes; sin embargo, Centro América posee condiciones ecológicas favorables para el fomento del cultivo del tomate, con destino a la exportación (16).

Actualmente, Estados Unidos de Norteamérica se considera el mayor productor de tomate a nivel mundial. En 1974, su producción fue de aproximadamente 7,270.00 miles de toneladas métricas, lo cual representó el 20% de la producción mundial; no obstante, este país ha recurrido a la importación de tomate para completar sus necesidades de demanda interna (18).

Durante el período de 1968 a 1974, México suplió la mayor parte de las importaciones de Estados Unidos de Norteamérica. Otros proveedores lo han sido República Dominicana, Bahamas y Canada (18).

Durante el Período 1968 a 1974, las importaciones de tomate en los Estados Unidos de Norteamérica se han desarrollado en una tasa de crecimiento promedio anual del 7.3%, alcanzando en 1974 un total de 270,263 toneladas métricas, con un valor de 64,529 miles de dólares (18).

El mercado europeo puede considerarse como el mayor importador a nivel mundial de tomate en fresco, porque absorbe el 61% de las exportaciones totales. En 1974, sus importaciones ascendieron a 878,277 toneladas métricas, con un

valor de 481,578 miles de dólares. En este año, el mayor importador de los países europeos fue Alemania Federal, seguido por Francia, con el 59% de las importaciones totales. Otros países que efectuaron considerables importaciones, fueron Checoslovaquia, Suiza, Bélgica y Holanda (18).

3.1.7. Plagas y Enfermedades del tomate:

Las plagas son una de las mayores limitantes para la producción del tomate. Entre las más importantes están los insectos masticadores, como la "gallina ciega" (*Phyllophaga* spp.) y el "gusano alambre" (*Agriotes* sp.). El estado larvario de estos insectos es prolongado. En la gallina ciega dura en promedio 3 años. En el gusano alambre se alarga hasta 4 años. Por su característica especial de larga vida bajo el suelo, estos insectos hacen notables estragos a los cultivos. Su movilidad dentro del suelo incrementa su peligrosidad, con frecuencia, cambian de plantas hospedera. El daño que causan consiste en la mutilación de las raíces, posteriormente, las heridas causadas por esta mutilación pueden ser invadidas por hongos fitoparasíuticos que habitan el suelo. Los daños ocasionados al cultivo pueden alcanzar grandes proporciones, si estas larvas no son controladas a tiempo (3).

Otras plagas como los "gusanos tierreros" (*Prodenia* sp.), "trozadores" (*Agriotis ipsilon* (Hufnagel), "cuerudos" (*Feltia* sp.), según las condiciones climáticas, nacen de huevecillos a los 5-9 días de haber sido ovipositados. Las pequeñas larvas permanecen de día enterradas y enroscadas dentro del suelo. De noche, salen para alimentarse de tallos y hojas de las plantas; cortándolas al ras del suelo (3).

Otra plaga de importancia económica son las larvas del "gusano del fruto" (*Heliothis* sp.). Estas larvas se alimentan

de las hojas tiernas; posteriormente, penetran la fruta (3).

Otro insecto de importancia económica es la "mosca blanca" (*Bemisia* sp.), clásico agente transmisor de virus. Este es un insecto chupador-picador de aproximadamente 2 mm de largo y 1/2 mm de ancho. Según investigaciones, la mosca blanca adquiere los virus, al alimentarse por tres horas o menos de una planta enferma, y por el resto de su vida ella infectará otras plantas sanas de las que se alimente. Después de la infección, pasan unos 15 días antes de que la planta presente los síntomas de la enfermedad (período de incubación). Por eso, los campos de cultivo se ven enfermos hasta unas dos semanas después del primer ataque fuerte de mosca blanca. Aparentemente, el síntoma del agente causal de esta enfermedad se manifiesta principalmente como un encrespamiento de la hoja (3).

Se han identificado tres especies de moscas blancas presentes en el cultivo del tomate en Guatemala: *Bemisia tabaci*, *Trialeurodes vaporariorum* y *T. abutilonea*. Sin embargo, las dos últimas se han encontrado en menos de 1% de las muestras y sólo *Bemisia tabaci* (Gennadius) se encontró completando su ciclo biológico en plantas de tomate (8).

Otra de las limitantes importantes en la producción del tomate, son las enfermedades, una de las más importantes es el "tizón tardío", llamado también "mildiu", "argeño" o "hielo". El tiempo húmedo y caluroso, así como, las lloviznas persistentes y bajas temperaturas favorecen la diseminación de propágulos de esta enfermedad, causada por el hongo *Phytophthora infestans* De Bary. Los primeros síntomas se notan en las puntas y bordes de las hojas más bajas; estos síntomas son manchas húmedas, al principio amarillentas, más tarde se tornan pardas y terminan ennegreciéndose. Esta

enfermedad afecta las hojas, tallos y frutos. En casos graves se marchitan y se pudren las partes aéreas de la planta. La susceptibilidad de la planta a las infecciones aumenta con su edad. En los ataques tardíos las infecciones ocurren por medio del contacto directo con hojas enfermas o por contaminación por esporas arrastradas al suelo por el agua de lluvia o por el viento (3).

Los virus, como el mosaico del tabaco, también afectan al tomate. Estos virus causan que las hojas y ocasionalmente los frutos, se vean moteados, marchitos y amarilloverdosos. Las hojas infectadas se enroscan y crecen ligeramente deformes. La planta se pone raquítica, queda enana, bota las flores y disminuye su fructificación. Esta enfermedad típica del tabaco, es sumamente infecciosa en el tomate y suele ser propagada principalmente por insectos picadores- chupadores y por personas que atienden el cultivo (3).

3.1.8. Agente Causal de las virosis:

En 1886, Mayer reprodujo la enfermedad del mosaico del tabaco al inyectar la savia de plantas enfermas a sanas. La savia de las plantas enfermas siguió infectando incluso después de un calentamiento continuo hasta 60°C, aunque perdió su infectividad después de calentarla varias horas a una temperatura de 80°C. Debido a que no se desarrollaron hongos en las plantas enfermas o en el jugo filtrado, Mayer llegó a la conclusión de que probablemente una bacteria era la causante de la enfermedad del mosaico del tabaco. En 1892, Ivanowski demostró que el agente que producía el mosaico del tabaco podía pasar incluso a través de un filtro que retenía a las bacterias, esta observación lo indujo a pensar que la enfermedad era ocasionada por una toxina secretada por las bacterias o por pequeñas bacterias que pasaban a través de los poros del filtro. Finalmente, Beijerinck, en 1898, llegó a la

conclusión de que el mosaico del tabaco no era ocasionado por un microorganismo, sino por un *contagium vivum fluidum*, al que denominó virus. Pero, fue hasta 1935, que Standley obtuvo una proteína cristalina infecciosa al tratar el jugo de plantas de tabaco infectadas con sulfato de amonio, este experimento, le permitió concluir que los virus podían ser considerados como una proteína autocatalítica que tenía la capacidad de multiplicarse dentro de las células vivas. En 1939, Bawden y sus colaboradores demostraron que las preparaciones cristalinas del virus, de hecho, estaban constituidas por moléculas de proteínas y ácido nucleico. Las primeras partículas virales fueron observadas por Kausche y colaboradores en 1939 con ayuda del microscopio electrónico (1).

Desde esa época, se ha tratado de clasificar a los virus de diversas formas; pero en la mayoría de los casos, el resultado de estas clasificaciones no ha sido bien aceptada. En realidad, el fracaso de muchos sistemas de clasificación propuestos se ha debido al escaso conocimiento de estas partículas infecciosas. Tanto así, que la nueva información obtenida sobre las propiedades de los virus, tanto biológicas como físicas y químicas, hizo necesaria una clasificación más lógica que las intentadas con anterioridad. Dicha clasificación se basa, principalmente, en propiedades como la afinidad por tejidos o huéspedes y síntomas de las enfermedades que producen. Pero, en la actualidad se cuenta con información suficiente respecto a la composición química y estructura de estos "seres", lo cual permite un agrupamiento más razonable (27).

Según el comité Intencional de Clasificación, los virus se deben agrupar por la similitud de sus características, sin tomar en consideración la índole de huésped que infecten.

Siguiendo este criterio, los virus se dividen en dos grandes grupos, los que tienen ácido ribonucleico (ARN) y los que tienen ácido desoxirribonucleico (ADN). Esta clasificación se basa en la constitución química y forma de la partícula madura. Esta clasificación considera seis propiedades: la composición del ácido nucléico, el tamaño de la partícula, la sensibilidad al éter, la presencia o ausencia de una envoltura, la simetría y el número de capsómeros (cuando este se puede determinar) (15, 27)

Los virus de las plantas difieren ampliamente de todos los demás fitopatógenos, no sólo en tamaño y forma, sino también en la sencillez de su constitución química, estructura física, método de infección, propagación, translocación dentro del hospedero, diseminación y síntomas que producen en el hospedero. Debido a su tamaño pequeño y a la transparencia de su soma, los virus no siempre pueden observarse ni detectarse mediante los métodos convencionales utilizados para estudiar otros patógenos. Los virus no son células ni constan de ellas (1, 5).

Los métodos que se utilizan actualmente para detectar a los virus de las plantas incluyen, principalmente, la transmisión del virus de una planta enferma a una sana, ya sea esta por gemación, injerto o fricción con la savia de la planta enferma. En algunos otros métodos de transmisión se utilizan insectos vectores o la planta parásita "cúscuta sp."; sin embargo, la mayoría de estos métodos no pueden determinar si el patógeno es un virus, un micoplasma o una bacteria del tipo de las rickettsias. La prueba más definitiva de la presencia de un virus en una planta, la proporciona la purificación, observación en el microscopio electrónico y pruebas serológicas (1).

Los virus que infectan a las plantas por lo menos, están

formados de un ácido nucléico y una proteína. Algunos de ellos constan de más de uno de esos componentes y otros contienen compuestos químicos adicionales como poliaminas, lípidos o enzimas específicas. El ácido nucléico presente en la partícula viral es entre el 5-40% y la proteína el 60-95% restante (1, 27).

Los bajos y altos porcentajes de ácido nucléico y de proteína, respectivamente, se encuentran en los virus elongados; mientras que los esféricos, contienen los más altos porcentajes de ácido nucléico y los más bajos porcentajes de proteína. Pero, por lo general, el peso total de las nucleoproteínas de las distintas partículas virales varían desde 4.6 millones de unidades de peso molecular (virus mosaico del bromo), hasta 73 millones (virus sonajero del tabaco). Sin embargo, el peso del ácido nucléico fluctúa solamente entre 1 y 3 millones de unidades de peso molecular por partícula viral (1).

Para que un virus infecte a una planta, primero debe pasar de una célula a otra, los virus se desplazan a través de los plasmodesmos de células adyacentes, sin embargo, parece ser que los virus no se mueven a través de las células parenquimatosas, a menos que las infecten y se propaguen en ellas, dando lugar a una invasión constante y directa de célula a célula. En las células parenquimatosas de la hoja, el virus se desplaza aproximadamente un milímetro (de 8 a 10 células por día). Aunque, algunos virus parecen restringirse más o menos a un movimiento mínimo en el parénquima, se sabe que una gran cantidad de ellos son transportados grandes distancias con rapidez a través del floema. Al parecer, el transporte de esos virus por el floema se lleva a cabo por los tubos cribosos; por lo que, se mueven con una velocidad de hasta de 15 cms en los primeros 6 minutos. Sin embargo, la mayoría de los virus requieren de 2 a 5 ó incluso más días

para infectar a una hoja inoculada (10).

El más común y en ocasiones el único tipo de síntoma causado por los virus es una menor tasa de crecimiento de la planta; lo cual, causa diferentes grados de enanismo o achaparramiento en toda la planta. Al parecer, casi todas las enfermedades virales ocasionan cierto grado de disminución en el rendimiento y el período de vida de las plantas infectadas se acorta. Estos efectos pueden ser severos y fáciles de observar o pueden ser muy poco significativos y pasar inadvertidos con facilidad. Los síntomas más evidentes en las plantas infectadas con virus muestran síntomas visibles en el tallo, fruto y raíces con o sin el desarrollo de síntomas foliares (1).

Los virus de "mosaico", se caracterizan por provocar áreas de color verde claro, amarillo o blanco, también pueden causar patrones entremezclados de estos colores con las áreas de color normal de las hojas o frutos. Dependiendo de la intensidad o patrón del manchado, los síntomas del tipo del mosaico se describen como moteado, rayado, modelo anular, modelo linear, aclaramiento de las nervaduras, bandeado de las nervaduras, manchado clorótico, etc. Este cambio de color causado por los virus hace que disminuya la fotosíntesis de la planta al reducir el nivel de clorofila en la hoja y por consiguiente el área foliar fotosensible de la planta. Así mismo, por lo general, los virus alteran la cantidad de sustancias reguladoras de crecimiento (hormonas) de la planta, con frecuencia, inducen un aumento en las sustancias inhibitoras del crecimiento. La disminución de nitrógeno soluble en la planta durante la rápida síntesis del virus es un fenómeno común causado por las enfermedades virales de las plantas. En el caso de los mosaicos, el contenido de carbohidratos en los tejidos de la planta disminuye en forma drástica (1).

Casi un centenar de virus son transmitidos por semillas; sin embargo, como regla general, sólo una pequeña cantidad, del 1 al 30% de las semillas que provienen de plantas infectadas con virus, los transmiten; por lo que, la frecuencia de transmisión varía según la relación que se establezca entre el virus y su hospedero. En algunos casos, como por ejemplo en la soya, el virus puede ser transmitido por casi el 100% de las semillas de las plantas infectadas; mientras que en otros, la transmisión del virus a través de las semillas puede ser variable, entre 28 y 94% en el "virus del mosaico de la calabaza" en el melón y del 50% al 100% en el "virus del mosaico estriado de la cebada". Sin embargo, incluso dentro de la misma especie, los porcentajes en que las semillas transmiten el virus puede variar según la variedad o época cuando la planta fue inoculada con el virus (1).

Los virus que infectan a las plantas, nunca o casi nunca, las abandonan espontáneamente. Por esta razón, los virus no son diseminados por el viento o el agua; inclusive, cuando son transportados en restos de plantas enfermas, en general, no producen infecciones a menos que entren en contacto con los contenidos de una célula viva dañada de otra planta. Sin embargo, pueden ser transmitidos de planta a planta mediante diversas formas, como la propagación vegetativa, mecánicamente a través de la savia, por medio de semillas, polen, insectos, acaros, nemátodos, cúscura y hongos. Pero el método más común y de importancia económica de transmisión de los virus en el campo es a través de insectos vectores. Sólo los miembros de unos pocos grupos de insectos pueden transmitir los virus que infectan a las plantas. El orden Homoptera, que incluye a los afidos (familia Aphidae) y a las chicharritas (Cicadellidae), contiene la mayor cantidad de insectos vectores de virus más importantes que afectan a las plantas. Algunas especies de otras familias de este mismo Orden, también transmiten virus a las plantas, pero su cantidad e

importancia no se compara con las familias ya mencionadas. Entre estas otras familias se encuentran las "moscas blancas" (Aleyrodidae), los "piojos blancos" y las "escamas" (Coccidae) y los "toritos" (Membracidae). Otros insectos vectores de virus que afectan a las plantas pertenecen a otros órdenes, tales como las "chinchas verdaderas" (Hemiptera), los "trips" (Thysanoptera), los "escarabajos" (Coleoptera) y los "saltamontes" (Orthoptera) (1).

Los insectos con aparatos bucales picadores-chupadores portan los virus dentro de sus estiletes ("virus no persistentes") o los acumulan dentro de su cuerpo ("virus persistentes" o "circulativos"). Algunos virus circulativos se pueden propagar en los vectores correspondientes, por lo que se les denominan virus propagativos. Los virus transmitidos por insectos con partes bucales masticadoras pueden también ser circulativos o viajar en las partes bucales del insecto (1).

Así mismo, aproximadamente una docena de virus que infectan a las plantas son transmitidos por una ó más especies de tres géneros de nemátodos ectoparasíticos que habitan en el suelo. Los nemátodos de los géneros *Longidorus* y *Xiphinema* son vectores del virus de forma "poliédrica", que producen las enfermedades de la "mancha anular del tabaco", "mancha anular del tomate", "mancha anular de la frambuesa", "anillo negro del tomate", "enrollamiento foliar del cerezo", "mosaico del bromo" y "hoja de abanico de la vid". Así mismo, los nemátodos del género *Trichodorus* transmiten virus en "forma de varilla", que causan la enfermedad llamada "virosis sonajero del tabaco" y la "virosis del empardecimiento temprano del chícharo" (1).

Los nemátodos vectores transmiten los virus cuando se

alimentan de las raíces de plantas infectadas y más tarde se desplazan hacia las raíces de plantas sanas. Tanto las larvas como los nemátodos adultos pueden adquirir y transmitir los virus, pero éstos no pasan a través de las mudas de las larvas o los huevecillos, después de la muda, las larvas o adultos deben alimentarse de una fuente con el virus para que puedan adquirirlo y transmitirlo de nuevo (1).

En el caso de la problemática del virus del acolochamiento del follaje del tomate, su manifestación puede iniciarse desde la siembra. En monjas, Jalapa, siembran aproximadamente 1,470 ha distribuidas en cuatro épocas de siembra; la primera de mayo a julio, la segunda de agosto a octubre, la tercera o de humedad de octubre a diciembre y la cuarta o de riego de enero a abril. Antes del problema del virus del acolochamiento del follaje del tomate se obtenían entre 15,909.09 a 31,818.18 Kg/ha, actualmente, se producen en promedio de 1,590.91 Kg/ha. Los agricultores asocian las bajas en la producción a la enfermedad o virosis que transmite la mosca blanca; otros productores, lo atribuyen al medio ambiente contaminado y a la fuerte energía de los rayos del sol. Pero en todos los casos, el control químico es el medio generalizado de control, y a pesar del abuso que han realizado de estos productos, no han obtenido resultados favorables para disminuir este problema (9).

De 89 comunidades estudiadas en Jalapa, 17 de ellas siembran tomate; mientras que en Jutiapa, de 37 comunidades, 31 lo cultivan. De los principales factores limitantes para el cultivo del tomate, el 60% de las comunidades estudiadas reportó que el acolochamiento les ocasionaba daños que van de un 20 hasta un 75% (9).

En la laguna de Retana, El Progreso, Jutiapa, de aproximadamente 2,240 ha, el tomate ocupa el 95% del área

cultivada (1,478.4 ha). En 1988, se detectaron los primeros problemas de virosis en los meses de octubre a mayo. En esta región los rendimientos obtenidos antes del problema del acolochamiento eran en promedio 45.5 Tm/ha de tomate, actualmente los rendimientos de tomate han descendido hasta 27.3 Tm/ha (se estima un 60% de reducción), mientras que los costos de control para la mosca blanca se han incrementado en un 30%. Se ha dependido del control químico y éste no ha sido efectivo por varias causas, entre las que se puede indicar la aplicación inadecuada, dosis altas y mala cobertura de las plantas (9).

El acolochamiento es actualmente el problema que más limita la producción de tomate en Guatemala. Aparentemente, la causa de esta enfermedad es la presencia de virus transmitidos por la mosca blanca (*Bemisia tabaci* (Gennadius)). En un estudio (9), se determinó que en el 95% de las muestras de las plantas de tomate enfermas provenientes de 5 departamentos de la república de Guatemala, el agente causal de la enfermedad del acolochamiento del follaje del tomate era causado por un virus del tipo Gemini (transmitido por *Bemisia tabaci* (Gennadius)). Además de este virus, se determinó en las muestras los virus TbEV (14%), CMV (20%), PVX (10%), PVY (16%) y TMV (20%). Esto sitúa a los Gemini virus como los principales causantes del problema.

El efecto que en el rendimiento tiene esta enfermedad varía de acuerdo a la etapa de desarrollo en que la planta adquiere el virus. Es decir que, la etapa fenológica crítica en la aparición del acolochamiento ocurre entre los días 1 y 50 después de la siembra (30 días después del trasplante). Generalmente hay una relación directa que indica que mientras más temprano ocurra la infección, mayor será la pérdida. Esto sugiere que se debe proporcionar una especial protección a los

semilleros y al cultivo, los siguientes 30 días después de realizado el trasplante (9).

Se considera que si la planta adquiere el virus muy temprano en su desarrollo, el rendimiento es reducido incluso a cero. Por el contrario, si el virus es adquirido en las etapas finales de desarrollo de la planta, el rendimiento casi no se verá afectado. Esto indica que el control de la mosca blanca es necesario hacerlo en las primeras etapas del desarrollo de la planta (9).

Por ejemplo, en un estudio (12) se determinó que cuando la manifestación del acolochamiento del follaje del tomate se da a una edad más temprano, también se reduce el rendimiento, tal como se aprecia en el cuadro 1.

CUADRO 1. Manifestación del acolochamiento del follaje del tomate a diferentes días después del trasplante (ddt).

Fecha de aparecimiento de la sintomatología de la enfermedad del acolochamiento del follaje del tomate (ddt)	Rendimiento en Kg/ha
22	3,786.82
29	6,093.91
36	9,069.27
50	17,438.46

Así mismo, el peso promedio por fruto y número de frutos por planta se ve afectado por la enfermedad del acolochamiento del follaje del tomate, esta situación se presenta en el cuadro siguiente (12):

CUADRO 2. Efecto del acolochamiento del follaje del tomate sobre peso y número de frutos por planta.

Días después del trasplante cuando aparece la enfermedad	Peso promedio del fruto grs	No. promedio de frutos por planta
22	24.56	9.45
29	26.43	14.37
36	32.46	17.50
43	36.57	32.60
50	41.46	22.25

Por lo que, indirectamente, la mosca blanca se ha constituido en el principal problema del cultivo de tomate, por que este insecto es el principal transmisor del virus que causa la sintomatología de acolochamiento; tanto así que, se ha sabido de plantaciones completas que no han logrado llegar a la etapa de rendimiento por este problema.

En un experimento realizado con 38 materiales de tomate para constatar si había alguno resistente o tolerante al acolochamiento del follaje del tomate; según la caracterización realizada, ninguno de los materiales evaluados mostró ser resistente (25).

Ahora bien, para el control de la mosca blanca (*Bemisia tabaci* (Gennadius)) se han utilizado diferentes técnicas, una de ellas ha sido la utilización de aceites y detergentes (6).

Otra de las técnicas utilizadas para evitar el acolochamiento del follaje del tomate ha sido el manejo de semilleros. En ICTA, El Oasis, la Fragua, Zacapa, se observó que el uso de agroquímicos en semilleros es efectivo para el control de la mosca blanca, pero así mismo, se ha determinado que se tienen otras alternativas tales como el uso de la tela "Organdy" como barrera mecánica para evitar el ingreso de la mosca blanca a los semilleros y obtener así plantas sanas de

tomate, libres de virus (26).

Otra alternativa muy utilizada para el control de la mosca blanca, han sido los cultivos trampa. En relación a esta alternativa, se han realizado estudios para determinar la densidad poblacional de la mosca blanca en diferentes cultivos. Se ha reportado que el tomate fue el preferido por los adultos de mosca blanca y el frijol Tamazulapa fue el más ovopositado; sin embargo, el mayor número de inmaduros se encontró en melón (7).

También se han probado dos tipos de trampas para reducir las poblaciones de mosca blanca; entre ellas, están las bolsas plásticas de diferentes colores con adherentes. En este sentido, un estudio concluyó que las trampas amarillas son las que más reducen las poblaciones de mosca blancas y éstas son más efectivas dentro del cultivo (8).

Otro método utilizado para controlar la entrada de mosca blanca y la incidencia de virosis en campos de tomate, ha sido el uso de barreras de plantas de sorgo. Se ha determinado que las barreras de sorgo por si solas, no son un medio efectivo para evitar las infestaciones de mosca blanca, sino tienen que ir asociadas con algún tipo de insecticida (8).

3.2. Marco Referencial:

3.2.1. Descripción y Localización del Area Experimental:

La fase de campo se realizó en los invernaderos de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala que está ubicada al sur de la Ciudad capital a 14° 35' 11" latitud norte y 90° 35' 58" longitud oeste (19).

Los materiales usados en la fase de invernadero, suelo, nemátodos e insectos, fueron traídos de la aldea Bárcena, Villa Nueva, Guatemala, que también está ubicada al sur de la Ciudad capital a 14° 32' 15" latitud norte y 90° 36' 35" longitud oeste y a una altitud de 1,450 msnm (23).

3.2.2. Variedad de Tomate:

La variedad Cannery Row es originaria de California, Estados Unidos. Esta variedad se adapta altitudes de 1067-1982 msnm. La planta tiene un crecimiento determinado que oscila entre los 60-70 cms de altura. El fruto es de tipo ciruelo. Esta Variedad se adapta muy bien a clima templado. La planta se desarrolla bien en suelos con un pH de 5.4. Esta variedad es resistente a *Fusarium*, *Verticillium* y *Alternaria*. Su rendimiento es de 25,454.55-28,636.36 Kg/ha.

En un estudio realizado por Dardón, Salguero y Morales (25), se demostró que, además de otras 37 variedades de tomate, la variedad Cannery Row es susceptible al acolochamiento del follaje.

3.2.3. Posibles agentes transmisores bajo estudio:

La mosca blanca (*Bemisia* sp.) es un insecto picador-chupador de aproximadamente 2 mm de largo y 1/2 mm de ancho.

La hembra adulta ovíparita sus huevecillos en el envés de las hojas; después de la primera muda, la ninfa pierde sus patas y se mantiene fija en un lugar de la hoja, chupando la savia de la planta. En este estadio, la ninfa se parece mucho a una escama de aproximadamente 1 mm de diámetro. Su color va del amarillento pálido al blanco verdusco. Su consistencia es cerosa (2, 3, 4)

Una de las especies de nemátodos transmisores de virus es *Longidorus elongatus* o *Dorylaimus elongatus* de Man de la Subclase Adenophorea, Orden Dorylaimida; que puede considerarse de verdadero interés en la nematología vegetal. Sus características esenciales son: su forma alargada y cilíndrica y su esófago típico Dorylaimideo formado por una parte anterior delgada y prolongada y una posterior ensanchada, es decir, carente de bulbo medio y también de válvula; así mismo, sus tres o cinco glándulas esofágicas, el estilete que puede ser axial, delgado y muy largo como en los géneros fitoparásitos o puede ser corto, en forma de diente parietal o compuesto con varios dientes. En estos nemátodos, las papilas labiales están dispuestas en dos círculos. Los machos tienen dos testículos y las hembras, según la especie, puede tener uno o dos ovarios (20, 29).

En el caso del nemátodo ectoparásito del género *Tylenchorhynchus* (0.6-1.4 mm de largo), que algunas veces se comporta como endoparásito; posee un estilete esbelto, provisto de nódulos basales bien desarrollados. En estos nemátodos, las glándulas esofágicas no se traslapan con el intestino. La hembra tiene dos ovarios y la vulva se localiza cerca de la mitad del cuerpo. La longitud de la cola es dos veces más grande que el diámetro del cuerpo a la altura del ano, pudiendo esta, terminar en forma redondeada o adelgazada. La cola de los machos presenta bursa. Poco se sabe respecto a los daños inducidos por estos nemátodos; sin embargo,

existen algunos estudios que reportan serios achaparramientos causadas en algunos cultivos atacados por algunas especies de este género (22, 30).

3.2.4. Unidades Experimentales Usadas:

En esta investigación, para sembrar las plantas de tomate, se usaron macetas de plástico de 20 cms de alto por 20 cms de diámetro. El suelo provino de aldea Bárcena, Villa Nueva, Guatemala, de terrenos con plantaciones afectadas por el virus del acoloramiento del follaje del tomate. Cada unidad experimental estuvo constituida por 3 macetas. Las jaulas o cámaras de aislamiento donde se llevó a cabo el experimento eran de madera cubiertas de una tela fina (espuma) para evitar que los insectos bajo estudio pudieran escapar o que insectos del exterior pudieran ingresar a las unidades experimentales. Las jaulas o cámaras de aislamiento se representan en la figura siguiente:

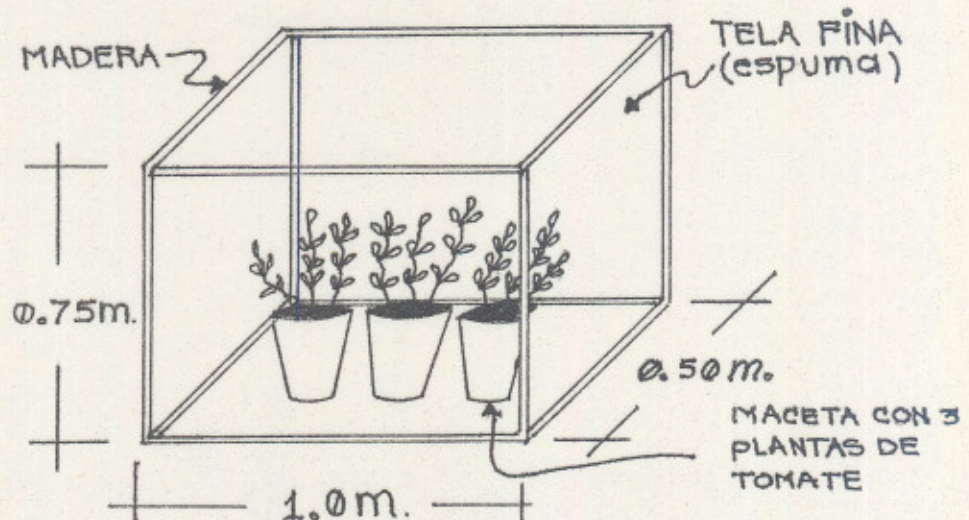


Figura 1. Cámara o jaula de aislamiento para evitar la contaminación de las unidades experimentales.

Existen algunos estudios que reportan serios achaparramientos causados en algunos cultivos atacados por algunas especies de este género (22, 30).

4. OBJETIVOS

1. Determinar si la mosca blanca *Bemisia* sp. presente en Bárcena, Villa Nueva, Guatemala y asociada al cultivo del tomate es vector del agente causal del achaparramiento del follaje del tomate.
2. Determinar si los nemátodos fitoparasíticos de los géneros *Dorylaimus* sp. y *Tylenchorhynchus* sp. presentes en Bárcena, Villa Nueva, Guatemala y asociados al cultivo del tomate son vectores del agente causal del achaparramiento del follaje del tomate.

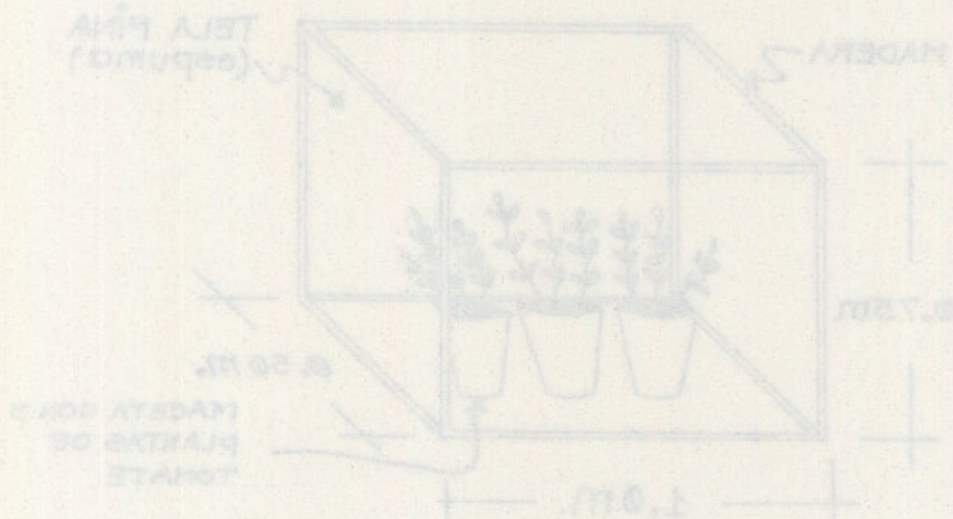


Figura 1. Cámara o jaula de aislamiento para evitar la contaminación de las unidades experimentales.

5. HIPOTESIS

1. La mosca blanca (*Bemisia* sp.) presente en Bárcena, Villa Nueva, Guatemala y asociada al cultivo del tomate es vector del agente causal del acolchamiento del follaje del tomate.
2. Los nemátodos *Dorylaimus* y *Tylenchorhynchus* presentes en Bárcena, Villa Nueva, Guatemala y asociados al cultivo del tomate son vectores del agente causal del acolchamiento del follaje del tomate.

6. METODOLOGIA

6.1. Tratamientos:

Los tratamientos evaluados en este estudio fueron:

- A. Mosca blanca *Bemisia* sp.
- B. Nemátodo *Dorylaimus* sp.
- C. Nemátodo *Tylenchorhynchus* sp.

D. Suelo estéril

E. Suelo no estéril

El suelo de los primeros cuatro tratamientos (A,B,C y D) fue esterilizado. El suelo del tratamiento E se usó sin esterilizarlo.

6.2. Descripción de los Tratamientos:

Se evaluó a la mosca (*Bemisia* sp.) y los nemátodos *Dorylaimus* sp., *Tylenchorhynchus* sp. por que esta enfermedad se ha observado en plantaciones donde, tanto la mosca blanca, como los nemátodos se presentan en altas poblaciones.

El tratamiento donde se usó suelo estéril se hizo con el propósito de determinar si otro agente que no fueron la mosca blanca, los nemátodos u otros organismos contenidos en el suelo eran causantes de la enfermedad del acolochamiento del follaje del tomate; es decir, determinar si la semilla era portador del virus. En el caso del suelo no estéril, se uso para determinar si otros agentes (microorganismos) desconocidos y diferentes a las anteriormente mencionados eran causantes de dicha enfermedad.

Tratamiento A, mosca blanca (*Bemisia* sp.):

Con suelo estéril se llenaron 3 macetas como unidad experimental. En cada maceta, se sembraron 7 semillas de tomate de la variedad Cannery Row. Estas macetas fueron introducidas en las jaulas o cámaras de aislamiento descritas en la figura número 1. Luego de germinar las semillas y crecer las plantas, se dejaron únicamente 3 por maceta. 25 días después de la siembra, se procedió a incorporar en las jaulas o cámaras de aislamiento un total de 100 moscas blancas por unidad experimental. Las moscas fueron extraídas de jaulas de plexiglass, en las que habían permanecido durante 8 días con plantas de tomate enfermas por el acolochamiento del follaje del tomate. Se hicieron 2 incorporaciones de mosca blanca, una a los 25 días después de la siembra y otra a los 15 días después de la primera incorporación. Se usaron 2 cámaras o jaulas de aislamiento con 3 macetas cada una para este tratamiento.

Tratamiento B, nemátodo *Dorylaimus* sp.:

Con suelo estéril se llenaron un total de 3 macetas como unidad experimental. en cada maceta se sembraron 7 semillas de tomate de la variedad Cannery Row. Estas macetas fueron introducidas en las cámaras de aislamiento. Luego de germinar las semillas y crecer las plantas, se dejaron únicamente 3 por maceta. 25 días después, se procedió a incorporar a las macetas un total de 50 nemátodos por maceta, 15 días después de la primera incorporación se procedió a una segunda. Los nemátodos fueron colectados, por el método del embudo de Baermann, de suelos cultivados con tomate que presentaba síntomas de la enfermedad del acolochamiento del follaje del tomate. Se usaron 2 cámaras o jaulas de aislamiento con 3 macetas cada una para este tratamiento.

Tratamiento C, nemátodo *Tylenchorhynchus* sp.:

Con suelo estéril se llenaron un total de 3 macetas como unidad experimental. en cada maceta se sembraron 7 semillas de tomate de la variedad Cannery Row. Estas macetas fueron introducidas en las cámaras de aislamiento. Luego de germinar las semillas y crecer las plantas, se dejaron únicamente 3 por maceta. 25 días después, se procedió a incorporar a las macetas un total de 50 nemátodos por maceta, 15 días después de la primera incorporación se procedió una segunda. Los nemátodos fueron colectados, por el método del embudo de Baermann, de suelos cultivados con tomate que presentaban síntomas de la enfermedad del acolochamiento del follaje del tomate. Se usaron 2 cámaras o jaulas de aislamiento con 3 macetas cada una para este tratamiento.

Tratamiento D, suelo estéril:

Se llenaron con suelo estéril un total de 3 macetas como unidad experimental. En cada maceta se sembraron 7 semillas de tomate de la variedad Cannery Row. Estas macetas fueron introducidas a las cámaras de aislamiento. Luego de germinar las semillas y crecer las plantas, se dejaron únicamente 3 por maceta. Se usaron 2 cámaras de aislamiento con 3 macetas cada una para este tratamiento.

Tratamiento E, suelo no estéril :

Se llenaron con suelo no estéril un total de 3 macetas como unidad experimental. En cada maceta se sembraron 7 semillas de tomate de la variedad Cannery Row. Estas macetas fueron introducidas en las cámaras de aislamiento. Luego de germinar las semillas y crecer las plantas, se dejaron únicamente 3 por maceta. Se usaron 2 cámaras de aislamiento con 3 macetas cada una para este tratamiento. Este

tratamiento se usó como un testigo de referencia para determinar si otros agentes, que no fueran los nemátodos y el insecto evaluados, podrían ser transmisores del acolochamiento del follaje del tomate.

6.3. Manejo general del Experimento:

Las plantas de cada unidad experimental (jaula o cámara de aislamiento) se regaron cada 2 días. Estas plantas estuvieron en el invernadero de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Según el tratamiento, el suelo usado fue estéril o no.

Para esterilizar el suelo, se uso el autoclave de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala. El suelo se esterilizó a 15 lbs de presión y 105 °C de temperatura por 30 minutos.

Las lecturas para observar si se manifestaba la sintomatología de la enfermedad del acolochamiento del follaje del tomate (rizado de las hojas, clorosis y achaparramiento), se hicieron cada 7 días. Estas observaciones se realizaron hasta cuando las plantas tuvieron 2 meses de edad. Se tomaron todos los cuidados necesarios para obtener plantas vigorosas y uniformes, la fertilización y riego usado fue el mismo para todos los tratamientos. Para la fertilización se utilizó 15-15-15, se aplicaron 25 grs por unidad experimental y el método de riego fue por goteo.

6.4. Variable respuesta evaluada:

La variable respuesta cuantificada fue el número de plantas de cada tratamiento que presentaron los síntomas de la enfermedad del acolochamiento del follaje del tomate.

7. DISCUSION DE RESULTADOS

Las lecturas para determinar los síntomas de la enfermedad del acolochamiento del follaje del tomate se realizaron cada 7 días. Los síntomas esperados eran la clorosis y rizado de las hojas y el achaparramiento general de la planta. En el cuadro 3, se presentan los resultados de estas lecturas.

CUADRO 3. Detección en porcentajes de los síntomas de la enfermedad del acolochamiento del follaje del tomate. Bárcena, Villa Nueva, Guatemala, 1992-1993.

SEMANA	TRATAMIENTO				
	<i>Bemisia</i> sp.*	<i>Dorylaimus</i> sp.*	<i>Tylenchorhynchus</i> sp.*	Suelo estéril	Suelo no estéril
13/12/92 ¹ al 19/12/92	0	0	0	0	0
20/12/92 al 26/12/92	0	0	0	0	0
27/12/92 al 02/01/93	0	0	0	0	0
03/01/93 al 09/01/93	0	0	0	0	0
10/01/93 al 16/01/93	0	0	0	0	0
17/01/93 al 23/01/93	0	0	0	0	0
24/01/93 al 30/01/93	0	0	0	0	0
31/01/93 al 06/02/93	0	0	0	0	0
07/02/93 al 13/02/93	100	0	0	0	0
14/02/93 al 20/02/93	100	0	0	0	0
21/02/93 ² al 27/02/93	100	0	0	0	0

¹ Siembra

² Finalización de la investigación en su etapa de campo

* En estos 3 tratamientos, el suelo usado se esterilizó

Como se puede observar en el cuadro número 1, el propósito de esta investigación fue determinar si la mosca blanca (*Bemisia* sp.) y los nemátodos *Dorylaimus* sp. y *Tylenchorhynchus* sp., transmitían el agente causal de la sintomatología del acolochamiento del follaje del tomate (clorosis, achaparramiento y rizado de las hojas).

En este cuadro, se puede observar que la enfermedad del acolochamiento del follaje del tomate únicamente apareció a los 60 días después de la siembra en el tratamiento A, mosca blanca (*Bemisia* sp.). En este tratamiento, todas las plantas a los 60 días después de la siembra presentaban clorosis y a los 12 días después, manifestaban rizado en las hojas, iniciándose este, en los primordios foliares.

La aparición de la sintomatología de la enfermedad del acolochamiento del follaje del tomate en este estudio fue similar a lo reportado en otros trabajos realizados fuera de invernadero, en los que se reporta que la sintomatología se manifiesta a los 60 días (9), lo cual es congruente con lo determinado en el presente estudio.

Se pudo observar que la enfermedad se manifestó inicialmente en los meristemos apicales, es decir, en los brotes más jóvenes y se extendió al follaje maduro, cuando se inició la floración y la formación de los primeros frutos.

En los tratamientos B, nemátodo *Dorylaimus* sp.; tratamiento C, nemátodo *Tylenchorhynchus* sp.; tratamiento D, suelo estéril y tratamiento E, suelo sin esterilizar, no se manifestó la enfermedad del acolochamiento del follaje en las plantas de tomate.

Por lo que, se puede concluir que, según los resultados obtenidos de este experimento, la mosca blanca fue el único transmisor de la enfermedad del acolochamiento del follaje del

tomate. El presente estudio confirma con mayor seguridad lo reportado en otras investigaciones realizadas sobre este insecto y el problema de la enfermedad del acolchamiento del follaje del tomate (12, 26).

Debido a los resultados obtenidos en este experimento, no fue necesario la utilización de ningún análisis estadístico; ya que, en los tratamientos B, C, D Y E el número de plantas con los síntomas de la enfermedad del acolchamiento del follaje del tomate fue 0%; pero, en el caso del tratamiento A, el porcentaje de plantas presentando la sintomatología de la enfermedad fue el 100%.

8. CONCLUSIONES

1. Bajo las condiciones en las que se realizó esta investigación, únicamente la mosca blanca (*Bemisia* sp.) mostró ser transmisora de la enfermedad del acolochamiento del follaje del tomate.
2. Así mismo, según los resultados, en los tratamientos con los nemátodos *Dorylaimus* sp. y *Tylenchorhynchus* sp.; suelo estéril y suelo no estéril los síntomas de la enfermedad del acolochamiento del follaje del tomate no se manifestaron.

9. RECOMENDACIONES

1. De acuerdo a los resultados obtenidos en este experimento, es necesario ejercer un mayor control sobre la mosca blanca (*Bemisia* sp.); principalmente a nivel de semillero, ya que se ha demostrado que mientras más temprano es el ataque de la enfermedad del acolochamiento del follaje del tomate, menor será el tamaño, peso y cantidad de frutos, llegando generalmente a ser cero la producción (12, 26).

10. BIBLIOGRAFIA

1. AGRIOS, C.N. 1989. Fitopatología. Trad. Manuel Guzmán Ortiz. 2 ed. México, Limusa. p. 24, 597-621.
2. ANDREWS, L.; CABALLERO, R. 1989. Guía para el estudio de ordenes y familias de insectos de Centro América. Honduras, Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano. p. 91-92
3. BAYER (Gua.). 1980. Manual fitosanitario del tomate. Guatemala. 24 p.
4. BORROR, D.J.; DE LONG, D.M.; TRIPLEHORN, C.A. 1981. An introduction to study of the insects. 5 ed. Estados Unidos, Saunders. p. 925
5. BROOCK, T.D. 1987. Microbiología. Trad. José C. Pecina 4 ed. México, Ed. Karen j. Clemments. p. 344-379.
6. CALDERON L., L.F.; DARDON, D.; SALGUERO, V. s.f. Evaluación de aceites y detergentes en el control de mosca blanca, fases II y III. Guatemala, s.n. 10 p.
7. CALDERON, L.; DARDON, D.; SALGUERO, V. 1993. Preferencia de *Bemisia tabaci* por 12 especies vegetales cultivares Vrs. tomate. In Seminario-Taller Perspectivas para el manejo del acolochamiento en tomate. Guatemala Proyecto de Desarrollo Agrícola. p. 9.
8. ---. s.f. Evaluación de la eficiencia de la barrera de sorgo en el control de las poblaciones de mosca blanca (*Bemisia tabaci*). In Seminario - Taller Perspectivas para el manejo del acolochamiento del tomate. Guatemala, Proyecto de Desarrollo Agrícola. p. 14.
9. CALDERON B., L.F.; MORALES, J.; DUBON, R. s.f. Manejo del acolochamiento del tomate. Guatemala, s.n. 6 p.
10. CRAFTS, A.S. 1961. Translocation in plants. California, Estados Unidos, Holt, Reinhart and Winston, Inc. p. 28-32.
11. CRONQUIST, A. 1981. An integrated system of classification of flowering plants. New York, Estados Unidos, Columbia University Press, Botanical Garden. 1262 p.
12. DUBON O., R.E.; SALGUERO N., V.E. s.f. Relación entre fecha de apareamiento del acolochamiento y rendimiento en tomate. Guatemala, s.n. 6 p.


13. EDMON, J.B.; SENN, T.L.; ANDREWS, F.S. 1976. Principios de horticultura. 2 ed. México, Continental. p. 437-490.
14. FERNANDEZ V., M.V. 1952. Introducción a la fitopatología. 2 ed. Buenos Aires, Argentina, Gandola. p. 626-632.
15. GARCIA B., H. 1975. Flora medicinal de Colombia. Bogotá, Colombia, Imprenta Nacional. tomo 3, p. 77-78.
16. GREMIAL DE EXPORTADORES DE PRODUCTOS NO TRADICIONALES. (Gua). 1,976. Guía para exportación de productos agrícolas no tradicionales (tomate). Guatemala. s.p.
17. ----- . 1991. Tomate. Siglo XXI. Suplemento económico Pulso, Guatemala (Gua.); Marzo. 5:s.p.
18. GUATEMALA. DIRECCION GENERAL DE SERVICIOS AGRICOLAS. Registros de programas de importación y exportación.

Sin publicar.
19. GUATEMALA. INSTITUTO NACIONAL DE SISMOLOGIA, VULCANOLOGIA, METEOROLOGIA E HIDROLOGIA. Tarjetas de registros climáticos de la estación de INSIVUMEH de los años 1937-1990. Guatemala

Sin publicar
20. HOOPER, D.J. 1973. *Longidorus elongatus*. Englad, Commonwealth Intitute of Helminthology C.I.H. Descriptions of Plant parasitic nematodes. Set 2, no. 30. 4 p.
21. LEON, J. 1968. Fundamentos botánicos de los cultivos tropicales. San José, Costa Rica, IICA. p. 197-202.
22. LOOF, P.A. 1974. *Tylenchorhynchus*. England, Agricultura University Dulvendaal Wagening en the Netherlands C.I.H. Description of Plant-parasitic Nematodes. Set 3, no. 39. 4 p.
23. LOPEZ L., J.A. 1983. Monografía de la aldea Bárcena del municipio de Villa Nueva, departamento de Guatemala. Investigación Inferencial E.P.S.A. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. p.7-11.
24. METCALF, C.L.; FLINT, W.P. 1970. Insectos destructivos e insectos útiles. Trad. por Alfonso Blackaller Valdes. 3 ed. México, Continental. p. 279-280.

25. MORALES, J.R.; DARDON, D.; SALGUERO, V. s.f. Parcelas de observación de 38 materiales de tomate con posible resistencia o tolerancia al acolochamiento. Guatemala, s.n. 11 p.
26. -----, 1992. Manejo de semilleros para evitar el daño de mosca blanca. Guatemala, s.n. 5 p.
27. PIZARRO, E. 1980. Los virus. México, Secretaria General de la Organización de Estados Americanos. p. 5.
28. SALGUERO, V.; DARDON, D.; FISHER, R. 1992. Causas, consecuencias y manejo del acolochamiento en tomate. In Seminario - Taller Causas, consecuencias y manejo del acolochamiento en tomate (1., 1992, Guatemala, Gua). Guatemala, Proyecto de Desarrollo Agrícola. p.40.
29. YEPEZ, G.T. 1972. Los nemátodos enemigos de la agricultura. Maracay, Venezuela, Universidad Central de Venezuela, Facultad de Agronomía. p. 78, 177-187.
30. ZUCKERMAN, B.N.; MAI, W.F.; HARRISON, M.D. 1987. Manual de laboratorio. Turrialba, Costa Rica, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. p. 67.

10. Bo.
R. Valle



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
 Centro de Documentación e Información Agrícola
 FACULTAD DE AGRONOMIA-SOLOS



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

Ref. Sem. 015-94

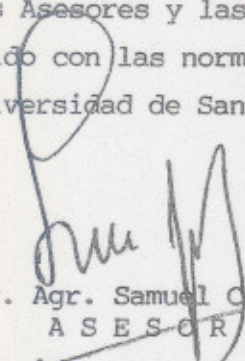
LA TESIS TITULADA: "ESTUDIO DE LOS POSIBLES VECTORES DEL AGENTE CAUSAL DE LA ENFERMEDAD DEL ACOLOCHAMIENTO DEL FOLLAJE DEL TOMATE (Ly-copersicon esculentum Mill) OBSERVADO EN BARCENA, VILLA NUEVA, GUATEMALA".

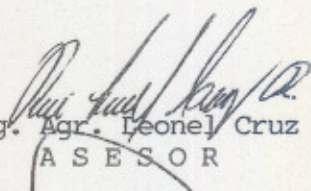
DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE: FREDI RICARDO ROSALES BOBADILLA

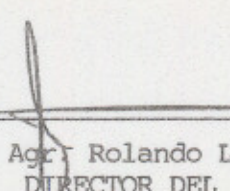
CARNET No: 83-10043

HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES: Ing. Agr. Salvador Sánchez
Ing. Agr. Fredy Hernández
Ing. Agr. Ernesto González

Los Asesores 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.

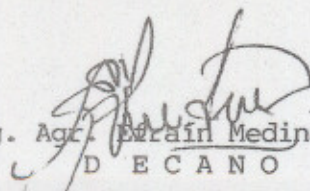

Ing. Agr. Samuel Córdova
ASESOR


Ing. Agr. Leonel Cruz
ASESOR


Ing. Agr. Rolando Lara Alecio
DIRECTOR DEL IIA.



IMPRIMASE


Ing. Agr. Efraín Medina Guerra
DECANO



c.c. Control Académico
Archivo
/pr.

APARTADO POSTAL 7545 - 01901 GUATEMALA, C. A.
TELEFONO 769794 -- FAX (5022) 769770



LA TESIS TITULADA: "ESTUDIO DE LOS POSTEROS VICTORES DEL ASERRE CAJAL DE LA
REGION DEL POCOMCHIMIZO DEL TOLLA DEL TONTE (P-
COOPERACION agricola Mill) OBSERVADO EN SACCHIA, VILLA
MAYA, GUATEMALA."

DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE: FREDY RICARDO ROSALES BORDILLA

CARTEL No: 83-10043

HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES: Ing. Agr. Salvador Sánchez
Ing. Agr. Freddy Hernández
Ing. Agr. Ernesto González

Los Asesores y las Autoridades de la Facultad de Agronomía, hacen constar que ha con-
plido con las normas universitarias y reglamentarias y expedientes de la Facultad de la
Universidad de San Carlos de Guatemala.

Ing. Agr. (Asesor) Cruz
ASERRE

Ing. Agr. Samuel Gómez
ASERRE



Ing. Agr. Rolando Lara Alencón
DIRECTOR DEL IIA.

IMPRESA



Ing. Agr. (Asesor) Rodolfo
D. ESCOBAR