

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



COMPARACIÓN DEL RENDIMIENTO DE SIETE HÍBRIDOS DE TOMATE
(*Solanum lycopersicum* Mill), EN FINCA SANTA TERESA,
ANTIGUA, GUATEMALA, SACATEPÉQUEZ

JULIO CÉSAR ESTRADA CORDÓN

Guatemala, noviembre de 2006

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

**COMPARACIÓN DEL RENDIMIENTO DE SIETE HÍBRIDOS DE TOMATE
(*Solanum lycopersicum* Mill), EN FINCA SANTA TERESA,
ANTIGUA, GUATEMALA, SACATEPÉQUEZ**

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

POR

JULIO CÉSAR ESTRADA CORDÓN

En el acto de investidura como

INGENIERO AGRÓNOMO

EN

SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA
EN EL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIADO

Guatemala, noviembre de 2006

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

Lic. Carlos Estuardo Gálvez Barrios

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

DECANO	Ing. Agr.	Ariel Abderramán Ortiz López
VOCAL PRIMERO	Ing. Agr.	Alfredo Itzep Manuel
VOCAL SEGUNDO	Ing. Agr.	Walter Arnoldo Reyes Sanabria
VOCAL TERCERO	Ing. Agr.	Danilo Ernesto Dardón Ávila
VOCAL CUARTO	Br.	Duglas Antonio Castillo Alvarez
VOCAL QUINTO	Br.	José Mauricio Franco Rosales
SECRETARIO	Ing. Agr.	Pedro Peláez Reyes

Guatemala, noviembre de 2006

**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

**COMPARACIÓN DEL RENDIMIENTO DE SIETE HÍBRIDOS DE TOMATE
(*Solanum lycopersicum* Mill), EN FINCA SANTA TERESA,
ANTIGUA, GUATEMALA, SACATEPÉQUEZ**

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

En espera de su aprobación, me es grato presentarles mi agradecimiento.

Atentamente,

JULIO CÉSAR ESTRADA CORDÓN

ACTO QUE DEDICO

A:

DIOS: Señor todo poderoso, que me iluminaste en el largo camino de mi carrera. Mil gracias.

MIS PADRES: Miriam Cordón y Abel Antonio Estrada (✠); gracias por todo su apoyo y confianza en mi carrera y ante todo por su amor.

MI ESPOSA: Verónica Fabiola Pérez de Estrada; por su inmenso amor y gran apoyo en mi vida.

MIS HIJAS: Alejandrita y Danielita; gracias por alegrar nuestras vidas con su inocencia y que Dios las proteja y las ilumine.

MIS HERMANOS: Ana Lucrecia y José Ricardo; gracias por compartir momentos tan especiales.

MIS SUEGROS: Lilia de Pérez y Edgar Pérez; con cariño especial y agradecimiento sincero.

MI TÍA: Blanca Perla Estrada; gran inspiración de mi vida.

MI FAMILIA: Adelita, Tania, Eva, mis cuñados y sobrinos; a todos que Dios nuestro Señor los proteja.

TESIS QUE DEDICO

A:

Guatemala
Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Agronomía
Carrera en Sistemas de Producción Agrícola
Los tomateros de la Antigua Guatemala.

AGRADECIMIENTOS

A:

DIOS, Todo Poderoso

Universidad de San Carlos de Guatemala

Pilones de Antigua, S.A.

Gentropic, Sedes

Ing. Agr. Juan Herrera

Ing. Agr. Darwin González

Ing. Agr. Luis Rodríguez

Ing. Agr. Richard Rotter.

Ing. Agr. Oscar Stackmann

ÍNDICE DE CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN	1
2.	DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	2
3.	MARCO TEÓRICO	3
3.1	MARCO CONCEPTUAL	3
3.1.1	ORIGEN Y DOMESTICACIÓN DEL TOMATE	3
3.1.2	IMPORTANCIA ECONÓMICA Y NUTRICIONAL DEL TOMATE	3
3.1.3	DESCRIPCIÓN BOTÁNICA	4
	A. Raíz	4
	B. Tallo	4
	C. Porte	4
	D. Hojas	5
	E. Inflorescencia	5
	F. Polinización	5
	G. Fruto	5
3.1.4	GENERALIDADES DEL MANEJO TÉCNICO DEL TOMATE	6
	A. Preparación del terreno y transplante	6
	B. Control de malezas	7
	C. Fertilización	7
	D. Riego	7
	E. Tutoreo	8
3.1.5	MOSCA BLANCA (Vector de geminivirus en tomate)	8
3.1.6	GENINIVIRUS	9
	A. Características	9
	B. Geminivirus que infectan el tomate en Guatemala	10
3.1.7	TIZÓN TARDÍO EN TOMATE	10
3.1.8	PREFERENCIAS DE LOS TIPOS DE TOMATE	10
3.1.9	CLASIFICACIÓN DE LOS MATERIALES DE TOMATE	11
	A. Según el hábito de crecimiento	11
	B. Según el destino de la cosecha	11
3.1.10	MÉTODOS Y MEDIOS DE EXTENSIÓN AGRÍCOLA	12
3.2	MARCO REFERENCIAL	13
3.2.1	LOCALIZACIÓN DEL ENSAYO	13
3.2.2	ZONA DE VIDA	13
3.2.3	CONDICIONES DE SUELO	13
3.2.4	CARACTERÍSTICAS GENÉTICAS Y AGRONÓMICAS IMPORTANTES DE LOS MATERIALES DE TOMATE	13
	A. San Jerónimo	13
	B. San Miguel	13
	C. Río Blanco	13
	D. Llanero	14
	E. Silverado	14
	F. Sheriff	14
	G. Tolstoi	14

4.	OBJETIVOS	15
4.1	OBJETIVO GENERAL	15
4.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
5.	METODOLOGÍA	16
5.1	MATERIALES DE TOMATE Y CARACTERÍSTICAS DE LAS PARCELAS DEMOSTRATIVAS	16
5.2	MANEJO AGRONÓMICO DE LAS PARCELAS	16
5.2.1	PREPARACIÓN DEL SEMILLERO	16
5.2.2	PREPARACIÓN DEL TERRENO	17
5.2.3	TRANSPLANTE	17
5.2.4	FERTILIZACIÓN	17
5.2.5	CONTROL DE PLAGAS	17
5.2.6	CONTROL DE ENFERMEDADES	18
5.2.7	TUTOREO Y RIEGO	18
5.2.8	COSECHA	18
5.3	VARIABLES MEDIDAS Y REGISTRADAS DE LAS PARCELAS DEMOSTRATIVAS	18
5.3.1	VARIABLES PRIMARIAS	18
5.3.2	VARIABLES AGRONÓMICAS	19
5.4	TOMA Y REGISTRO DE DATOS	19
5.4.1	REGISTRO DE LA INCIDENCIA DE VIROSIS Y TIZÓN TARDÍO	19
5.4.2	REGISTRO DE LA SEVERIDAD DE TIZÓN TARDÍO	19
5.4.3	REGISTRO DEL RENDIMIENTO DE TOMATE EN GRAMOS DE FRUTO POR PLANTA	20
5.4.4	REGISTRO DEL RENDIMIENTO DE TOMATE EN KILOGRAMOS DE FRUTO POR HECTÁREA	20
5.4.5	REGISTRO DE LAS VARIABLES AGRONÓMICAS	20
5.5	ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	21
6.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	22
6.1	RENDIMIENTO DE TOMATE EN KILOGRAMOS POR HECTÁREA	22
6.2	RENDIMIENTO EN GRAMOS DE TOMATE POR PLANTA EN RELACIÓN A LA INCIDENCIA Y SEVERIDAD DE VIROSIS Y TIZÓN TARDÍO	23
6.3	CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS DE LOS HÍBRIDOS DE TOMATE	27
7.	CONCLUSIONES	29
8.	RECOMENDACIÓN	30
9.	BIBLIOGRAFÍA	31

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.	Valor nutritivo medio del tomate por 100 gramos de producto comestible	3
Cuadro 2.	Materiales de tomate y características de la parcela demostrativa en que se implementó cada material	16
Cuadro 3.	Datos de campo de la incidencia de virosis y tizón tardío, severidad de tizón tardío y rendimiento en gramos por planta, de siete materiales de tomate, bajo condiciones de finca Santa Teresa, Antigua Guatemala, Sacatepéquez, 2006	24
Cuadro 4.	Modelos de regresión lineal múltiple para el rendimiento de tomate en gramos por planta, según la incidencia y severidad de tizón tardío	25
Cuadro 5.	Modelos de regresión lineal múltiple para el rendimiento de tomate en gramos por planta, según la incidencia de virosis y tizón tardío y severidad de tizón tardío	26
Cuadro 6.	Características agronómicas de los híbridos de tomate	27

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Rendimiento de tomate en kilogramos por hectárea de siete materiales, bajo condiciones de finca Santa Teresa, Antigua Guatemala, Sacatepéquez, 2006	22
-----------	---	----

RESUMEN

COMPARACIÓN DEL RENDIMIENTO DE SIETE HÍBRIDOS DE TOMATE (*Solanum lycopersicum* Mill), EN FINCA SANTA TERESA, ANTIGUA GUATEMALA, SACATEPÉQUEZ

COMPARISON OF YIELDING FOR SEVEN HYBRIDS TOMATO (*Solanum lycopersicum* Mill), IN SANTA TERESA FARM, ANTIGUA GUATEMALA, SACATEPÉQUEZ

El objetivo principal de la presente investigación es el de documentar la información de campo obtenida de parcelas demostrativas con siete híbridos de tomate, en cuanto al rendimiento, tolerancia a enfermedades y características agronómicas, bajo las condiciones de la finca Santa Teresa, Antigua Guatemala, Sacatepéquez.

Para el desarrollo de la investigación, se montaron siete parcelas demostrativas y en cada parcela demostrativa se sembró un híbrido de tomate como sigue: Río Blanco, San Miguel, San Jerónimo, Llanero, Sheriff, liberado y Tolstoi. Las plantas para el transplante se obtuvieron de piloncitos y se le proporcionó manejo agronómico similar a cada una de las siete parcelas demostrativas desde el transplante hasta la cosecha.

Finalmente al analizar la información de campo se tiene que de los siete híbridos el que ofrece el más alto rendimiento es el Llanero con 74,847 kilogramos por hectárea, rendimiento que es muy superior al de los otros híbridos pues, los supera en más de 13,818 kilogramos, lo que en términos comerciales de los agricultores representa más de 595 cajas de tomate con un peso de 20.45 kilogramos cada caja. El híbrido Llanero presenta tolerancia a la virosis, no así al tizón tardío, ya que por cada unidad porcentual de incidencia y severidad de tizón tardío se pierden 23.31 gramos de tomate por planta. Las principales características agronómicas de Llanero son que posee una alta consistencia del fruto, el cual es de forma cilindro-alargado, con un diámetro de 4.8 centímetros, de color rojo, con tres lóculos y de hábito de crecimiento determinado con 1.15 metros de altura.

1. INTRODUCCIÓN

En Guatemala, las empresas productoras y/o comercializadoras de insumos y materiales agrícolas en general, emplean frecuentemente y casi siempre como medio de extensión agrícola, la parcela demostrativa y como métodos de extensión agrícola, los días de campo y días de demostraciones. La idea se basa en el principio de que algo que se demuestra en el campo y que el agricultor puede percibir visualmente dice más que mil palabras o información escrita, lo que a conducido a que no se registre documentalmente mucha información que genera la parcela demostrativa y que se circunscriba únicamente al rendimiento obtenido y la apreciación visual de la parcela demostrativa establecida.

En Guatemala la información escrita sobre materiales genéticos de tomate, normalmente se obtiene de ensayos de investigación científica, que por la naturaleza de los mismos (alto costo y gran demanda de recurso humano y planificación), se desarrollan en períodos de tiempo muy espaciados, mientras que los nuevos materiales ingresan al mercado a un ritmo mayor. Las empresas semilleristas para la extensión y promoción de los nuevos materiales, realizan múltiples parcelas demostrativas en las principales regiones tomateras de Guatemala, incluso hasta en dos a tres ciclos anuales año tras año; sin embargo el aporte documentado de forma escrita disponible es mínimo o nulo.

A través del presente documento se plasma información de rendimiento, tolerancia a enfermedades y principales características agronómicas de siete híbridos de tomate, implementados en parcelas demostrativas en la finca Santa Teresa, Antigua Guatemala, Sacatepéquez.

2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Las empresas en Guatemala que se dedican a la distribución y venta de semillas o de insumos agrícolas en general, emplean las parcelas demostrativas, para que los agricultores comparen una nueva variedad o nuevo paquete tecnológico en sus comunidades. La parcela demostrativa es una herramienta útil para el agrónomo extencionista o agrónomo promotor, porque ofrece información rápida y continua a bajo costo, sin tener que montar ensayos que demandan gran extensión de tierra, tiempo y recursos en general.

Sin embargo, la información derivada de las parcelas demostrativas, por su naturaleza, solo es accesible al grupo de agricultores de interés donde estas se implementan y normalmente no queda un registro documental que pueda ser de conocimiento del público en general.

3. MARCO TEÓRICO

3.1 MARCO CONCEPTUAL

3.1.1 ORIGEN Y DOMESTICACIÓN DEL TOMATE

El centro de origen del tomate es la región antigua que hoy comparten Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia y Chile. En estas áreas crecen espontáneamente las diversas especies del género (23).

El género comprende nueve especies, ocho de las cuales se han mantenido entre los límites de su lugar de origen. Una sola *Solanum esculentum* bajo su forma silvestre *S. ceraciforme*, fue llevada hacia América central por los indígenas en forma de maleza. Fue en México donde ocurrió la domesticación, especialmente en la zona de Puebla y Veracruz. De ahí fue introducido en Europa en el siglo XVI, donde por largo tiempo se le consideró como venenosa (7).

3.1.2 IMPORTANCIA ECONÓMICA Y NUTRICIONAL DEL TOMATE

El tomate es una de las hortalizas más importantes en numerosos países y su popularidad aumenta constantemente. En Guatemala el cultivo ha tomado importancia, el área cosechada se ha venido incrementando, de tal forma que para 1996 se cultivaban 5,950 hectáreas y actualmente se cultivan 1,000 hectáreas más con lo cual se llega a una extensión de 7,000 hectáreas. En todos los departamentos de Guatemala se cultiva el tomate, siendo los departamentos de Jutiapa, Baja Verapaz, Chiquimula, Guatemala y Zacapa, los que generan más del 55 por ciento de la producción obtenida (22). El valor nutritivo del fruto de tomate es muy elevado (Cuadro 1), ocupando el lugar 16 en cuanto a concentración relativa de un grupo de 10 vitaminas y minerales (21).

Cuadro 1. Valor nutritivo medio del tomate por 100 g de producto comestible (21)

DESCRIPCIÓN	VALOR
Materia seca	6.2 por ciento
Energía	20.0 kilocalorías
Proteínas	1.20 gramos
Fibra	0.70 gramos
Calcio	7.00 miligramos
Hierro	0.60 miligramos
Caroteno	0.50 miligramos
Tiamina	0.06 miligramos
Riboflavina	0.04 miligramos
Niacina	0.60 miligramos
Vitamina C	23.00 miligramos

Fuente Tello, J. 2001 (21).

3.1.3 DESCRIPCIÓN BOTÁNICA

A. Raíz

El sistema radicular consiste en una raíz principal de la que salen raíces laterales y fibrosas, formando un conjunto que puede tener un radio hasta de 1.5 metros. En el cultivo, sin embargo, las labores de trasplante destruyen la raíz principal y lo más común es que presente una masa irregular de raíces fibrosas. Es muy frecuente la formación de raíces adventicias en los nudos inferiores de las ramas principales (13, 24).

B. Tallo

El tallo es herbáceo, aunque tiende a lignificarse en las plantas viejas. Visto en sección transversal parece más o menos circular, con ángulos o esquinas; en las ramas jóvenes es triangular. La epidermis se forma en una capa de células, las que a menudo tienen pelos largos. Debajo hay una zona de colénquima de dos a cinco células de espesor, que es más gruesa en las esquinas y que constituye el mayor sostén del tallo. Sigue luego la región cortical, con cinco a diez capas de parénquima, de células grandes con muchos espacios intercelulares. Finalmente, el cilindro vascular se compone, de afuera hacia adentro, de floema, en bandas aisladas o unidas por conexiones delgadas y xilema que forma un tejido continuo. La médula, que ocupa gran parte del tallo, tiene hacia la parte externa cordones de fibra del periciclo interior (13, 24).

C. Porte

Entre los diversos tipos de plantas de tomate hay cultivares de porte erecto o rastrero, a menudo reducido a un solo tallo. El eje central de la planta y sus ramas son de crecimiento monopodial y llevan en el ápice una yema vegetativa, de modo que crecen indeterminadamente. En el tallo y ramas, de las yemas axiales brotan hojas e inflorescencias; lo normal es que entre dos inflorescencias haya generalmente tres hojas. En algunos casos una rama florífera se continúa en el ápice y forma hojas. Una forma de crecimiento distinta a la anterior se debe a un gene recesivo que afecta el crecimiento del tallo y las ramas al emitir una inflorescencia terminal, dando por resultado el crecimiento determinado (13, 24).

D. Hojas

La forma de las hojas es muy variable y depende en gran parte de las condiciones ambientales. La lámina está dividida en pares de segmentos o folíolos, de diferente tamaño. Con frecuencia entre dos pares de folíolos grandes hay de uno a tres pares más pequeños, en todos ellos los bordes son muy recortados. En las hojas como en los tallos jóvenes, hay abundante pubescencia. Los pelos pueden ser largos y agudos o terminados en forma acotada (10, 13).

E. Inflorescencia

La inflorescencia más corriente es una cima racimosa, generalmente simple en la parte inferior de la planta y más ramificada en la superior. Las flores tienen un pedúnculo corto y curvo hacia abajo, por lo que asumen una posición pendular, el pedúnculo presenta un engrosamiento en el centro, que corresponde a la superficie de abscisión y es muy corriente en esta especie que un gran número de flores caiga prematuramente (9, 13).

F. Polinización

Las flores se desarrollan en racimo y se abren simultáneamente. En una misma rama hay siempre botones, flores y frutos. La antésis ocurre por lo común en las mañanas y 24 horas después se inicia la salida del polen. Este aparece en el lado interno de las anteras y, por la posición pendiente de la flor, cae directamente sobre la superficie de los estigmas. La autopolinización es lo más frecuente en los tomates cultivados. La polinización cruzada debido a insectos ocurre en un cinco por ciento (9, 13).

G. Fruto

El fruto es una baya de forma muy variada. En los principales cultivos comerciales es de forma ovalada (aplanada) con rebordes longitudinales o lisa; hay también elipsoidales y piriformes. En los tomates silvestres predominan los frutos esféricos. El número de lóculos en los frutos de los tomates silvestres es de dos. En los cultivares comerciales, seleccionados por el mayor número de tabiques y su grosor, es corriente encontrar de 5 a 10 celdas. La epidermis es una capa de células de paredes externas engrosadas por la cutícula. Es frecuente a presencia de pelos o glándulas que desaparecen conforme madura el fruto. Debajo del pericarpio hay tres o cuatro estratos de colénquima que junto con la epidermis forma una cáscara fina y resistente. En ellas hay pigmento

amarillos o rojos, según la variedad. El resto del fruto se forma de parénquima cargado de pigmentos rojos y amarillos que aparecen como cristales suspendidos en el líquido que rellena las células. Las paredes de las células son también de parénquima, interrumpido por cordones aislados de haces vasculares. Los tejidos de la placenta, sobre los que están las semillas, contienen una mayor cantidad de haces, lo que les da un color más claro. Las capas de células que rodean las semillas se disuelven en la madurez, formando una masa gelatinosa rica en granos de almidón. Las semillas, planas y ovaladas, miden de 2 a 5 milímetros de largo y están cubiertas de pelos finos, el embrión que ocupa la mayor parte se encuentra arrollado cerca de la superficie (9, 10, 13).

3.1.4 GENERALIDADES DEL MANEJO TÉCNICO DEL TOMATE

A. Preparación del terreno y trasplante

Para evitar focos de infección por patógenos y plagas es importante retirar del terreno de siembra los residuos de cosechas anteriores. Se deberá arar a una profundidad de 30 cm, efectuando dos pasos de rastra, de preferencia perpendiculares (8).

Para la desinfección del suelo se debe aplicar Disanón 2.5 G (Diazinón) para el control del gusano alambre, gallina ciega, picudos y tortuguillas. Durante el trasplante es aconsejable remojar las plántulas en una solución de PCNB 75 WP (Pentacloronitrobenceno), a razón de 100 g en 20 litros de agua, aplicar 50 cc por planta, de la misma solución, unos 5 días después del trasplante. También es recomendable aplicar una hormona de enraizamiento a base de auxinas (ácido indolbutírico, indolpropiónico, indolacético o naftalénico), que aumentarán la adaptabilidad de las plántulas y promoverá el rápido desarrollo del sistema radicular (8, 9).

Para el trasplante y siembra definitiva se puede emplear el método de hilera simple o única, dejando espacios de 0.90 a 1.50 m entre surcos, o el método de hilera doble, en que se plantan dos posturas separadas 0.60 m entre sí y se dejan 1.20 a 1.50 m entre surcos. Es preferible regar el suelo desde un día antes y realizar el trasplante en las horas más frescas de la tarde. La raíz deberá quedar recta al momento de la siembra, sin bolsas de aire. Una vez concluida la siembra, deberá regar de nuevo el suelo (8).

B. Control de malezas

En general, aplicar un herbicida pre-emergente a base de Metribuzina o un post-emergente cuando las malezas tengan 2 o 3 pares de hojas. Puede elegir otros herbicidas, dependiendo del tipo de maleza que desea controlar y el uso que se le dará a la tierra posteriormente (8, 9).

C. Fertilización

En Guatemala existe gran variabilidad en los requerimientos de fertilización del tomate, particularmente por la diversidad de suelos y microclimas en las zonas aptas para este cultivo y por la variabilidad en el rendimiento. Por lo tanto se menciona la cantidad de elementos que el tomate extrae para obtener un rendimiento promedio de 52,556 kilogramos por hectárea (8).

Elemento	Consumo (kg/ha)
N	300
P (como P ₂ O ₅)	120
K (como K ₂ O)	450
Mg (como MgO)	25
S	40
Ca	40
B (como B ₂ O ₃)	10
Microelementos	10

D. Riego

En tomate, se sabe que la capa del suelo comprendida entre los 0 y 40 cm de profundidad demanda de buena humedad, sin llegar a la saturación. También es conocido que los suelos arenosos requieren una mayor frecuencia de riego (p.e. por gravedad, cada 6 – 8 días). El clima modifica grandemente las necesidades de riego del cultivo, por lo que los volúmenes específicos de irrigación son fijados por cada agricultor, basándose en su experiencia (8).

Existen también etapas del cultivo en los cuales la humedad es crítica; estas son; a) durante y después del trasplante, b) el crecimiento vegetativo, c) la floración y d) la formación de frutos.

E. Tutoreo

Con el tutoreo o tutorado se persigue dirigir el crecimiento de la planta y evitar el daño a los frutos y follaje. Normalmente se usan estacas de madera, bambú u otro material disponible en la región, que sobresalen de 1.25 a 1.50 m sobre el suelo, sembradas inmediatamente después del trasplante. Cuando la planta alcanza los primeros 20 a 25 cm se tiende la primera hilera de guías de rafia (cinta plástica); se emplean otras hileras de rafia cada 20 a 25 cm el espaciamiento recomendado entre estacas es de 1.75 m; la distancia entre hileras de estacas quedará determinada por la distancia entre surcos y el tipo de siembra realizada (8).

3.1.5 MOSCA BLANCA (Vector de geminivirus en tomate)

La mosca blanca pertenece a la familia Aleyrodidae, orden Homoptera, bajo condiciones favorables puede estar contemplando de 11 a 15 generaciones en un año y las hembras pueden depositar entre 100 – 300 huevos en unas 3 a 6 semanas de vida. Cuatro de los cinco estadios de mosca blanca, son casi totalmente inmóviles (sésiles) en la planta huésped, el adulto es el único vector importante (3).

A una temperatura de 24 °C, el ciclo biológico de *Bemisia tabaci* es el siguiente:

A. Huevo	5 días
B. Ninfa	16 días
C. Pupa	6 días
D. Adulto Macho	11 días
E. Adulto Hembra	14 días

A temperaturas más bajas, la duración de cada una de las etapas es mayor y a temperaturas más altas el ciclo biológico disminuye considerablemente. La fecundidad también se ve afectada por la temperatura, a 14 °C hay una producción de 14 huevos por hembra; a 25 °C un promedio de 79 y a 32 °C disminuye a 72 huevos por hembra (5).

Las moscas blancas se alimentan en el floema, por medio de un estilete. Los aminoácidos y carbohidratos se extraen directamente del sistema de transporte de alimento de la planta huésped. El estilete pasa intercelularmente a través de los tejidos de la hoja, hasta alcanzar el floema. Esta

especialización alimentadora es un medio efectivo de adquirir y transmitir geminivirus. La multiplicación de geminivirus por *Bemisia tabaci*, esta considerada como circulativa, no propagativa, lo cual significa que las partículas virales adquiridas por el insecto durante su alimentación circulan durante su cuerpo, pasándolo del intestino a la hemolinfa, hasta llegar a las glándulas salivales. Pero el virus no se multiplica dentro del insecto ni se transmite transovaricamente. Cuando una mosca infectada se alimenta de una planta sana, inocula junto con la saliva las partículas virales, colocándolas eficazmente en el tejido específico en el cual se multiplican, es decir en el sistema vascular de la planta (3).

3.1.6 GEMINIVIRUS

Las enfermedades causadas por virus pertenecientes al grupo de los geminivirus (gemini = gemelo), son conocidas desde hace muchos años; sin embargo la etiología de dichas enfermedades no pudo aclararse sino hasta la década de los 70's, dadas las dificultades de purificación de las partículas virales y de su visualización mediante técnicas de microscopía electrónica (11, 17).

A. Características

Las fotografías de las partículas de los geminivirus muestran estructura bisegmentada con un tamaño de 20 x 30 nm, y con una hendidura que separa a ambas partículas. Cada componente es un pentágono, cuya arista de contacto con la del otro es levemente más alargada que las demás. La infectividad del virus se pierde si ambas unidades se separan (11).

Químicamente, las partículas virales están formadas en un 78% por una proteína cuyo peso molecular varía entre 27,000 y 32,000 daltons, según el geminivirus que se trate. El ácido nucleico es una molécula circular de filamento simple (ADN-FS) por cada uno de los componentes de la partícula viral, el ADN representa el 20% del componente total. Esta molécula consta de 2,265 a 3,200 nucleótidos, según el geminivirus (2, 19).

Los geminivirus que afectan plantas dicotiledóneas y son transmitidos por *Bemisia tabaci* generalmente tienen un genoma bipartito (gemini=gemelo), constituido por dos moléculas de ADN de un filamento simple circular (ADN-A y ADN-B). Sin embargo, se han reportado virus con

genoma monopartito transmitidos por mosca blanca. El genoma de los geminivirus tienen una organización común de cuatro genes en la molécula ADN-A (18).

B. Geminivirus que infectan el tomate en Guatemala

Mejía (16) en un proyecto dirigido hacia la búsqueda de soluciones de la problemática del complejo mosca blanca-geminivirus asociados al cultivo de tomate contempla entre sus objetivos la detección e identificación de los geminivirus presentes en la unidad de riego Sansirisay en Sanarate, Guatemala y su cuantificación por medio de la reacción en cadena de la polimerasa (PCR) y técnicas de hibridación de ácidos nucleicos. Resultado de su investigación concluye que los virus asociados al cultivo de tomate en Guatemala pertenecen a la familia **Geminiviridae**, al género **Begomovirus**, con organización del genoma bipartita y monopartita, transmitidos exclusivamente por el vector mosca blanca y son de tres tipos diferentes, el virus del enrollamiento del tomate (ToSLCV), virus del moteado dorado del tomate (ToGMoV) y virus del mosaico dorado del pimiento (PepGMV). El PepGMV fue detectado en muestras de chile y el ToSLCV en muestras de pepino.

3.1.7 TIZÓN TARDÍO EN TOMATE

El tizón tardío causado por el hongo *Phytophthora infestans*, es una de las enfermedades más importantes del cultivo de papa y tomate a nivel mundial. Esta presente en casi todas las áreas donde se cultiva tomate, provocando mayores pérdidas en zonas templadas y húmedas y durante la época lluviosa (14).

En tomate afecta a la parte aérea y en cualquier etapa de desarrollo. En hojas aparecen manchas irregulares de aspecto aceitoso al principio que rápidamente se necrosan. En tallo aparecen manchas pardas que se van agrandando y que suelen circundarlo. Afecta a frutos inmaduros manifestándose como grandes manchas pardas. La dispersión se realiza por lluvias, vientos, riegos por aspersión, rocíos, etc. Las condiciones favorables son: alta humedad relativa y temperaturas entre 10 y 25 °C. Las tres cepas que afectan al tomate son: TO.O, T.O y T.1.

3.1.8 PREFERENCIAS DE LOS TIPOS DE TOMATE

El tomate es una hortaliza que ha alcanzado una variedad de tipos muy extensa. Hay variedades con distinto aspecto exterior (forma, tamaño, color) e interior (sabor, textura, dureza),

variedades distintas para consumo fresco o procesado industrial y dentro de estos usos principales, muchas especializaciones del producto. Las preferencias por un tipo determinado son muy variables y van en función del país, tipo de población y uso al que se destina (21).

Se consideran mejor a los tomates multiloculares con paredes gruesas que a los que tienen poca carne en zona central y cavidades mayores para las semillas. Otras características como la firmeza y pequeño tamaño de las cicatrices determinan una mejor calidad, haciéndolo más atractivo al consumidor (21).

3.1.9 CLASIFICACIÓN DE LOS MATERIALES DE TOMATE

A. Según el hábito de crecimiento

En las variedades indeterminadas, el tallo producido a partir de la penúltima yema produce su inflorescencia terminal hacia fuera, de tal manera que el tallo lateral parece continuación del tallo principal que le dio origen. Estos cultivares son ideales para establecer plantaciones en invernaderos, pues los tallos laterales se podan y se deja únicamente el tallo principal, donde se producen grandes cantidades de inflorescencias durante todo el ciclo de crecimiento, separadas únicamente por la producción de hojas en tres nudos sucesivos (4).

En los cultivares de crecimiento determinado, las plantas llegan a alcanzar hasta dos metros de altura. Tienen forma de arbusto y la producción se obtiene en un período relativamente corto, esta es una característica muy importante cuando se quiere aprovechar buenos precios en el mercado o cuando la incidencia de enfermedades es tal, que no permite mantener las plantaciones por períodos muy prolongados (4).

B. Según el destino de la cosecha

Según el destino de la cosecha, las variedades e híbridos de tomate se clasifican en tipo de mesa y tipo industrial (4).

Las variedades o híbridos de tomate de mesa, o para consumo en fresco, producen frutos jugosos, redondos o achatados de tres o más lóbulos, la cáscara es delgada y su coloración puede ser

desde tonos rojos amarillentos hasta rojos intensos, además tienen menos concentración de sólidos totales que los tipo industrial (4).

Los cultivares que se han desarrollado para su uso industrial, por lo general producen frutos de forma alargados o de pera, biloculares, de color rojo intenso, alta viscosidad, pH menor a 4.5 y de pericarpio más grueso que los destinados al consumo en fresco (4).

3.1.10 MÉTODOS Y MEDIOS DE EXTENSIÓN AGRÍCOLA

Los extensionistas agrícolas para difundir tecnologías, nuevos materiales genéticos o cualquier otro elemento agrícola, se vale de métodos de extensión tales como:

- A. La charla
- B. Discusión en grupo
- C. Gira de campo
- D. Día de demostraciones
- E. Día de campo

También el extensionista agrícola se vale de medios de extensión tales como:

- A. La comunicación
- B. Parcelas demostrativas
- C. Parcelas de validación
- D. La finca modelo (1)

La parcela demostrativa es el medio de extensión agrícola comúnmente empleado por las empresas productoras y/o comercializadoras de materiales e insumos agrícolas, puesto que reviste las características locales y generales siguientes:

- A. Los agricultores se muestran interesados en proporcionar sus terrenos pues el producto de la cosecha se les adjudica.
- B. El tamaño de la parcela minimiza costos de promoción.
- C. El agricultor aprecia resultados consistentes en la práctica (1).

3.2 MARCO REFERENCIAL

3.2.1 LOCALIZACIÓN DEL ENSAYO

La investigación se llevó a cabo en la finca Santa Teresa, en Antigua Guatemala, municipio que pertenece al departamento de Sacatepéquez. Antigua Guatemala se encuentra a una distancia de 45 kilómetros de la ciudad capital de la república en las coordenadas geográficas de 14° 32' 15" Latitud norte y 90° 36' 35" Longitud oeste, a una altura de 1,300 msnm (15).

3.2.2 ZONA DE VIDA

Según de la Cruz (6), Antigua Guatemala se encuentra comprendida dentro de lo que es el Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical, con una temperatura promedio de 25 °C, mínima de 13 °C y máxima de 28 °C; su precipitación media anual es de 1,000 mm, con humedad relativa promedio de 79%.

3.2.3 CONDICIONES DE SUELO

Según Simmons (20), la fisiografía del suelo corresponde a las tierras altas volcánicas, relieve muy variable, los suelos son café, poco profundos y bien drenados, con textura franco a franco-arcillosa, pH de 6.5, con alta capacidad de retención de humedad.

3.2.4 CARACTERÍSTICAS GENÉTICAS Y AGRONÓMICAS IMPORTANTES DE LOS MATERIALES DE TOMATE

A. San Jerónimo

Planta vigorosa de hábito semi determinado, tolerante a virus transmitido por mosca blanca, fruto de tipo saladette grande, altos rendimientos de producción escalonada.

B. San Miguel

Planta muy vigorosa de hábito semi determinado, tolerante a virus transmitido por mosca blanca, producción escalonada, altos rendimientos, frutos redondos multiloculares.

C. Río Blanco

Planta de crecimiento indeterminado, tolerante a virus transmitido por mosca blanca, producción escalonada, altos rendimientos, frutos redondos multiloculares (9).

D. Llanero

Planta de hábito determinado, tolerante a virus transmitido por mosca blanca, resistente a condiciones de clima extremos, planta fuerte, producción concentrada, amplios rendimientos, amplia adaptabilidad, fruto alargado.

E. Silverado

Planta de hábito determinado, arbustiva, frutos tipo pera firmes, frutos con peso promedio de 80 gramos, con largo de entre 7 y 10 centímetros, se adapta a climas templado y cálido.

F. Sheriff

Planta de hábito determinado, con frutos redondos muy firmes, con amplia adaptabilidad a diversos climas, comienza a producir entre 60 a 70 días después del transplante.

G. Tolstoi

Planta de hábito indeterminado y de alto potencial de rendimiento, fruto tipo bloqui-redondo, firmes de excelente sabor y color, recomendado para climas templados o ligeramente fríos, con ciclo promedio entre 80 a 85 días (9).

4. OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GENERAL

Documentar la información de campo obtenida de parcelas demostrativas con siete híbridos de tomate, en cuanto al rendimiento, tolerancia a enfermedades y características agronómicas, bajo las condiciones de la finca Santa Teresa, Antigua Guatemala, Sacatepéquez.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 4.2.1 Comparar el rendimiento de siete híbridos de tomate cultivados en el medio de extensión agrícola de la parcela demostrativa.
- 4.2.2 Desarrollar modelos que expliquen el rendimiento de cada híbrido de tomate en función de la incidencia y severidad de enfermedades.
- 4.2.3 Indicar las características agronómicas importantes de cada híbrido de tomate.

5. METODOLOGÍA

5.1 MATERIALES DE TOMATE Y CARACTERÍSTICAS DE LAS PARCELAS DEMOSTRATIVAS

En el Cuadro 2, se presentan los siete materiales de tomate cultivados en la finca Santa Teresa, Antigua Guatemala, Sacatepéquez y las dimensiones de cada una de las parcelas demostrativas en que fueron implementados.

Cuadro 2. Materiales de tomate y característica de la parcela demostrativa en que se implementó cada material

Material de Tomate	Area (m ²) parcela demostrativa	Surcos	Posturas por surco	Longitud (m) surco	Distancia (m) entre		Plantas por parcela
					Surcos	plantas	
San Jerónimo	216.00	15	30	12	1.20	0.40	450
Llanero	216.00	15	30	12	1.20	0.40	450
Río Blanco	172.80	12	30	12	1.20	0.40	360
San Miguel	216.00	15	30	12	1.20	0.40	450
Sheriff	144.00	10	30	12	1.20	0.40	300
Tolstoi	144.00	10	30	12	1.20	0.40	300
Silverado	158.40	11	30	12	1.20	0.40	330

Cada una de las siete parcelas demostrativas tuvo en común, el tener surcos con una longitud de doce metros, con lo cual se tuvieron treinta plantas por surco a una distancia de 0.40 metros. El número de surcos por parcela fue variable, siendo el mínimo de diez surcos por parcela y con un máximo de quince surcos, lo cual en extensión agrícola es válido según la disponibilidad de tierra.

5.2 MANEJO AGRONÓMICO DE LAS PARCELAS

5.2.1 PREPARACIÓN DEL SEMILLERO

El semillero fue elaborado 35 días antes del transplante por Pilonos de Antigua, S.A., para lo cual se utilizó bandejas de “duroport” de 288 celdas debidamente desinfectadas con agua más cloro a razón de 18.5 cc de cloro con una pureza del 5.20 % por litro de agua. Como sustrato para llenado de las bandejas se utilizó suelo del lugar, el cual se secó al aire libre, luego fue molido a fin de obtener una mezcla más fina y posteriormente se desinfectó a vapor a presión para eliminar toda forma biótica patógena posible.

Para la siembra del semillero se colocó una semilla de tomate en cada una de las celdas, luego se tapó con el mismo sustrato y posteriormente se colocó en el germinador (habitación con

condiciones controladas de humedad y temperatura), para finalmente cuando emergieron las plantitas se trasladaron al invernadero.

5.2.2 PREPARACIÓN DEL TERRENO

La preparación del terreno se inició con la eliminación de rastrojo, paso de arado y rastra pulidora, para finalmente montar las parcelas demostrativas, elaborando los surcos manualmente por medio de azadón; a un lado de los surcos se colocaron las mangueras del sistema de riego.

5.2.3 TRANSPLANTE

Treinta y cinco días después de la siembra del semillero se procedió al transplante, el cual se realizó a 0.40 m entre plantas y 1.20 m entre surcos; previo al transplante se humedeció el terreno y después se aplicó riego por goteo para asegurar la sobrevivencia de las plantas.

5.2.4 FERTILIZACIÓN

Se fertilizó al momento del transplante con 15-15-15 en dosis de 519.49 kg/ha; a los 16 días del transplante se realizó la segunda fertilización, aplicando 20-20-0 en dosis de 130 kg/ha; 30 días después del transplante se aplicó nitrato de calcio a razón de 65 kg/ha más nitrato de potasio a razón de 130 kg/ha, la cuarta y última fertilización se realizó a los 50 días después del transplante con sulfato de amonio a razón de 65 kg/ha.

5.2.5 CONTROL DE PLAGAS

Para el control de insectos chupadores del suelo se aplicó al momento del transplante Phoxim granulado (Volatón) al cinco por ciento en bandas.

Para el control de insectos chupadores se aplicó Imidacloprid (Confidor 70 WG) en dosis de 6.5 gramos por bomba de 16 litros de agua, dirigido a la base del tallo (tronqueado). A intervalos de 15 días se aplicó en forma alterna Fenprothrin (Herald) y Diafenthiuron (Pegasus), para un total de cuatro aplicaciones, dos de cada producto.

5.2.6 CONTROL DE ENFERMEDADES

En la fase de campo, para el control de enfermedades fungosas se emplearon productos preventivos; Propineb (Antracol) en dosis de 72 gramos por bomba de 16 litros de agua, alternando con Diclofaunida (Euparen) en dosis de 56 gramos por bomba de 16 litros, Mancozeb (Dithane 45) en dosis de 56 gramos por bomba de mochila, se aplicó Metalaxyl (Ridomil MZ-72) en dosis de 60 gramos por bomba de 16 litros de agua, todos estos productos aplicados a intervalos de 8 días en forma alterna.

5.2.7 TUTOREO Y RIEGO

Se manejó el crecimiento de las plantas mediante la colocación de tutores provenientes de raleos de plantaciones de Teca. Los tutores se colocaron a cuatro metros entre sí y se tendieron seis hileras transversales de rafia para sujetar las plantas.

5.2.8 COSECHA

Esta se realizó en forma manual cuando el tomate alcanzó una coloración rojiza, realizando siete cortes en total. La forma de cosecha atendió las exigencias de los datos necesarios para los análisis de regresión, cosechando primero diez plantas de cada uno de los ocho surcos centrales por material genético de tomate (80 plantas en total) y registrando el rendimiento en gramos por planta, para lo cual se empleó una balanza con medida en gramos; luego se cosechó las restantes 160 plantas de los 8 surcos centrales anotando únicamente el peso total de éstas más el peso total de las 80 plantas iniciales para realizar la transformación respectiva de rendimiento en kilogramos por hectárea.

5.3 VARIABLES MEDIDAS Y REGISTRADAS DE LAS PARCELAS DEMOSTRATIVAS

5.3.1 VARIABLES PRIMARIAS

- A. Incidencia de virosis.
- B. Incidencia de tizón tardío.
- C. Severidad de tizón tardío.
- D. Gramos de fruto por planta.
- E. Kilogramos de fruto de tomate por hectárea.

5.3.2 VARIABLES AGRONÓMICAS

- A. Hábito de crecimiento
- B. Altura de planta
- C. Número de cortes
- D. Forma del fruto
- E. Consistencia del fruto
- F. Color del pericarpio
- G. Color de la pulpa
- H. Diámetro transversal del fruto (cm)
- I. Número de semillas por fruto

5.4 TOMA Y REGISTRO DE DATOS

Se detalla a continuación los procedimientos empleados para la toma y registro de datos de las variables primarias y secundarias.

5.4.1 REGISTRO DE LA INCIDENCIA DE VIROSIS Y TIZÓN TARDÍO

De cada parcela demostrativa con cada material de tomate, se seleccionaron 8 surcos del centro. De cada parcela se registró por surco el número de plantas enfermas del total de plantas (30 plantas) del surco; luego se obtuvo la incidencia ya sea de virosis o de tizón tardío por medio de la fórmula que sigue:

$$Incidencia = \frac{\text{Plantas enfermas}}{30 \text{ plantas}} * 100$$

De esta forma se obtienen para cada material de tomate ocho datos para cada una de las dos variables.

5.4.2 REGISTRO DE LA SEVERIDAD DE TIZÓN TARDÍO

Para medir la severidad de tizón, se seleccionó dentro de cada surco y de las plantas enfermas, la que ocupara la posición “mediana”, luego a esta planta se le midió el grado de severidad total de la planta al momento del primer corte de tomate. Se consideró el área total de la planta con daño por tizón en relación con el área de la planta sin daño por tizón, expresada esta

relación en porcentaje. También de ésta forma se tienen ocho datos de severidad de tizón por material de tomate.

5.4.3 REGISTRO DEL RENDIMIENTO DE TOMATE EN GRAMOS DE FRUTO POR PLANTA

Para obtener el rendimiento de fruto de tomate en gramos por planta se seleccionaron diez plantas al azar dentro de cada uno de los ocho surcos por cada parcela demostrativa y se registró el rendimiento de cada corte para al final obtener el rendimiento promedio de las diez plantas por surco. De esta forma se tienen ocho datos de rendimiento de tomate por planta para cada uno de los ocho materiales de tomate.

5.4.4 REGISTRO DEL RENDIMIENTO DE TOMATE EN KILOGRAMOS DE FRUTO POR HECTÁREA

Para esta variable se consideró toda la producción de los ocho surcos centrales (240 plantas); es decir que incluye el rendimiento individual en gramos por planta de las 80 plantas seleccionadas por parcela para el análisis de la regresión entre la incidencia y severidad de las enfermedades y el rendimiento en gramos de tomate por planta; para su transformación en kilogramos por hectárea se empleó la fórmula siguiente:

$$\text{kilogramos por hectárea} = \frac{\text{gramos de fruto en } 15.20m^2}{1000} \times 86.8055$$

5.4.5 REGISTRO DE LAS VARIABLES AGRONÓMICAS

La variable altura de planta se midió al momento del primer corte empleando cinta métrica y tomando el promedio de altura de diez plantas seleccionadas al azar de la parcela. La forma del fruto se registró por apreciación visual en comparación con figuras geométricas, la consistencia del fruto por presión del mismo y tacto, el diámetro transversal por medio de una regla en centímetros, el número de lóculos y semillas pro fruto se obtuvo de datos promedio de cinco frutos seleccionados al azar, los cuales se disectaron transversalmente.

5.5 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

El rendimiento por hectárea de cada uno de los siete materiales genéticos de tomate, se comparó entre ellos, a fin de establecer el o los materiales que ofrecieran el mayor rendimiento en kilogramos de fruto por hectárea; para ello se auxilió de una gráfica de barras.

Para la incidencia de virosis y tizón tardío, así como para la severidad del tizón tardío; se corrieron modelos de regresión que mejor se ajustaran a fin de relacionar, estas variables con el rendimiento en gramos de tomate por planta. Para cada material de tomate se emplearon 8 datos de incidencia, 8 datos de severidad y 8 datos de rendimiento, los cuales se obtuvieron según la metodología descrita en el inciso 5.4.

Las características agronómicas se vaciaron en una tabla de doble entrada a fin de poder caracterizar cada material evaluado.

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 RENDIMIENTO DE TOMATE EN KILOGRAMOS POR HECTÁREA

En la Figura 1, se presentan los rendimientos en kilogramos por hectárea de tomate de cada uno de los siete materiales bajo las condiciones de finca Santa Teresa, Antigua Guatemala, durante los meses de julio a septiembre de 2006.

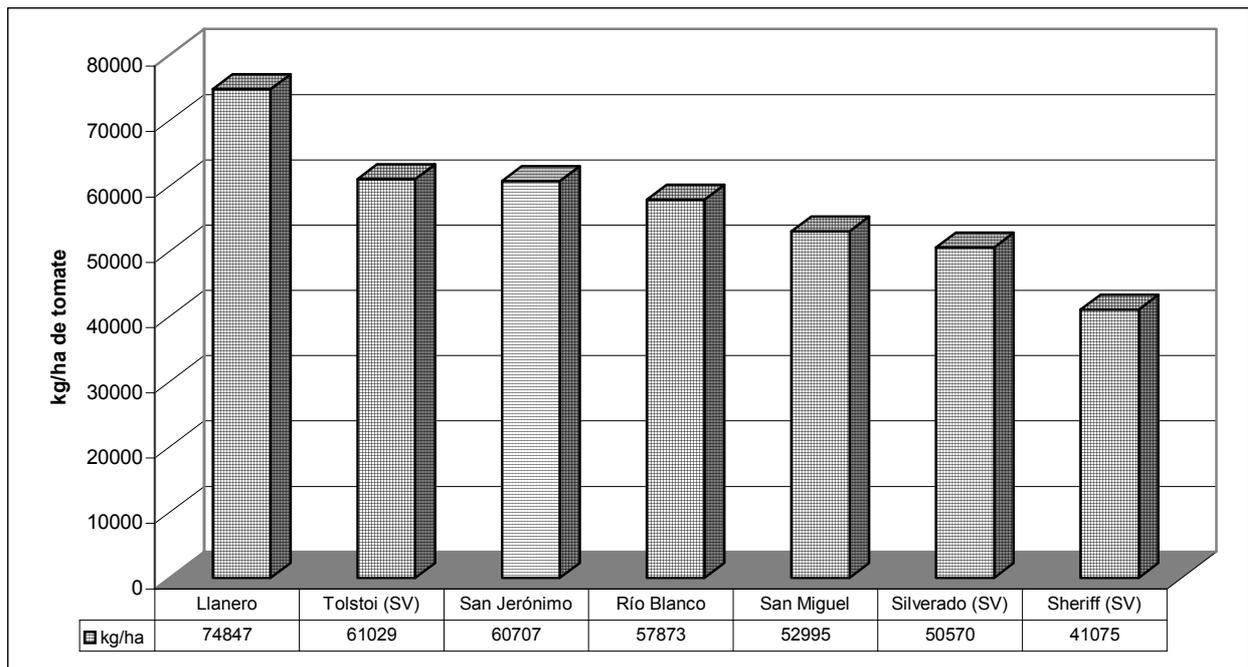


Figura 1. Rendimiento de tomate en kilogramos por hectárea de siete materiales, bajo condiciones de finca Santa Teresa, Antigua Guatemala, Sacatepéquez, 2006.

El híbrido de tomate Llanero, fue el que mayor rendimiento presentó con 74,847 kilogramos por hectárea, lo cual representa 13,818 y 14,140 kilogramos más que Tolstoi y San Jerónimo respectivamente, lo que en términos comerciales del agricultor se expresa como 675 y 691 cajas de 20.45 kilogramos por hectárea respectivamente.

El menor rendimiento se obtuvo con el híbrido Sheriff con 41,075 kilogramos por hectárea, es decir 33,772 kilogramos menos que Llanero.

Los híbridos de tomate que en la Figura aparecen con las siglas SV entre paréntesis son susceptibles a la virosis y, como se aprecia son los que presentaron el menor rendimiento como es el caso de Silverado y Sheriff, no así el híbrido Tolstoi que es susceptible a la virosis, sin embargo ocupó un segundo lugar en cuanto al rendimiento.

Al analizar el rendimiento de tomate en intervalos de producción de diez mil doscientos veinticinco kilogramos por hectárea, lo cual en términos comerciales del agricultor, significa intervalos de incremento de 500 cajas de 20.45 kilogramos, se tiene la siguiente clasificación:

Rendimiento (kg/ha)	Híbridos de tomate
De 41,075 a 51,300 kg/ha	Sheriff, Silverado
De 51,301 a 61,526 kg/ha	San Miguel, Río Blanco, San Jerónimo, y Tolstoi
De 61,527 a 71,752 kg/ha	
Mayor de 71,752	Llanero

Como se aprecia en la clasificación anterior, cuatro híbridos de tomate (más del 50 % de los materiales comparados), San Miguel, Río Blanco, San Jerónimo y Tolstoi no difieren en el rendimiento en más de 10,225 kilogramos por hectárea (500 cajas de 20.45 kilogramos), ubicándose su rendimiento entre los 51,301 a 61,526 kilogramos por hectárea; luego en la siguiente categoría de incremento de rendimiento no se adjudica ningún material, sino hasta la última categoría que comprende a los híbridos con rendimientos mayores a los 71,752 kilogramos por hectárea, donde el único híbrido sobresaliente en esta categoría es el Llanero.

6.2 RENDIMIENTO EN GRAMOS DE TOMATE POR PLANTA EN RELACIÓN A LA INCIDENCIA Y SEVERIDAD DE VIROSIS Y TIZÓN TARDÍO

En el Cuadro 3, se presenta los datos de campo de la incidencia de virosis y tizón tardío, severidad de tizón tardío y rendimiento en gramos por planta de cada uno de los siete híbridos de tomate, con los cuales se realizaron los análisis de regresión respectivos para cada material entre la incidencia y severidad de las enfermedades versus el rendimiento de tomate en gramos por planta.

Cuadro 3. Datos de campo de la incidencia de virosis y tizón tardío, severidad de tizón tardío y rendimiento en gramos por planta, de siete materiales de tomate, bajo condiciones de finca Santa Teresa, Antigua Guatemala, Sacatepéquez, 2006.

MATERIAL	SURCO	INVIR	INTIZ	SVTIZ	GRPLT
Llanero	1	0.00	40.00	55	3602
Llanero	2	0.00	46.67	60	3501
Llanero	3	0.00	66.67	45	3458
Llanero	4	0.00	36.67	50	3714
Llanero	5	0.00	40.00	50	3651
Llanero	6	0.00	40.00	55	3584
Llanero	7	0.00	50.00	50	3472
Llanero	8	0.00	36.67	50	3760
Río Blanco	1	0.00	53.33	50	2880
Río Blanco	2	0.00	56.67	55	2811
Río Blanco	3	0.00	56.67	60	2622
Río Blanco	4	0.00	50.00	50	2948
Río Blanco	5	0.00	56.67	60	2688
Río Blanco	6	0.00	60.00	65	2592
Río Blanco	7	0.00	60.00	60	2606
Río Blanco	8	0.00	50.00	45	3086
San Jerónimo	1	0.00	70.00	50	2766
San Jerónimo	2	0.00	53.33	45	3080
San Jerónimo	3	0.00	60.00	50	2852
San Jerónimo	4	0.00	63.33	50	2823
San Jerónimo	5	0.00	53.33	45	3094
San Jerónimo	6	0.00	46.67	40	3208
San Jerónimo	7	0.00	60.00	50	2852
San Jerónimo	8	0.00	73.33	55	2638
San Miguel	1	0.00	76.67	65	2222
San Miguel	2	0.00	73.33	55	2561
San Miguel	3	0.00	70.00	50	2658
San Miguel	4	0.00	76.67	55	2492
San Miguel	5	0.00	76.67	60	2354
San Miguel	6	0.00	73.33	50	2603
San Miguel	7	0.00	70.00	45	2741
San Miguel	8	0.00	70.00	50	2727
Sheriff	1	0.00	73.33	70	1810
Sheriff	2	10.00	56.67	60	2110
Sheriff	3	6.67	73.33	65	1877
Sheriff	4	3.33	76.67	70	1501
Sheriff	5	3.33	66.67	65	2011
Sheriff	6	0.00	66.67	65	2011
Sheriff	7	3.33	63.33	65	2018
Sheriff	8	0.00	56.67	55	2651
Silverado	1	3.33	86.67	50	1931
Silverado	2	0.00	70.00	60	2254
Silverado	3	0.00	83.33	65	2000
Silverado	4	0.00	66.67	50	2854
Silverado	5	3.33	76.67	65	2124
Silverado	6	3.33	66.67	55	2601
Silverado	7	3.33	63.33	50	2888
Silverado	8	3.33	63.33	50	2904
Tolstoi	1	0.00	46.67	40	3354
Tolstoi	2	6.67	63.33	40	2791
Tolstoi	3	0.00	53.33	50	3163
Tolstoi	4	0.00	53.33	45	3258
Tolstoi	5	6.67	63.33	50	2922
Tolstoi	6	6.67	63.33	60	2650
Tolstoi	7	3.33	70.00	50	2655
Tolstoi	8	6.67	63.33	40	2735

Donde:

INVIR = Incidencia de virosis; INTIZ = Incidencia de tizón; SVTIZ = Severidad de tizón
GRPLT = Gramos de fruto por planta

Del Cuadro 3, se aprecia inicialmente, que todos los híbridos de tomate presentaron plantas enfermas con tizón tardío (*Phytophthora infestans*) con distinto porcentaje tanto de incidencia como de severidad. De los siete híbridos de tomate, únicamente tres, Sheriff, Silverado y Tolstoi, presentaron plantas con sintomatología de virosis.

En el Cuadro 4, se presentan los modelos de regresión lineal múltiple que mejor explican el rendimiento de tomate en gramos por planta según la incidencia y severidad de tizón tardío, para los materiales de tomate que no presentaron virosis.

Cuadro 4. Modelos de regresión lineal múltiple para el rendimiento de tomate en gramos por planta, según la incidencia y severidad de tizón tardío.

MATERIAL DE TOMATE	MODELO LINEAR MULTIPLE				VALORES PROMEDIO			gramos tomate por planta según modelo
	INTIZ	SVTIZ	Intercepto gramos/planta	Significancia del modelo	KGHA	Incidencia	Severidad	
Sin virosis	-27.6213	-16.3562	5425.0957	0.0001	61613	58.33	52.34	2958
Llanero	-11.2776	-12.0410	4720.1907	0.0079	74847	44.59	51.88	3593
San Jerónimo	-9.9340	-23.1448	4624.0002	0.0001	60707	60.00	48.13	2914
Río Blanco	-11.7932	-19.7462	4531.0648	0.0040	57873	55.42	55.63	2779
San Miguel	-16.6443	-20.8852	4865.9232	0.0003	52995	73.33	53.75	2523

Donde:

INTIZ = Coeficiente de la incidencia de tizón

SVTIZ = Coeficiente de la severidad de tizón

R² = Coeficiente de determinación

KGHA = kilogramos de tomate por hectárea

Incidencia = Incidencia de tizón tardío promedio

Severidad = Severidad de tizón tardío promedio

De acuerdo a los coeficientes de regresión de cada uno de los modelos, el material que pierde menos fruta, expresada en gramos por planta, es el Llanero, pues por cada uno por ciento de incidencia y severidad de tizón solo pierde 11.27 y 12.04 gramos de tomate por planta respectivamente, lo cual hace con el grado mínimo, una pérdida total de 23.31 gramos de tomate por planta. Lo anterior es un indicador del grado de tolerancia no a la enfermedad en sí, sino al grado de tolerancia del efecto sobre el rendimiento de la enfermedad, puesto que incluso el material San Jerónimo, como se puede observar en los valores promedio, presenta menor severidad al tizón tardío (48.13 % de severidad), respecto al Llanero (51.88 % de severidad), y, sin embargo, por cada uno por ciento de severidad, San Jerónimo, pierde casi el doble del fruto (23.14 gramos por planta).

El hecho de que la severidad del tizón tardío no ofrezca similares coeficientes de regresión para los materiales de tomate se debe al potencial genético intrínseco productivo de cada material, es decir a la capacidad productora del mismo.

El material de tomate San Miguel, presenta la mayor incidencia promedio de tizón tardío (73.33 plantas enfermas) con una severidad mayor al cincuenta por ciento; sin embargo, el efecto negativo sobre el rendimiento, de acuerdo a la severidad es menor incluso que para el material San Jerónimo, lo cual indica que también es un material que se puede emplear en lugares donde se tienen registros de grandes devastaciones por tizón tardío.

En el Cuadro 5, se presentan los modelos de regresión lineal múltiple para los materiales de tomate susceptibles a la virosis.

Cuadro 5. Modelos de regresión lineal múltiple para el rendimiento de tomate en gramos por planta, según la incidencia de virosis y tizón tardío y severidad de tizón tardío

MATERIAL DE TOMATE	MODELO LINEAR MULTIPLE					VALORES PROMEDIO				gramos tomate por planta según modelo
	INVIR	INTIZ	SVTIZ	Intercepto gramos/planta	Significancia del modelo	KGHA	Inc. Vir.	Inc. Tiz	Sev. Tiz	
Con Virosis	-28.0761	-22.1825	-35.0121	5691.2054	0.0001	50891.2	3.06	66.11	55.63	2191
Tolstoi	-24.2683	-25.5334	-3.6618	4725.0010	0.0099	61028.6	3.75	59.58	46.88	2941
Silverado	-9.7835	-36.7389	-18.3213	6132.2697	0.0073	50569.9	2.08	72.08	55.63	2445
Sheriff	-27.1262	-9.2120	-51.2900	6004.9681	0.0026	41075.2	3.33	66.67	64.38	1998

Donde:

INVIR = Coeficiente de regresión de la incidencia de virosis

INTIZ = Coeficiente de la incidencia de tizón

SVTIZ = Coeficiente de la severidad de tizón

KGHA = kilogramos de tomate por hectárea

Inc. Vir. = media de la incidencia de virosis

Inc. Tiz. = media de la incidencia de tizón tardío

Sev. Tiz. = media de la severidad de tizón tardío

Los modelos de regresión indican que los materiales de tomate que menor rendimiento de frutos por planta presentan de acuerdo a la incidencia de virosis son Sheriff, seguido por Tolstoi y finalmente Silverado con pérdidas de 27.12, 24.26 y 9.78 gramos de tomate por planta enferma. El material de tomate silverado es el que más se ve afectado por la incidencia de tizón tardío. El material de tomate que más tolera las pérdidas debido al tizón tardío es Tolstoi, pues con una

severidad media del 46.88 por ciento, tan solo se pierden 3.66 gramos de tomate por planta, según indica el modelo planteado.

6.3 CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS DE LOS HÍBRIDOS DE TOMATE

En el Cuadro 6 se presentan las características agronómicas más importantes de los siete híbridos de tomate.

Cuadro 6. Características agronómicas de los híbridos de tomate

	HÍBRIDO DE TOMATE						
	Río Blanco	San Miguel	San Jerónimo	Llanero	Sheriff	Silverado	Tolstoi
Empresa semillera	Gentropic	Gentropic	Gentropic	Gentropic	Ferri Morse	Ferri Morse	Bejo
Hábito de crecimiento	Indeterminado	Semi determinado	Semi determinado	Determinado	Determinado	Determinado	Indeterminado
Altura de planta (m)	2.22	1.50	1.55	1.15	1.10	1.10	1.80
Número de cortes	7	7	7	7	7	7	7
Forma del fruto	Redondo	Redondo	Cilindro alargado	Cilindro alargado	Redondo	Cilindro alargado	Redondo
Consistencia del fruto	Mediana	Alta	Mediana	Alta	Alta	Alta	Mediana
Color del pericarpio	Rojo	Rojo	Rojo	Rojo	Rojo	Rojo	Rojo
Color de la pulpa	Rojo	Rojo	Rojo	Rojo	Rojo	Rojo	Rojo
Diámetro transversal (cm)	5.0	4.5	5.0	4.8	4.5	3.6	4.8
Número de lóculos	3	3	3	3	3	2	2
Semillas por fruto	75	67	61	70	67	87	105
Rendimiento (kg/ha)	57873	52995	60707	74847	41075	50570	61029
Tolerancia a virosis	Tolerante	Tolerante	Tolerante	Tolerante	Susceptible	Susceptible	Susceptible
Tolerancia a tizón tardío	Susceptible	Susceptible	Susceptible	Susceptible	Susceptible	Susceptible	Susceptible

Una característica agronómica muy importante en el fruto del tomate es la consistencia del mismo, pues a mayor consistencia se conserva mejor el fruto durante el transporte desde el campo hasta la planta de distribución y de allí hasta el consumidor final a través de los canales respectivos; de acuerdo a ésta característica los mejores materiales son San Miguel y Sheriff los cuales presentan frutos redondos, así mismo Llanero y Silverado los cuales presentan frutos de forma cilindro alargado. La forma del fruto normalmente no es un criterio de exclusión en el mercado en fresco guatemalteco, por lo tanto frutos redondos y cilindro alargado se comercializan de igual forma.

De los cuatro materiales seleccionados por la alta consistencia del fruto, se tiene que únicamente San Miguel y Llanero son tolerantes a la virosis, los cuales tienen un diámetro de 4.5 y 4.8 centímetros respectivamente, ambos con tres lóculos y 67 a 70 semillas por fruto respectivamente; sin embargo el rendimiento de San Miguel es alrededor de 30 por ciento menos que el rendimiento del híbrido de tomate Llanero.

A través de las parcelas demostrativas, el autor de la investigación de acuerdo a los análisis realizados y las personas que asistieron al día de campo como complemento de la parcela demostrativa, proponen el híbrido Llanero, con una altura de 1.15 m, hábito de crecimiento determinado y un rendimiento de 74,847 kilogramos por hectárea como el material promisorio para la producción de la finca y lugares circunvecinos.

7. CONCLUSIONES

- 7.1 Al comparar el rendimiento de los siete híbridos de tomate, se tiene que el mayor rendimiento lo ofreció el híbrido Llanero con 74,847 kilogramos por hectárea.
- 7.2 Se desarrollaron modelos de regresión lineal múltiple, a través de los cuales se explica como similares niveles de incidencia y severidad de enfermedades afectan de manera diferente el rendimiento de tomate en gramos por planta, de acuerdo al potencial genético del híbrido de tomate.
- 7.3 De acuerdo a las características agronómicas importantes, se propone el híbrido de tomate Llanero como material que puede producirse satisfactoriamente en finca Santa Teresa, Antigua Guatemala, Sacatepéquez.

8. RECOMENDACIÓN

De acuerdo a la información obtenida de las parcelas demostrativas, para finca Santa Teresa, Antigua Guatemala, Sacatepéquez y lugares que reúnan condiciones similares se recomienda la producción del híbrido de tomate Llanero, puesto que ofrece un rendimiento de 74,847 kilogramos por hectárea, con tolerancia a la virosis y frutos de alta consistencia.

9. BIBLIOGRAFÍA

1. Bolliger, E; Reinhard, P. 1993. Extensión agrícola: una guía para asesores en zonas rurales. Lindau, Suiza, Centro de Asesoramiento Agropecuario. 12 p.
2. Brown, JK; Bird, J. 1992. Whitefly-transmitted geminiviruses and associated disorders in the Americas and the Caribbean basin. *Plant Disease* 76:220-225.
3. Caballero, R. 1993. Moscas blancas neotropicales (Homoptera: Aleyrodidae); hospedantes, distribución, enemigos naturales e importancia económica. *In* Las moscas blancas (Homoptera: Aleyrodidae) en América Central y El Caribe. Ed. por. L. Hije y O. Arboleda. Turrialba, Costa Rica, CATIE. p. 10-15.
4. Castillo Galindo, MA. 1994. Evaluación agroeconómica de ocho materiales genéticos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) bajo dos sistemas de manejo, y su tolerancia al virus del acolochamiento de la hoja, en Bárcenas, Villa Nueva. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 75 p.
5. Causas, consecuencias y manejo del acolochamiento en tomate. 1992. *In* Seminario taller sobre mosca blanca (1., 1992, Guatemala). Memoria. Ed. Víctor Salguero, Danilo Dardón, Richard Fisher. Guatemala, MIP / ICTA / CATIE. 40 p.
6. Cruz, JR De la. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala, basada en el sistema de Holdridge. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.
7. Depestre, T; Gómez, O. 1999. Mejoramiento de tomate y chile pimiento. La Habana, Cuba, Instituto de Investigaciones Hortícolas "Liliana Dimitrova". Presentado en: Curso de mejoramiento de hortalizas (1999, Guatemala). Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. p. 6-36.
8. DISAGRO (Distribuidora de Agroquímicos, S.A., GT). 2004. Manejo técnico del cultivo de tomate. (en línea). Guatemala. Consultado 12 jul 2006. Disponible en: <http://www.disagro.com/tomate/tomate1.htm>
9. EDIFARM. 2003. Manual de hortalizas. Guatemala. 522 p.
10. Edmon, JB *et al.* 1985. Principios de horticultura. Trad. por Federico Garza. México, Continental. 575 p.
11. Harrison, BD. 1985. Advances in geminivirus research. *Ann Rev. Phytopathology* 23:55-82.
12. Lastra, R. 1993. Los geminivirus: un grupo de fitovirus con características especiales. *In* Taller Centroamericano y del Caribe sobre moscas blancas (1993, Costa Rica). Las moscas blancas (Homoptera: Aleyrodidae) en América Central y el Caribe; memorias. Ed. por Hije, L; Arboleda, O. Costa Rica, CATIE. p. 16-19.
13. León, J. 1987. Botánica de los cultivos tropicales. San José, Costa Rica, IICA. p. 166-170.

14. López, A. 2006. Tizón tardío en papa y tomate (en línea). Consultado 12 jul 2006. Disponible en: <http://html.rincondelvago.com/tizon-tardio.html>
15. MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, GT). 2000. Mapas temáticos digitales de la república de Guatemala, a escala 1:250,000. Guatemala. 1 CD.
16. Mejía, L. 1999. Evaluación de genotipos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) para resistencia a géminis transmitidos por mosca blanca y su detección por PCR; informe final. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 52 p.
17. Mejía, L. 2003. Resistencia genética para la producción sostenible del tomate. Guatemala, CONCYT. 50 p.
18. Ramirez, P; Maxwell, DP. 1994. Geminivirus transmitidos por moscas blancas. *In* Taller Centroamericano y del Caribe sobre mosca blanca biología y manejo del complejo mosca blanca-virosis (1994, Guatemala). Memorias. Ed. por M. de Mata, D. Dardón y Salguero, VE Guatemala, UVG. p. 95-108.
19. Standley, J. 1985. The molecular biology of geminiviruses. *Advances in Virus Research* 30:139-177.
20. Simmons, CH; Tárano, JM; Pinto, JH. 1959. Clasificación y reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Trad. por Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, José De Pineda Ibarra. 1,000 p.
21. Tello, J; Cuarteto, J; Segura, B. 2001. El cultivo del tomate. España, Mundi-Prensa. 766 p.
22. Vides, L. 2006. El tomate. *Magactual* 3(19):15-22.
23. Villareal, R. 1952. Tomates. San José, Costa Rica, IICA. 184 p.
24. Villeda Ramírez, JD. 1993. El cultivo del tomate. Guatemala, Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación. 147 p.