

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

**EVALUACIÓN DE RENDIMIENTO DE 10 GENOTIPOS DE TOMATE (*Lycopersicon esculentum* Mill)
EN LA UNIDAD DE RIEGO SANSIRISAY, SANARATE, EL PROGRESO**

TESIS

**PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE
AGRONOMÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

POR

JULIO CESAR SINCAL SIC

En el acto de investidura como

INGENIERO AGRÓNOMO

EN

**SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA
EN EL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIADO**

Guatemala, febrero del 2,004

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR MAGNÍFICO

MEDICO VETERINARIO LUIS ALFONSO LEAL MONTERROSO

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

DECANO	Dr. Ariel Abderraman Ortíz López
VOCAL PRIMERO	Ing. Agr. Alfredo Itzep Manuel
VOCAL SEGUNDO	Ing. Agr. Manuel de Jesús Martínez Ovalle
VOCAL TERCERO	Ing. Agr. Erberto Raúl Alfaro Ortíz
VOCAL CUARTO	Br. Luis Antonio Raguay Pirique
VOCAL QUINTO	Br. Juan manuel corea Ochoa
SECRETARIO	Ing. Agr. Pedro Pelaez Reyes

Guatemala, febrero de 2004

Honorable Junta directiva.
Honorable Tribunal Examinador.
Facultad de Agronomía.
Universidad de San Carlos de Guatemala.
Presente.

Distinguidos miembros:

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

EVALUACIÓN DE RENDIMIENTO DE 10 GENOTIPOS DE TOMATE (*Lycopersicon esculentum* Mill) EN LA UNIDAD DE RIEGO SANSIRISAY, SANARATE, EL PROGRESO.

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

En espera que la presente investigación llene los requisitos necesarios para su aprobación, me es grato presentarles mi agradecimiento.

Atentamente,

Julio Cesar Sincal Sic

ACTO QUE DEDICO

A:

DIOS: Fuente de mi fortaleza, mi guía, mi protector.

MIS PADRES: Juana de Jesús Sic.
Trinidad Sincal.

MI HERMANO: Carlos Enrique Sincal Sic.

MI ESPOSA E HIJOS: Carmen Alicia, Julio Daniel y a quien estamos esperando.

MIS AMIGOS: Rudy Teni, Axel López, Juan Carlos Salazar, Jorge López, Roger Lee, Nelson Nicolau, Erwin Palencia.

TESIS QUE DEDICO

A:

**Dios.
Mis Padres
Colegio Loyola
Instituto Experimental Enrique Gómez Carrillo
La Escuela Nacional Central de Agricultura E.N.C.A.
La Facultad de Agronomía, U.S.A.C.**

AGRADECIMIENTOS

A:

Dios por darme el privilegio de vivir un día más.

Mis padres, por todo su esfuerzo y el apoyo que me han brindado.

Mi asesor, Dr. Luis Mejía de León por su enseñanza y guía en la realización de este trabajo.

Ing. Agr. Héctor Sagastume e Ing. Agr. Byron Gonzáles por su valiosa colaboración en el análisis estadístico de los datos.

Perito Agrónomo Rudy Teni Cacao por sus aportes en la investigación.

Perito Agrónomo Fredy de León, Presidente del Comité de usuarios de la Unidad de Riego Sansirisay, por el apoyo logístico en la etapa de campo.

Señor Porfirio Arriaza, por su colaboración en la etapa de campo.

Academia de computación On Line y sus instructores Allan Figueroa y Sonia Morales.

Compañero Makmilan Cruz por su colaboración con el equipo de cómputo.

A todas las personas que colaboraron en las distintas fases de este trabajo, especialmente a: Señora Elena Samayoa, señora Elena de Canté, Manuel Mejía, Francisco del Cid, José del Cid.

CONTENIDO	PAGINA
INDICE	i
INDICE DE FIGURAS	iii
INDICE DE CUADROS	iv
RESUMEN	v
1. INTRODUCCION	1
2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	2
3. MARCO TEORICO	3
3.1 Marco conceptual	3
3.1.1 Importancia del cultivo del tomate	3
3.1.2 Generalidades del cultivo del tomate	3
3.1.2.1 Origen	3
3.1.2.2 Recursos genéticos	4
3.1.2.3 Importancia del mejoramiento genético del tomate	4
3.1.2.4 Descripción de la planta	5
3.1.2.5 Exigencias climáticas	6
3.1.2.6 Condiciones de suelo	6
3.1.3 Cuajado del fruto	6
3.1.4 Vida de anaquel	7
3.1.5 Geminivirus	7
3.1.6 Virus del enrollamiento amarillo de la hoja del tomate	7
3.1.7 Geminivirus identificados en la Unidad de Riego Sansirisay	8
3.2 Marco referencial	8
3.2.1 Localización del sitio experimental	8
3.2.1.1 Época	8
3.2.1.2 Ubicación geográfica	8
3.2.1.3 Condiciones climáticas	10
3.2.1.4 Condiciones de suelo	10
3.2.2 Material experimental utilizado	10
3.2.2.1 Descripción de los genotipos evaluados	11
3.2.2.2 Antecedentes de la investigación	12
4. OBJETIVOS	14
5. HIPÓTESIS	14

6. METODOLOGÍA	15
6.1 Metodología experimental	15
6.1.1 Diseño experimental	15
6.1.2 Unidad experimental	16
6.1.3 Variables respuesta	16
6.1.4 Manejo del experimento	19
6.1.5 Análisis estadístico	20
7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	21
7.1 Incidencia y severidad de síntomas de virosis	21
7.2 Fructificación	22
7.3 Rendimiento total	23
7.4 Clasificación del rendimiento por categorías comerciales	23
7.5 Forma de fruto	25
7.6 Vida de anaquel	26
8. CONCLUSIONES	28
9. RECOMENDACIONES	29
10. BIBLIOGRAFÍA	30
11. APENDICE	32

INDICE DE FIGURAS

CONTENIDO	PAGINA
Figura 1. Ubicación geográfica de la Unidad de Riego Sansirisay.....	9
Figura 2. Forma del fruto de tomate según el IPGRI.....	18
Figura 3. Grado de severidad de síntomas de virosis presentado por los genotipos de tomate evaluados.....	21
Figura 4. Comparación del rendimiento por categorías comerciales de los genotipos de tomate evaluados.....	25
Figura 5. Forma de fruto de los genotipos de tomate evaluados.....	26
Figura 6. Tiempo de vida de anaquel de Elios, Marina y HC 7880.....	27
Figura 7A Parcela bruta y parcela neta.....	35

INDICE DE CUADROS

CONTENIDO	PÁGINA
Cuadro 1. Genotipos de tomate incluidos en la evaluación y su procedencia.....	10
Cuadro 2. Promedio de peso de fruto y rendimiento por planta de los genotipos de tomate evaluados sin protección química contra la mosca blanca de marzo a julio de 1,999 en la Unidad de Riego Sansirisay.....	12
Cuadro 3. Prueba de Duncan al 10% para fructificación de los genotipos de tomate evaluados.....	22
Cuadro 4. Prueba de Duncan al 10% para rendimiento total de los genotipos de tomate evaluados.....	23
Cuadro 5. Prueba de Duncan al 10% para rendimiento de fruto de primera y segunda categoría de los genotipos de tomate evaluados.....	24
Cuadro 6A. Análisis de varianza para fructificación de los genotipos de tomate evaluados.....	33
Cuadro 7A. Análisis de varianza para rendimiento total de los genotipos de tomate evaluados.....	33
Cuadro 8A. Análisis de varianza para rendimiento de fruto de primera y de segunda categoría de los genotipos de tomate evaluados.....	33
Cuadro 9A. Datos de campo de las variables Porcentaje de fructificación (Cuajado), Peso de fruto de Primera (PF1), Segunda (PF2), Tercera (PF3) Categoría y Peso total de fruto (PTF) en gramos por parcela neta.....	34
Cuadro 10A. Arreglo y aleatorización de los tratamientos en el campo.....	35

Evaluación del rendimiento de 10 genotipos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) en la Unidad de Riego Sansirisay, Sanarate, El Progreso.

Yield evaluation of 10 tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill) genotypes at Unidad de Riego Sansirisay, Sanarate, El Progreso.

RESUMEN

La unidad de riego Sansirisay, localizada en el municipio de Sanarate, departamento de El Progreso, es una zona productora de tomate en época seca y lluviosa y es severamente afectada por los geminivirus actualmente. Esta ha sido utilizada desde 1,996 como un área piloto para la búsqueda de resistencia genética en el tomate contra los geminivirus transmitidos por mosca blanca. En 1,998 se obtuvieron genotipos experimentales provenientes de programas de mejoramiento del Centro Volcani y la Universidad Hebrea de Jerusalem, Israel, que fueron seleccionados por su tolerancia al geminivirus del Hemisferio Oriental llamado Virus del enrollamiento amarillo de la hoja del tomate (TYLCV) aunque este no está presente en Guatemala. También se obtuvieron genotipos provenientes del Centro de Investigaciones Hortícolas "Liliana Dimitrova" de Cuba adaptados a condiciones tropicales y susceptibles al TYLCV. De estos materiales se desconocía su potencial de rendimiento así como las características de calidad del fruto.

Esto motivó realizar la presente investigación en la que se planteó como objetivo, evaluar las características de rendimiento y de calidad de fruto de los genotipos bajo las condiciones de manejo agronómico de los agricultores de la Unidad de Riego Sansirisay, como una fase del programa de mejoramiento genético del tomate. Los genotipos utilizados fueron: las líneas de mejoramiento TY 197, TY 198, 8933, el híbrido Favi 9; los cultivares de polinización libre Lignon, HC 2580, HC 7880, Mandarina y los dos híbridos comerciales Elios y Marina. Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar con 10 tratamientos y 3 repeticiones. Las variables respuesta medidas fueron: incidencia y severidad de síntomas de virosis, porcentaje de fructificación, rendimiento total, rendimiento de fruto grande, mediano y pequeño, forma de fruto y vida de anaquel.

El ensayo presentó un 100% de incidencia de síntomas de virosis con grado dos de severidad. Los genotipos con mayor porcentaje de fructificación fueron 8933 (95%), TY 198 (94%), TY 197 (90%), HC 7880 (90%) y Lignon (88%) lo que indica que tienen una buena adaptación a las condiciones ambientales de la unidad de riego Sansirisay. En cuanto a rendimiento de fruto de primera y segunda categoría los mejores materiales fueron: Marina (47.3), Elios (46.2), 8933 (35.7), TY 198 (32.3), TY 197 (31.6) y HC 2580 con (30.4) ton/ha. La forma del fruto de las líneas TY 197, TY 198, 8933, el híbrido

Favi 9 y las variedades Lignon y HC 2580 es redonda, HC 7880 tiene forma de ciruela, mandarina es levemente aplastado. Para la vida de anaquel la variedad HC 7880 fue la que hasta el día 12 permaneció en estado firme, esta duración fue similar a la de los dos testigos comerciales Elios y Marina. Los cinco genotipos que se recomienda utilizarlos para realizar combinaciones o cruzamientos con fines de mejoramiento de tomate fueron 8933, TY 197, TY 198 y HC 2580 por su buen rendimiento de fruto de primera y segunda categoría, Favi 9 por su buen tamaño de fruto y HC 7880 por su mayor vida de anaquel.

1. INTRODUCCIÓN

La Unidad de Riego Sansirisay (URS), localizada en el municipio de Sanarate es una zona productora de tomate tanto en época seca como en época lluviosa y es severamente afectada por los geminivirus. La infección por geminivirus transmitidos por mosca blanca es el principal factor biótico que limita la producción de tomate en Guatemala. Estos severos patógenos están ampliamente distribuidos en las regiones tropicales y subtropicales a nivel mundial, causando pérdidas de hasta el 100 % del rendimiento de las cosechas (15). Esta unidad de riego ha sido utilizada desde 1996 como un área piloto para el estudio de métodos de control del complejo mosca blanca/geminivirus (12), estos estudios se han orientado a la obtención de resistencia genética en el tomate al ataque de geminivirus.

En 1998 se obtuvieron genotipos experimentales, provenientes de diferentes programas de mejoramiento tolerantes a geminivirus, también se obtuvieron genotipos adaptados a condiciones tropicales y susceptibles a geminivirus. De estos genotipos obtenidos se desconocía el potencial de rendimiento en Guatemala y su respuesta utilizando las prácticas agrícolas de los productores de tomate de la Unidad de Riego Sansirisay. Esto motivó la realización de la presente investigación, en la que se evaluó el potencial de rendimiento y algunas características de calidad del fruto de los estos genotipos experimentales.

2. DEFINICION DEL PROBLEMA

En una anterior evaluación realizada en la Unidad de Riego Sansirisay, en donde no se realizó ninguna protección química contra la mosca blanca, algunos de estos genotipos experimentales susceptibles fueron severamente afectados por el ataque de geminivirus. Sin embargo, produjeron frutos con ciertas características interesantes, como el genotipo identificado como HC 7880. Esta observación hizo reflexionar sobre cual sería su comportamiento bajo condiciones menos severas, ya que el hecho de que fueran susceptibles a geminivirus no implicaba que no tuvieran nada que aportar en el programa de mejoramiento con respecto a otras características.

La presente investigación se diseñó para conocer el comportamiento de los genotipos experimentales bajo condiciones menos severas, su potencial de rendimiento y cuales de sus características de fruto podrían utilizarse en un programa de mejoramiento dirigido hacia la producción de cultivares adaptados a las condiciones locales.

3. MARCO TEORICO

3.1 MARCO CONCEPTUAL

3.1.1 Importancia del cultivo del tomate

El tomate (*Lycopersicon esculentum*, Mill) es en la actualidad la hortaliza de mayor importancia en el mundo, se le cultiva desde el Ecuador hasta casi el círculo polar. Los frutos se destinan, tanto al consumo fresco como a la industrialización (5).

En Guatemala el cultivo del tomate se realiza en distintas regiones del país, sin embargo, su producción se concentra en la región oriental en donde existen áreas irrigadas para su producción en época seca (19).

En el año de 1999 en la Unidad de Riego Sansirisay, Sanarate, El Progreso, en el primer ciclo (marzo - mayo) se cosechó 6,000 cajas de tomate (10.71 ton) y en el segundo ciclo (octubre – diciembre) 8,000cajas (14.28 ton), lo que hace un total de 25 toneladas (14,000 cajas de 50 lb) al año. El área promedio dedicada al cultivo fue de 14 ha. (Dato proporcionado por el agricultor que transporta la cosecha de la unidad de riego al mercado de la terminal de la zona cuatro de la ciudad capital)

En el año de 1999 en Guatemala la producción de tomate fue de 180,000 toneladas métricas, en 6,300 hectáreas cultivadas. Se reporta un rendimiento promedio de 28.6 ton/ha (1).

3.1.2 Generalidades del cultivo del tomate

3.1.2.1 Origen

El tomate cultivado (*Lycopersicon esculentum* Mill) es originario de América del Sur. Su hábitat natural lo constituye la estrecha franja costera que se extiende desde el Ecuador hasta el norte de Chile, entre el Océano Pacífico y los Andes. Desde Sur América el tomate aparentemente fue llevado como maleza a América Central por los nativos y a otras áreas del mundo por viajeros europeos. A la llegada de éstos a nuestro continente su cultivo se conocía en México, donde no era de importancia (5), sin embargo, los frutos que llegaron a Europa procedentes de América eran de tamaño grande, lo que indica un proceso de domesticación y mejoramiento.

3.1.2.2 Recursos Genéticos

El género *Lycopersicon* comprende 9 especies y sus características especiales son:

<i>L. hirsutum</i>	resistencia al frío y geminivirus
<i>L. cheesmanii</i>	resistencia a la salinidad
<i>L. chilense</i>	resistencia a la sequía
<i>L. pennelli</i>	resistencia a la sequía
<i>L. chmielewskii</i>	alta riqueza en materia seca en los frutos
<i>L. parviflorum</i>	fuertemente autogama
<i>L. pimpinellifolium</i>	resistencia a geminivirus
<i>L. peruvianum</i>	resistencia a geminivirus
<i>L. esculentum var ceraciforme</i>	posiblemente de ella partió la domesticación

Todas estas especies consideradas silvestres no han sido completamente explotadas y se les considera una fuente importante de variabilidad para diferentes caracteres que se buscan en una planta para uso comercial. Todos los cultivares utilizados comercialmente poseen al menos un gen para determinada característica proveniente de las especies silvestres, ya que han sido seleccionados intensamente y lo que actualmente existe es el resultado de un largo trabajo hecho por el humano (5).

3.1.2.3 Importancia del mejoramiento genético del tomate

Los cultivares de frutos grandes y carnosos, que portan resistencias a diferentes patógenos, en su mayoría han sido obtenidos en los últimos años en Europa y Estados Unidos para satisfacer las demandas de los mercados y las condiciones de clima, suelo y manejo agronómico propio de aquellas regiones. Puede decirse que el 95% de la producción mundial de semilla de tomate está monopolizada por tres países: Estados Unidos, Francia y Holanda (18). En la mayoría de casos estas condiciones son diferentes a las de nuestros países. Debido a esto los objetivos de un programa local de mejoramiento de tomate van a depender de los problemas que afronta el cultivo en cada lugar y el destino del producto. Los criterios que dominan en la producción de nuevas variedades son fundamentalmente:

- alta productividad,
- resistencia a enfermedades,
- resistencia a salinidad,
- facilidad de cultivo,
- precocidad,

- aspecto externo: forma, color, homogeneidad,
- resistencia a la manipulación y al transporte,
- cualidades gustativas

Por lo tanto, el mejoramiento de plantas es una actividad que merece ser desarrollada en las condiciones de nuestros países, apoyándose con las distintas técnicas modernas, para que al obtener nuevos cultivares adaptados a las condiciones de cada país se aporte una alternativa de solución a los problemas de la seguridad alimentaria y una producción limpia, en armonía con el medio ambiente.

3.1.2.4 Descripción de la planta

El tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill), pertenece a la familia Solanáceae, originaria de América (8). Forma un tallo principal y un sistema de ramificaciones laterales. En todas las variedades comerciales el tallo principal es erecto en los primeros 30 a 60 cm de desarrollo, haciéndose decumbente de allí en adelante. En algunas variedades el tallo se prolonga por un pequeño número de nudos solamente, esto sucede en las llamadas variedades de crecimiento determinado. En otras se alarga durante toda la época de crecimiento y es lo que sucede en las variedades de crecimiento indeterminado. Las hojas son alternas, bien desarrolladas, compuestas, relativamente grandes, con foliolos algo anchos en algunas variedades y más o menos angostos en otras. Las hojas tienen tricomas glandulares, que cuando se rompen, liberan el olor y el tinte color verde característico de la planta, que es provocado por un aceite volátil (alcaloide) que posee un núcleo de esteroles, llamado tomatina (6,14).

Las plántulas jóvenes desarrollan una raíz pivotante y un sistema subordinado de ramificaciones laterales. Durante el trasplante la raíz pivotante se destruye, las laterales se hacen más gruesas y bien desarrolladas y de la porción del tallo situada bajo la superficie del suelo emergen raíces adventicias. En las plantas adultas, tanto las raíces laterales como las adventicias se extienden horizontalmente a una distancia de 0.90 a 1.50 metros. De esta manera el tomate desarrolla un sistema radical extenso (6).

Las flores nacen en racimos en el tallo principal y en las ramas laterales. El número de racimos varía de 4 a 100 ó más, dependiendo del tipo y de la variedad. Las flores individuales tienen un cáliz verde, una corola amarilla azufrada, cinco o más estambres y un solo pistilo supero. En su mayor parte son autopolinizadas. El fruto maduro es un ovario succulento, comparativamente grande y jugoso. De acuerdo a la variedad difiere en tamaño, forma, color, número de celdas y disposición de las mismas. El jugo contiene cantidades moderadas de azúcares solubles, varios ácidos orgánicos, sales minerales y cantidades relativamente grandes de vitamina "C".

Las semillas están incrustadas en una masa de tejido gelatinoso que contiene grandes cantidades de fósforo. Son relativamente pequeñas y están cubiertas por una masa de vellosidades finas. Bajo

condiciones favorables la semilla germina en corto tiempo, de 5 a 10 días y conservan su poder germinativo aproximadamente durante 3 años (6,14).

El tiempo que transcurre entre el cuaje del fruto y su maduración depende de las características del cultivo y del clima, pudiendo establecerse una media de 45 a 60 días. El desarrollo es lento al principio y después va progresando hasta alcanzar el volumen máximo. Por su maduración se clasifica en tres tipos: tipo precoz, intermedio y tardío. El tipo precoz requiere de 65 a 80 días para producir sus primeros frutos; el tipo intermedio inicia la maduración entre los 75 y 90 días; mientras que el tipo tardío requiere de 85 a 100 días para que se pueda iniciar la cosecha (18).

3.1.2.5 Exigencias climáticas

Según Edmond (6), los principales factores ambientales que influyen en el desarrollo del tomate son la temperatura y la intensidad de luz. Estudios efectuados han demostrado que las variedades actuales producen los altos rendimientos en regiones que se caracterizan por tener temperaturas medias en el verano de 22.8 °C. Se puede generalizar un rango de buenos rendimientos, entre los 16 y 25 °C. No fructifica cuando la temperatura pasa de los 28 °C. El crecimiento de los tomates disminuye cuando se registran temperaturas inferiores a los 10 °C, el tomate no soporta las heladas. Se desarrolla mejor en alturas comprendidas entre los 0 y 1,500 metros sobre el nivel del mar, pero se desarrolla bien en alturas hasta los 2,600 metros sobre el nivel del mar.

3.1.2.6 Condiciones de suelo

El tomate se desarrolla bien en diferentes tipos de suelo prefiriendo los franco arcillosos y francos, ricos en materia orgánica, bien drenados, con un pH de 6 a 7 (8).

3.1.3 Cuajado del fruto

Si el ambiente interno o externo no es favorable para el cuajado, las flores, una vez se han abierto, caen de la planta. Si el problema es la baja temperatura, la planta puede tratarse mediante rociado de las flores con ácido naftalenacético u otras sustancias que promuevan el crecimiento. Los frutos así cuajados, sin embargo, tienen pocas o ninguna semilla; en consecuencia tienden también a alcanzar tamaño, firmeza y color interno inferiores. Otras condiciones pueden determinar la caída de las flores incluso cuando la polinización es adecuada: por ejemplo, luz insuficiente, sobrefertilización, una fructificación precoz y una temperatura diurna excesivamente alta. Si se somete la planta a temperaturas que repentinamente alcanzan los 42 °C o más, se producirá seguidamente una esterilidad que puede persistir durante una semana, cuando menos. Se ha observado que la producción de polen se reduce grandemente en ambientes muy cálidos, pero la incapacidad para el

cuajado no puede ser corregida por la aplicación de polen viable. Sin lugar a dudas, la pérdida de flores a altas temperaturas es el resultado de efectos adversos en otras partes de la planta (17).

3.1.4 Vida de anaquel

Existen diferencias bastante grandes entre las variedades en cuanto a la duración de la conservación de los frutos. Existen mutantes monogénicos de la maduración conocidos como tipo rin (inhibidor de la maduración) o tipo nor (no maduración). Los procesos de maduración de los frutos climatéricos de una variedad normal están bloqueados en una planta que porta los mutantes rin / rin o nor / nor, es decir, están bloqueados la producción de etileno, respiración, síntesis de carotenoides, ablandamiento del fruto, desarrollo de aromas. Los seleccionadores han explotado estas mutantes en forma de híbridos y desde hace algunos años apareció el híbrido F1 Daniela de “larga” vida que se utiliza ampliamente. En Estados Unidos se han desarrollado cultivares transgenicos que poseen este carácter de “larga vida” (5).

3.1.5 Geminivirus

Los geminivirus causan enfermedades muy importantes en varios cultivos de las zonas tropicales y subtropicales. Su genoma esta compuesto por ácido desoxirribunucleico (ADN) y una proteína forma la cubierta. El nombre (geminí = gemelo) se debe a la estructura de su partícula, compuesta por dos cubiertas icosaédricas unidas por una de las caras. El genoma está constituido por una o dos moléculas de ADN (virus monopartitos o virus bipartitos) (16).

3.1.6 Virus del Enrollamiento Amarillo de la Hoja del Tomate Tomato Yellow Leaf Curl Virus (TYLCV)

Es un virus monopartito que pertenece a la familia Geminiviridae, género Begomovirus, transmitido por mosca blanca (*Bemisia tabaci* Genn). Fue descrito por primera vez de plantas infectadas de tomate (*Lycopersicon esculentum*) en Israel aproximadamente hace 40 años. Los síntomas aparecen varias semanas después de la infección y son: achaparramiento severo, marcada reducción del tamaño de la hoja, clorosis del margen de la hoja, moteado, abscisión de la flor y una significativa reducción del rendimiento (20). Este virus aun no ha sido detectado en Guatemala (11).

3.1.7 Geminivirus identificados en la Unidad de Riego Sansirisay

En muestras de tejido de tomate, pepino y chile pimiento provenientes de la Unida de Riego Sansirisay se identificaron tres geminivirus en 1,998. Estos han sido denominados: virus del enrollamiento severo del tomate (**ToSLV**), virus del moteado dorado del tomate (**ToGMoV**) y virus del

mosaico dorado del pimiento (**PepGMV**). El ToGMoV tiene mayor identidad con los geminivirus del grupo filogenético del virus del mosaico del abutilón (**AbMV**), mientras que el ToSLV y PepGMV pertenecen al grupo de los virus del enrollamiento de la hoja de las cucurbitáceas (**SqLCV**), un grupo muy divergente y primitivo (13).

3.2 MARCO REFERENCIAL

3.2.1 Localización del sitio experimental

La investigación se llevó a cabo en la Unidad de Riego Sansirisay, aldea Llanos de Sansirisay, municipio de Sanarate, El Progreso.

3.2.1.1 Época

Durante los meses de noviembre a febrero del año 1999

3.2.1.2 Ubicación Geográfica

La Unidad de Riego Sansirisay se encuentra en las coordenadas 90° 12'40" longitud oeste y 14° 45' latitud norte. Limita al norte con Sanarate, al sur con la aldea Llanos de Morales, al oeste con el caserío Puente Plátanos y al este con la aldea San Juan. Dista 61 km de la ciudad capital, 25 km de la cabecera departamental y a 6 km de la cabecera municipal. Se comunica con Sanarate por medio de carretera de terracería transitable en toda época del año. El sistema de riego tiene un área de diseño de 105 ha ubicadas a una altura entre 940 y 980 msnm (3). Figura 1.

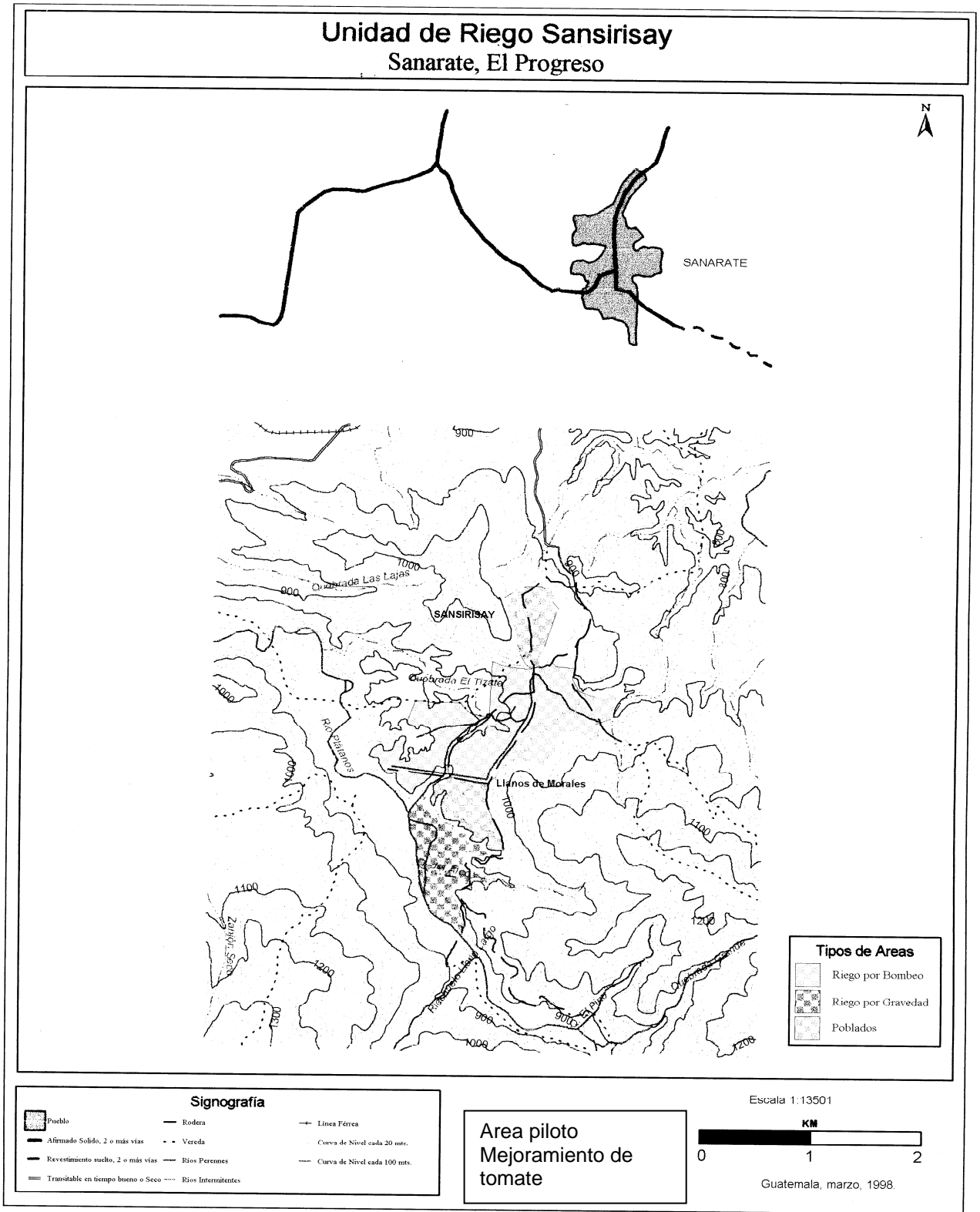


Figura 1. Ubicación geográfica de la Unidad de Riego Sansirisay, Sanarate, El Progreso.

3.2.1.3 Condiciones Climáticas

Según De La Cruz (4), la zona de vida en la que se encuentra la unidad de riego es Bosque Seco Subtropical. La temperatura máxima media mensual de 32 °C, una mínima media mensual de 15 °C y temperatura media mensual de 23.5 °C.

3.2.1.4 Condiciones de suelo

De acuerdo a Simmons, Tarano y Pinto la serie de suelos a la que pertenecen los suelos de la Unidad de Riego es Sholanimá (22) .

3.2.2 Material Experimental Utilizado

Los materiales evaluados incluyen híbridos experimentales, líneas de mejoramiento y variedades. Se utilizaron como testigos dos híbridos comerciales. (Cuadro 1)

Cuadro 1. Genotipos de tomate incluidos en la evaluación y su procedencia

Genotipo	Característica del Genotipo	Fuente de la resistencia	Institución de mejoramiento
FAVI 9	Híbrido experimental tolerante a Tomato Yellow Leaf Curl Virus (TYLCV)	<i>Lycopersicon hirsutum</i>	Universidad Hebrea de Jerusalem, Israel. *
TY 197	Línea de mejoramiento tolerante a TYLCV	<i>Lycopersicon peruvianum</i>	Centro Volcani, Israel. **
TY 198	Línea de mejoramiento tolerante a TYLCV	<i>Lycopersicon peruvianum</i>	
8933	Línea de mejoramiento tolerante a TYLCV	<i>Lycopersicon chilense</i>	Centro Volcani, Israel
LIGNON HC 2580 HC 7880	Variedad susceptible a TYLCV Variedad susceptible a TYLCV Variedad susceptible a TYLCV	----- ----- -----	Instituto de Investigaciones Hortícolas Lilliana Dimitrova, Cuba ***
Mandarina	Cultivar primitivo Susceptible a geminivirus locales	----- -----	Genotipo nativo de Guatemala
Elios	Híbrido comercial susceptible	-----	Peto Seed Co.
Marina	Híbrido comercial susceptible	-----	Sakata Seed Co.

Fuente: * Vidavsky y Czosnek 1998 (23)
 ** Friedmann et al,1998 (7)
 *** Depestre y Gómez 1999 (5)

3.2.2.1 Descripción de los genotipos evaluados

Favi 9

Es un híbrido tolerante a geminivirus obtenido entre la línea resistente 902 proveniente de una introgresión de *Lycopersicon hirsutum* y una línea susceptible (23).

TY 197, TY 198

Son líneas de mejoramiento con genes de resistencia a geminivirus provenientes de *Lycopersicon peruvianum* (10).

8933

Línea de mejoramiento con genes de resistencia a geminivirus provenientes *Lycopersicon chilense* (7).

HC 2580, HC 7880 y Lignon

Las variedades HC, susceptibles a geminivirus, provienen de un proyecto colaborativo entre Hungría y Cuba destinadas a la producción de cultivares de tomate para el trópico. El 2580 es un tomate para consumo fresco con fruto de tamaño mediano. El 7880 es un tomate para uso industrial. Lignon proviene de un programa entre Cuba y Francia, es un material adaptado a condiciones de alta temperatura, de fruto para consumo fresco.

(Gómez, O., 1999, comunicación personal)

Mandarina

Cultivar nativo de la localidad de hábito semideterminado, su fruto es de forma aplastada, de tamaño mediano utilizado principalmente para consumo fresco. Es susceptible a los geminivirus locales.

Elios

Es el híbrido comercial susceptible a geminivirus más utilizado por los agricultores actualmente. Su hábito de crecimiento es determinado, su fruto es periforme y de consistencia compacta producido por Peto Seed Co.

Marina

Es un híbrido comercial susceptible a geminivirus que se está introduciendo recientemente y está teniendo buena aceptación por parte de los agricultores. Hábito de crecimiento determinado con un mayor desarrollo de follaje producido por Sakata Seed Co.

3.2.2.2 Antecedentes de la investigación

Mejía (12), en 1999, trabajó en la evaluación de genotipos de tomate tolerantes al virus del enrollamiento amarillo de la hoja del tomate (TYLCV) y en genotipos de tomate adaptados a condiciones Tropicales, obtenidos de diferentes programas de mejoramiento de tomate. Este trabajo consistió en evaluar los materiales sin ninguna protección química contra la mosca blanca (*Bemisia tabaci*) vector de geminivirus. Los resultados de rendimiento se presentan en el cuadro 2.

Cuadro 2. Promedio de peso de fruto y rendimiento por planta de genotipos de tomate evaluados sin protección química contra la mosca blanca de marzo a julio de 1999 en la Unidad de Riego Sansirisay.

Genotipo	Peso promedio / fruto (g)	Rendimiento promedio / planta (g)
Lignon	40	495
HC 2580	44	332
HC 7880	23	20
TY 197	48	1083
TY 198	23	1044
8933	55	1047
Favi 9	85	763
Elios	28	236

Se observa que los genotipos tolerantes TY 197, TY 198, 8933 y FAVI 9 fueron los que mayor rendimiento reportaron sin protección química contra el vector. Las plantas de los materiales susceptibles Lignon, HC 2580 y 7880, que sobrevivieron al ataque de la enfermedad reportaron menor rendimiento que los tolerantes, siendo la diferencia aproximadamente un 50 % menor, pero Lignon y

HC 2580 superaron al testigo Elios, este reportó el más bajo rendimiento en la evaluación. El genotipo HC 7880 en cuanto a rendimiento fue menor que todos los demás genotipos experimentales pero produjo frutos muy firmes y alargados, esta observación fue la que generó la interrogante :

¿Como se comportarían estos genotipos bajo condiciones comerciales de cultivo? Es decir , al brindarles protección contra plagas y enfermedades incluyendo mosca blanca (*Bemisia tabaci* Genn), esto permitiría conocer su potencial y las características útiles que podrían aportar al programa de mejoramiento; por ejemplo para mejorar la calidad de fruto en aspectos como firmeza y forma de fruto, las líneas tolerantes pueden combinarse (cruzarse) con líneas que aporten estas características.

4. OBJETIVOS

4.1 GENERAL

Evaluar el potencial de adaptación, las características de rendimiento y calidad de fruto de 10 genotipos de tomate.

4.2 ESPECIFICOS

- 4.2.1** Determinar la severidad e incidencia de síntomas de virosis en los genotipos de tomate evaluados
- 4.2.2** Comparar la fructificación de los genotipos de tomate evaluados
- 4.2.3** Comparar el rendimiento de los genotipos de tomate evaluados.
- 4.2.4** Comparar la clasificación del rendimiento por categorías comerciales de los genotipos de tomate evaluados.
- 4.2.5** Comparar la forma del fruto de los genotipos de tomate evaluados.
- 4.2.6** Comparar la vida de anaquel del fruto de los genotipos de tomate evaluados.

5. HIPOTESIS

- 5.1** Al menos un genotipo presenta diferencias en la severidad e incidencia de síntomas de virosis, fructificación, rendimiento total, rendimiento por categorías comerciales de fruto, la forma del fruto y vida de anaquel del fruto.

6.METODOLOGIA

6.1 METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

6.1.1 Diseño Experimental

Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar, con 10 tratamientos y 3 repeticiones, ubicando los bloques perpendicularmente a la gradiente. El modelo estadístico fue el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

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

μ = Efecto de la media general

τ_i = Efecto del i-ésimo tratamiento

β_j = Efecto del j-ésimo bloque

ε_{ij} = Error experimental en la ij-ésima unidad experimental

Cada uno de los genotipos utilizados en la investigación representó un tratamiento. Entre los tratamientos se incluyó los híbridos comerciales Elios y Marina que son los más cultivados por los agricultores de la región. La identificación utilizada fue la siguiente:

T1= Lignon ; T2=HC 2580 ; T3=HC 7880 ; T4=TY 198 ; T5=TY 197 ; T6=8933 ; T7=Favi 9 ; T8=Elios ; T9=Marina y T10=Mandarina.

6.1.2 Unidad Experimental

La unidad experimental utilizada fue una parcela de 11.2 m² o parcela bruta. Cada parcela consistió de cinco surcos con ocho plantas cada uno, haciendo un total de 40 plantas. La distancia de siembra fue de 0.4 m entre plantas y 1.0 m entre surco. Se dejó 0.5 m entre tratamientos y 0.6 m entre bloques. De esta manera se obtuvo un área total del experimento de 435.6 m². Como parcela neta se utilizaron los tres surcos del centro a los que se les eliminó dos plantas en cada extremo, para evitar cualquier efecto de borde, representando ésta un área de 2.4 m² (12 plantas).

6.1.3 Variables Respuesta

Para poder evaluar el comportamiento de cada uno de los genotipos se consideraron las siguientes variables respuesta.

6.1.3.1 Severidad e Incidencia de síntomas de virosis

Se realizaron 2 lecturas de grado de severidad de síntomas de virosis, tomándose la primera a los 35 días después del trasplante (35 ddt) y la segunda a los 60 días después del trasplante (60 ddt), además se estableció el porcentaje de incidencia de la virosis en cada lectura.

Para determinar el grado de severidad se utilizó la escala siguiente: *

0 = ausencia de síntomas visibles

1 = presencia de síntomas visibles solo por inspección cuidadosa

2 = presencia de síntomas moderados en parte de la planta y visibles a corta distancia

3 = síntomas moderados a severos en toda la planta pero con poco achaparramiento

4 = síntomas severos en toda la planta con mucho achaparramiento

* Fuente: Scott y Schuster 1991 (21)

Para determinar el porcentaje de incidencia se utilizó la siguiente fórmula:

Número de plantas enfermas / Número de plantas muestreadas X 100 = % de fructificación

6.1.3.2 Fructificación

Se utilizó el método de conteo del número de flores producidas y el número de frutos formados en los primeros tres racimos florales (se consideró 3 racimos para poder realizar un promedio), este método es utilizado en el Instituto de Investigaciones Hortícolas “Liliana Dimitrova” de Cuba como un indicador de adaptación del tomate (Dra. Olimpia Gómez, comunicación personal). Las lecturas fueron realizadas aproximadamente a los 30 días después del trasplante, seleccionando las 12 plantas dentro de la parcela neta, posteriormente se hizo un promedio general por tratamiento.

6.1.3.3 Rendimiento total

Se hizo el conteo del número de frutos y peso de fruto de las plantas incluidas en la parcela neta de cada tratamiento.

6.1.3.4 Clasificación del rendimiento por categorías comerciales

La clasificación del rendimiento por categorías depende de los criterios de venta específicos de cada mercado(2). En este estudio se utilizaron las siguientes escalas:

Para genotipos de tomate para industria:

Primera: Frutos de más de 100 g, con diámetro superior a 6.5 cm, sanos y con buena apariencia.

Segunda: Frutos de 55 - 100 g, diámetro de 5 – 6.5 cm, con buena sanidad y apariencia.

Tercera: Frutos de menos de 55 g, diámetro inferior a 5 cm, generalmente sin grado de madurez definido.

Para genotipos de tomate de mesa:

Primera: Frutos de más de 125 g, con un diámetro superior a 9 cm, sanos y con buena apariencia.

Segunda: Frutos de 70 – 125 g, diámetro de 7 – 9 cm, con buena sanidad y apariencia.

Tercera: Frutos de menos de 70 g, diámetro inferior a 7 cm, generalmente sin grado de madurez definido.

Se clasificó los frutos de cada una de las 12 plantas de la parcela neta en las categorías de fruto de primera, segunda y tercera. Se contó el número de frutos y el peso para cada una de las categorías.

6.1.3.5 Forma

De acuerdo al IPGRI (International Plant Genetic Resources Institute) el descriptor para forma de fruto para el género *Lycopersicon* (9) aparece graficado en la figura 2.

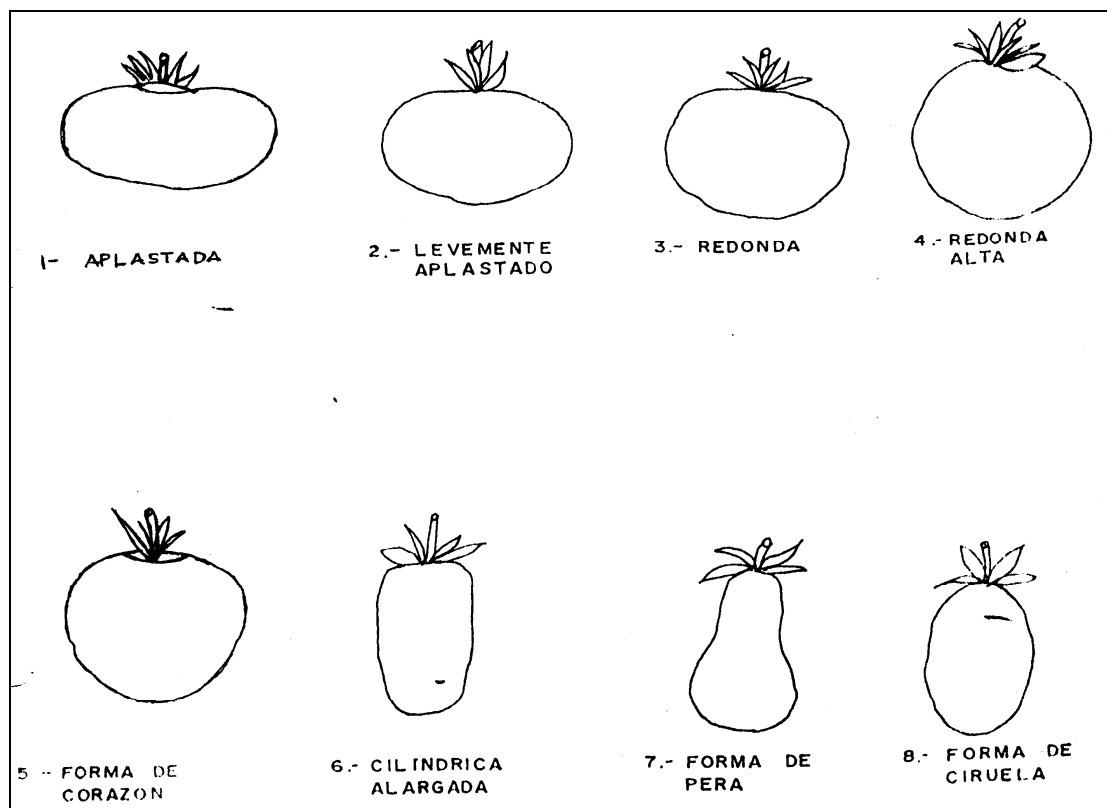


Figura 2. Forma del fruto de tomate según el IPGRI

Se tomaron 15 frutos de cada uno de los tratamientos y se realizó una comparación de los frutos con el descriptor para forma del tomate.

6.1.3.5 Vida de Anaquel

Para vida de anaquel se tomaron 15 frutos maduros (color rojo) de cada uno de los tratamientos. Seguidamente fueron colocados en cajas de madera, a una temperatura ambiental aproximada de 23 °C. Se realizaron lecturas cada 2 días durante 14 días. Para determinar la firmeza e presionó el fruto con los dedos de la mano y se clasificó como firme y suave (Dra. Olimpia Gómez, comunicación personal).

6.1.4 Manejo del Experimento

El experimento fue realizado con las prácticas culturales normalmente utilizadas por los productores de la localidad, que son las siguientes:

6.1.4.1 Preparación de plántulas o pilones

A los 14 días después de germinado se aplicó imidacloprid en dosis de 6.5 g por bomba de 4 galones. Posteriormente, de 5 a 7 días antes del trasplante se hizo una segunda aplicación. Se prepararon un total de 1,300 plántulas.

6.1.4.2 Preparación del terreno

Consistió en labrar la tierra y hechura de surcos en forma manual con azadón.

6.1.4.3 Trasplante

A los 27 días se procedió al trasplante a campo definitivo dejando una distancia entre planta de 0.4 m y de 1.0 m entre surco.

6.1.4.4 Control de plagas

Al momento del trasplante aplicado al pie de la planta se aplicó imidacloprid en dosis de 500 gr/ha, metomil líquido en dosis de 1.0 lt/ha y truban+metiltioalofanato 45% en dosis de 150 gr/ha.

Durante el ciclo de cultivo se aplicó abamectina y cyfluthrin 25, alternados cada 8-15 días dependiendo del ataque de las plagas, a razón de .25 y .75 litros por hectárea, respectivamente.

Para el control de enfermedades del follaje se aplicó fungicidas para combatir *Phytophthora* sp. y *Alternaria* sp.

Preventivo mancoceb 80 en dosis de 1.80 kg/ha; Curativo prochloras 45 en dosis de .25 lt/ha.

Se realizó tres aplicaciones seguidas cada ocho días alternando fungicida preventivo y curativo.

6.1.4.5 Fertilización

Al suelo

A los ocho días después del trasplante se aplicó 13 kg N/ha y 65 kg P/ha.

A los 35 días después del trasplante se aplicó 34 kg N/ha, 34 kg P/ha y 34 kg K/ha. La tercera fertilización se realizó al momento de la floración utilizando 104 kg N/ha

Foliar

Se realizaron cinco aplicaciones del fertilizante foliar con una dosis de 1.5 litros por hectárea, iniciando las aplicaciones a los 15 días después del trasplante y las siguientes cada 15 días.

6.1.4.6 Control de malezas

Se realizaron dos limpiezas manuales, con azadón, a los 35 y a los 70 días después del trasplante.

6.1.4.7 Riego

El sistema utilizado en la región es por gravedad y se realizaron con una frecuencia aproximada de cada ocho días o cuando la planta lo necesitó.

6.1.4.8 Tutorado y cosecha

El tutorado se realizó cuando las plantas alcanzaron una altura de 30 cm con estacas de 1.5 metros, colocándolas cada tres plantas. Se colocó pita plástica (rafia) a cuatro alturas diferentes, hasta una altura máxima de 1.20 m.

La cosecha se realizó en forma manual aproximadamente a los 90 días después del trasplante cortándose los frutos maduros y los ligeramente maduros, realizándose un corte cada ocho días, haciendo un total de siete cortes. Los frutos provenientes de cada una de las doce plantas de la parcela neta, se colocaron en cajas de madera identificando el tratamiento y repetición correspondiente.

6.1.5 Análisis Estadístico

Los datos de las variables respuesta: fructificación, rendimiento total y rendimiento por categorías se sometieron a un análisis de varianza (ANDEVA), una prueba de medias por el método de Duncan al 10 % de significancia. Para las variables severidad e incidencia de síntomas de virosis, forma de fruto y vida de anaquel no se realizó ninguna prueba estadística.

7. RESULTADOS Y DISCUSION

7.1 Incidencia y Severidad de síntomas de virosis

A los 35 días después del trasplante a campo definitivo se realizó la primera lectura de grado de severidad de síntomas de virosis y se observó que solamente algunas plantas tenían síntomas de la enfermedad, como se aprecia en la figura tres los genotipos que presentaron el grado cero o sea ausencia de síntomas visibles fueron Lignon, TY 198, TY 197, 8933, Favi 9 y Mandarina. Esto indica que estos genotipos no tuvieron problemas de virosis en el estado fenológico de desarrollo vegetativo de la planta, que es cuando la planta se esta preparando para la etapa de floración. Grado de severidad uno, que indica la presencia de síntomas visibles solo por inspección cuidadosa lo presentaron los genotipos HC 2580, Elios y Marina, estas plantas tampoco presentaron problemas en su desarrollo. Solamente el genotipo HC 7880 tuvo grado dos o sea que en las plantas hubo presencia de síntomas moderados en parte de la planta y visibles a corta distancia indicando esto que este genotipo fue el mas sensible a la infección de geminivirus a los 35 días después del trasplante (35 ddt). A los 60 días después del trasplante cuando las plantas ya habían presentado el estado de floración y se observó que tenían frutos verdes la mayoría de genotipos presentó el grado dos de severidad. Solamente el genotipo Favi 9 presentó grado 1. Es importante tomar en cuenta que el cultivo fue protegido contra el vector mosca blanca durante la etapa de semillero y al momento del trasplante a campo definitivo. En cuanto a la incidencia de síntomas de virosis en el cultivo esta fue del 100% ya que el total de plantas muestreadas presentó los diferentes grados de severidad antes mencionados. En general se pudo observar que la presencia de la enfermedad no fue severa en el desarrollo del cultivo ya que se considera que con un grado dos los síntomas son muy leves.

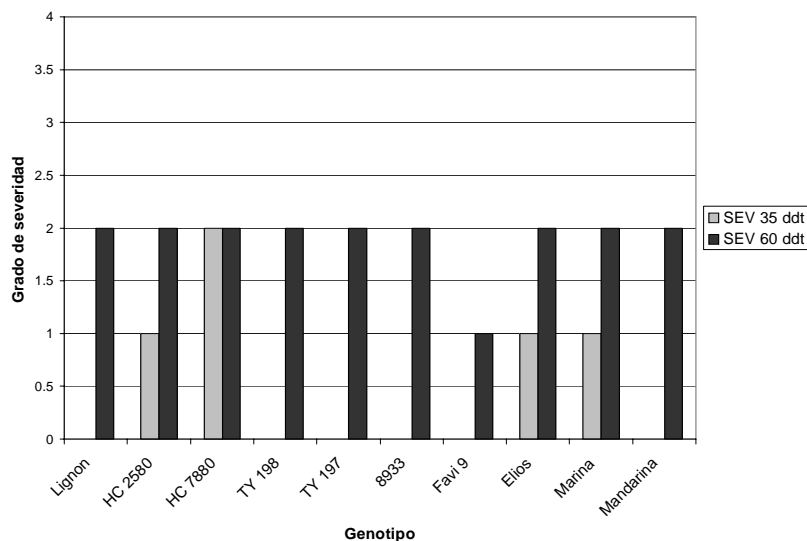


Figura 3. Grado de severidad de síntomas de virosis en los genotipos de tomate evaluados.

7.2 Fructificación

Aproximadamente de 30 a 35 días después del trasplante o siembra al campo definitivo se inició la etapa fenológica de floración. A los 68 días después de siembra se realizó el conteo en los tres primeros racimos de el número de flores producidas y el número de frutos formados o cuajados. El análisis de varianza de estos datos encontró diferencias significativas entre los distintos genotipos. Se realizó la prueba de medias utilizando el método de Duncan y se puede observar en el cuadro tres que los mejores genotipos fueron 8933, TY 198, Elios, Marina, TY 197, HC 7880, con valores que van de 88 a 95% de fructificación, esto quiere decir que del total de flores que son producidas en el racimo de 88 a 95% son frutos formados. Basándose en el criterio de que la fructificación es un indicador de la adaptación a condiciones ambientales diferentes los genotipos 8933, TY 198, TY 197, HC 7880 y Lignon ofrecen una buena expectativa en cuanto a su adaptación a las condiciones ambientales de la Unidad de Riego Sansirisay. Es interesante que los genotipos experimentales anteriores fueron considerados similares a los híbridos comerciales Elios y Marina ya que estos se desarrollan bien en las condiciones ambientales de la Unidad de Riego Sansirisay (URS). En la evaluación se esperaba que el cultivar Mandarina, por ser nativo de la zona de estudio, tuviera un alto porcentaje de fructificación, sin embargo, solo reportó un 82% siendo el menor valor de todos los genotipos evaluados bajo las condiciones de este estudio. Se considera que este resultado pudo haber sido afectado por la época en que se realizó el estudio (noviembre-febrero), que es una temporada de baja temperatura y vientos relativamente fuertes, siendo estos factores que afectan la fructificación.

CUADRO 3 Prueba de Duncan para porcentaje de fructificación de los genotipos evaluados.

Tratamiento	Media (%)	Duncan (10%)
8933	95	A
TY 198	94	A
Elios	93	A
Marina	91	A
TY 197	90	A
HC 7880	90	A
Lignon	88	A
HC 2580	87	B
Favi 9	85	C
Mandarina	82	D

7.3 Rendimiento total

Se pesó el total de frutos producidos por las plantas muestreadas en donde se incluyó los frutos de primera, segunda y tercera categoría. Se realizaron cinco cortes en total. Según el análisis de varianza realizado se encontraron diferencias significativas al 1%. En el resultado de la prueba de medias que se observa en el cuadro cuatro es importante que TY 197 con 65.4 ton/ha y Lignon con 51.5 ton/ha fueron superiores al resto de genotipos experimentales evaluados. El hecho de que se consideren iguales los genotipos experimentales TY 197 y Lignon con los híbridos comerciales Elios y Marina permite considerar a TY 197 y Lignon materiales que pueden aportar su característica de buen rendimiento al combinarlos con otros genotipos.

CUADRO 4 Prueba de Duncan para rendimiento total de los genotipos de tomate evaluados.

Tratamiento	Media (ton/ha)	Duncan (10%)
Marina	72.0	A
Elios	71.6	A
TY 197	65.4	A
Lignon	51.5	A
TY 198	48.8	B
8933	45.8	B
HC 7880	44.0	C
HC 2580	38.8	C
Mandarina	30.0	D
Favi 9	23.6	E

7.4 Clasificación del rendimiento por categorías comerciales

Se clasificaron los frutos de cada uno de los genotipos en categoría de Primera y Segunda y Tercera. Luego se sumó Primera + Segunda ya que comercialmente le interesa al productor frutos de buen tamaño y no fruto pequeño o de Tercera. El análisis de varianza realizado indicó la existencia de diferencias altamente significativas por lo que se procedió a realizar la prueba de Duncan al 10%. (Cuadro 5)

Se puede observar en el cuadro 5 que los mejores genotipos con rendimiento de fruto de primera y segunda fueron Marina, Elios, 8933, TY 198, TY 197 y HC 2580 con rendimiento que va de 47.3 a 30.4 ton/ha. De acuerdo a estos resultados los genotipos no comerciales que tienen mayor rendimiento de fruto grande y mediano son 8933 con 35.7 ton/ha, TY 198 con 32.3 ton/ha, TY 197 con 31.6 ton/ha y HC 2580 con 30.4 ton/ha. Basándose en el criterio de que la fructificación es un indicador de la adaptación a condiciones ambientales diferentes los genotipos 8933, TY 198, TY 197, HC 7880 y Lignon (cuadro tres) mostraron un buen porcentaje de fructificación en la Unidad de Riego Sansirisay.

Sin embargo para los genotipos Lignon y HC 7880 esta característica no se resalta en términos de rendimiento de fruto de Primera y Segunda categoría ya que Lignon reportó una media de 28.3 ton/ha y HC 7880 9.1 ton/ha que fue el menor rendimiento.

CUADRO 5. Prueba de Duncan al 10% para rendimiento de fruto de primera y segunda categoría de los genotipos de tomate evaluados.

Tratamiento	Media (ton/ha)	Duncan 10%
Marina	47.3	A
Elios	46.2	A
8933	35.7	A
TY 198	32.3	A
TY 197	31.6	A
HC 2580	30.4	A
Lignon	28.3	B
Favi 9	19.6	C
Mandarina	9.3	D
HC 7880	9.1	D

Comparación del rendimiento en categorías comerciales en porcentaje.

En la figura cuatro se observa en la parte superior el rendimiento total de cada uno de los genotipos y en las barras los porcentajes de las categorías de fruto de primera, segunda y tercera que reportaron cada uno de los genotipos evaluados. Se sumó el porcentaje de fruto de Primera + el porcentaje de fruto de Segunda de cada uno de los genotipos. El mayor porcentaje de fruto de primera y segunda categoría lo reportó Favi 9 con 83%, luego están HC 2580 con 79% y 8933 con 78%, estos fueron superiores a el resto de genotipos evaluados incluyendo a los testigos comerciales Marina (66%) y Elios (64%). En el análisis de rendimiento total (Cuadro cuatro) Lignon se consideró estadísticamente igual a Marina, Elios y TY 197 por su nivel de rendimiento total alcanzado, sin embargo, solo el 55% del rendimiento de Lignon es de fruto de primera y segunda. También en el cuadro siete se observa que los genotipos 8933, HC 2580 y Favi 9 son considerados estadísticamente inferiores a los genotipos antes mencionados, pero para el caso de Favi 9 que ocupa el último lugar en rendimiento total con 23.6 ton/ha, el 83% de éste es de fruto de primera y

segunda, HC 2580 reportó 79% de su rendimiento total de primera y segunda categoría y 8933 el 78%, se observó entonces que estos genotipos producen buen tamaño de fruto pero en poca cantidad.

Rendimiento = 72.0 71.6 65.4 51.5 48.8 45.8 44.0 38.8 30.0 23.6 (ton/ha)
total

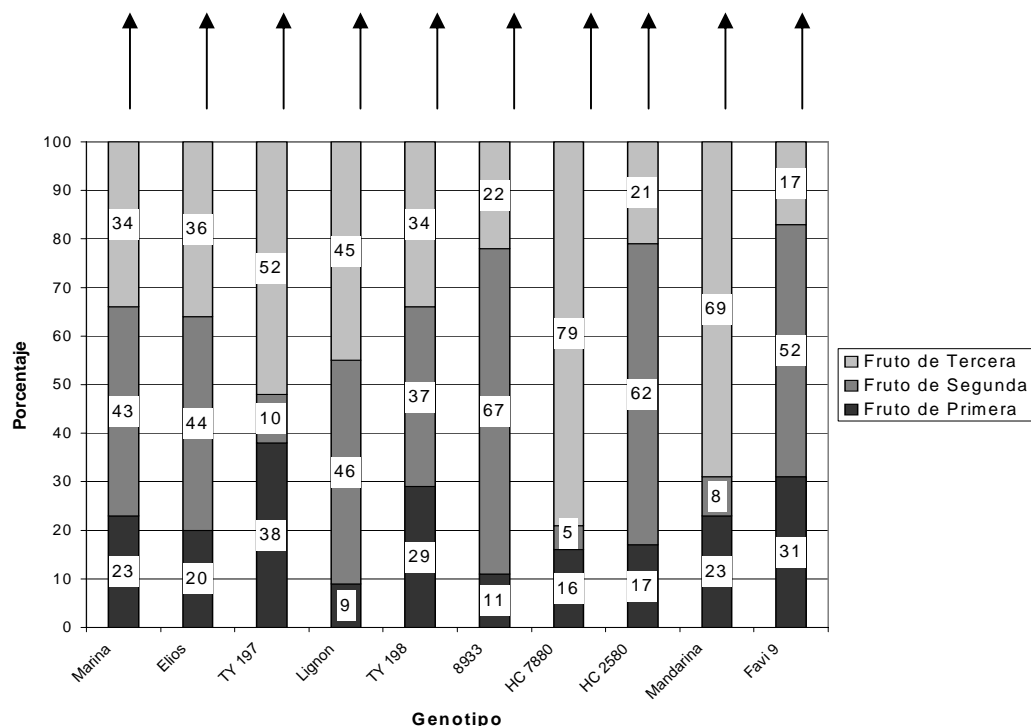


Figura 4. Comparación del rendimiento por categorías comerciales de los genotipos de tomate evaluados.

7.5 Forma de fruto

En la comparación realizada para determinar la forma de fruto y en base al descriptor para forma de tomate según el IPGRI, los genotipos se clasificaron de la manera siguiente: Fruto redondo: Lignon, HC 2580, TY198, TY 197, 8933 y Favi 9; Fruto ciruela : Elios, Marina y HC 7880; Fruto levemente aplastado: Mandarina (Figura cinco). Para el mercado local mayoritario en Guatemala se prefiere fruto en forma de ciruela por lo que la variedad HC 7880 se consideró muy importante por esta característica de su fruto. Por su fruto redondo las líneas tolerantes TY 198, 8933 y Favi 9 son importantes para realizar cruzamientos con genotipos de alto rendimiento, con tolerancia a geminivirus, o con vida de anaquel larga.

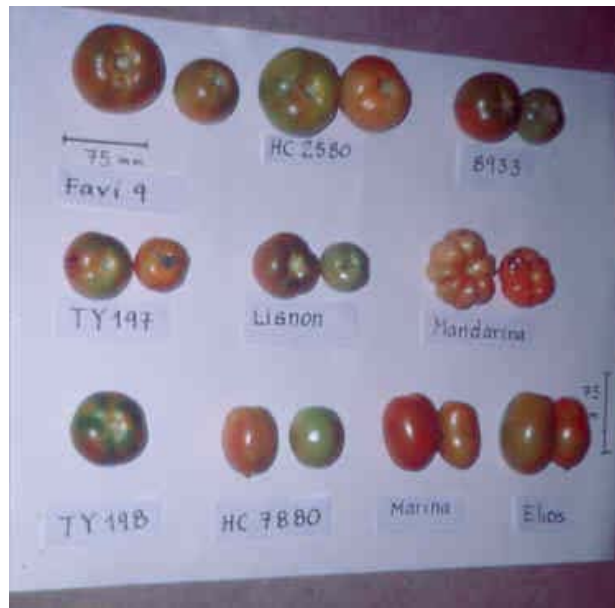


Figura 5. Forma de fruto de los genotipos evaluados.

7.6 Vida de anaquel

Se colocaron 15 frutos en estado maduro, (color rojo) de primera y segunda categoría, de cada uno de los genotipos evaluados en cajas de madera y las cajas se colocaron en el piso en una bodega. Se presionó el fruto con la mano para determinar el grado de firmeza que presentó durante 14 días, realizando lecturas cada dos días. Todos los genotipos iniciaron en estado firme (Grado dos en la escala). Al día seis la variedad Lignon alcanzó el estado suave (Grado uno en la escala) mientras que el resto de materiales evaluados continuaron en estado firme. Al día ocho la líneas TY 198, TY 197, 8933 y Mandarin cambiaron a estado suave. Al día 10 HC 2580 y Favi 9 cambiaron a estado Suave. Finalmente, los genotipos que se mantuvieron en estado firme hasta el día 12 fueron HC 7880, Elios y Marina, al día 14 estos también cambiaron a estado suave. Se consideró incluir en la prueba a los dos híbridos Elios y Marina, que son de tipo para industria y tomarlos como parámetro de comparación, debido a la aceptación que tienen estos por parte del consumidor en cuanto a su duración en estado firme. De acuerdo con esta evaluación la característica de vida de anaquel mas larga de los genotipos no comerciales se observó en la variedad HC 7880, ya que esta fue similar a la de los híbridos comerciales. Se observa en la figura seis que durante 12 días, Elios, Marina y HC 7880 mantuvieron su característica de firme y hasta el día 14 cambiaron a suave.

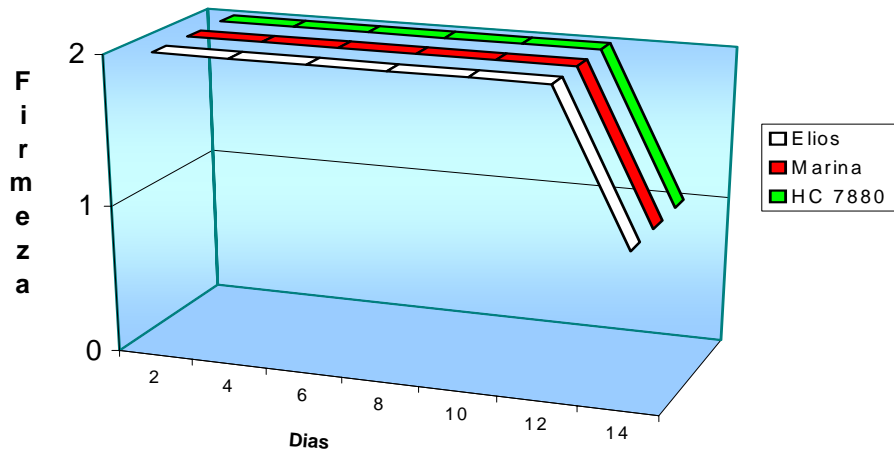


Figura 6 . Tiempo de vida de anaquel de Elios, Marina y HC 7880.

8. CONCLUSIONES

1. El cultivo presentó una incidencia del 100% de síntomas de virosis con una severidad de grado dos.
2. Los genotipos experimentales con mejor adaptación de acuerdo al porcentaje de fructificación fueron 8933 (95%), TY 198 (94%), TY 197 (90%), HC 7880 (90%) y Lignon (88%).
3. Los genotipos que tuvieron mayor rendimiento total fueron Marina con 72, Elios con 71.6, TY 197 con 65.5 y Lignon con 51.4 ton/ha.
4. En cuanto a clasificación del rendimiento por categorías comerciales los mejores genotipos experimentales por su alto rendimiento de fruto de primera y segunda categoría fueron 8933 (35.7 ton/ha), TY 198 (32.3 ton/ha), TY 197 (31.6 ton/ha), HC 2580 (30.4 ton/ha).
5. El genotipo Favi 9 posee características genéticas de tamaño de fruto importantes ya que reportó 83% de fruto de primera y segunda categoría (frutos de 75 a mayor de 125 gr de peso) pero su rendimiento es bajo.
6. Por la forma del fruto los genotipos se clasificaron de la siguiente manera: **Fruto redondo**: Lignon, HC 2580, TY 198, TY 197, 8933 y Favi 9; **Fruto Ciruela**: Elios, Marina y HC 7880; **Fruto levemente aplastado**: Mandarina.
7. La variedad HC 7880, los testigos comerciales Elios y Marina presentaron la mayor vida de anaquel, de acuerdo con la prueba realizada duraron hasta los 12 días en estado Firme.

9. RECOMENDACIONES

1. Por el alto rendimiento de fruto de primera y segunda categoría reportado los genotipos 8933, TY 198, TY 197, y HC 2580 pueden ser utilizados en cruzamientos con otros genotipos, con fines de mejoramiento del rendimiento.
2. Debido al alto porcentaje de producción de fruto grande el genotipo Favi 9 es importante incluirlo en cruzamientos con otros genotipos para mejorar la característica de tamaño de fruto ya que para el cultivo comercial del tomate lo importante es producir frutos grandes y medianos.
3. Por la forma y duración del fruto en estado firme reportados en esta evaluación el genotipo HC 7880 puede ser incluido en posteriores cruzamientos con fines de producción de híbridos de tomate con esa finalidad.
4. Evaluar el cultivar Mandarinina en la época de siembra de enero-marzo o en la estación de invierno para obtener más información de sus características ya que por ser propio de la zona puede tener algún atributo que no se ha conocido.

10. BIBLIOGRAFIA

1. Banco de Guatemala, GT. 1999. Estadísticas de producción, exportación importación y precios medios de los principales productos agrícolas. Guatemala. 32 p.
2. Bolaños, A. 1996. Germoplasma; metodologías para el estudio y manejo de moscas blancas y geminivirus. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 133 p. (Serie de materiales de Enseñanza no. 3).
3. Campos, V. 1994. Diagnóstico de la unidad de riego Sansirisay, Sanarate, El Progreso. Diagnostico EPSA. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 31 p.
4. Cruz, JR De la. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.
5. Depestre, T; Gómez, O. 1999. Mejoramiento de tomate y chile pimiento. *In* Curso de mejoramiento de hortalizas (1999, GT). Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 45 p.
6. Edmond, JB. *et al* 1985. Principios de horticultura. Trad. Federico Garza. México, Continental. 575 p.
7. Friedmann, M; Lapidot, M; Cohen, S; Pilowsky, M. 1998. A novel source of resistance to tomato yellow leaf curl virus exhibiting a symptomless reaction to viral infection. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*123(6):1004-1007.
8. Gudiel, VM. 1987. Manual agrícola Superb. 6 ed. Guatemala, Productos Superb Agrícola. 393 p.
9. IPGRI (International Plant Genetic Resources Institute, IT). 1996. Descripteurs de la tomate (*Lycopersicon* spp.). Italia. 46 p.
10. Lapidot, M; Friedmann, M; Lachman, O; Yehezquel, A; Nahon, S; Cohen, S; Pilowski, M. 1997. Comparisson of resistance level to tomato yellow leaf curl virus among comercial cultivars and breeding lines. *Plant. Dis.* 81:1425-1428.
11. Maxwell, DP; Nakhla, MK; Mejia, L. 1993. Begomovirus (geminivirus transmitidos por mosca blanca) en América Central y El Caribe; diversidad y manejo. *In* Seminario internacional sobre mejoramiento genético de las hortalizas para el control de geminivirus transmitidos por mosca blanca (2003, Antigua Guatemala, GT). Memorias. Ed. por L. Mejia. Guatemala, CONCYT. p. 12.
12. Mejía, L. 1999. Evaluación de genotipos de tomate para resistencia a geminivirus transmitidos por mosca blanca y su detección por PCR. Informe final proyecto. Guatemala, FODECYT 48/97. 52 p.
13. Mejía, L; Teni, RE; Nakhla, MK; Maxwell, DP. 1998. Tomato-infecting whitefly-transmitted geminiviruses in Guatemala. *In* Taller Internacional sobre Enfermedades Causadas por Bemisia y Geminiviruses (2., 1998, PR). Resúmenes. San Juan, Puerto Rico, s.e. p. 45.
14. Messian, CM. 1979. Las hortalizas. Trad. por Juan y María Ferreny. México, Blume. 455 p. (Colección Agricultura Tropical).
15. Polston, JE; Anderson, PK. 1997. The emergence of whithefly-transmitted geminiviruses in tomato in the western hemisphere. *Plant Dis.* 81:1358-1369.

16. Ramírez, P; Rivera, R. 1996. Identificación de geminivirus; metodologías para el estudio y manejo de moscas blancas y geminivirus. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 133 p. (Serie de materiales de enseñanza no. 3).
17. Rick, CM. 1978 El tomate. Revista Investigación y Ciencia no. 25:55.
18. Rodríguez, RR; Tabares R, JM; Medina San Juan, JA. 2001. Cultivo moderno del tomate. Madrid, Barcelona, Mundi-Prensa. 255 p.
19. Salazar L, JC. 1994. Efecto de la aplicación secuencial de cuatro fungicidas en el control de tizón tardío (*Phytophthora infestans* de Bary), en el tomate (*Lycopersicon esculentum* L.) en Tactic, Alta Verapaz. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 71 p.
20. Scott, JW. 2003. Breeding and genetics of geminivirus resistance in tomato. *In* Seminario internacional sobre el mejoramiento genético de las hortalizas para el control de geminivirus transmitidos por la mosca blanca (2003, Antigua Guatemala, GT). Memorias. Ed. por L. Mejía. Guatemala, CONCYT. p. 61.
21. Scott, JW; Schuster, DJ. 1991. Screening of acsessions for resistance to the Florida tomato geminivirus. TGC Report 41:48-50.
22. Simmons, C; Tarano, JM; Pinto, JH. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Trad. Pedro Tirano Sulsona. Guatemala, José de Pineda Ibarra. 1,000 p.
23. Vidavsky, F; Czosnek, H. 1998. Tomato breeding lines resistant and tolerant to tomato yellow leaf curl virus issued from *Lycopersicon hirsutum*. Phytopathology 88:910-914.

11. Apéndice

CUADRO 6A Análisis de varianza para la variable fructificación de los genotipos evaluados.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Fc	Pr > Fc
BLOQUES	2	0.00130667	0.33	0.721
TRATAMIENTOS	9	0.04407000	2.49	0.0473 *
Error	18	0.03536000		
Total	29	0.08073667		

* = Existen diferencias significativas (5%).

C:V: = 4.95%

CUADRO 7A Análisis de varianza para la variable rendimiento total de fruto de los genotipos evaluados.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	F.C.	Pr > Fc
BLOQUES	2	12107385.867	0.70	0.5081
TRATAMIENTO	9	351887158.533	4.54	0.0031 *
ERROR	18	154978539.467		
TOTAL	29	518973083.867		

* = Existen diferencias altamente significativas al 1%

C.V. = 27.34%

CUADRO 8A Análisis de varianza para la variable rendimiento de fruto de primera y segunda categoría de los genotipos de tomate evaluados.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	F.C.	Pr > Fc
Bloques	2	2945954.400	0.23	0.7997
Tratamiento	9	224341338.133	3.83	0.0074 *
Error	19	117183176.267		
Total	29	344470468.800		

* = Existen diferencias altamente significativas al 1%

C.V. = 40.26%

CUADRO 9A Datos de campo de las variables Porcentaje de fructificación (cuajado),
 Peso de fruto de Primera (PF1), Segunda (PF2) , Tercera categoría
 (PF3) y Peso total de fruto (PTF) en gramos por parcela neta.

BLOQUE	GENOTIPO	CUAJADO	PF 1	PF 2	PF 3	PTF
1	1	0.88	1312	2470	4710	8492
1	2	0.92	2870	7070	2530	12470
1	3	0.83	2504	760	6486	9750
1	4	0.95	1886	2336	1418	5640
1	5	0.88	8682	2810	4790	16282
1	6	0.94	550	6752	2992	10294
1	7	0.91	870	3080	582	4532
1	8	0.90	2534	4446	3240	10220
1	9	0.93	3910	6208	4278	14396
1	10	0.83	2276	140	3996	6412
2	1	0.92	1120	8580	3436	13136
2	2	0.92	610	4330	1360	6300
2	3	0.92	868	160	9230	10258
2	4	0.93	2676	6420	3990	13086
2	5	0.94	5250	1234	9228	15712
2	6	0.93	1160	6540	1630	9330
2	7	0.82	980	1720	910	3610
2	8	0.94	3910	9674	5470	19054
2	9	0.89	3798	6012	4360	14170
2	10	0.82	1030	1084	6570	8684
3	1	0.84	524	4564	7020	12108
3	2	0.77	810	4230	1600	6640
3	3	0.95	1226	476	7116	8818
3	4	0.94	4798	3080	5536	13414
3	5	0.89	2398	330	8082	10810
3	6	0.98	1586	6830	1960	10376
3	7	0.83	3010	3230	1070	7310
3	8	0.94	3020	6736	7896	17652
3	9	0.92	3152	7910	7546	18608
3	10	0.81	1262	310	3006	4578

CUADRO 10A Arreglo y aleatorización de los tratamientos en el campo

Bloque	Tratamientos									
I	T3	T6	T10	T9	T8	T4	T5	T2	T1	T7
II	T9	T4	T5	T2	T1	T7	T10	T8	T6	T3
III	T1	T7	T8	T3	T4	T5	T6	T9	T2	T10

FIGURA 7A Parcela bruta y parcela neta

