



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE SUROCCIDENTE -CUNSUROC-
DIRECCION GENERAL DE INVESTIGACION -DIGI-



INFORME FINAL DEL PROYECTO DE INVESTIGACION:

**“SELECCIÓN DE CULTIVARES NATIVOS DE TOMATE (*Lycopersicon
esculentum* L.) RESISTENTES Y/O TOLERANTES A GEMINIVIRUS”**

INFORME FINAL

AUTORES:

Ing. Agr. M Sc. Mynor Raúl Otzoy Rosales-----Coordinador del Proyecto
Ing. Agr. Roberto Carlos Rodas Rodríguez-----Investigador

Mazatenango, Julio de 2003.



INDICE GENERAL

CONTENIDO	PAGINA
I. INTRODUCCIÓN	1
II. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	2
III. JUSTIFICACIÓN	3
IV. MARCO TEÓRICO	4
1. Marco Conceptual	4
1.1 Taxonomía de la mosca blanca	4
1.2 Generalidades de la Mosca Blanca	4
1.3 Virus que transmite (<i>Bemisia tabaci</i>).....	6
1.4 Resistencia del tomate a la transmisión del virus	6
1.5 Susceptibilidad de genotipos de tomate (<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill.) a mosca blanca (<i>Tialeurodes vaporariorum</i>) y virosis en Yautepec, Morelos, México.....	7
1.6 Estudio sobre diversidad de mosca blanca y su relación con geminivirus en la región sur y oriental de Guatemala	7
1.7 Conceptos de cultivares nativos y cultivares domesticados.....	8
1.8 Selección en base a resistencia o tolerancia	9
1.9 Rendimiento del cultivo del tomate reportado en Guatemala.....	9
1.10 Geminivirus: Familia Geminiviridae.....	10
1.11 Identificación de geminivirus en tomate	11
1.12 Estudios de resistencia genética para geminivirus en tomate.....	11
1.13 Virus Géminis.....	12
2. Marco Referencial	15
2.1 Información sobre los 29 cultivares de tomate del proyecto CUNSUROC-DIGI y los híbridos comerciales Elios y Zenith	14
2.2 Características de los testigos utilizados en la investigación	15
2.3 Lugar de realización del ensayo	17
V. OBJETIVOS.....	18
VI. HIPOTESIS.....	18
VII. MATERIALES Y METODOS.....	19



CONTENIDO	PAGINA
1. Material experimental	19
Identificar y seleccionar los materiales nativos de tomate (<i>Lycopersicon esculentum</i>) que presenten resistencia y/o tolerancia al ataque del Geminivirus, transmitido por la mosca blanca (<i>Bemisia tabaci</i>).....	19
A. Fase de campo	19
1. Material y equipo	19
2. Diseño estadístico	20
3. Tratamientos a evaluar.....	21
4. Manejo del experimento	22
5. Metodología.....	25
Identificar y seleccionar los materiales nativos de tomate (<i>Lycopersicon esculentum</i>) que presenten resistencia y/o tolerancia al ataque del Geminivirus, transmitido por la mosca blanca (<i>Bemisia tabaci</i>)	27
B. Fase de invernadero	27
1. Material y equipo	27
2. Diseño estadístico	28
3. Manejo del experimento	29
4. Metodología.....	31
Seleccionar los cultivares de tomate que presenten los mejores Rendimientos en Kg / ha	33
1. Metodología.....	33
Identificación de la especie de mosca blanca y el tipo de virus transmitido, al cultivo del tomate en la investigación	
1. Determinación de la especie de mosca blanca y el virus transmitido.....	34
VIII. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	36
1. Identificación de cultivares de tomate resistentes y/o tolerantes al ataque del Geminivirus, transmitidos por la mosca blanca (<i>Bemisia tabaci</i>).....	36
2. Selección de cultivares de tomate que presentaron resistencia y/o tolerancia al ataque del Geminivirus, transmitido por la mosca blanca (<i>Bemisia tabaci</i>), mas aptos para programas de mejoramiento....	43



CONTENIDO	PAGINA
3. Selección de los cultivares de tomate que presentaron los mejores rendimientos en la fase de campo.....	44
IX. CONCLUSIONES	47
X. RECOMENDACIONES.....	48
XI. BIBLIOGRAFÍA.....	49
XII. ANEXOS.....	51

**INDICE DE CUADROS**

NÚMERO	CONTENIDO	PAGINA
1	Clasificación taxonómica de la mosca blanca	4
2	Listado de algunos virus que son transmitidos por (<i>Bemisia tabaci</i>) (Gennadius) en el cultivo de tomate.....	5
3	Especies vegetales hospederas de mosca blanca (<i>Bemisia tabaci</i>) Guatemala, 1992.....	7
4	Plantas hospederas de (<i>Bemisia tabaci</i>).....	7
5	Lugares de recolección del tomate (<i>Lycopersicon esculentum</i>) en los departamentos de Suchitpéquez y Retalhuleu.....	15
6	Características del híbrido Elios.....	16
7	Características del híbrido Zenith.....	17
8	Cultivares de tomate evaluados en la investigación.....	20
9	Tratamientos a evaluar, códigos, nombres y procedencia de los materiales Genéticos a utilizar en la investigación	23
	Resultados	
10	.....
11	.....
12	.....
13	.....
14	.....
15	.....
16	.....
17	.....
18	.....



19	.....
20	.....
21	.....
22	.....
23	.....
24	.....
25	.....
26	.....
27	.....
28	Boleta para el control del índice de incidencia del síntoma del V.E.A.T. Por unidad de muestreo del ensayo de campo, proyecto de tomate.....
29	Boleta para el control del índice de severidad del síntoma del V.E.A.T. por unidad de muestreo de los ensayos de campo e invernadero, proyecto de tomate
30	Boleta para el control del rendimiento por unidad de muestreo del ensayo De campo, proyecto de tomate
31	.....
32	.....
33	.....
34	.....
35	.....
36	.....

V.E.A.T. : Virus del enrollamiento amarillo del tomate.



INDICE DE FIGURAS

NÚMERO	CONTENIDO	PAGINA
1	Unidad de muestreo del ensayo de campo	22
2	Croquis del ensayo de campo de la investigación	25
3	Unidad muestral del ensayo de invernadero de la investigación	29
4	Vista del invernadero, en el cual se llevó a cabo la fase de la investigación en condiciones controladas.....	30
5	Croquis del ensayo de la investigación en el invernadero	31
6	.....
7	.....
8	.....
9	.....
10	.....



I. INTRODUCCION

Esta investigación tuvo como objetivo general seleccionar cultivares domesticados de tomate resistentes y/o tolerantes al ataque del Geminivirus ó como tradicionalmente se conoce: Virus del enrollamiento amarillo del tomate en este cultivo el cual es transmitido por la mosca blanca (*Bemisia tabaci*). Se utilizaron 29 cultivares de tomate (*Lycopersicon esculentum*) que fueron colectados en el año 2,001 en Suchitepéquez y Retalhuleu. La investigación se desarrolló en la granja docente Zahorí, Cuyotenango, Suchitepéquez y consistió en realizar una prueba de reacción de los cultivares de tomate en condiciones de invernadero y en campo libre. Con esta investigación se pretendió seleccionar el ó los materiales genéticamente resistentes o tolerantes al ataque del Geminivirus transmitido por la mosca blanca. La investigación tuvo una duración de 11 meses. Como objetivos específicos se plantearon, identificar los cultivares nativos de tomate (*Lycopersicon esculentum*) que presenten resistencia y / o tolerancia al ataque del Geminivirus; seleccionar los cultivares de tomate que presenten resistencia y / o tolerancia al ataque del Geminivirus, más aptos para programas de mejoramiento genético y seleccionar los cultivares de tomate que presenten los mejores rendimientos en la fase de campo.



II. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

El cultivo del tomate (*Lycopersicon esculentum*) es afectado por diversos factores; particularmente la plaga de la mosca blanca (*Bemisia tabaci*), que transmite el virus del enrollamiento amarillo del tomate (Geminivirus), que causa serios daños al cultivo al reducir el rendimiento considerablemente. Los agricultores que usan semilla mejorada (tal es el caso del híbrido Elios) los costos de producción se elevan considerablemente por el uso de insecticidas para controlar dicha plaga, dañando además el medio ambiente. Por consiguiente se reduce la producción o se incrementan los costos de producción.

Aunado al caso, Guatemala no produce semilla comercial, por lo que se tienen que importar, aumentando los costos, aún cuando es posible en el país encontrar germoplasma nativo con características de resistencia o tolerancia, este no ha sido evaluado.

El proyecto de tomate del CUNSUROCC-DIGI, cuenta actualmente con un banco de germoplasma de diversos cultivares nativos, por lo que evaluaciones para determinar su resistencia y / o tolerancia al ataque del Geminivirus son una alternativa de solución al problema que presenta esta enfermedad virótica a través de la transmisión por la mosca blanca.



III. JUSTIFICACION

Esta investigación se justifica bajo el punto de vista de encontrar cultivares que genéticamente presenten resistencia o tolerancia al virus del enrollamiento amarillo del tomate (ó Geminivirus) transmitido por la plaga mosca blanca (*Bemisia tabaci*) ya que los agricultores en su mayoría utilizan híbridos o variedades mejoradas provenientes de Estados Unidos y otros países, los cuales demandan mucho control químico para producir. Estos híbridos o variedades debido a los procesos de hibridación han entrado a procesos de erosión genética, presentando genes para producción, pero no así genes de resistencia a factores adversos como: plagas, sequías entre otros factores. En Guatemala es bien sabido que los cambios climáticos en los últimos 10 años han sido muy cambiantes, por lo que se presenta un medio para materiales hibridados no apto para ser cultivo. Desde el punto de vista anterior, el país puede contar con materiales o cultivares de tomate que presenten una base genética amplia, por lo cual sin duda alguna se podrán generar variedades aptas y adaptadas para el país por lo que esta investigación pretende brindar una alternativa de producción, en el campo de la producción del tomate.

Los cultivares de tomate (*Lycopersicon esculentum*) con que cuenta el proyecto CUNSUROC-DIGI pueden ser portadores de genes de resistencia al virus del enrollamiento amarillo del tomate, por lo tanto se tendría una amplia posibilidad de selección de materiales para realizar programas de mejoramiento genético tendientes a resolver este problema obteniendo materiales o cultivares de comprobada resistencia al virus del enrollamiento amarillo del tomate y con un potencial de rendimiento mayor.



IV. MARCO TEÓRICO

1. Marco Conceptual

A continuación en este apartado se presenta la información sobre la mosca blanca y el geminivirus en el cultivo del tomate.

1.1 Taxonomía de la Mosca Blanca

Según KIMBAL, (1982) y METCALF et. al., (1966), citado por De Jesús Campos, (1994), la clasificación taxonómica de la mosca blanca es la siguiente:

Cuadro 1. Clasificación taxonómica de la mosca blanca.

Reino	Animal
Sub-reino	Invertebrados
Phyllum	Artrópodo
Sub Phyllum	Mandibulata
Clase	Insecta
Orden	Homóptera
Familia	Aleyrodidae
Género	Bemisia
Especie	Tabaci
N. Común	Mosca Blanca

Fuente: KIMBAL, (1982) y METCALF et. al., (1966).

1.2 Generalidades de la Mosca Blanca

Según Villela (1999), por la importancia de la magnitud y del daño que ocasiona la Mosca blanca, en cuanto que afecta el cultivo del tomate por ser uno de los principales vectores y/o transmisores del virus del enrollamiento amarillo del tomate. A continuación se analizan conceptos de esta plaga.

“Algo muy importante de mencionar es que no es una sola especie plaga la que se denomina mosca blanca, sino que son moscas blancas todos aquellos insectos que pertenecen a la familia Aleyrodidae del orden homóptera”.

Para Villela (1999), es un insecto que generalmente ocasiona su daño de dos formas.

1. Succiona o chupa la savia de las hojas por el envés, pero también se puede encontrar en el haz o cara superior de las hojas y en los frutos. Se alimentan del floema, aunque prefieren los tejidos jóvenes. El adulto mide aproximadamente 2 mm. de largo y ½ mm. de ancho, es de color blanco.
2. El daño más importante que ocasiona el cual consiste en ser vector o transmisor de virus que causa el enrollamiento de las hojas.



“Los virus que transmiten las moscas blancas los adquieren en su estado ninfal y persisten en la pupa y ser transmitidos inmediatamente por los adultos recién emergidos. Los virus son llevados en la hemolinfa del insecto. Se requiere de 24 a 48 horas de alimentación para adquirir el virus por toda la vida de adulto o larva (que se transmite en forma transovárica a los huevos, aún no se tiene evidencia de ello) y es en el período de alimentación en que se vuelve más infectiva”.

El hábito de alimentación puede ser polífagas como Bemisia tabaci y monófaga como Aleuroviggianus. Las especies polífagas se alimentan y pueden hospedarse en cualquier tipo de vegetal. En cambio las especies monófagas, son específicas en la planta que les sirve de hospedero”.

Las moscas blancas que causan los mayores daños son Bemisia tabaci, Trialeurodes abutilonea y Trialeurodes vaporariorum. Siendo la Bemisia tabaci (Gennadius) la que transmite los virus que se listan a continuación.

Cuadro 2. Listado de algunos virus* que son transmitidos por Bemisia tabaci (Gennadius) en el cultivo de Tomate.

Nombre Común	Siglas de identificación
Virus del enrollamiento amarillo del tomate	TYLCV
Virus del mosaico dorado del tomate	TGMV
Virus del mosaico amarillo del tomate	TYMV
Virus del enanismo amarillo del tomate	TYDV
Virus del enanismo necrótico del tomate	TNDV
Virus chino del tomate	CDTV

Fuente: Villela, (1999).

Tomado de la Nota Técnico científica No. 15 de Dardón Avila y editado por ICTA.

(*) Son cuatro los tipos de virus:

- a) Mosaicos amarillos
- b) Nervaduras amarillas.
- c) Enrollamiento de las hojas.
- d) Mosaicos y otros tipos.

Algunos de los virus del anterior cuadro, que son transmitidos por la Bemisia tabaci (Gennadius), no son hospedados sólo en una planta, sino en varias de ellas. Un ejemplo es el virus del enrollamiento del tabaco que puede hospedarse en un listado que incluye 63 especies en 14 familias botánicas (Villela, 1999).

Las moscas blancas al dejarse llevar por el viento, pueden dispersar los virus a grandes distancias. Así también son atraídas por los colores azul/ultravioleta y amarillo (Villela, 1999).

Las moscas blancas transmiten el virus que generalmente ocasionan el enrollamiento de las hojas, un amarillamiento general de la planta y en algunos casos los mosaicos.



Estos insectos pueden transmitir virus que no son transmitidos mecánicamente, se exceptúan: el virus del mosaico dorado del frijol (BGMV) y el virus del mosaico dorado-amarillo del tomate (TGYMV) (Villela, 1999).

Los virus son transmitidos en forma persistente en el vector, se exceptúa el virus de la vena o nervadura amarilla del Pepino (CVYV).

Dardón A. Concluye que la problemática que ocasionan los insectos denominados moscas blancas, es debido a su capacidad para transmisión de virus; éstos virus a su vez pueden hospedarse en muchas plantas y además las moscas blancas también se hospedan en varias plantas, lo que hace un círculo vicioso **insecto-planta hospedera-virus** (Villela, 1999).

1.3 Virus que transmite (*Bemisia tabaci*)

Principalmente transmite virus del tipo Gemmini, de los cuales hay gran diversidad de acuerdo a su respectivo hospedero; se mencionarán aquí únicamente los de importancia económica para el cultivo del tomate: Mosaico del tomate, Mosaico amarillo del tomate, ambos con mayor ocurrencia en América; Encrespamiento amarillo de la hoja del tomate, con mayor ocurrencia en América y el Medio Oriente (MIP/ICTA/CATIE, 1992 citado por Castillo, 1994).

1.4 Resistencia del tomate a la transmisión del virus

El tomate es un importante cultivo tropical, sufre fuertemente el ataque de varios virus de las plantas, los cuales son transmitidos por la mosca blanca del tabaco (*Bemisia tabaci*). Debido a que estas virosis no pueden ser controladas directamente, el único camino que les queda a los agricultores es prevenir su transmisión. Las desventajas del control químico son bien conocidas; consecuentemente los cultivares resistentes serían la mejor solución para los cultivadores. En investigaciones sobre fuentes de resistencia entre plantas de tomate silvestre, las tres especies más resistentes seleccionadas fueron: Lycopersicon pinnellii, Lycopersicon hirsutum, y Lycopersicon hirsutum f. Glabratum. Estas especies son susceptibles al virus, pero al probarse en el campo fueron ligeramente infectadas o no infectadas. La resistencia de Lycopersicon pinnellii fue encontrada basada completamente en el material espeso (duro) el cual es exudado por los tricomas glandulares localizados en las hojas y tallos. La tasa de resistencia depende de factores ambientales, como el foto período y la intensidad de luz. Hipotéticamente en la resistencia de plantas son reconocidos dos mecanismos: Resistencia o tolerancia al virus en si mismo y la resistencia al vector mosca blanca la cual transmite el virus. La importancia de crear resistencia al vector es debido principalmente a que la resistencia de insectos se espera que sea de mayor durabilidad que la resistencia de plantas (Berlinger et. al. 1987, citado por Castillo, 1994).

Los tomates tropicales son atacados severamente en varios países por un grupo de virus parecidos o idénticos, transmitidos por Bemisia tabaci que causan el acoloramiento de la hoja del tomate (Berlinger et. al. 1987, citado por Castillo, 1994).



1.5 SUSCEPTIBILIDAD DE GENOTIPOS DE TOMATE (*Lycopersicon esculentum* Mill.) A MOSCA BLANCA (*Trialeurodes vaporariorum*) Y VIROSIS EN YAUTEPEC, MORELOS, MÉXICO

Según Ortega et. al. (2000), una de las estrategias que ofrece mayores beneficios a los productores de tomate (*Lycopersicon esculentum*) es la incorporación a los sistemas de producción de variedades resistentes o tolerantes a la mosca blanca y las enfermedades que esta transmite.

Por tal motivo, este estudio tuvo como objetivo el evaluar la susceptibilidad de 10 genotipo de los más usados en la región hortícola de Yautepec, Morelos a la mosca blanca *T. Vaporariorum* y al complejo viral. Se evaluaron los híbridos H-882, Maya, Mónica, Orión, Olmeka, Sanibel, Suley y Toro y las variedades Río Colorado y Río Grande.

La susceptibilidad de los materiales se determinó registrando semanalmente la densidad poblacional de adultos y ninfas por foliolo, la incidencia viral y finalmente el rendimiento. Los resultados obtenidos indicaron que el híbrido Mónica fue el más tolerante a los adultos y ninfas de la mosquita blanca, además de ser de los más rendidores y precoces, mientras que Sanibel presentó la menor susceptibilidad al complejo viral.

Los híbridos Toro y Orión fueron los más rendidores a pesar de la presencia continua de la mosca blanca. Considerando las variables densidad poblacional, tolerancia al complejo viral y rendimiento, el híbrido Mónica presentó las mejores características para ser incorporado a una estrategia de manejo integrado en la región hortícola de Yautepec, Morelos.

1.6 Estudio sobre diversidad de mosca blanca y su relación con geminivirus en la región sur y oriental de Guatemala

Según Palmieri et. al., (2000), en dicho estudio se colectaron muestras de mosca blanca en estado ninfal y adulto, además de hospederos con síntomas. Las colectas se hicieron en tres épocas del año (antes de las lluvias, después de las lluvias y época seca) desde marzo 1998 hasta abril 1999, principalmente en cinco cultivos diferentes, a diferentes alturas (desde el nivel del mar hasta 2000 msnm) y en dos regiones de Guatemala, zonas sur y oriental.

Se encontró que las especies dominantes en estas regiones son (*Bemisia tabaci*) y (*Trialeurodes vaporariorum*). El comportamiento de dichas especies varía de acuerdo a la altitud, época del año, región y cultivo. En la época seca se encontró mayor cantidad de ninfas en ambas regiones. También, la mayor cantidad de ninfas se encontró a alturas entre 401 a 600 msnm, seguida por alturas de 801 a 1000 msnm. La especie predominante en las tres épocas del año fue (*Bemisia tabaci*), con porcentajes entre 56% y 70%. Se encontraron 7 biotipos diferentes de (*Bemisia tabaci*), utilizando esterazas en geles de poliacrilamida. El biotipo B se encontró en la zona oriental y en la zona sur. Este biotipo predominó sobre el biotipo no B antes de las lluvias, sin embargo después de las lluvias vuelve a predominar el no B. El biotipo B fue el predominante en cucúrbitas en todas las épocas y en melón el único



encontrado. El biotipo B se encontró con mayor frecuencia entre 201 a 400 msnm y entre 1601 y 1800 msnm. Al evaluar moscas adultas de *B. tabaci* para determinar presencia de geminivirus, se encontró solamente el 15% de las moscas infectadas.

De las moscas infectadas, el 93% pertenecía al biotipo no B y solamente el 7% al biotipo B. La distribución de las muestras infectadas con geminivirus de acuerdo al cultivo mostró que el 27.13% se colectó de tomate, el 25.2% de chile, el 15.8% de tabaco, el 13.9% de frijol, y solamente el 6.98% en cucúrbitas. Finalmente, el 26.2% de las moscas infectadas provenían de la región oriental y el 7% del sur. De estas muestras, en la región oriental el 93% era no B y en la región sur el 91%, el resto fue identificada como biotipo B.

Las muestras de *B. tabaci* infectadas según rangos de altura fueron 30% entre los 800 y 1000 msnm, 26.5% entre 1001 y 1200 msnm, 23% entre 401 y 600 msnm, 7% entre 0 y 200 msnm y 6% entre 200 y 400 msnm. El biotipo no B se encontró con mayor frecuencia entre los 801-1000 msnm seguido por una altitud entre 0-200 msnm. El biotipo B predominó entre 200 msnm y los 400 msnm.

El mayor porcentaje de geminivirus en *B. tabaci* se encontró en la región oriental antes de las lluvias (20%), pero en esta misma zona después de las lluvias, el porcentaje solo disminuyó un 2% aproximadamente. Se corrieron PCR's con imprimadores para el core de la cápside de los geminivirus y con imprimadores para CO1 mitocondrial de *B. tabaci*. Con estos datos se elaboraron los árboles filogenéticos correspondientes.

Se observa que hay geminivirus relacionados con la mayor parte de los grupos descritos en el nuevo mundo. Pocas muestras se han secuenciado y analizado, pero se han encontrado varias secuencias de geminivirus diferentes a las reportadas, que pueden ser variantes o bien nuevos geminivirus. Entre los biotipos de *B. tabaci*, no se encontró ninguno similar al *Jatropha* de Puerto Rico pero hay una gran variedad de secuencias cercanas a los biotipos no B. En ambos casos, se realizan estudios para identificarlos con certeza.

1.7 Conceptos de cultivares nativos y cultivares domesticados.

Cultivar nativo: Se refiere a una especie vegetal que en la actualidad se encuentra en el hábitat o territorio en el cual se originaron sus ancestros, y que mediante la evolución se ha venido conservando hasta nuestros días.

Cultivar domesticado: Se refiere a una especie vegetal que se encuentra en un hábitat o territorio en el cual no se originaron sus ancestros, y que mediante el paso del tiempo se han difundido las descendencias a varias partes del planeta.

En el caso de **esta investigación** se trabajaron **29 cultivares domesticados**, que fueron colectados en el año 2001 en los departamentos de Suchitepéquez y Retalhuleu.



1.8 Selección en base a resistencia o tolerancia.

Resistencia a enfermedades.

Evidentemente, los programas de mejora proyectados para producir variedades resistentes tienen que basarse en genes portadores de resistencia. La resistencia más directamente utilizable en mejora de plantas es la que se encuentra en variedades de la misma especie. En la mayoría de los casos, la localización de una fuente satisfactoria de resistencia no resulta un problema difícil porque, como consecuencia de las observaciones y ensayos hechos por muchos mejoradores de plantas en las especies cultivadas se conocen variedades o razas portadoras de resistencia para la mayor parte de las principales enfermedades. (Allard, 1978).

Sin embargo, a veces parece no existir una resistencia adecuada en las especies cultivadas y en este caso el mejorador suele tener dos fuentes alternativas a recurrir. Primero puede buscar la resistencia que necesita en las especies o géneros afines. La otra alternativa consiste en la inducción de resistencia mediante agentes mutagénicos. (Allard, 1978).

Tolerancia.

Es el mecanismo de resistencia por el cual la planta muestra una habilidad para crecer y reproducirse, ya sea separando en parte el daño causado por el insecto, o bien no dando señales de pérdida de vigor, a pesar de soportar una población de plaga comparable a la que daña un huésped susceptible. Se cree que el vigor híbrido aumenta la tolerancia, la capacidad de recuperación y la proporción del área foliar, en relación con el número de insectos que atacan a la planta en un momento dado. (Brauer, 1978).

1.9 Rendimiento del cultivo del tomate reportado en Guatemala.

En el cuadro tres, se presentan los rendimientos del cultivo del tomate reportados por el banco de Guatemala del año 1984 al año 2000. (Banco de Guatemala, 2001).

Cuadro 3. Año agrícola, área cosechada, producción y rendimiento promedio del tomate en Guatemala

Año Agrícola	Área Cosechada (Miles ha)	Producción (Miles Kg)	Rendimiento Promedio (Kg/ha)
1984	5.81	93456.00	16084.29
1985	5.88	94644.00	16097.14
1986	6.58	101484.00	15422.14
1987	6.02	105097.50	17460.00
1988	5.81	119790.00	20616.43



1989	6.02	130680.00	21709.29
1990	6.02	139590.00	23187.86
1991	5.74	133690.50	23290.71
1992	5.46	137700.00	25219.29
1993	5.74	143190.00	24949.29
1994	5.74	148936.50	25945.71
1995	5.81	149445.00	25720.71
1996	5.95	153544.50	25804.29
1997	5.88	149400.00	25405.71
1998	6.09	155250.00	25495.71
1999	6.30	162000.00	25714.29
2000	6.30	162450.00	25785.00

Fuente: Banco de Guatemala, (2001).

Como puede observarse en el cuadro tres, la producción de tomate obtenida a partir del año de 1984, era de 93,456 kilogramos en el país, mientras que la producción del año 2000 era de 162,450 kilogramos, lo que significa que hubo un incremento de 68,994 kilogramos, debido principalmente al incremento del área cosechada en miles de hectáreas. (Banco de Guatemala, 2001).

1.10 Geminivirus: Familia Geminiviridae

Clasificación: la familia Geminiviridae se clasifica en tres subgrupos según el hospedero, el vector y la estructura del genoma: Subgrupo I: grupo Mastrevirus: (miembro tipo: Maite strike virus) genoma monopartito, es transmitido por saltahojas (Cicadellidae) e infecta plantas monocotiledóneas (maíz, trigo, etc); Subgrupo II: grupo Curtovirus (beet curly top virus) genoma monopartito, es transmitido por saltahojas e infecta dicotiledóneas (tabaco, tomate, chile y otros), Subgrupo III: grupo Begomovirus: (tomato goleen mosaic virus) genomas monopartitos y bipartitos, transmitido por mosca blanca (Aleyrodidae) e infecta plantas dicotiledóneas (Fields 1996). Aquí se estudian todos los subgrupos de los geminivirus. (Muñoz, 2000)

Descripción anatómica: partículas isométricas de 18 a 20 nm de diámetro en pares. Cada partícula consiste en un par de cápsides gemelas de 20 X 30 nm (Matthews 1979, citado por Muñoz, 2000).

Descripción bioquímica: un genoma de una sola hebra de ADN (ss-ADN) (Matthews 1979, citado por Muñoz, 2000).

Hospederos: malezas, maíz, vegetales, fibras y tubérculos (Brown and Bird 1992, citado por Muñoz, 2000).



Síntomas: clorosis, reducciones en la cosecha, estriaciones cloróticas en monocotiledóneas, y acoloramiento de las hojas en dicotiledóneas (Brown y Bird 1992), enrollamiento de las hojas (Goodman 1981, citado por Muñoz, 2000).

Vectores: del Orden Homóptera: (Cicadellidae) saltahojas y (Aleyrodidae) mosca blanca. Es transmitido de una manera persistente. Luego de la adquisición del virus, ocurre un período de latencia de 4 a 12 horas. No hay evidencia de que el virus se replica dentro del vector (Brown 1990). El virus es capaz de persistir en el vector por varios días o durante toda su vida. No se replica dentro del vector. Algunos virus no pueden ser manualmente transmitidos (Fields 1996). El virus es retenido cuando los vectores mudan. No es transmitido directamente a la progenie. No se transmite por contacto entre plantas, ni por semilla ni por polen (Brunt y Crabtree 1990, citado por Muñoz, 2000).

Distribución geográfica: Regiones tropicales y subtropicales (Goodman 1981, citado por Muñoz, 2000).

Otros virus del grupo: Barley yellow dwarf virus (BYDV), Bean Goleen Mosaic virus (BGMV), Maize streak virus (MSV), Beet curly top virus (BGMV), Tomato yellow leaf curl virus (TYLCV) (Fields 1996, citado por Muñoz, 2000).

1.11 Identificación de geminivirus en tomate.

Según Mejía (1998), se han identificado tres geminivirus bipartitos en muestras de tomate de Guatemala (Maxwell y colaboradores, datos no publicados; Mejía et al., 1998; Ancla et al., 1998): Estos han sido denominados tomato leaf curl virus (ToSLCV, AF130415), tomato goleen mottle virus (ToGMoV, AF132852), y pepper goleen mosaic virus (PGMV, AF136404). ToSLV se ha encontrado también en muestras de pepino y PGMV en muestras de Chile. Estos virus han sido parcialmente clonados en la Universidad de Wisconsin-Madison. La comparación de secuencias indica que ToGMoV y PGMV pertenecen al grupo filogenético de SqLCV, mientras que ToGMoV se encuentra más relacionado con el grupo del AbMV. Se han desarrollado iniciadores y sondas específicas, lo cual ha permitido su identificación. Nuestros resultados preliminares sobre su frecuencia relativa indican que estos geminivirus frecuentemente se encuentran en infecciones mixtas. ToSLCV nunca se ha encontrado independientemente sino que principalmente asociado con ToGMoV, PGMV muestra una menor frecuencia que los otros dos geminivirus.

1.12 Estudios de resistencia genética para geminivirus en tomate

Según Mejía (1999), en 1998 se inició la evaluación de germoplasma resistente/tolerante a TYLCV (Mejía, 1999). Este germoplasma se obtuvo de tres programas de mejoramiento:

1. Universidad Hebrea de Jerusalén, Israel, con *L. hirsutum* como fuente de resistencia (Vidadvsky y Czosnek, 1998).
2. Centro Volcán, Israel, con *L. peruvianum* como fuente de resistencia (Lapidot et al., 1997; Friedmann et al., 1998)



3. INRA, Francia, líneas Pimpertylc con *L. pimpinellifolium* y *L. peruvianum* como fuente de resistencia; líneas Chepertylc con *L. cheesmani* y *L. peruvianum* como fuente de resistencia (Laterrot, 1990; Laterrot, 1992; Laterrot y Moretti, 1994).

Las evaluaciones, realizadas en el valle de Sansirisay, Departamento de El Progreso, han identificado varias familias que muestran alta tolerancia a geminivirus transmitidos por mosca blanca. Únicamente una línea proveniente del INRA (Pimpertylc J-13, seleccionada en Jordania) mostró buena tolerancia bajo nuestras condiciones. Varias familias seleccionadas de los genotipos provenientes de Israel mostraron casi ausencia total de síntomas y produjeron mayores rendimientos que el testigo susceptible (el híbrido comercial de mayor uso en la región del estudio). (Mejía, 1999).

Durante el primer ciclo de cultivo de este año (marzo a julio, 2000), las familias resultantes de previos ciclos de selección fueron calificadas por severidad a los 30 y 60 días después del trasplante. El Cuadro cuatro muestra el comportamiento de algunas familias representativas. (Mejía, 1999).

Cuadro 4. Comportamiento de familias representativas de los genotipos de tomate en evaluación y selección en Guatemala durante el primer ciclo de cultivo del año 2000.

Familia ^a	Fuente de resistencia	% de plantas con Índice de severidad < 2 ^b a los 30 ddt	% plantas con índice de severidad < 2 ^c a los 60 ddt	Rendimiento (g/planta)
F65-2	<i>L. hirsutum</i>	100	93	1,113
F12-1	“ “	100	82	312
F2-2	“ “	89	58	620
L2-1SB	<i>L. peruvianum</i>	100	88	717
L1-1SB	“ “	94	89	1,242
P21-1	<i>L. pimpinellifolium</i> y <i>L. peruvianum</i>	44	31	488
Testigo	Ninguna	12	0	171

a) F65-2, F12-1 y F2-2 son familias F4 seleccionadas de los híbridos FAVI 9, FAVI 12 y FAVI 13, respectivamente de la Universidad Hebrea de Jerusalén; L2-1SB y L1-1SB son familias después de dos ciclos de selección de las líneas de mejoramiento TY-197 y TY-198 del Centro Volcán; P21-1 in una familia que ha sido seleccionada durante cuatro ciclos de Pimpertylc J-13 proveniente del INRA.

b) En escala de severidad de 0-4, menos de 2 considerado como tolerante. 30 días después del trasplante.

c) 60 días después del trasplante.

Los resultados anteriores demuestran que el germoplasma de tomate seleccionado en el Este del Mediterráneo para resistencia al geminivirus monopartito TYLCVA también está expresando resistencia a los geminivirus bipartitos presentes en Guatemala. (Mejía, 1999).

1.13 Virus Géminis

Según Mejía (1999), los virus géminis o geminivirus tienen genomas compuestos por DNA de filamento simple (la gran mayoría de los virus que infectan a las plantas son virases RNA). Estos virases pueden dividirse en tres grupos de acuerdo a la organización del genoma (monopartitos o bipartitos), vector (mosca blanca o salta hojas) y hospedero (monocotiledoneas o dicotiledoneas). En el Hemisferio Occidental, el tomate es afectado principalmente por geminivirus de género *Begomovirus* (previamente conocido como



subgrupo III), los cuales corresponden al grupo más numeroso, los transmitidos por mosca blanca con genoma bipartito. Estos virus presentan una amplia variabilidad genética, emergiendo cada año nuevos miembros de este género que afectan plantas de importancia económica y ocasionan cuantiosas pérdidas.



2. Marco Referencial

2.1 Información sobre los 29 cultivares de tomate del proyecto CUNSUROC-DIGI y los híbridos comerciales Elios y Zenith

A continuación en el cuadro cinco, se define la entrada o acceso de caracterización, procedencia, altitud en metros sobre el nivel del mar, así como sus coordenadas geográficas donde se localizaron los cultivares de tomate. (Otzoy et. al., 2001).

Cuadro 5. Lugares de recolección, altitud, latitud y longitud de los cultivares de tomate (*Lycopersicon esculentum*) en los departamentos de Suchitepéquez y Retalhuleu.

ENTRADA	NOMBRE COMÚN	PROCEDENCIA	ALTITUD (m.s.n.m.)	LATITUD	LONGITUD
S-1	Tomate Mandarina	Cantón San Antonio Ixtacapa, Samayac, Suchitepéquez	480	14°2.94'	91°26.85'
R-2	Tomate Mandarina	Parcelamiento Caballo Blanco, Retalhuleu	30	14°10'	91°50.17'
S-3	Tomate Mandarina	Aldea Manelís, Santo Domingo, Suchitepéquez	210	14°18.8'	91°29.14'
S-4	Tomate Mandarina	Sector 1, Parcelamiento Monterrey, Santo Domingo, Suchitepéquez	210	14°18.8'	91°29.14'
R-5	Tomate Mandarina	Parcela 34, Zona 3, Parcelamiento Caballo Blanco, Retalhuleu	40	14°10'	91°50.17'
R-6	Tomate Mandarina	Línea C-14, Parcelamiento Centro 2 La Máquina, San Andrés Villa Seca, Retalhuleu	10	14°35.50'	91°34.85'
R-7	Tomate Bataneco	Aldea San Luis, San Sebastián, Retalhuleu	400	14°35.93'	91°38.46'
R-8	Tomate Mandarina	Línea C-18, Parcelamiento Centro 2 La Máquina, San Andrés Villa Seca, Retalhuleu	8	14°35.50'	91°34.85'
S-9	Tomate Cuyoteco	Cuyotenango, Suchitepéquez	334	14°32.38'	91°34.35'
R-10	Tomate Mandarina	Aldea El Olvido, Parcelamiento Centro 2 La Máquina, San Andrés Villa Seca, Retalhuleu	15	14°34.63'	91°35.21'
S-11	Tomate Mandarina	Línea B-6, Parcelamiento Centro 1 La Máquina, Cuyotenango, Suchitepéquez	80	14°32.38'	91°34.35'
R-12	Tomate Bataneco	Area Pampa Seca, Parcelamiento Caballo Blanco, San Sebastián, Retalhuleu	30	14°33.54'	91°39.40'
R-13	Tomate Mandarina	Aldea El Xab, El Asintal, Retalhuleu	400	14°15.93'	91°28.86'
S-14	Tomate Mandarina	Aldea San Ramón, San José El Idolo, Suchitepéquez	237	14°16.98'	91°25.07'
R-15	Tomate Criollo	Aldea El Zompopero, (camino a la Verde), Retalhuleu	97	14°33.54'	91°39.40'
R-16	Tomate Mandarina	Línea C14, Sector Samalá, Parcelamiento Centro 2 La Máquina, San Andrés Villa Seca, Retalhuleu	10	14°35.50'	91°34.85'
S-17	Tomate Mandarina	Línea B-6, Sector Icán, Parcelamiento Centro 1 La Máquina, Cuyotenango, Suchitepéquez	80	14°32.38'	91°34.35'
S-18	Tomate Mandarina	Aldea La Providencia, San Lorenzo, Suchitepéquez	195	14°29.12'	91°30.78'
R-19	Tomate Criollo	Parcelamiento Buenos Aires, San Andrés Villa Seca, Retalhuleu	70	14°35.50'	91°34.85'
R-20	Tomate Criollo	Parcelamiento Buenos Aires, San Andrés Villa Seca, Retalhuleu	70	14°35.50'	91°34.85'
R-21	Tomate Mandarina	Zona 1, Parcelamiento Caballo Blanco, Retalhuleu	40	14°10'	91°50.17'



S-22	Tomate Mandarina	Sector 1, Parcelamiento Monterrey, Santo Domingo, Suchitepéquez	210	14°18.8'	91°29.14'
R-23	Tomate Mandarina	Finca Agrícola San Pablo El Hato, Santa Cruz Muluá, Retalhuleu	180	14°34.97'	91°37.92'
R-24	Tomate Bataneco	Caserío El Zompopero, San Sebastián Retalhuleu	95	14°14.58'	91°27.93'
R-25	Tomate Mandarina	Parcelamiento Lolita, Santa Cruz Muluá, Retalhuleu	110	14°16.28'	91°24.59'
S-26	Tomate Mandarina	Parcelamiento El Socorro, Río Bravo, Suchitepéquez	180	14°13.8'	91°19.44'
S-27	Tomate Cuyoteco	Cuyotenango, Suchitepéquez	334	14°32.38'	91°34.35'
R-28	Tomate Bataneco	Cantón Samalá, San Sebastián, Retalhuleu	310	14°35.93'	91°39.40'
S-29	Huevo de Iguana	Cantón Tuluá, Cuyotenango, Suchitepéquez	334	14°32.38'	91°34.35'

Fuente: Otzoy et. al., (2001).

Como se puede observar en el cuadro cinco, se recolectaron un total de 29 cultivares de tomate (*Lycopersicon esculentum*) de la siguiente forma: 19 cultivares de tomate tipo mandarina, cuatro cultivares de tomate tipo bataneco (Se les denomina así, porque las personas que lo cultivan son oriundas de San Sebastián, Retalhuleu, llamándoseles a los cultivares Batanecos por el lugar en que viven los agricultores), tres cultivares de tomate tipo criollo, dos cultivares de tomate tipo cuyoteco (se les denomina de ésta forma debido a que los agricultores que cultivan tomate son de cuyotenango ó cuyotecos) y un cultivar de tomate tipo huevo de iguana (se le denomina así, porque tiene un tamaño pequeño parecido a los huevos de las iguanas).

2.2 Características de los testigos utilizados en la investigación

Los dos testigos de la investigación: híbridos comerciales Elios y Zenith, son materiales mejorados que se cultivan a gran escala en la región suroccidental del país, debido a que son materiales adaptados a la zona y con buenos rendimientos fueron considerados para trabajarlos como testigos absoluto y testigo relativo en esta investigación.

Cuadro 6. Características del híbrido Elios.

Uso	Industrial
Madurez relativa o madurez en días desde la germinación:	Precoz (100 días)
Tamaño de planta:	Mediana a Grande
Hábito de crecimiento:	Determinado
Tamaño o peso promedio de fruto:	75 gramos
Consistencia de la fruta:	Grande
Forma del fruto:	Pera
Primer corte:	70 – 75 ddt.
Número de cortes:	4 a 6
Tolerancia y/o resistencia a:	
Verticillium. (V):	Si
Fusarium RAZA 1. (F1):	Si
Fusarium RAZA 2. (F2):	Si



Alternaria. (Asc):	Si
Stemphylium. (St):	Si
Bacterias:	Si
Nemátodos nodulares	Si
Rendimiento promedio / manzana:	1300 cajas
Rendimiento promedio / hectárea:	50 TM.

Fuente: Villela, (1999).

De acuerdo al cuadro seis, el híbrido Elios, es un material de tomate rendidor y tolerante y/o resistente a varias enfermedades, así mismo es importante conocer la reacción al geminivirus ó V.E.A.T. (virus del enrollamiento amarillo del tomate) comparado con los 29 cultivares en estudio.

Cuadro 7. Características del híbrido Zenith.

Uso	Industrial
Madurez relativa o madurez en días Desde la germinación:	110 días (promedio)
Tamaño de planta:	Mediana a Grande
Hábito de crecimiento:	Determinado grande
Tamaño o peso promedio de fruto:	119 gramos
Consistencia de la fruta:	Firme y uniforme
Forma del fruto:	Cilíndrico y alargado
Primer corte:	70 – 80 ddt.
Número de cortes:	6
Tolerancia y/o resistencia a:	
Verticillium. (V):	Si
Fusarium RAZA 1. (F1):	Si
Fusarium RAZA 2. (F2):	Si
Alternaria. (Asc):	Si
Stemphylium. (St):	Si
Bacterias.	Si
Rendimiento promedio / manzana:	1500 a 2000 cajas
Rendimiento promedio / hectárea:	58 a 77 TM.

Fuente: Villela, (1999).

De acuerdo al cuadro siete, el híbrido comercial Zenith, al igual que el híbrido Elios son de uso industrial, de buen rendimiento con un manejo agronómico intensivo, tolerante y/o resistente a varias enfermedades con adecuadas características anatómicas. Debido a que es cultivado por los agricultores de la región suroccidental de Guatemala fue elegido como testigo relativo en la investigación.

Otras características: Según Villela (1999), es resistente y/o tolerante a altas temperaturas; se puede transplantar en febrero o abril y en toda época del año. Este híbrido madura de adentro hacia fuera. Tiempo normal, cuando se siembra y es sujeto a altas temperaturas puede bajar a producir 1000 cajas / manzana.



2.3 Lugar de realización del ensayo

La caracterización se llevó a cabo en la Granja Docente Zahorí, cuyas condiciones se detallan a continuación:

2.3.1 Localización

La Granja Docente Experimental Zahorí, es propiedad de la Universidad de San Carlos de Guatemala, y se utilizó como unidad de práctica e investigación del CUNSUROC, se localiza en el Cantón Chacalté Sis, en la parte sur del Municipio de Cuyotenango, del departamento de Suchitepéquez; ubicándose a 14° 32' 10" Latitud Norte y 91°34'20" Longitud Oeste, respecto al meridiano de Greenwich, a una altura de 280 msnm. (González, 1994).

2.3.2 Clima

Según Gaytán (1993), de acuerdo a las zonas de vida de Holdridge, la Granja Zahorí, se encuentra ubicada en una zona de vida muy húmeda subtropical cálida. El promedio de temperatura es el siguiente: Máxima 33.3°C., Mínima 21.05° C. y Media anual de 27.17°C. Se tienen vientos de 10 km/hora, con dirección dominante del suroccidente al noroccidente.

2.3.3 Suelo

Según Simmons (1950), pertenece a la serie de suelos Mazatenango, dentro del Subgrupo "B" suelos profundos de 0.72 a 0.9 metros, desarrollados sobre cenizas volcánicas de color claro en relieve, suavemente productivos y bien drenados. Los suelos se clasifican dentro de la clase agrológica II y III de acuerdo a parámetros que para el efecto se utilizan. La textura predominante en los horizontes superiores es la franco-arcillosa y en los inferiores la arcilla. Según análisis de suelo realizado en la Facultad de Agronomía de la USAC, el pH es de 5.9 y el contenido de minerales es el siguiente: Fósforo 5.9 Ug/ml., Potasio 442 Ug/ml.; Calcio 7.49 meq/100ml. Magnesio 2.88 meq/100 ml. Cobre 100 ppm., Zinc 3.5 ppm, Hierro 5.5 ppm y Manganeso 50 ppm, lo cual se considera aceptable.

2.3.4 Precipitación Pluvial

De acuerdo a los registros que se llevan en la Granja Docente Zahorí, situada en Cuyotenango Suchitepéquez, se tiene un promedio de 3,718 mm anuales, distribuidos en 166 días de lluvia, dentro de los meses de mayo a octubre.



V. OBJETIVOS

1. Objetivo General

Seleccionar cultivares nativos de tomate (*Lycopersicon esculentum*) resistentes y / o tolerantes a Geminivirus, transmitido por la mosca blanca (*Bemisia tabaci*)

2. Objetivos Específicos

- 2.1 Identificar los cultivares nativos de tomate (*Lycopersicon esculentum*) que presenten resistencia y / o tolerancia al Geminivirus transmitido por la mosca blanca.
- 2.2 Seleccionar los cultivares de tomate que presenten resistencia y / o tolerancia al Geminivirus, más aptos para programas de mejoramiento genético.
- 2.3 Seleccionar los cultivares de tomate que presenten los mejores rendimientos en la fase de campo.

VI. HIPOTESIS

- Ho:** La totalidad de cultivares nativos de tomate (*Lycopersicon esculentum*), son susceptibles al ataque del Geminivirus, transmitido por la mosca blanca (*Bemisia tabaci*).
- Ha:** Por lo menos un cultivar de tomate (*Lycopersicon esculentum*), presenta algún grado de resistencia y / o tolerancia al ataque del Geminivirus, transmitido por la mosca blanca (*Bemisia tabaci*).



RESUMEN

La presente investigación consistió en la selección de 29 cultivares de tomate provenientes de Suchitepéquez y Retalhuleu que presentaban resistencia y/o tolerancia al ataque del Geminivirus, habiéndose realizado la investigación en la Granja Zahorí, Cuyotenango, Suchitepéquez.

La ejecución de la investigación consistió de dos fases: una fase de campo en la cual a través de un diseño en Bloques al Azar, con una unidad muestral de nueve plantas de tomate, no realizando un control sobre la mosca blanca se evaluaron los 29 cultivares de tomate, comparándolas con dos testigos, el híbrido Elios ó testigo absoluto y el híbrido Zenith o testigo relativo.

La fase de invernadero consistió en la misma evaluación de los 29 cultivares de tomate, comparándolos con un testigo absoluto, siendo éste el híbrido Elios, utilizando un diseño completamente al azar y contando con dos plantas en bolsas de polietileno como unidad muestral.

Los cultivares R10, R7 y R21 presentaron las mejores condiciones de tolerancia al ataque del Geminivirus (aunque con rendimientos menores al rendimiento nacional) con un rango de incidencia de 41% a 60%, presentando síntomas intermedios. Mientras que los testigos manifestaron mayor tolerancia, con un rango de porcentaje de incidencia de 26-40% en el caso del híbrido Zenith, pero ambos (híbrido Elios e híbrido Zenith) con bajos rendimientos.

En la fase de invernadero, no existió un cultivar sobresaliente sobre los demás, siendo bajos los porcentajes de incidencia (de 5.56% a 38.89%) y los porcentajes de severidad (de 0.22% a 8.67%).



VII. MATERIALES Y METODOS

1. Material Experimental.

Los materiales evaluados en el estudio fueron los provenientes del banco de germoplasma del programa de tomate CUNSUROC-DIGI: Búsqueda, colecta y caracterización de cultivares nativos de tomate (*Lycopersicon esculentum*) provenientes de los departamentos de Suchitepéquez y Retalhuleu, realizado en el año 2,001, los cuales fueron 29 materiales nativos de estos departamentos, los cuales se describieron en el cuadro seis, en el capítulo de marco teórico.

Identificar y seleccionar los materiales nativos de tomate (*Lycopersicon esculentum*) que presenten resistencia y / o tolerancia al ataque del Geminivirus, transmitido por la mosca blanca (*Bemisia tabaci*).

A. FASE DE CAMPO

1. Material y equipo

El material y equipo utilizado para llevar a cabo el ensayo a nivel de campo fue el siguiente:

a) Materiales e insumos

- ❖ Semillas de 29 cultivares nativos de tomate, e Híbridos Elios y Zenith.
- ❖ Fungicidas
- ❖ Fertilizantes
- ❖ Sesenta libras de pita plástica
- ❖ Estacas de bambú
- ❖ 25 galones de gasolina regular.

b) Equipo

- ❖ Un tractor
- ❖ Un arado
- ❖ Una rastra
- ❖ Un surqueador
- ❖ Dos bombas de mochila de 16 Lt. cada una
- ❖ Azadones
- ❖ Machetes
- ❖ Una balanza de reloj
- ❖ Una pala duplex
- ❖ Dos cobas
- ❖ Dos regaderas
- ❖ Una cinta métrica
- ❖ Un vehículo (Pick-up 4X4)
- ❖ Una caja de madera para la cosecha
- ❖ Un motor (bomba de riego) de gasolina de 3 HP de potencia
- ❖ Tres rollos de tubería de poliducto de 2 plg. de diámetro interno para efectuar el riego



- ❖ Seis uniones o coplas de poliducto
- ❖ Una tabla shannon
- ❖ Boletas para lectura de incidencia y severidad
- ❖ Calculadora
- ❖ Lapicero, lápiz, borrador, regla
- ❖ Computadora

c) Instalaciones e inmuebles

- ❖ 0.18 Ha. (cuatro cuerdas de 21 X 21 m = cuerdas de 25 X 25 varas)

2. Diseño estadístico

2.1 Descripción del diseño

El ensayo se estableció utilizando el diseño de bloques azar que incluyó 31 tratamientos, correspondientes a 29 cultivares nativos de tomate y los materiales mejorados, híbridos Elios y Zenith como testigos absoluto y relativo respectivamente, con seis bloques, haciendo un total de 186 unidades experimentales.

2.2 Unidad de muestreo (ó Unidad Experimental) y Aleatorización

Cada unidad de muestreo ó unidad experimental tuvo 3.0 m de largo y 1.80 m de ancho, conformando un área de 5.4 m²; incluyó tres surcos de 1.80 m de longitud separados 1.0 m entre sí y 0.60 m entre planta. La unidad de muestreo lo constituyó la unidad experimental en la cual se incluyeron nueve plantas. tal como se aprecia en la figura uno.

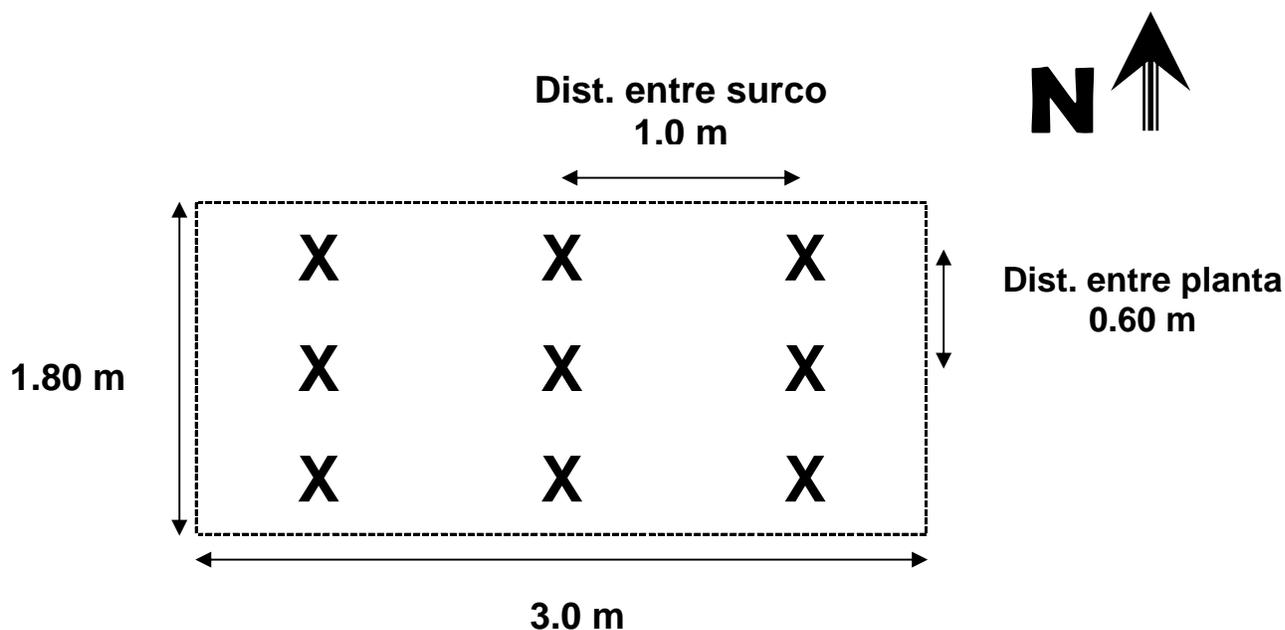


Figura 1. Unidad de muestreo del ensayo de campo.

Fuente: Elaborado por los autores, (2003).



Dentro de cada uno de los bloques o repeticiones se distribuyeron los 31 tratamientos, utilizando el método de distribución al azar, de esta misma manera se llevó a cabo la aleatorización entre cada uno de los bloques.

2.3 Modelo estadístico

El modelo lineal del diseño bloques al azar fue el siguiente. (Reyes, 1990).

$$Y_{ij} = \mathcal{U} + T_i + B_j + E_{ij}$$

De donde:

Y_{ij} = Variable respuesta de la ij-ésima unidad experimental

\mathcal{U} = Efecto de la media general de los tratamientos

T_i = Efecto del i-ésimo tratamiento

B_j = Efecto del j-ésimo bloque

E_{ij} = Efecto del error experimental asociado a la ij-ésima unidad experimental.

3. Tratamientos evaluados

La designación del número de tratamientos a cada cultivar, así como su identificación, se presenta en el siguiente cuadro ocho.

Cuadro 8. Tratamientos a evaluar y códigos de los materiales genéticos a utilizar en la investigación.

Trat	Código
1	S-1
2	R-2
3	S-3
4	S-4
5	R-5
6	R-6
7	S-7
8	R-8
9	R-9
10	R-10
11	S-11
12	R-12
13	R-13
14	S-14
15	R-15
16	R-16
17	S-17
18	S-18
19	R-19
20	R-20
21	R-21
22	S-22
23	R-23



24	R-24
25	R-25
26	S-26
27	R-27
28	R-28
29	S-29
30	T.A.
31	T.R.

Fuente: Elaborado por los autores, (2003).

Referencia:

T.A.= Testigo absoluto.

T.R.= Testigo relativo.

4. Manejo del experimento

- a. Desinfección de la semilla. La semilla de los 29 cultivares se desinfectó con el tratador de semilla: Imidacloprid (Gaucho).
- b. Semillero. Se llevó a cabo en bandejas germinativas plásticas con capacidad de 200 pilones, utilizándose sustrato ya elaborado denominado **Mix Growin** debidamente desinfectado. Esta fase se realizó 20 días antes del trasplante a campo definitivo, sembrando tres semillas de cada cultivar por postura (pilón ó agujero). En esta fase se le aplicó riego con regadera diariamente, se fertilizó foliarmente y se controlaron enfermedades, principalmente mal del talluelo (Damping off) (*Fusarium*, *Rhizoctonia* y *Phythium*) y tizón temprano (*Alternaria solani*).



Figura 2. Vista del semillero.

Fuente: Elaborado por los autores, (2003).



- c. Preparación y desinfección del suelo. Se llevó a cabo en forma mecanizada, realizando un paso de arado y dos pasos de rastra. La desinfección se realizó a través de la aplicación del insecticida granulado Terbufos (Agrofós) en dosis de 64 Kg / ha. el cual fue aplicado al suelo al momento de la siembra.
- d. Trazo. Se delimitó el área de trabajo de la siguiente forma: Las dimensiones totales del experimento fueron de 70 m de largo por 27 m de ancho (1,890 m²) distribuidos de la siguiente manera: Cada bloque tuvo un largo de 70 m por 3 m de ancho y en cada uno de ellos se ubicaron las unidades experimentales. En la figura tres, se observa la distribución de los tratamientos y las dimensiones totales del ensayo a nivel de campo.

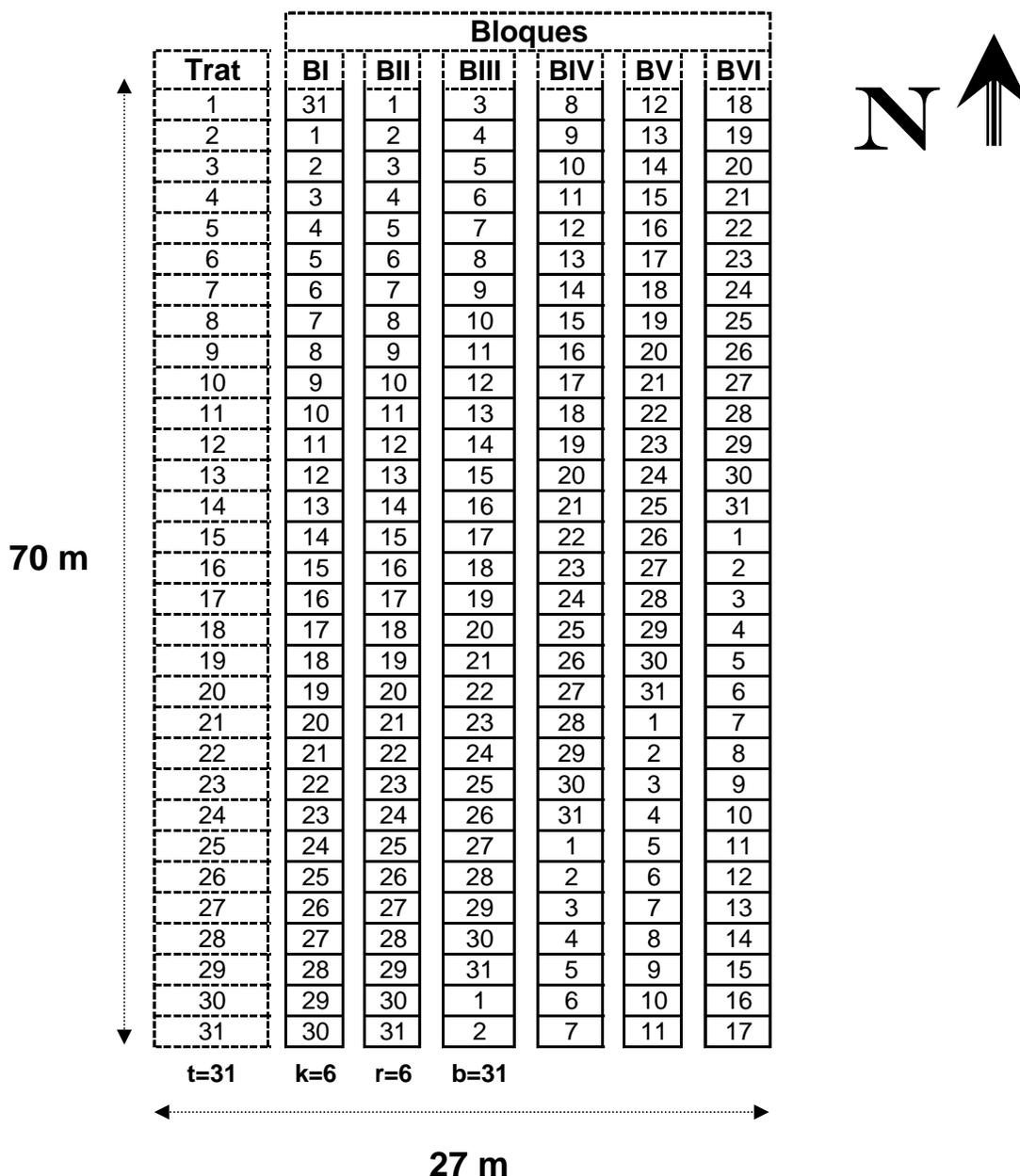


Figura 3. Croquis del ensayo de campo de la investigación.

Fuente: Elaborado por los autores, (2003).



- e. **Trasplante.** Posterior a marcar los surcos, se realizó la siembra en forma manual, colocando un pilón (con tres plántulas) por postura, con un distanciamiento entre cada una de 0.60 m y entre surco de 1.0 m. Luego de la germinación, a los ocho días, se procedió a realizar un raleo de plántulas dejando únicamente la más vigorosa.
- f. **Tutoreo.** Se realizó a los 10 días después del trasplante y consistió en colocar varas de bambú a cada cuatro metros sobre el surco de tomate y niveles de pita a cada 0.15 ó 0.20 m.
- g. **Control de malezas.** Fue realizado en forma manual y química, realizando dos limpiezas manuales, la primera limpia a los 10 días después del trasplante y la segunda limpia a los 35 días después del trasplante. El control químico consistió en una aplicación de Paraquat (Gramoxone) dos días antes del trasplante y una segunda aplicación con Fluazifop-p-butyl (Fusilade) a los 25 días después del trasplante.
- h. **Control de plagas y enfermedades.** El control de plagas consistió únicamente en la aplicación de Terbufos granulado (Agrofos) contra plagas del suelo como la gallina ciega (*Phyllophaga sp.*) y nemátodos (*Meloidogyne*, *Heterodera*, *Pratylenchus*, *Tylenchus* y *Tricodema*). Y el control de enfermedades fue dirigido al mal del talluelo (Damping off) (*Fusarium*, *Rhizoctonia* y *Phythium*) y tizón temprano (*Alternaria solani*) en etapas tempranas del cultivo y tizón tardío (*Phytophthora sp.*) en etapas tardías del cultivo.
- i. **Fertilización.** En la etapa de campo definitivo (fase después del trasplante) se realizaron tres fertilizaciones: La primera al momento del trasplante con 20-20-0 a razón de 45 Kg / ha. aplicado de forma localizada, la segunda a los 15 días después del trasplante con urea (46% de nitrógeno) + triple-15 (15% de nitrógeno, 15% de fósforo y 15% de potasio) en una relación 1:1 (50% de urea y 50% de triple-15), a razón de 95 Kg / ha. aplicado de forma localizada y la tercera fertilización se llevó a cabo a los 30 días después del trasplante con nitrato de potasio (15% de nitrógeno y 21% de potasio) a razón de 125 Kg / ha. aplicado de forma localizada.
- j. **Cosecha.** La cosecha se realizó a los 90 días después de la siembra en el semillero, realizándose cinco cortes en las nueve plantas que componían cada unidad de muestreo.



Figura 4. Fase de cosecha en el ensayo de campo.
Fuente: Elaborado por los autores, (2003).



5. Metodología

- a) Evaluación de Resistencia y / o tolerancia. Consistió en realizar monitoreos de la incidencia y severidad del síntoma del Geminivirus ó virus del enrollamiento amarillo del tomate provocado por el ataque de mosca blanca (*Bemisia tabaci*) con lo cual se seleccionó el fenotipo del o los cultivares que presentaban resistencia y / o tolerancia al ataque de dicha plaga.
- b) Toma de datos (Lecturas de incidencia y severidad). La toma de datos inició a los 15 días después del trasplante, tomando lecturas de incidencia y severidad del virus del enrollamiento amarillo del tomate en las unidades de muestreo. Las frecuencias de las lecturas fueron de siete días, durante 21 días, haciendo un total de tres muestreos o tomas de lectura.

Se hizo uso de boletas para la toma de datos de incidencia y severidad en el campo, como se muestra en los cuadros 32 y 33, en Anexos. Para evitar errores humanos involuntarios se realizó una capacitación previa, sobre la interpretación de los diferentes porcentajes de severidad en las plantas de tomate haciendo uso de una escala de severidad que se muestra en la figura nueve, en Anexos.

La toma de lecturas se hicieron en las primeras horas de la mañana (6:00 a 8:30 horas) con la finalidad de apreciar el síntoma del virus del enrollamiento amarillo del tomate en las condiciones apropiadas (se evito sesgo por deshidratación del follaje provocado por el sol). Para determinar la incidencia, se procedió a contar el número de plantas con síntoma del V.E.A.T. (enfermas) con el virus del enrollamiento amarillo del tomate del total de plantas de la unidad muestreada (nueve plantas).

Para determinar la severidad, con base en la escala mostrada en la figura siete y a la capacitación realizada previamente se calculaba de forma objetiva el porcentaje del daño del virus del enrollamiento amarillo del tomate en cada planta de las nueve que componían la unidad de muestreo para luego obtener un promedio de las nueve plantas o sea el porcentaje de severidad por unidad de muestreo. La toma de datos tanto de la incidencia como de severidad eran realizadas por una sola persona para evitar errores de apreciación.

- c) Variables respuestas. Las variables respuestas evaluadas en la investigación para este objetivo fueron las siguientes:
 - c.1 Número de plantas con síntomas del virus del enrollamiento amarillo del tomate por unidad muestral (incidencia del V.E.A.T.)
 - c.2 Porcentaje de daño por unidad de muestreo (porcentaje de severidad del V.E.A.T. / unidad de muestreo).



d) Análisis estadístico.

d.1) Para el índice de incidencia con los datos de campo que se tenían (número de plantas con síntomas de V.E.A.T. (ó plantas enfermas)), se utilizó la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Incidencia del V.E.A.T.} = \frac{\text{No. de plantas enfermas con V.E.A.T. / U.M}}{\text{No. total de plantas / U.M.}} \times 100$$

En donde:

V.E.A.T. = Virus del enrollamiento amarillo del tomate.

U.M. = Unidad muestral.

Los datos obtenidos en % (% de incidencia y % de severidad), de las unidades de muestreo, fueron transformados de variable discreta a variable continua, utilizando la fórmula: $\text{Sen}^{-1} (\sqrt{\%/100})$ y luego se realizaron los análisis de varianza del índice de incidencia y severidad. Posteriormente se efectuó la prueba de medias de tukey.

d.2) Para seleccionar los materiales resistentes se hizo uso de la escala planteada en el cuadro nueve, propuesta por Schoonhoven, y Pastor Corrales (1987).

Cuadro 9. Escala general para evaluación de enfermedades virales.

NIVEL	VALOR	SINTOMAS	% INCIDENCIA	RENDIMIENTO
Resistente	1	Ausentes	0	Excelente
	2	Dudosos	1-10	
	3	Débiles	11-25	Bueno
Intermedio	4	Moderados	26-40	
	5	Intermedios	41-60	Intermedio
	6	Generales	61-75	
Susceptible	7	Intensos	76-90	Escaso
	8	Severos	91-99	
	9	Muerte	100	Muy escaso

Fuente: Schoonhoven y Pastor Corrales, (1987).



Identificar y seleccionar los materiales nativos de tomate (*Lycopersicon esculentum*) que presenten resistencia y / o tolerancia al ataque del Geminivirus, transmitido por la mosca blanca (*Bemisia tabaci*).

B. FASE DE INVERNADERO

1. Material y equipo

El material y equipo utilizado para llevar a cabo el ensayo a nivel de invernadero fue el siguiente:

a) Materiales e insumos

- ❖ Semillas de 29 cultivares nativos de tomate e Híbrido Elios.
- ❖ Fungicidas
- ❖ Fertilizantes
- ❖ 180 bolsas de polietileno de 6" X 10"
- ❖ Medio m³ de suelo
- ❖ Medio m³ de arena blanca
- ❖ 247 m² de sombreador extrafino calibre 50 mesh (50 agujeros / plg²) marca: Agril, Agronet u Organdi.
- ❖ 12 vigas de bambú
- ❖ 12 lb de alambre galvanizado calibre 14
- ❖ Seis libras de alambre de amarre
- ❖ Ocho yardas de nylon transparente grueso
- ❖ 100 m de cordel plástico calibre 12
- ❖ Cuatro libras de pita plástica
- ❖ Estacas de bambú
- ❖ Cinco galones de gasolina regular.

b) Equipo

- ❖ Dos bombas de mochila de 16 Lt. cada una
- ❖ Azadones
- ❖ Machetes
- ❖ Una pala duplex
- ❖ Dos cobas
- ❖ Dos regaderas
- ❖ Una cinta métrica
- ❖ Un alicata
- ❖ Una tenaza
- ❖ Un martillo
- ❖ Un serrucho
- ❖ Una aguja capotera
- ❖ Una tijera
- ❖ Un metro de albañil
- ❖ Un vehículo (Pick-up 4X4)
- ❖ Un motor (bomba de riego) de gasolina de 3 HP de potencia
- ❖ Tres rollos de tubería de poliducto de 2 plg. de diámetro interno para efectuar el riego



- ❖ Seis uniones o coplas de poliducto
- ❖ Una tabla shannon
- ❖ Boletas para lectura de incidencia y severidad
- ❖ Calculadora
- ❖ Lapicero, lápiz, borrador, regla
- ❖ Computadora

c) Instalaciones e inmuebles

- ❖ 132 m² de terreno ocupado por el invernadero

2. Diseño estadístico

2.1 Descripción del diseño

El ensayo se estableció utilizando el diseño completamente al azar que incluyó 30 tratamientos, correspondientes a 29 cultivares nativos de tomate y el material mejorado, híbrido Elios como testigo, el diseño constó de tres repeticiones, haciendo un total de 90 unidades experimentales (ó unidades de muestreo).

2.2 Unidad de muestreo (ó Unidad Experimental) y aleatorización

Cada unidad de muestreo consistió en dos plantas de tomate (una planta / bolsa de polietileno), con un distanciamiento de 0.70 m entre planta (ó bolsa), al cuadro. La unidad muestral se puede observar en la figura cinco, siguiente.



Figura 5. Unidad muestral del ensayo de invernadero de la investigación.

Fuente: Elaborado por los autores, (2003).

Dentro de cada una de las repeticiones se distribuyeron los 30 tratamientos, utilizando el método de distribución al azar, de esta misma manera se llevó a cabo la aleatorización de cada repetición en el experimento.



2.3 Modelo estadístico

El modelo lineal del diseño completamente al azar fue el siguiente. (Reyes, 1990).

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

De donde:

Y_{ij} = ij-ésima variable respuesta

\mathcal{U} = Efecto de la media general

T_i = 1,2,3... 30 tratamientos

E_{ij} = Efecto del error experimental asociado a la i-ésima Unidad Exp.

3. Manejo del experimento

- a) Construcción del invernadero. El invernadero fue construido con una estructura de bambú, alambre galvanizado y malla antiviral de 50 mesh, las dimensiones del mismo fueron: 11 m de ancho X 12 m de largo y 2.5 m de altura como se puede observar en la figura seis siguiente.



Figura 6. Vista del invernadero.

Fuente: Elaborado por los autores, (2003).

- b) Desinfección de la semilla, preparación del sustrato y llenado de bolsas. La semilla de los 29 cultivares se desinfectó con el tratador de semilla Imidacloprid (Gaucho). La mezcla del sustrato consistió de suelo, arena blanca y materia orgánica en una relación 2:1:1 respectivamente (50% de tierra, 25% de arena y 25% de materia orgánica). La desinfección del sustrato se realizó con Terbufós (Agrofós), a una dosis de 2.3 Kg por m³ de mezcla contra plagas del suelo y Etridiazole + methiltiofanato (Banrot) en dosis de 6 cc por cuatro litros de agua aplicado con bomba de mochila,



para el control de enfermedades fungosas. Luego se realizó el llenado de las bolsas de polietileno de 6" X 10".

- c) Semillero. Esta fase se llevó a cabo en el interior del invernadero. Se llevó a cabo en bandejas germinativas plásticas con capacidad de 200 pilones, utilizándose sustrato ya elaborado denominado **Mix Growin** debidamente desinfectado. Esta fase se realizó 20 días antes del trasplante a las bolsas, sembrando tres semillas de cada cultivar por postura (pilón ó agujero). En esta fase se le aplicó riego con regadera diariamente, se fertilizó foliarmente y se controlaron enfermedades, principalmente mal del talluelo (Damping off) (*Fusarium*, *Rhizoctonia* y *Phythium*) y tizón temprano (*Alternaria solani*).
- d) Trazo. Se delimitó el área de trabajo de la siguiente forma: Las dimensiones del experimento fueron de 9.1 m de ancho X 9.8 m de largo, siendo el distanciamiento entre cada planta ó bolsa de 0.70 m al cuadrado. En la figura siete se muestra la distribución de los tratamientos y las dimensiones totales del ensayo a nivel de invernadero.

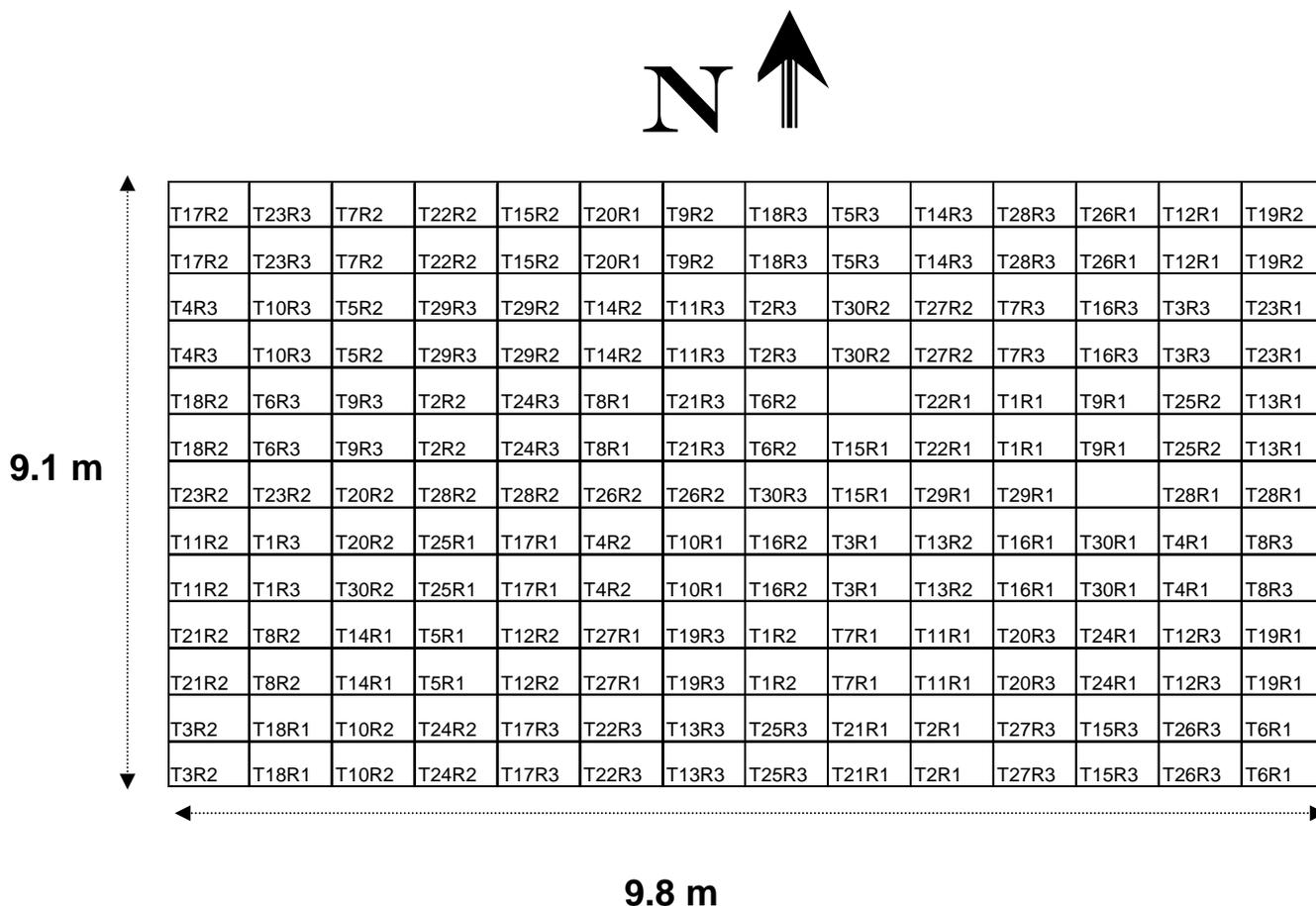


Figura 7. Croquis del ensayo de la investigación en el invernadero.

Fuente: Elaborado por los autores, (2003).

- e) Trasplante. Luego de la colocación de las bolsas, se realizó el trasplante en forma manual, colocando un pilón que contenía de dos a tres plántulas en cada bolsa, las cuales estaban a una distancia de 0.70 m al cuadrado. Luego de la germinación, a los



ocho días, se procedió a realizar un raleo de plántulas dejando únicamente la mas vigorosa.

- f) Tutorio. Se realizó a los 10 días después del trasplante y consistió en colocar varas de bambú a cada cuatro metros sobre el surco de bolsas de tomate y niveles de pita a cada 0.15 ó 0.20 m.
- g) Control de malezas. Fue realizado en forma manual, realizando tres limpieas, la primera limpia a los dos días antes del traslado de las bolsas al invernadero, la segunda limpia a los 12 días después del trasplante y la tercera limpia a los 27 días después del trasplante.
- h) Control de plagas y enfermedades. El control de plagas consistió únicamente en la aplicación de Terbufós (Agrofós) contra plagas del suelo y se realizó al momento de efectuar la mezcla. El control de enfermedades fue dirigido al mal del talluelo, tizón temprano y tizón tardío hasta los 56 días de duración del ensayo en el invernadero.
- i) Fertilización. En la etapa de campo definitivo (fase después del trasplante) se realizaron dos fertilizaciones: La primera al momento del trasplante con 20-20-0 a razón de 30 Kg / ha. aplicado incorporado al suelo dentro de la bolsa y la segunda se realizó a los 15 días después del trasplante con urea + Triple-15 en una relación 1:1 a razón de 45 Kg / ha.

4. Metodología

- a) Evaluación de resistencia y / o tolerancia. Al igual que en la etapa de campo se realizaron monitoreos del índice de incidencia y severidad del síntoma del Geminivirus ó virus del enrollamiento amarillo del tomate provocado por el ataque de mosca blanca (*Bemisia tabaci*).

A los 13 días después del trasplante a bolsa se realizó una infestación artificial con moscas blancas, liberando una población de 500 insectos dentro del invernadero, posteriormente se cerró el invernadero herméticamente para evitar la fuga de las mismas. En esta fase de invernadero el ensayo se efectuó hasta los 56 días después de la siembra, por lo tanto no se llegó a la etapa de cosecha.

- b) Toma de datos (Lecturas de incidencia y severidad). La toma de datos inició a los 15 días después del trasplante a bolsa, tomando lecturas de incidencia y severidad del virus del enrollamiento amarillo del tomate en las unidades de muestreo. Las frecuencias de las lecturas fueron de siete días, durante 21 días, haciendo un total de tres muestreos o tomas de lectura.

Se hizo uso de boletas para la toma de datos de incidencia y severidad en el invernadero, como se muestra en los cuadros 32 y 33, en Anexos. Para evitar errores humanos involuntarios se realizó una capacitación previa, sobre la interpretación de los diferentes porcentajes de severidad en las plantas de tomate haciendo uso de una escala de severidad que se muestra en la figura siete, en Anexos.



La toma de lecturas se hicieron en las primeras horas de la mañana (6:00 a 8:30 horas) con la finalidad de apreciar el síntoma del virus del enrollamiento amarillo del tomate en las condiciones apropiadas. Para determinar la incidencia, se procedió a contar el número de plantas con síntoma del V.E.A.T. (enfermas) con el virus del enrollamiento amarillo del tomate del total de plantas de la unidad muestreada (dos plantas).



Figura 8. Toma de datos en el ensayo de invernadero.
Fuente: Elaborado por los autores, (2003).

Para determinar la severidad, con base en la escala mostrada en la cuadro nueve y a la capacitación realizada previamente se calculaba de forma objetiva el porcentaje del daño del virus del enrollamiento amarillo del tomate en cada planta de las dos que componían la unidad de muestreo para luego obtener un promedio de las dos plantas o sea el porcentaje de severidad por unidad de muestreo. La toma de datos tanto de la incidencia como de severidad eran realizadas por una sola persona para evitar errores de apreciación.

- c) Variables respuestas. Las variables respuestas evaluadas en la investigación para estos objetivos fueron las siguientes:
- c.1 Número de plantas con síntomas del virus del enrollamiento amarillo del tomate por unidad muestreal (incidencia del V.E.A.T.)
 - c.2 Porcentaje de daño por unidad de muestreo (porcentaje de severidad del V.E.A.T. / unidad de muestreo).
- d) Análisis estadístico. Para el índice de incidencia con los datos del invernadero que se tenían (número de plantas con síntomas de V.E.A.T. (ó plantas enfermas)), se utilizó la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Incidencia del V.E.A.T.} = \frac{\text{No. de plantas enfermas con V.E.A.T.} / \text{U.M.}}{\text{No. total de plantas} / \text{U.M.}} \times 100$$

V.E.A.T. : Virus del enrollamiento del tomate.



En donde:

V.E.A.T. = Virus del enrollamiento amarillo del tomate.

U.M. = Unidad de muestreo.

Los datos obtenidos en % (% de incidencia y % de severidad), de las unidades de muestreo, fueron transformados de variable discreta a variable continua, utilizando la fórmula: $\text{Sen}^{-1} (\sqrt{(\%/100)})$ y luego se realizaron los análisis de varianza del índice de incidencia y severidad. Posteriormente se efectuó la prueba de medias de tukey.

Seleccionar los cultivares de tomate que presenten los mejores rendimientos en Kg/ha

1. Metodología

Para éste objetivo, el material y equipo, diseño estadístico y manejo del experimento fue el mismo que el de los objetivos uno y dos de la fase de campo.

- e) Control del rendimiento. Consistió en llevar el control del rendimiento en Kg/ha por unidad de muestreo en los cinco cortes de que constó la cosecha del cultivo del tomate de la investigación en la fase de campo únicamente.
- f) Toma de datos (Lecturas de rendimiento). Posterior al corte se contaba con una cierta cantidad de tomates por unidad de muestreo, luego se procedía a pesar los tomates, tomando nota en boletas previamente diseñadas (ver cuadro 34 en Anexos), del rendimiento en onzas / unidad de muestreo (ver cuadro 34 en Anexos).
- g) Variable respuesta: Rendimiento en Kg / ha.
- h) Análisis estadístico. El rendimiento obtenido en el pesado fue: Onzas/5.40 m² (unidad de muestreo), el cual fue transformado a su rendimiento equivalente en Kg / ha. Luego se realizó el análisis de varianza y el análisis de la prueba de medias de tukey.

Como parte de la metodología de la investigación se realizó a nivel de laboratorio una identificación y determinación de la especie de mosca blanca y el virus transmitido para lo cual se enviaron muestras vegetales de tomate y ninfas de mosca blanca al laboratorio de virología de la Universidad del Valle de Guatemala, a la Licda. Margarita Palmieri; en cuyo laboratorio se realizaron las metodologías que a continuación se describen para identificar el género y especie de mosca blanca y el tipo de virus presente en la plantación de tomate. Los resultados de los análisis de laboratorio se presentan en Anexos.

1. Determinación de la especie de mosca blanca y el virus transmitido



a) Metodología para la identificación de la especie de mosca blanca presente en la investigación

Según Palmieri (2002), la identificación de la especie de mosca blanca se realizó a través del estudio del estado ninfal del insecto.

- a. Se separaron 30 ninfas de todas las hojas, para tener un porcentaje aproximado de identificación por planta.
- b. Se procedió a la coloración de dichas ninfas utilizando el colorante de Wilkins para determinar la especie de las moscas.
- c. Para la identificación se utilizó la clave de Rafael Caballero de Zamorano.

Técnica utilizada para el montaje de ninfas de mosca blanca

Según Palmieri (2002), la técnica para el montaje de ninfas de mosca blanca es la siguiente.

1. Las ninfas se colocaron en una solución de hidróxido de potasio al 10%, abriéndoles un agujero en la parte central para que la solución penetrara. Se dejó durante 24 horas a temperatura ambiente.
2. Se presionaron para que le saliera todo el contenido interno, hasta que ésta quedara totalmente clara.
3. Se le agregaron 2 ó 3 gotas de colorante Triple Satín o Colorante de Wilkins dejándolas 2 ó 3 horas a temperatura ambiente.
4. Se le agregaron de 3 a 5 gotas de etanol al 70%, para que se lavara el colorante.
5. Seguidamente se agregaron de 3 a 5 gotas de etanol al 95%, para terminar de quitar el colorante y la ninfa se aclarara un poco.
6. Después se le agregaron de 5 a 10 gotas de aceite de clavo, para que la ninfa se aclarara completamente y se pudiera observar su taxonomía.
7. Se montó en un porta objetos con una gota de Bálsamo de Canadá y se observó en un microscopio compuesto.
8. La clasificación se hizo utilizando como base, las claves del Ing. Rafael Caballero.



b) Metodología para la determinación del tipo de virus transmitido por la mosca blanca en la investigación

Según Palmieri (2002), el método para la detección de geminivirus (virus que resultó positivo) en plantas de tomate fue el siguiente.

I. Extracción de ADN.

Para esto se utilizó una modificación del método de Doyle & Doyle, FOCUS 12(1):13-15, 1990.

1. El tejido fue macerado en CTAB 65 grados centígrados, quedándose en incubación con agitación constante durante una hora a esa misma temperatura.
2. Se agregó una solución de cloroformo: alcohol isoamílico (24:1), se centrifugó y fue transferido a la fase acuosa a un tercer tubo.
3. Se agregó por lo menos dos tercios de isopropanol frío y se incubó por lo menos una hora a cuatro grados centígrados.
4. Se centrifugó y se decantó el sobrenadante.
5. Se lavó el sedimento con etanol al 75% frío, se volvió a centrifugar a cuatro grados centígrados.
6. Se decantó el sobrenadante y se lavó con alcohol al 95%. Se volvió a centrifugar a cuatro grados centígrados, se decantó el sobrenadante de nuevo.
7. Se secó al vacío o al medio ambiente.
8. Finalmente se resuspendió en buffer TrisEDTA (TE) a cuatro grados centígrados, toda la noche.

II. Prueba de la reacción de la polimerasa en cadena (PCR).

1. Para esto se utilizó 25 ul la mezcla para PCR (buffer de la polimerasa, cloruro de magnesio, primers, agua destilada, dNTPs, TAQ polimerasa y ADN).
2. Los primers fueron para la detección del core de begomovirus, el 514 y el 1048.
3. Se colocaron en el termociclador con un programa que constó de una etapa de desnaturalización a 95°C, una etapa de anillado de los primers a 58°C, una etapa de alargamiento a 72°C, treinta ciclos de estas tres etapas y finalmente una etapa de elongación más larga, de 10 minutos a 72°C.
4. Se corrieron los productos del PCR en un gel de agarosa al 0.8% y se coloreó con bromuro de etidio.
5. Los productos se visualizaron con luz ultravioleta.



VIII. PRESENTACION Y DISCUSION DE RESULTADOS

1. Identificación de cultivares de tomate resistentes y/o tolerantes al ataque del Geminivirus, transmitido por la mosca blanca (*Bemisia tabaci*).

La identificación de los cultivares nativos de tomate que presentaron tolerancia y/o resistencia al ataque del Geminivirus ó virus del enrollamiento amarillo del tomate (V.E.A.T.), se efectuó mediante la incidencia y severidad de los síntomas que manifestó cada cultivar evaluado. La incidencia se refiere al número de plantas con síntoma del Geminivirus como consecuencia del ataque de mosca blanca (*Bemisia tabaci*) y severidad indica el porcentaje de daño en cada planta.

Tanto la incidencia como la severidad del ataque de mosca blanca a los cultivares de tomate dados en porcentaje fueron transformados de variable discreta (%) a variable continua para poder ser analizados.

1.1 Incidencia y severidad del ensayo de campo.

En los cuadros 21 y 22, en Anexos, se presentan tanto los porcentajes de incidencia del ensayo de campo como los datos transformados (variables continuas) de dichos porcentajes en las 186 unidades experimentales, correspondientes a los promedios de tres lecturas realizadas. En el cuadro 10, se muestra el análisis de varianza de la incidencia del Geminivirus del ensayo de campo.

Cuadro 10. Andeva de la incidencia del Geminivirus.

Fuente de Variación	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	Pr>F
Trat	30	14018.33	467.28	3.50	0.0001**
Bloque	5	4005.73	801.14	6.00	0.0001
Error	150	20026.92	133.51		
Total	185	38050.98			

Fuente: Elaborado por los autores, (2003).

De acuerdo al cuadro 10, estadísticamente se determinó diferencia entre tratamientos debido a que existió alta diferencia significativa (**) al 99% de confianza por efecto de los tratamientos, por lo que se realizó una prueba de medias de Duncan, la cual se presenta en el cuadro 11. El coeficiente de variación (C.V.) de 19.03% se comportó en el rango aceptable.

A continuación se presenta el cuadro 11, con el agrupamiento formado por la prueba de medias Duncan.

**Cuadro 11.** Tabla de medias de Duncan de Incidencia.

No.	TRAT	MATERIAL	MEDIA	AGRUPACION DUNCAN
1	31	T.R. (Zenith)	34.78	A
2	10	R10	52.78	AB
3	7	R7	53.83	AB
4	21	R21	58.92	ABC
5	30	T.A. (Elios)	62.40	BC
6	8	R8	62.83	BCD
7	29	S29	64.97	BCD
8	9	R9	65.36	BCD
9	17	S17	68.40	BCDE
10	12	R12	69.23	BCDEF
11	6	R6	70.32	BCDEFG
12	18	S18	70.69	BCDEFG
13	15	R15	71.06	BCDEFG
14	11	S11	73.71	BCDEFG
15	20	R20	74.07	BCDEFG
16	16	R16	74.91	BCDEFG
17	27	R27	76.20	BCDEFG
18	3	S3	76.66	BCDEFG
19	25	R25	76.93	CDEFGH
20	24	R24	77.16	CDEFGH
21	4	S4	77.27	CDEFGH
22	19	R19	78.51	CDEFGH
23	14	S14	80.54	CDEFGH
24	23	R23	80.56	CDEFGH
25	13	R13	83.02	CDEFGH
26	22	S22	83.44	CDEFGH
27	2	R2	83.99	DEFGH
28	1	S1	84.88	EFGH
29	28	R28	89.20	FGH
30	5	R5	89.68	GH
31	26	S26	90.12	H

Fuente: Elaborado por los autores, (2003).

En base al cuadro 11, se observa que se formaron 14 grupos con las medias de incidencia del Geminivirus, variando de 34.78% la incidencia promedio mínima hasta 90.12% la incidencia promedio máxima. El tratamiento que presentó menor incidencia al ataque del Geminivirus fue el tratamiento 31 (Testigo relativo: Híbrido Zenith) con 34.78% de incidencia promedio (tres lecturas), ubicado en el grupo "A", el cual presentó el mayor rendimiento (como se verá mas adelante). En el segundo lugar se ubicó el tratamiento 10 (Material R10) originario de Aldea El Olvido, Parcelamiento Centro 2, La Máquina, San Andrés Villa Seca, Retalhuleu; este cultivar fue el que mayor tolerancia presentó al ataque del Geminivirus de los 29 cultivares en estudio.

Los dos híbridos comerciales utilizados como testigos presentaron menor incidencia al ataque del Geminivirus con respecto a los 29 cultivares de tomate evaluados. El híbrido Zenith (testigo relativo) se ubicó en el primer lugar con la menor incidencia, la cual fue de: 34.78%, mientras que el híbrido Elios se ubicó en el quinto lugar de menor incidencia con



62.40% de incidencia. Esto indica que toleran el ataque del Geminivirus, sin embargo; el rendimiento se ve muy afectado, si no se controla esta plaga.

En los cuadros 23 y 24, en Anexos, se presentan tanto los porcentajes de severidad del ensayo de campo como los datos transformados (variable continua) de dichos porcentajes en las 186 unidades experimentales, correspondientes a los promedios de tres lecturas realizadas. En el cuadro 12, se muestra el análisis de varianza de la severidad del Geminivirus del ensayo de campo.

Cuadro 12. Andeva de la severidad del Geminivirus.

Fuente de Variación	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	Pr>F
Trat	30	10754.37	358.48	3.34	0.0001**
Bloque	5	2577.90	515.58	4.80	0.0004
Error	150	16103.67	107.36		
Total	185	29435.93			

Fuente: Elaborado por los autores, (2003).

De acuerdo al cuadro 12, estadísticamente se determinó diferencia entre tratamientos debido a que existió alta diferencia significativa (**) al 99% de confianza por efecto de los tratamientos, por lo que se realizó una prueba de medias de Duncan, la cual se presenta en el cuadro 13. El coeficiente de variación (C.V.) de 22.82% se comportó fuera del rango aceptable.

A continuación se presenta el cuadro 13, con el agrupamiento formado por la prueba de medias Duncan.

Cuadro 13. Tabla de medias de Duncan de severidad.

No.	TRAT	MATERIAL	MEDIA	AGRUPACION DUNCAN
1	31	T.R. (Híbrido Zenith)	17.67	A
2	7	R7	29.96	AB
3	10	R10	31.20	AB
4	21	R21	32.76	ABC
5	29	S29	38.29	BCD
6	17	S17	40.98	BCDE
7	16	R16	42.92	BCDE
8	9	S9	43.24	BCDE
9	12	R12	44.83	BCDE
10	11	S11	45.66	BCDEF
11	30	T.A. (Híbrido Elios)	47.73	BCDEF
12	25	R25	48.64	BCDEF
13	8	R8	48.75	BCDEF
14	23	R23	49.19	BCDEF
15	18	S18	49.78	BCDEF
16	15	R15	52.00	BCDEFG
17	4	S4	52.39	BCDEFG
18	6	R6	52.88	BCDEFG
19	20	R20	53.06	CDEFG
20	14	S14	54.88	CDEFG



21	13	R13	56.37	DEFG
22	26	S26	58.39	DEFG
23	5	R5	58.45	DEFG
24	22	S22	59.70	DEFG
25	24	R24	61.04	DEFG
26	27	S27	61.41	DEFG
27	3	S3	61.50	DEFG
28	1	S1	63.30	EFG
29	19	R19	69.00	FG
30	28	R28	69.22	FG
31	2	R2	72.00	G

Fuente: Elaborado por los autores, (2003).

En base al cuadro 13, se observa que se formaron 12 grupos con las medias de severidad del Geminivirus, variando de 17.67% la severidad promedio mínima hasta 72% la severidad promedio máxima. El tratamiento que presentó menor severidad al ataque del Geminivirus fue el tratamiento 31 (Testigo relativo: Híbrido zenith) con 17.67% de severidad promedio (tres lecturas) ubicado en el grupo "A". En el segundo lugar se ubicó el tratamiento 7 (Material R7) originario de Aldea San Luis, San Sebastián, Retalhuleu, siendo éste el cultivar que mayor tolerancia presentó (en cuanto a severidad) al ataque del Geminivirus, de los 29 cultivares en estudio. En el tercer lugar se ubicó el tratamiento 10 (Material R10) originario de Aldea El Olvido, Parcelamiento Centro 2 La Máquina, San Andrés Villa Seca, Retalhuleu; siendo este el cultivar que obtuvo menor incidencia y el segundo en menor severidad, de los 29 cultivares evaluados, lo cual lo ubica como el mejor material de los evaluados.

De los dos híbridos comerciales utilizados como testigos, el tratamiento 31 (testigo relativo: Híbrido Zenith) fue el que presentó mayor tolerancia al ataque del Geminivirus, mientras que el tratamiento 30 (testigo absoluto: Híbrido Elios) se ubicó en el lugar número 11 en cuanto a severidad.

1.2 Incidencia y severidad del ensayo de invernadero.

En el cuadro 25 y 26 en Anexos, se presentan tanto los porcentajes de incidencia del ensayo de invernadero como los datos transformados (variables continuas) de dichos porcentajes en las 90 unidades experimentales, correspondientes a los promedios de tres lecturas realizadas. En el cuadro 14, se muestra el análisis de varianza de la incidencia del Geminivirus. del ensayo de invernadero

Cuadro 14. Andeva de la incidencia del Geminivirus.

Fuente de Variación	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	Pr>F
Trat	29	4953.81	170.82	0.427	0.99 N.S.
Error	60	24019.24	400.32		
Total	89	28973.05			

Fuente:

Elaborado por los autores, (2003).



De acuerdo al cuadro 14, estadísticamente no se determinó diferencia entre tratamientos debido a que existió No Significancia (N.S.) al 95% de confianza por efecto de los tratamientos. El coeficiente de variación (C.V.) fue de 88.09% el cual fue muy elevado.

A continuación se presenta el cuadro 15, con el listado de las medias de los porcentajes de incidencia de los 30 tratamientos evaluados.

Cuadro 15. Lista de medias de incidencia del ensayo de invernadero.

No.	T	MATERIAL	PROM
1	2	R2	5.56
2	22	S22	5.56
3	7	R7	11.11
4	11	S11	11.11
5	17	S17	11.11
6	18	S18	11.11
7	19	R19	11.11
8	30	T.A. (Híbrido Elios)	11.11
9	3	S3	16.67
10	4	S4	16.67
11	9	S9	16.67
12	10	R10	16.67
13	16	R16	16.67
14	23	R23	16.67
15	26	S26	16.67
16	29	S29	16.67
17	1	S1	22.22
18	21	R21	22.22
19	28	R28	22.22
20	8	R8	27.78
21	13	R13	27.78
22	14	S14	27.78
23	15	R15	27.78
24	27	S27	27.78
25	5	R5	33.33
26	12	R12	33.33
27	25	R25	38.89
28	6	R6	38.89
29	20	R20	38.89
30	24	R24	38.89

T.A.= Testigo absoluto.

Fuente: Elaborado por los autores, (2003).

En base al cuadro 15, se observa que bajo condiciones controladas (invernadero) el tratamiento 2 (Material R2) originario del Parcelamiento Caballo Blanco, Retalhuleu y el tratamiento 22 (Material S22) originario del Sector 1, Parcelamiento Monterrey, Santo Domingo, Suchitépéquez, fueron los que mayor tolerancia presentaron (en cuanto a incidencia) al ataque del Geminivirus con porcentajes de incidencia de 5.56% en ambos



casos, comparados con los 29 cultivos evaluados bajo las mismas condiciones; aunque esta superioridad no fue reflejada estadísticamente.

Bajo condiciones de invernadero, a pesar de que se introdujeron moscas blancas para propiciar el desarrollo del síntoma de Geminivirus los porcentajes de incidencias fueron mucho menores en comparación con los de campo.

En el cuadro 27 y 28 en Anexos, se presentan tanto los porcentajes de severidad del ensayo de invernadero como los datos transformados (variables continuas) de dichos porcentajes en las 90 unidades experimentales, correspondientes a los promedios de tres lecturas realizadas. En el cuadro 16, se muestra el análisis de varianza de la severidad del Geminivirus del ensayo de invernadero.

Cuadro 16. Andeva de la severidad del Geminivirus.

Fuente de Variación	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	Pr>F
Trat	29	788.03	27.17	0.493	0.980 N.S.
Error	60	3305.55	55.09		
Total	89	4093.58			

Fuente: Elaborado por los autores, (2003).

De acuerdo al cuadro 16, estadísticamente no se determinó diferencia entre tratamientos debido a que existió No Significancia (N.S.) al 95% de confianza por efecto de los tratamientos. El coeficiente de variación (C.V.) fue de 89.82% el cual fue muy elevado.

A continuación se presenta el cuadro 17, con el listado de las medias de los porcentajes de severidad de los 30 tratamientos evaluados.

**Cuadro 17.** Lista de medias de severidad del ensayo de invernadero.

No.	T	MATERIAL	PROM
1	2	R2	0.22
2	11	S11	0.78
3	30	T.A. (Híbrido Elios)	0.78
4	18	S18	1.33
5	22	S22	1.33
6	19	R19	1.67
7	3	S3	1.78
8	4	S4	1.78
9	7	R7	1.78
10	23	R23	2.44
11	9	S9	2.67
12	17	S17	2.78
13	26	S26	2.89
14	16	R16	3.00
15	21	R21	3.11
16	10	R10	3.33
17	1	S1	3.89
18	5	R5	4.00
19	14	S14	4.00
20	28	R28	4.11
21	12	R12	4.22
22	27	S27	4.22
23	20	R20	4.78
24	24	R24	4.78
25	29	S29	5.00
26	25	R25	5.22
27	8	R8	5.33
28	15	R15	5.44
29	13	R13	6.11
30	6	R6	8.67

T.A.= Testigo absoluto.

Fuente: Elaborado por los autores, (2003).

En base al cuadro 17, se observa que bajo condiciones controladas (invernadero) nuevamente el tratamiento 2 (Material R2) originario de Parcelamiento Caballo Blanco, Retalhuleu fue el que mayor tolerancia presentó (en cuanto a severidad) al ataque del Geminivirus con un porcentaje de severidad de 0.22%, de los 29 cultivares de tomate evaluados. Seguido por el tratamiento 11 (Material S11) originario de Línea B6 Parcelamiento Centro 1, La Máquina, Cuyotenango, Suchitepéquez con 0.78% de severidad.

Bajo condiciones controladas (invernadero), el comportamiento de la tolerancia y/o resistencia de los 29 cultivares de tomate y el testigo Elios varió considerablemente. Los porcentajes de severidad del daño por Geminivirus fueron bajos, variando de 0.22% para el cultivar R2 a 8.67% para el cultivar R6; mientras que para los porcentajes de incidencia los cambios fueron sustanciales, con el cultivar R2 con 5.56% de plantas dañadas y el



cultivar R24 con 38.89% de plantas dañadas. Por lo tanto los cultivares R2, S11 y R22 fueron los cultivares que manifestaron menor daño por Geminivirus en el ensayo de invernadero, lo cual es importante para investigaciones futuras bajo condiciones controladas (ó invernadero).

2. Selección de cultivares de tomate que presentaron resistencia y/o tolerancia al ataque del Geminivirus, transmitido por la mosca blanca (*Bemisia tabaci*), más aptos para programas de mejoramiento.

En base a la escala planteada por Schoonhoven y Pastor Corrales (1987), se presenta a continuación el cuadro 18 con los grados de resistencia o tolerancia que manifestaron los cultivares en la investigación.

Cuadro 18. Cultivares tolerantes y susceptibles en base a la escala utilizada, tomando en cuenta el porcentaje de incidencia del Geminivirus ó V.E.A.T.

No.	Trat	Cultivar	% Incidencia V.E.A.T.	Rango (% INC)	Valor	Síntomas	Nivel
1	31	T.R. (Zenith)	35	26-40	4	Moderados	Tolerante
2	10	R10	53	41-60	5	Intermedios	Tolerante
3	7	R7	54				Tolerante
4	21	R21	59				Tolerante
5	30	T.A. (Elios)	62	61-75	6	Generales	Tolerante
6	8	R8	63				Tolerante
7	29	S29	65				Tolerante
8	9	R9	65				Tolerante
9	17	S17	68				Tolerante
10	12	R12	69				Tolerante
11	6	R6	70				Tolerante
12	18	S18	71				Tolerante
13	15	R15	71				Tolerante
14	11	S11	74				Tolerante
15	20	R20	74				Tolerante
16	16	R16	75				Tolerante
17	27	R27	76				76-90	7	Intensos	Tolerante
18	3	S3	77	Susceptible			
19	25	R25	77	Susceptible			
20	24	R24	77	Susceptible			
21	4	S4	77	Susceptible			
22	19	R19	79	Susceptible			
23	14	S14	81	Susceptible			
24	23	R23	81	Susceptible			
25	13	R13	83	Susceptible			
26	22	S22	83	Susceptible			
27	2	R2	84	Susceptible			
28	1	S1	85	Susceptible			
29	28	R28	89	Susceptible			
30	5	R5	90	Susceptible			
31	26	S26	90.12	91-99	8	Severos	Susceptible

Fuente: Elaborado por los autores, (2003).

V.E.A.T. : Virus del enrollamiento del tomate.



Como se puede observar en el cuadro 18, el testigo relativo (híbrido Zenith), fue el que produjo mayor tolerancia al ataque del Geminivirus ó virus del enrollamiento amarillo del tomate (V.E.A.T.) presentando el porcentaje de incidencia más bajo que todos los tratamientos evaluados (35% de incidencia), presentando síntomas moderados. Seguido por los cultivares R10, S7 y R21 que presentando un porcentaje de incidencia de 53%, 54% y 59% respectivamente, manifestando síntomas intermedios. Los restantes cultivares y el testigo absoluto (Híbrido Elios) presentaron porcentajes de incidencia desde 62% hasta 90%, manifestando síntomas de generales e intensos. Y por último se ubicó el cultivar S26, el cual presentó un porcentaje de incidencia de 90.12% y manifestó síntomas severos del Geminivirus ó V.E.A.T.

En base al cuadro 18 y a la discusión anterior, los cultivares R10, R7 Y R21 procedentes de (Aldea El Olvido, Parcelamiento Centro 2 La Máquina, San Andrés Villa Seca, Retalhuleu; Aldea San Luis, San Sebastián, Retalhuleu y Zona 1, Parcelamiento Caballo Blanco, Retalhuleu) respectivamente fueron de los 29 cultivares de tomate evaluados los que presentaron mayor tolerancia al ataque del Geminivirus.

3. Selección de los cultivares de tomate que presentaron los mejores rendimientos en la fase de campo.

En el cuadro 29 en Anexos, se presentan los rendimientos de tomate en las 186 unidades muestrales. Los datos de campo que se presentan en el cuadro 29 en Anexos corresponden al total de cinco cortes realizados en el ensayo de campo, fueron analizados en un ANDEVA, obteniendo los resultados que se presentan en el cuadro 19.

Cuadro 19. Análisis de varianza del rendimiento en Kg / Ha de tomate.

Fuente de Variación	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	Pr>F
Trat	30	293130849.11	9771028.30	2.27	0.0007**
Bloque	5	65675521.61	13135104.32	3.06	0.0118
Error	150	644746103.78	4298307.36		
Total	185	1003552474.50			

Fuente: Elaborado por los autores, (2003).

De acuerdo al cuadro 19, estadísticamente se determinó diferencia entre tratamientos debido a que existió alta diferencia significativa (**) al 99% de confianza por efecto de los tratamientos, por lo que se realizó una prueba de medias de Duncan, la cual se presentan en el cuadro 20.

El coeficiente de variación de 82.46% fue más alto de lo normal (20%). A continuación se presenta el cuadro 20, con el agrupamiento formado por la prueba de medias Duncan.

V.E.A.T. : Virus del enrollamiento del tomate.



Cuadro 20. Prueba de medias de Duncan del rendimiento en Kg / Ha de tomate de los 31 tratamientos evaluados.

No.	TRAT	MATERIAL	MEDIA	AGRUPACION DUNCAN
1	10	R10	5965	A
2	18	S18	4796	AB
3	16	R16	4409	ABC
4	26	S26	4249	ABCD
5	9	R9	4023	ABCDE
6	17	S17	3722	ABCDEF
7	21	R21	3386	ABCDEF
8	14	S14	3151	BCDEF
9	25	R25	3056	BCDEFG
10	12	R12	2909	BCDEFG
11	24	R24	2766	BCDEFG
12	23	R23	2732	BCDEFG
13	20	R20	2682	BCDEFG
14	22	S22	2623	BCDEFG
15	5	R5	2364	BCDEFG
16	13	R13	2359	BCDEFG
17	11	S11	2313	BCDEFG
18	28	R28	2139	BCDEFG
19	19	R19	2095	BCDEFG
20	7	R7	2050	BCDEFG
21	4	S4	1886	BCDEFG
22	15	R15	1868	BCDEFG
23	1	S1	1742	CDEFG
24	2	R2	1551	CDEFG
25	3	S3	1322	DEFG
26	8	R8	1292	EFG
27	30	T.A.	1219	EFG
28	27	R27	1203	EFG
29	6	R6	1018	FG
30	29	S29	869	FG
31	31	T.R.	184	G

T. A. = Tratamiento Absoluto.

T. R. = Tratamiento Relativo.

Fuente: Elaborado por los autores, (2003).

En base al cuadro 20, se observa que se formaron 13 grupos. Las medias variaron de 184 Kg / Ha el mínimo hasta 5,965 Kg / Ha el máximo. El tratamiento más rendidor del grupo "A" fue el tratamiento 10 con 5,965 Kg / Ha, el cual se ubicó en segundo lugar en el nivel de tolerancia al Geminivirus (Cultivar R10, fue el más tolerante de los 29 cultivares de tomate evaluados, y el más rendidor); por lo tanto el tratamiento 10 (Cultivar R10) fue el que mejor comportamiento tuvo en la investigación.

En segundo lugar, en el grupo "AB" se ubicó el tratamiento 18 (Cultivar S18) con un rendimiento de 4,796 Kg / Ha, y en el tercer lugar, en el grupo "ABC" se ubicó el tratamiento 16 (Cultivar R16) con un rendimiento de 4,409 Kg / Ha. Estos dos cultivares se ubicaron en los lugares doceavo (71%) y dieciseisavo en el nivel de tolerancia al Geminivirus, por lo cual, aunque presentaron ligera tolerancia al ataque del Geminivirus no se ubicaron entre los mejores.



Con lo que respecta a los testigos, tratamiento 30 (Híbrido Elios) y tratamiento 31 (Híbrido Zenith), aunque se ubicaron en el primero (T31) y quinto (T30) lugar con una aceptable tolerancia al ataque del Geminivirus, el contraste fue que sus rendimientos fueron muy bajos: Ubicándose en los lugares 27 (T30) y 31 (T31). Lo cual indica que toleran el ataque del Geminivirus en niveles mas altos que los cultivares nativos evaluados, pero sus rendimientos son bajos sino se realiza el control químico de esta plaga.

A continuación, se presenta una gráfica de los rendimientos de los 31 tratamientos evaluados, presentados en la figura nueve.

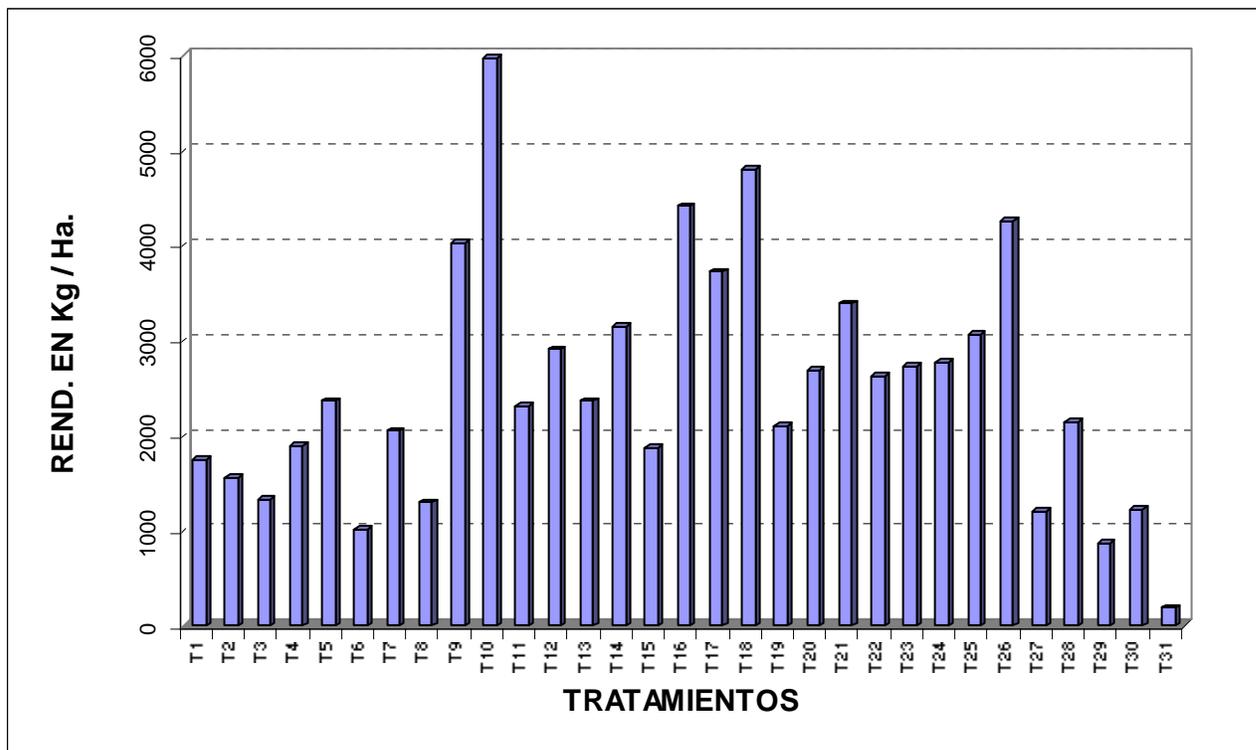


Figura 9. Rendimiento en Kg/Ha de los 29 cultivares y dos testigos del ensayo de campo de la investigación.

Fuente: Elaborado por los autores, (2003).

De acuerdo a la figura nueve, se puede observar que los tratamientos mas rendidores en orden del mayor al menor fueron los tratamientos: T10 (R10), T18 (S18) y el T16 (R16). Estos rendimientos están por debajo del rendimiento promedio nacional del año 2000 reportado por el banco de Guatemala que fue de 25,785 Kg/ha, siendo el rendimiento de T10 de 5,965 Kg/ha, debiéndose la reducción a que no se realizó control químico de la mosca blanca.



IX. CONCLUSIONES

1. Se identificaron y seleccionaron en base al porcentaje de incidencia del Geminivirus ó virus del enrollamiento amarillo del tomate (V.E.A.T.) (como síntoma del ataque de mosca blanca) tres cultivares de tomate con un nivel de tolerancia entre 41-60% de incidencia (rango de % de incidencia), después del Híbrido Zenith con 35% de incidencia, manifestando síntomas intermedios del daño, siendo estos los cultivares: R10, con 53% de incidencia, procedente de Aldea El Olvido, Parcelamiento Centro 2 La Máquina, San Andrés Villa Seca, Retalhuleu; Cultivar R7, con 54% de incidencia, procedente de Aldea San Luis, San Sebastián, Retalhuleu; y el cultivar R21, con 59% de incidencia, procedente de zona 1, Parcelamiento Caballo Blanco, Retalhuleu.
2. Los tratamientos que presentaron los mejores rendimientos a pesar del ataque del Geminivirus fueron: El cultivar R10 con un rendimiento de 5,965 Kg/Ha procedente de Aldea El Olvido, Parcelamiento Centro 2 La Máquina, San Andrés Villa Seca, Retalhuleu; el cual fue superior estadísticamente a los 30 tratamientos restantes.
3. Los cultivares de tomate que presentaron los menores porcentajes de severidad después del Híbrido Zenith (18% de Severidad) fueron: El cultivar R7 con 30% de severidad de daño del Geminivirus provocado por mosca blanca, procedente de Aldea San Luis, San Sebastián, Retalhuleu y el cultivar R10 con 31% de severidad, procedente de Aldea El Olvido, Parcelamiento Centro 2, La Máquina, San Andrés Villa Seca, Retalhuleu.
4. Los cultivares R10, R7 y R21, son los que se comportan en mejores condiciones en cuanto a tolerancia (porcentaje de incidencia y porcentaje de severidad) y rendimiento con respecto a los 26 cultivares restantes. Puesto que ocuparon el segundo, tercer y cuarto lugar con menor porcentaje de incidencia respectivamente, mientras que en el porcentaje de severidad el cultivar R7 ocupó el segundo lugar, el cultivar R10 ocupó el tercer lugar y el cultivar R21 ocupó el cuarto lugar; y en cuanto al rendimiento el cultivar R10 ocupó el primer lugar, el cultivar R21 ocupó el séptimo lugar y el cultivar R7 ocupó el lugar 20.
5. Los tratamientos testigos (T30: Híbrido Elios y T31: Híbrido Zenith) manifestaron tolerancias (%de incidencia y % de severidad) superiores a los 29 cultivares de tomate evaluados, puesto que el Híbrido Zenith ocupó el primer lugar en cuanto a menores porcentajes de incidencia y porcentaje de severidad en el ataque del Geminivirus con 35% de incidencia y 18% de severidad. Mientras que el Híbrido Elios ocupó los lugares quinto y onceavo en menores porcentajes de incidencia y porcentaje de severidad del ataque del Geminivirus con 62% de incidencia y 48% de severidad, sin embargo; el rendimiento de estos materiales es muy bajo, ubicándose en el lugar 27 el Híbrido Elios con 1,219 Kg/Ha. y en el lugar 31 el Híbrido Zenith con 184 Kg/Ha.



X. RECOMENDACIONES

1. Realizar evaluaciones de un paquete tecnológico que incluya la determinación del mejor distanciamiento, dosis adecuada de fertilizante, control adecuado de plagas y enfermedades, entre otros aspectos de importancia, utilizando los cultivares R10, R7 y R21.
2. Realizar evaluaciones de estabilidad genética en diferentes zonas climáticas y altitudinales de la región suroccidental de Guatemala con los cultivares seleccionados en esta investigación para que se consideren como alternativas de producción.
3. Realizar estudios de aceptabilidad con los diferentes tipos de tomate (batanecos, cuyotecos, pumpo y tomatillo o huevo de iguana) en la población de Suchitepéquez y Retalhuleu, así como un estudio de mercado para la comercialización de este producto.
4. Distribuir los cultivares de tomate que se han ido seleccionando en el proceso investigativo del proyecto de tomate CUNSUROC-DIGI a los agricultores de la región suroccidental de Guatemala.
5. Para futuras investigaciones bajo condiciones controladas (invernadero) se recomienda utilizar los cultivares R2, S11 y R22.



XI. BIBLIOGRAFÍA

ALLARD, R.W. 1978. Principios de la mejora genética de las plantas. 3ª. Ed. España, Omega. 498 p.

ANDREWS, K. L.; QUEZADA, R. J. 1989. Manejo integrado de las plagas insectiles en la agricultura, estado actual y futuro. Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 623 p.

BANCO DE GUATEMALA, 2001. Revista de reportes de rendimientos y área sembrada en el año 2000.

BERLINGER, M. J.; DAHAN, R. 1987. Breeding for resistance to virus transmission by whiteflies in tomatoes. *Insect Sel. Applic.* (Israel) 8(4-6): 783-84.

BRAUER, O. 1978. Fotogenética aplicada. México. Edit. Limusa. 518 p.

CABALLERO, R. s.f. Claves para identificar las especies de mosca blanca. Escuela Panamericana de Agricultura –ZAMORANO-. Tegucigalpa, Honduras.

CASTILLO GALINDO, M. A. 1994. Evaluación agroeconómica de ocho materiales genéticos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Miller) bajo dos sistemas de manejo y su tolerancia al virus del acolochamiento de la hoja, en Barcena, Villa Nueva, Guatemala. USAC, Facultad de Agronomía, Instituto de Investigaciones Agronómicas, Tesis, USAC. Guatemala, Gt. 75 p.

CAUSAS, CONSECUENCIAS y manejo del acolochamiento en tomate. 1992. In Seminario Taller sobre mosca blanca (1992, Guatemala). Memoria. Editores Victor Salguero, Danilo Dardón, Richard Fisher. Guatemala, Gt. MIP/ICTA/CATIE. 40 p.

COCHRAN, W. G.; COX, G. M. 1983. Diseños experimentales. Editorial Trillas, S.A. de C.V. Primera edición en español. México. P. 482 – 508, 577. 661 p.

DE JESUS CAMPOS, L. 1994. Evaluación de dos arreglos y tres densidades de siembra sobre la población de adultos de Mosca Blanca (*Bemisia tabaci*) y el acolochamiento en el cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum*) La Fragua, Zacapa. Tesis de Ingeniero Agrónomo. USAC. Facultad de Agronomía, Instituto de Investigaciones Agronómicas. Guatemala, Gt. 57 p.

DOYLE & DOYLE, F. 1990. Metodología para la extracción de ADN. USA. P. 13-15.

KIMBAL, J. W. 1982. Biología. Trad. Por Luis Eduardo Mora Osejo. México. Fondo Educativo Interamericano. 883 p.

MEJIA, L. s.f. Estudios de resistencia genética para geminivirus en tomate. Informe nacional sobre la situación de mosca blanca y geminivirus. Guatemala, Gua. Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala. Pp. 4



MEJIA, L. 1999. Evaluación de genotipos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) para resistencia a virus Géminis transmitidos por mosca blanca y su detección por PCR. Informe Final. Proyecto FODECYT No. 48, Facultad de agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala, Gt. P. 4.

----- s.f. Identificación de geminivirus en tomate. Informe nacional sobre la situación de mosca blanca y geminivirus. Guatemala, Gua. Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala. Pp. 4

METCALF, C. L.; FLINT, W. P. 1966. Insectos destructivos e insectos útiles: sus costumbres y su control. Trad. de Alonzo Blackaller Valdez. México, CECSA. 1208 p.

MUÑOZ RIVAS, A. C. 2000. Incidencia de cuatro enfermedades virales en cultivos vegetales y frutales en cinco regiones de Guatemala. Protocolo de Tesis. Facultad de ciencias y humanidades, departamento de biología, Universidad del Valle de Guatemala. Guatemala, Gua. Pp. 14 y 15

ORTEGA, L. D.; SANTOS, M. A.; RODRIGUEZ, C. 2000. Susceptibilidad de genotipos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) a mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*) y virosis en Yautepec, Morelos, México. Colegio de Postgraduados, Instituto de Fitosanidad, Especialidad en Entomología. México. P. 139.

OTZOY, M. R.; RODAS, R. C. 2001. Búsqueda, colecta y caracterización agromorfológica de cultivares nativos de tomate (*Lycopersicon esculentum* M.) provenientes de los departamentos de Suchitepéquez y Retalhuleu. Informe Final, Proyecto de Investigación CUNSUROC-DIGI, USAC. Guatemala, Gt. P. 46 y 47.

PALMIERI, M.; BROWN, J. K.; PINEDA, L.; OROZCO, M.; MENDEZ, M. E.; LOPEZ, L. 2000. Estudio sobre la diversidad de mosca blanca y su relación con Geminivirus en la región Sur y Oriental de Guatemala. Universidad del Valle de Guatemala. Universidad de Arizona, Tucson, Az, USA. Guatemala, Gt. P. 126.

_____. 2002. Departamento de Virología, Universidad del Valle de Guatemala (UVG). Guatemala, Gt.

SCHOONHOVEN A. V.; PASTOR-CORRALES, M. A. 1987. Sistema estándar para la evaluación de germoplasma de Frijol. Cali, Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical. -CIAT-. 56 p.

VILLELA RAMIREZ, J. D. 1999. El cultivo del tomate. MAGA, Proyecto de desarrollo Agrícola "PDA" G de G / AID 520-0274. Guatemala, Gt. P. 106-120.



XII. A N E X O S



Cuadro 21. Porcentajes de incidencia del Geminivirus ó V.E.A.T. en ensayo de campo.

T	R1	R2	R3	R4	R5	R6
1	100.00	77.78	95.24	72.22	71.43	92.59
2	66.67	59.52	100.00	100.00	77.78	100.00
3	51.11	38.89	87.83	90.48	91.67	100.00
4	66.67	45.87	71.43	100.00	87.96	91.67
5	100.00	100.00	52.38	100.00	100.00	85.71
6	50.00	62.96	70.83	73.81	89.68	74.60
7	35.56	41.11	53.77	61.67	70.90	60.00
8	50.00	42.06	33.33	84.92	81.94	84.72
9	59.00	61.11	50.63	67.86	95.24	58.33
10	66.67	33.33	33.33	42.59	70.37	70.37
11	66.74	92.59	60.71	47.22	83.33	91.67
12	80.16	81.02	50.00	35.95	79.37	88.89
13	92.59	72.02	88.89	68.25	88.89	87.50
14	70.37	81.02	82.14	81.48	75.66	92.59
15	55.56	60.95	85.71	55.09	69.05	100.00
16	59.52	60.32	69.64	85.19	78.52	96.30
17	65.08	71.43	77.78	58.33	50.26	87.50
18	59.72	55.56	66.67	82.22	78.52	81.48
19	71.11	76.19	86.67	83.33	69.05	84.72
20	100.00	66.67	40.74	87.50	56.94	92.59
21	65.56	62.00	33.33	60.71	58.33	73.61
22	77.78	81.48	76.85	90.48	88.89	85.19
23	92.59	77.78	50.00	96.30	81.48	85.19
24	62.96	76.39	66.67	77.78	79.17	100.00
25	88.89	77.78	58.33	77.31	66.67	92.59
26	79.17	100.00	87.50	88.89	88.89	96.30
27	95.24	100.00	33.33	80.95	64.35	83.33
28	96.30	74.07	84.26	96.30	91.67	92.59
29	45.37	66.67	59.26	77.78	74.07	66.67
30	36.90	69.44	45.83	55.56	100.00	66.67
31	34.33	33.33	38.10	33.33	30.69	38.89

Fuente: Elaborado por los autores, (2003).

V.E.A.T. : Virus del enrollamiento del tomate.



Cuadro 22. Variables continuas de los porcentajes de incidencia en el ensayo de campo.

T	R1	R2	R3	R4	R5	R6
1	90.00	61.87	77.40	58.19	57.69	74.21
2	54.74	50.49	90.00	90.00	61.87	90.00
3	45.64	38.58	69.58	72.02	73.22	90.00
4	54.74	42.63	57.69	90.00	69.70	73.22
5	90.00	90.00	46.36	90.00	90.00	67.79
6	45.00	52.51	57.31	59.22	71.26	59.74
7	36.60	39.88	47.16	51.75	57.35	50.77
8	45.00	40.43	35.26	67.15	64.85	66.99
9	50.18	51.42	45.36	55.46	77.40	49.80
10	54.74	35.26	35.26	40.74	57.02	57.02
11	54.78	74.21	51.19	43.41	65.91	73.22
12	63.55	64.17	45.00	36.84	62.98	70.53
13	74.21	58.07	70.53	55.71	70.53	69.30
14	57.02	64.17	65.00	64.51	60.44	74.21
15	48.19	51.33	67.79	47.92	56.20	90.00
16	50.49	50.95	56.57	67.36	62.39	78.90
17	53.78	57.69	61.87	49.80	45.15	69.30
18	50.61	48.19	54.74	65.06	62.39	64.51
19	57.49	60.79	68.58	65.91	56.20	66.99
20	90.00	54.74	39.66	69.30	48.99	74.21
21	54.06	51.94	35.26	51.19	49.80	59.09
22	61.87	64.51	61.24	72.02	70.53	67.36
23	74.21	61.87	45.00	78.90	64.51	67.36
24	52.51	60.93	54.74	61.87	62.84	90.00
25	70.53	61.87	49.80	61.56	54.74	74.21
26	62.84	90.00	69.30	70.53	70.53	78.90
27	77.40	90.00	35.26	64.12	53.34	65.91
28	78.90	59.39	66.63	78.90	73.22	74.21
29	42.34	54.74	50.34	61.87	59.39	54.74
30	37.41	56.44	42.61	48.19	90.00	54.74
31	35.87	35.26	38.11	35.26	33.64	38.58

Fuente: Elaborado por los autores, (2003).



Cuadro 23. Porcentajes de severidad del del Geminivirus ó V.E.A.T. en el ensayo de campo.

T	MAT	R1	R2	R3	R4	R5	R6
1	S-1	73.22	68.67	83.00	37.33	40.33	77.26
2	R-2	55.00	55.67	87.00	92.67	47.67	94.00
3	S-3	47.33	31.00	69.33	65.67	71.67	84.00
4	S-4	22.33	21.33	56.00	86.33	63.00	65.33
5	R-5	44.11	49.33	29.67	87.67	75.33	64.57
6	R-6	48.78	35.50	41.33	54.67	72.00	65.00
7	R-7	20.44	20.33	17.67	48.33	32.67	40.33
8	R-8	40.33	24.00	30.67	61.67	71.33	64.48
9	S-9	43.33	30.33	40.67	41.33	64.00	39.78
10	R-10	60.11	3.33	32.33	25.00	23.00	43.44
11	S-11	56.44	81.00	18.33	31.67	44.33	42.19
12	R-12	55.00	59.67	9.33	34.00	69.33	41.63
13	R-13	70.33	43.33	70.67	36.33	49.00	68.52
14	S-14	46.78	42.00	63.67	55.33	48.33	73.19
15	R-15	49.00	49.33	55.33	25.33	45.33	87.67
16	R-16	38.50	28.67	41.67	51.00	32.67	65.00
17	S-17	41.24	37.67	39.00	29.00	41.00	58.00
18	S-18	43.67	48.33	29.67	67.00	47.33	62.70
19	R-19	74.67	69.00	81.00	59.67	58.33	71.33
20	R-20	100.00	51.00	20.00	45.67	37.00	64.67
21	R-21	57.56	39.33	12.67	23.33	25.00	38.67
22	S-22	67.00	58.00	50.67	56.00	61.33	65.19
23	R-23	72.85	34.67	23.33	52.33	49.67	62.26
24	R-24	48.59	56.67	56.33	63.33	62.00	79.33
25	R-25	73.56	39.67	38.67	43.33	28.33	68.26
26	S-26	60.00	68.67	57.67	64.33	36.00	63.67
27	S-27	86.56	91.00	18.33	57.67	49.67	65.22
28	R-28	80.33	57.67	69.67	57.33	77.00	73.33
29	S-29	25.38	39.67	26.67	53.00	48.00	37.00
30	T*	16.05	60.33	33.00	53.33	77.00	46.67
31	Tr**	17.67	19.33	13.33	8.00	14.33	33.33

Fuente: Elaborado por los autores, (2003).

V.E.A.T. : Virus del enrollamiento del tomate.



Cuadro 24. Variable continua de los porcentajes de severidad en el ensayo de campo.

T	MAT	R1	R2	R3	R4	R5	R6
1	S-1	58.84	55.96	65.65	37.66	39.43	61.52
2	R-2	47.87	48.25	68.87	74.29	43.66	75.82
3	S-3	43.47	33.83	56.37	54.13	57.84	66.42
4	S-4	28.20	27.51	48.45	68.30	52.54	53.93
5	R-5	41.62	44.62	33.00	69.44	60.22	53.47
6	R-6	44.30	36.57	40.01	47.68	58.05	53.73
7	R-7	26.88	26.80	24.85	44.04	34.86	39.43
8	R-8	39.43	29.33	33.63	51.75	57.63	53.42
9	S-9	41.17	33.42	39.62	40.01	53.13	39.10
10	R-10	50.83	10.52	34.65	30.00	28.66	41.23
11	S-11	48.70	64.16	25.35	34.24	41.75	40.50
12	R-12	47.87	50.57	17.79	35.67	56.37	40.18
13	R-13	57.00	41.17	57.21	37.07	44.43	55.87
14	S-14	43.15	40.40	52.93	48.06	44.04	58.81
15	R-15	44.43	44.62	48.06	30.22	42.32	69.44
16	R-16	38.35	32.37	40.20	45.57	34.86	53.73
17	S-17	39.95	37.86	38.65	32.58	39.82	49.60
18	S-18	41.36	44.04	33.00	54.94	43.47	52.36
19	R-19	59.78	56.17	64.16	50.57	49.80	57.63
20	R-20	90.00	45.57	26.57	42.51	37.46	53.53
21	R-21	49.35	38.84	20.85	28.88	30.00	38.45
22	S-22	54.94	49.60	45.38	48.45	51.55	53.84
23	R-23	58.60	36.07	28.88	46.34	44.81	52.10
24	R-24	44.19	48.83	48.64	52.73	51.94	62.96
25	R-25	59.05	39.04	38.45	41.17	32.16	55.71
26	S-26	50.77	55.96	49.41	53.33	36.87	52.93
27	S-27	68.49	72.54	25.35	49.41	44.81	53.86
28	R-28	63.67	49.41	56.58	49.22	61.34	58.91
29	S-29	30.25	39.04	31.09	46.72	43.85	37.46
30	T*	23.61	50.96	35.06	46.91	61.34	43.09
31	Tr**	24.85	26.08	21.42	16.43	22.25	35.26

Fuente: Elaborado por los autores, (2003).



Cuadro 25. Porcentajes de incidencia del Geminivirus ó V.E.A.T. en el ensayo de invernadero.

T	R1	R2	R3
1	33.33	0.00	33.33
2	0.00	16.67	0.00
3	0.00	16.67	33.33
4	0.00	33.33	16.67
5	50.00	50.00	0.00
6	50.00	66.67	0.00
7	16.67	16.67	0.00
8	33.33	16.67	33.33
9	16.67	0.00	33.33
10	16.67	0.00	33.33
11	16.67	0.00	16.67
12	33.33	0.00	66.67
13	50.00	0.00	33.33
14	66.67	0.00	16.67
15	33.33	16.67	33.33
16	16.67	33.33	0.00
17	0.00	16.67	16.67
18	16.67	0.00	16.67
19	16.67	0.00	16.67
20	33.33	16.67	66.67
21	16.67	50.00	0.00
22	16.67	0.00	0.00
23	0.00	16.67	33.33
24	50.00	0.00	66.67
25	33.33	83.33	0.00
26	33.33	0.00	16.67
27	0.00	50.00	33.33
28	16.67	0.00	50.00
29	33.33	16.67	0.00
30	0.00	16.67	16.67

Fuente: Elaborado por los autores, (2003).

V.E.A.T. : Virus del enrollamiento del tomate.



Cuadro 26. Variable continua de los porcentajes de incidencia en el ensayo de invernadero.

T	R1	R2	R3
1	35.26	0.00	35.26
2	0.00	24.09	0.00
3	0.00	24.09	35.26
4	0.00	35.26	24.09
5	45.00	45.00	0.00
6	45.00	54.74	0.00
7	24.09	24.09	0.00
8	35.26	24.09	35.26
9	24.09	0.00	35.26
10	24.09	0.00	35.26
11	24.09	0.00	24.09
12	35.26	0.00	54.74
13	45.00	0.00	35.26
14	54.74	0.00	24.09
15	35.26	24.09	35.26
16	24.09	35.26	0.00
17	0.00	24.09	24.09
18	24.09	0.00	24.09
19	24.09	0.00	24.09
20	35.26	24.09	54.74
21	24.09	45.00	0.00
22	24.09	0.00	0.00
23	0.00	24.09	35.26
24	45.00	0.00	54.74
25	35.26	65.91	0.00
26	35.26	0.00	24.09
27	0.00	45.00	35.26
28	24.09	0.00	45.00
29	35.26	24.09	0.00
30	0.00	24.09	24.09

Fuente: Elaborado por los autores, (2003).



Cuadro 27. Porcentajes de severidad del Geminivirus ó V.E.A.T. en el ensayo de invernadero.

T	MAT	R1	R2	R3
1	S-1	7.67	0.00	4.00
2	R-2	0.00	0.67	0.00
3	S-3	0.00	1.33	4.00
4	S-4	0.00	3.67	1.67
5	R-5	7.67	4.33	0.00
6	R-6	15.00	11.00	0.00
7	R-7	2.00	3.33	0.00
8	R-8	9.00	1.67	5.33
9	S-9	3.33	0.00	4.67
10	R-10	2.67	0.00	7.33
11	S-11	0.67	0.00	1.67
12	R-12	5.67	0.00	7.00
13	R-13	9.67	0.00	8.67
14	S-14	10.67	0.00	1.33
15	R-15	4.00	6.00	6.33
16	R-16	1.67	7.33	0.00
17	S-17	0.00	6.67	1.67
18	S-18	0.67	0.00	3.33
19	R-19	1.67	0.00	3.33
20	R-20	4.33	4.00	6.00
21	R-21	2.67	6.67	0.00
22	S-22	4.00	0.00	0.00
23	R-23	0.00	1.67	5.67
24	R-24	4.33	0.00	10.00
25	R-25	3.33	12.33	0.00
26	S-26	2.00	0.00	6.67
27	S-27	0.00	11.00	1.67
28	R-28	5.00	0.00	7.33
29	S-29	9.33	5.67	0.00
30	T*	0.00	0.67	1.67

Fuente: Elaborado por los autores, (2003).

V.E.A.T. : Virus del enrollamiento del tomate.



Cuadro 28. Variable continua de los porcentajes de severidad en el ensayo de invernadero.

T	MAT	R1	R2	R3
1	S-1	16.07	0.00	11.54
2	R-2	0.00	4.68	0.00
3	S-3	0.00	6.63	11.54
4	S-4	0.00	11.04	7.42
5	R-5	16.07	12.01	0.00
6	R-6	22.79	19.37	0.00
7	R-7	8.13	10.52	0.00
8	R-8	17.46	7.42	13.35
9	S-9	10.52	0.00	12.48
10	R-10	9.40	0.00	15.71
11	S-11	4.68	0.00	7.42
12	R-12	13.77	0.00	15.34
13	R-13	18.11	0.00	17.12
14	S-14	19.06	0.00	6.63
15	R-15	11.54	14.18	14.58
16	R-16	7.42	15.71	0.00
17	S-17	0.00	14.96	7.42
18	S-18	4.68	0.00	10.52
19	R-19	7.42	0.00	10.52
20	R-20	12.01	11.54	14.18
21	R-21	9.40	14.96	0.00
22	S-22	11.54	0.00	0.00
23	R-23	0.00	7.42	13.77
24	R-24	12.01	0.00	18.43
25	R-25	10.52	20.56	0.00
26	S-26	8.13	0.00	14.96
27	S-27	0.00	19.37	7.42
28	R-28	12.92	0.00	15.71
29	S-29	17.79	13.77	0.00
30	T*	0.00	4.68	7.42

Fuente: Elaborado por los autores, (2003).



Cuadro 29. Rendimientos en Kg / ha. de tomate de las 186 unidades experimentales en el ensayo de campo.

T	R1	R2	R3	R4	R5	R6
1	238.40	556.26	1946.92	1748.25	1191.99	4767.96
2	213.88	2352.72	802.06	1711.07	2138.84	2085.37
3	442.99	1151.78	2037.76	1771.97	1727.67	797.39
4	93.91	1690.46	2066.12	1267.84	2253.94	3944.40
5	1314.80	1126.97	2817.43	3193.09	2629.60	3099.17
6	1647.47	872.19	1744.38	484.55	775.28	581.46
7	1069.42	427.77	4491.56	1176.36	2245.78	2887.43
8	242.27	339.18	484.55	4942.40	387.64	1356.74
9	1489.99	993.32	893.99	16787.19	3277.97	695.33
10	2206.88	1849.01	1789.36	15149.92	7634.61	7157.44
11	2961.43	1928.37	1756.20	2685.95	2685.95	1859.50
12	2344.05	4939.26	293.01	418.58	6781.01	2678.92
13	3030.30	1721.76	1446.28	688.71	6404.96	860.88
14	6201.37	2873.81	1512.53	756.26	5671.99	1890.66
15	1913.07	1913.07	3370.65	1184.28	819.89	2004.17
16	4870.13	3541.91	4833.23	3984.65	5829.40	3394.33
17	5694.81	2647.59	6593.99	1998.18	1798.36	3596.72
18	6893.71	4395.99	3796.54	3097.18	4096.26	6494.08
19	1033.06	3443.53	1205.23	344.35	2066.12	4476.58
20	1106.06	774.24	3428.78	3318.17	2931.05	4534.84
21	1850.90	344.35	1678.72	8780.99	1893.94	5767.91
22	936.52	576.32	2341.31	6987.91	1008.56	3890.18
23	2572.75	2242.91	2176.94	3067.51	3034.52	3298.40
24	3034.69	2592.13	821.89	4046.25	1738.62	4362.36
25	3615.70	1743.29	903.93	4196.80	6456.61	1420.45
26	1365.11	3578.81	1623.38	6493.51	9002.36	3431.23
27	1348.64	134.86	809.18	2157.82	2157.82	606.89
28	1896.68	3477.24	1833.46	2402.46	1454.12	1770.23
29	807.08	742.51	1323.61	1485.02	548.81	306.69
30	1211.37	1356.74	775.28	387.64	2132.01	1453.65
31	368.95	92.24	276.71	230.59	46.12	92.24

Fuente: Elaborado por los autores, (2003).



Cuadro 30. Boleta para el control del índice de **incidencia** del síntoma del Geminivirus ó V.E.A.T. por unidad de muestreo del ensayo de campo ó invernadero, proyecto de tomate.

Días después de la siembra: _____

Lectura No.: _____

Fecha de lectura: _____

Ensayo de: **Campo ó Invernadero.**

T	CODI- GO	% INCIDENCIA						PRO- MEDIO
		R1	R2	R3	R4	R5	R6	
1	S-1							
2	R-2							
3	S-3							
4	S-4							
5	R-5							
6	R-6							
7	R-7							
8	R-8							
9	S-9							
10	R-10							
11	S-11							
12	R-12							
13	R-13							
14	S-14							
15	R-15							
16	R-16							
17	S-17							
18	S-18							
19	R-19							
20	R-20							
21	R-21							
22	S-22							
23	R-23							
24	R-24							
25	R-25							
26	S-26							
27	S-27							
28	R-28							
29	S-29							
30	T*							
31	Tr**							

* Testigo Absoluto: Híbrido Tomate Elios

** Testigo Relativo: Híbrido Tomate Zenith.

Fuente: Elaborado por los autores, (2003).

V.E.A.T. : Virus del enrollamiento amarillo del tomate.



Cuadro 31. Boleta para el control del índice de **severidad** del síntoma del Geminivirus ó V.E.A.T. por unidad de muestreo del ensayo de campo o invernadero, proyecto de tomate.

Días después de la siembra: _____

Lectura No.: _____

Fecha de lectura: _____

Ensayo de: **Campo ó Invernadero.**

T	CODI- GO	% SEVERIDAD						PRO- MEDIO
		R1	R2	R3	R4	R5	R6	
1	S-1							
2	R-2							
3	S-3							
4	S-4							
5	R-5							
6	R-6							
7	R-7							
8	R-8							
9	S-9							
10	R-10							
11	S-11							
12	R-12							
13	R-13							
14	S-14							
15	R-15							
16	R-16							
17	S-17							
18	S-18							
19	R-19							
20	R-20							
21	R-21							
22	S-22							
23	R-23							
24	R-24							
25	R-25							
26	S-26							
27	S-27							
28	R-28							
29	S-29							
30	T*							
31	Tr**							

* Testigo Absoluto: Híbrido Tomate Elios

** Testigo Relativo: Híbrido Tomate Zenith.

Fuente: Elaborado por los autores, (2003).

V.E.A.T. : Virus del enrollamiento amarillo del tomate.



Cuadro 32. Boleta para el control del **rendimiento** por unidad de muestreo del ensayo de campo, proyecto de tomate.

Rendimientos en onzas por unidad experimental del ensayo de campo, proyecto de tomate.

Días después de la siembra: _____

Corte No.: _____

Fecha de corte: _____

Ensayo de campo.

T	Código	R1	R2	R3	R4	R5	R6	Prome- Dio
1	S-1							
2	R-2							
3	S-3							
4	S-4							
5	R-5							
6	R-6							
7	R-7							
8	R-8							
9	S-9							
10	R-10							
11	S-11							
12	R-12							
13	R-13							
14	S-14							
15	R-15							
16	R-16							
17	S-17							
18	S-18							
19	R-19							
20	R-20							
21	R-21							
22	S-22							
23	R-23							
24	R-24							
25	R-25							
26	S-26							
27	S-27							
28	R-28							
29	S-29							
30	T*							
31	Tr**							

* Testigo Absoluto: Híbrido Tomate Elios

** Testigo Relativo: Híbrido Tomate Zenith.

Fuente: Elaborado por los autores, (2003).



Referencia:

Síntoma del daño por el Geminivirus ó V.E.A.T.

Figura 10. Esquema de la escala de severidad utilizada para las lecturas de severidad.

Fuente: Elaborado por los autores, (2003).



UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

18 Avenida 11-95, Zona 15 V.H. III
Apartado Postal No. 82. 01901
Guatemala, Guatemala, C.A.

PBX 369-0791 al 95
Teléfonos: 364-0336 al 40
364-0492 al 97
FAX 502-364-0212
www.uvg.edu.gt

Guatemala, 13 de junio del 2002

Ing. Roberto Rodas
Mazatenango
Presente

Fax: 872-2422

Estimado Ing. Rodas:

A continuación le adjunto los resultados de las muestras de hojas de tomate para identificación de Ninfas de Mosca Blanca.

El procedimiento a seguir fue el siguiente:

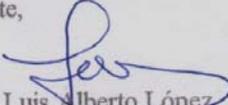
1. Se separaron 30 ninfas de todas las hojas, para tener un porcentaje aproximado de identificación por planta.
2. Se procedió a la coloración de dichas ninfas utilizando el colorante de Wilkins para determinar la especie de las moscas.
3. Para la identificación se utilizó la clave de Rafael Caballero de Zamorano.

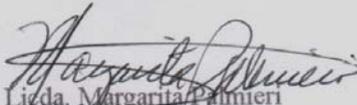
RESULTADOS:

Todas la ninfas corresponden a la especie *Bemisia tabaci*.

Política del laboratorio de Virología de UVG: los análisis realizados indican la AUSENCIA o PRESENCIA del patógeno solamente en las muestras enviadas al laboratorio, en ningún momento la prueba realizada ofrece una certificación de que toda la plantación presente el mismo patógeno. Cualquier información adicional, o duda favor comunicarse con nosotros.

Atentamente,


Luis Alberto López
Asistente de Laboratorio


Lidia Margarita Palmieri
Laboratorio de Virología Vegetal

Departamento de Patología Vegetal
Universidad del Valle de Guatemala

Constancia de los resultados de laboratorio de la identificación de la mosca blanca (*Bemisia tabaci*) de la investigación del proyecto de tomate.

Fuente: Laboratorio de Virología Vegetal –UVG-, (2003).



UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

18 Avenida 11-95, Zona 15 V.H. III
Apartado Postal No. 82. 01901
Guatemala, Guatemala, C.A.

PBX 369-0791 al 95
Teléfonos: 364-0336 al 40
364-0492 al 97
FAX 502-364-0212
www.uvg.edu.gt

Guatemala, 21 de mayo del 2002

Ing. Roberto Rodas
Mazatenango
Presente

Fax: 872-2422

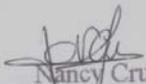
Estimado Ing. Rodas:

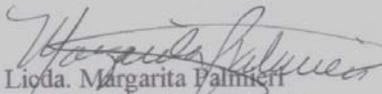
En la hoja adjunta, le enviamos los resultados obtenidos de la prueba de Elisa en las muestras de Tomate que fueron enviadas por usted al laboratorio.

El cobro por una muestra por virus es de Q25.00, el cobro por muestra para Geminivirus es de Q. 50.00, por lo que debe cancelar Q. 1950.00. Se ruega hacer el cheque a nombre de la Universidad del Valle de Guatemala y pasar a la oficina I2-206.

Política del laboratorio de Virología de UVG: los análisis realizados indican la AUSENCIA o PRESENCIA del patógeno solamente en las muestras enviadas al laboratorio, en ningún momento la prueba realizada ofrece una certificación de que toda la plantación presente el mismo patógeno. Cualquier información adicional, o duda favor comunicarse con nosotros.

Atentamente,


Nancy Cruz
Asistente de Laboratorio


Licda. Margarita Palmieri
Laboratorio de Virología Vegetal

Departamento de Patología Vegetal
Universidad del Valle de Guatemala

Constancia de los resultados de laboratorio de la determinación del tipo de virus transmitido por la mosca blanca a través de los métodos Elisa y PCR, en la investigación del proyecto de tomate.

Fuente: Laboratorio de Virología Vegetal –UVG-, (2003).



# Laboratorio	Tipo de Muestra	Síntoma	Potyvirus	Geminivirus
3723	Tomate Inv.	Amarillamiento leve.	Negativo	Negativo
3724	Tomate Inv.	Epinastía, puntos cloróticos.	Negativo	Positivo
3725	Tomate Inv.	Mosaico amarillo.	Negativo	Positivo
3726	Tomate Inv.	Mosaico amarillo fuerte.	Negativo	Positivo
3727	Tomate Inv.	Enrollamiento, mosaico amarillo, daño (75%).	Negativo	Positivo
3728	Tomate campo	Amarillamiento, enrollamiento, bordes morados, daño (85%).	Negativo	Positivo
3729	Tomate campo	Amarillamiento, enrollamiento, daño (70%).	Negativo	Positivo
3730	Tomate campo	Amarillamiento, enrollamiento leve, daño (65%).	Negativo	Negativo
3731	Tomate campo	Amarillamiento, enrollamiento severo, daño (95%).	Negativo	Positivo
3732	Tomate campo	Amarillamiento, enrollamiento moderado, daño (75%).	Negativo	Positivo
3733	Tomate bien dañado	Mosaico amarillo, acolochamiento, daño (100%).	Negativo	Negativo
3734	Tomate bien dañado	Enanismo, acolochamiento, mosaico amarillo fuerte, daño (100%).	Negativo	Positivo
3735	Tomate bien dañado	Enanismo, acolochamiento, mosaico amarillo fuerte, daño (100%).	Negativo	Negativo
3736	Tomate bien dañado	Enanismo, acolochamiento, mosaico amarillo fuerte, bordes morados, daño (100%).	Negativo	Positivo
3737	Tomate bien dañado	Enanismo, acolochamiento, mosaico amarillo fuerte, daño (100%).	Negativo	Positivo
3738	Tomate bien dañado	Enanismo, acolochamiento, mosaico amarillo fuerte, daño (100%).	Negativo	Positivo
3739	Tomate daño moderado	Enrollamiento moderado, puntos cloróticos, daño (50%).	Negativo	Positivo
3740	Tomate daño moderado	Enrollamiento moderado, clorosis, amarillamiento moderado, daño (50%).	Negativo	Positivo
3741	Tomate daño moderado	Enrollamiento modeado, clorosis, daño (60%).	Negativo	Negativo
3742	Tomate daño moderado	Enrollamiento, mosaico amarillo, daño (60%)	Negativo	Positivo
3743	Tomate daño moderado	Enrollamiento, mosaico amarillo fuerte, daño (75%).	Negativo	Positivo
3744	Tomate sano	Amarillamiento leve, daño (15%).	Negativo	Positivo
3745	Tomate sano	Aparentemente sano, daño (10%).	Negativo	Positivo
3746	Tomate sano	Aparentemente sano, daño (5%).	Negativo	Positivo
3747	Tomate sano	Aparentemente sano, daño (0%).	Negativo	Positivo
3748	Tomate sano	Clorosis en hojas jóvenes, daño (15%)	Negativo	Positivo

Política del laboratorio de Virología de UVG: los análisis realizados indican la AUSENCIA o PRESENCIA del patógeno solamente en las muestras enviadas al laboratorio, en ningún momento la prueba realizada ofrece una certificación de que toda la plantación presente el mismo patógeno. Cualquier información adicional, o duda favor comunicarse con nosotros.

Resultados de laboratorio de la determinación del tipo de virus transmitido por la mosca blanca (*Bemisia tabaci*) en la investigación.

Fuente: Laboratorio de Virología Vegetal –UVG-, (2003).