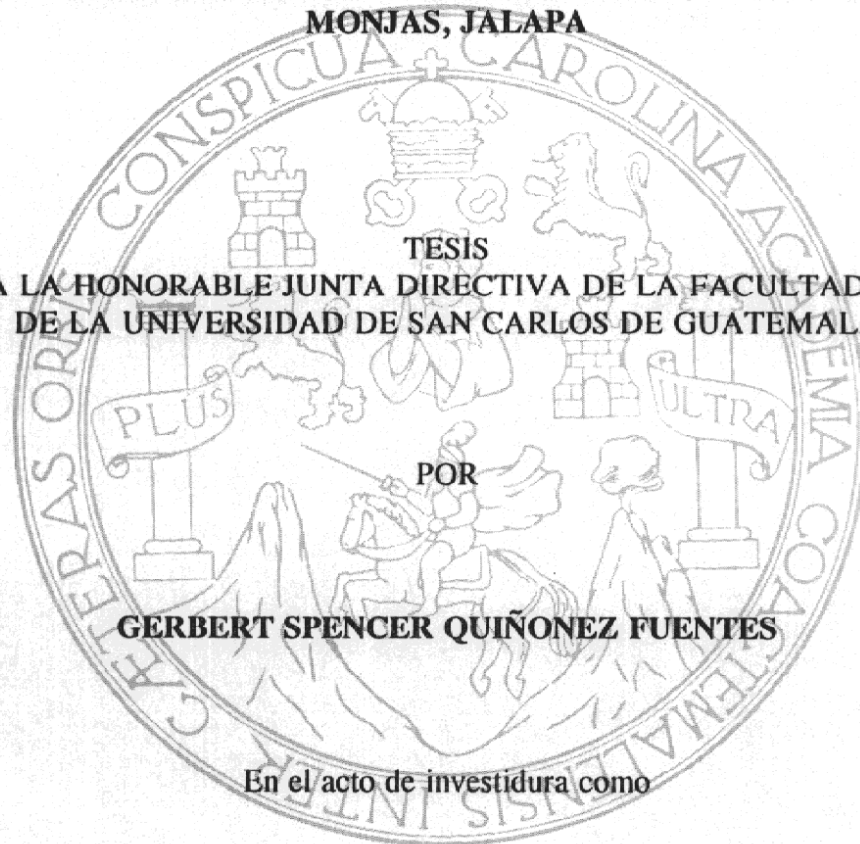


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMIA  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS

**EVALUACION DE 5 MATERIALES COMERCIALES DE TOMATE  
(Lycopersicon esculentum Miller) BAJO DOS SISTEMAS DE MANEJO  
DEL COMPLEJO MOSCA BLANCA-GEMINIVIRUS, EN EL VALLE DE  
MONJAS, JALAPA**

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



**GERBERT SPENCER QUIÑONEZ FUENTES**

En el acto de investidura como

**INGENIERO AGRONOMO**

**EN**

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

Guatemala, Septiembre del 2,000

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

Ing. Agr. EFRAIN MEDINA GUERRA

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

<b>DECANO</b>	<b>Ing. Agr.</b>	<b>Edgar Oswaldo Franco Rivera</b>
<b>VOCAL PRIMERO</b>	<b>Ing. Agr.</b>	<b>Walter Estuardo García Tello</b>
<b>VOCAL SEGUNDO</b>	<b>Ing. Agr.</b>	<b>William Roberto Escobar López</b>
<b>VOCAL TERCERO</b>	<b>Ing. Agr.</b>	<b>Alejandro Arnaldo Hernández Figueroa</b>
<b>VOCAL CUARTO</b>	<b>Prof.</b>	<b>Jacobo Bolvito Ramos</b>
<b>VOCAL QUINTO</b>	<b>Br.</b>	<b>José Baldomero Sandoval Arriaza</b>
<b>SECRETARIO</b>	<b>Ing. Agr.</b>	<b>Edil René Rodríguez Quezada</b>

Guatemala, Septiembre del 2,000

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

**EVALUACION DE 5 MATERIALES COMERCIALES DE TOMATE  
(Lycopersicon esculentum Miller) BAJO DOS SISTEMAS DE MANEJO  
DEL COMPLEJO MOSCA BLANCA-GEMINIVIRUS, EN EL VALLE DE  
MONJAS, JALAPA**

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,



GERBERT SPENCER QUIÑONEZ FUENTES

## ACTO QUE DEDICO

**A:**

**DIOS:**

Suya es la honra y la gloria, por iluminarme y permitirme culminar mi carrera.

**MIS PADRES:**

**Thelma Oralia Fuentes Vda. De Quiñónez**, como reconocimiento a sus múltiples sacrificios por guiarme hacia un mejor futuro.  
**(†) Gilberto Conrado Quiñónez González**, el recuerdo de su hombría de bien me fortalece.

**MIS HERMANOS:**

**Luis Conrado, Gilberto Rolando, Augusto, Walter Haroldo y Clara Nohemí**, fraternalmente.

**MI ESPOSA:**

**Glandy Janeth Recinos de Quiñónez**, por su amor, comprensión y apoyo.

**MI HIJO:**

**Gerbert Spencer**, el conocimiento no se hurta, regatea o mendiga, se adquiere a su justo valor.

**MIS SOBRINOS  
Y SOBRINAS:**

Con cariño e incentivo para su superación.

**MIS CUÑADOS Y  
CUÑADAS:**

Con aprecio.

**MIS AMIGOS:**

**Familia Palma Romero, Familia Cáceres Paz, Mario Alfaro, Adolfo Chávez, José Horacio Ramírez Pérez, Eduardo Alberto Ramírez Peña.**

## TESIS QUE DEDICO

**A:**

Guatemala

Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Agronomía

Carrera en Sistemas de Producción Agrícola

Instituto Técnico de Agricultura, Bárcena

Monjas, Jalapa

Agricultores Jalapanecos

## AGRADECIMIENTOS

**A:**

- **Mi asesor Ing. Agr. Edil Rodríguez Quezada, por su incondicional apoyo en la realización de este trabajo y por su amistad brindada.**
- **Las empresas que contribuyeron en el desarrollo de la presente investigación:**
  - Inversiones Diversas,**
  - Distribuidora El Gordo,**
  - Agroservicio La Hacienda,**
  - Agribodegas, S.A.,**
  - Asgrow Hortalizas,**
  - Olefinas, S.A.**

## CONTENIDO GENERAL

	<b>Página</b>
INDICE DE FIGURAS	v
INDICE DE CUADROS	viii
RESUMEN	ix
1. INTRODUCCION	1
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
3. MARCO TEORICO	3
3.1 MARCO CONCEPTUAL	3
3.1.1 GENERALIDADES DEL CULTIVO DEL TOMATE	3
A. Exigencias climáticas	4
B. Condiciones de suelo	4
3.1.2 GENERALIDADES ACERCA DE LA MOSCA BLANCA	5
A. Ciclo biológico	5
B. Daños que causa	5
C. Transmisión de geminivirus por mosca blanca	6
3.1.3 GEMINIVIRUS	6
A. Características	7
B. Sintomatología	7
C. Transmisión	8
D. Efecto de la infección	8
3.1.4 SUSCEPTIBILIDAD DE LAS PLANTAS A GEMINIVIRUS	9
3.1.5 RESISTENCIA DEL TOMATE A LA TRANSMISIÓN DEL VIRUS	9
3.1.6 MEDIDAS DE CONTROL DE LA MOSCA BLANCA	10
A. Control químico	10
B. Mejoramiento genético	11
C. Uso de enemigos naturales	11
D. Control cultural	11
3.1.7 DEFINICIONES ECONÓMICAS BÁSICAS	11
A. Utilidad neta	11
B. Rentabilidad	11

C.	Costos fijos	11
D.	Costos variables	12
E.	Costos totales	12
F.	Análisis de dominancia	12
G.	Tasa de retorno marginal	12
3.2	MARCO REFERENCIAL	13
3.2.1	DESCRIPCIÓN DEL ÁREA EXPERIMENTAL	13
A.	Ubicación geográfica	13
B.	Zona de vida	13
C.	Características del suelo	14
3.2.2	CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL EXPERIMENTAL	14
A.	Sunny	14
B.	Solimar	15
C.	Hawk	15
D.	EF52	15
E.	Milano	15
3.2.3	INVESTIGACIONES RELACIONADAS CON LA PRESENTE TESIS	16
A.	Efecto de coberturas del suelo sobre poblaciones de mosca blanca y acolchamiento del tomate	16
3.2.4	VIRUS GÉMINIS QUE INFECTAN EL TOMATE EN GUATEMALA	16
4.	OBJETIVOS	17
4.1	GENERAL	17
4.2	ESPECÍFICOS	17
5.	HIPÓTESIS	18
6.	MATERIALES Y MÉTODOS	19
6.1	UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO	19
6.2	TRATAMIENTOS EVALUADOS	19
6.2.1	DESCRIPCIÓN DE FACTORES Y NIVELES EVALUADOS	19

6.2.2	DESCRIPCIÓN DE LOS 10 TRATAMIENTOS	19
6.3	DISEÑO EXPERIMENTAL	20
6.4	MODELO ESTADÍSTICO	20
6.5	DISTRIBUCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS EN EL CAMPO	20
6.6	DETALLE DE LA UNIDAD EXPERIMENTAL	21
6.7	VARIABLES RESPUESTA	21
6.8	MANEJO DEL EXPERIMENTO	21
6.8.1	PREPARACIÓN DEL TERRENO	21
6.8.2	COLOCACIÓN DEL PLÁSTICO COEXTRUIDO NEGRO PLATEADO	21
6.8.3	SEMILLERO Y TRASPLANTE	22
6.8.4	RIEGO Y FERTIGACIÓN	22
6.8.5	CONTROL DE PLAGAS Y ENFERMEDADES	22
6.8.6	COSECHA	23
6.8.7	TOMA DE DATOS	23
	A. Rendimiento de tomate en Kg/ha	23
	B. Población de mosca blanca	23
	C. Incidencia de virosis	23
	D. Tasa marginal de retorno	24
6.9	ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	24
7.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	26
7.1	POBLACIÓN DE MOSCA BLANCA POR PLANTA	26
7.1.1	SISTEMA DE MANEJO CON PLÁSTICO	26
7.1.2	SISTEMA DE MANEJO SIN PLÁSTICO	27
7.1.3	EFFECTO DE LOS SISTEMAS DE MANEJO SOBRE LA POBLACIÓN DE MOSCA BLANCA	29
7.2	INCIDENCIA DE VIROSIS	29
7.2.1	SISTEMA DE MANEJO CON PLÁSTICO	30
7.2.2	SISTEMA DE MANEJO SIN PLÁSTICO	31
7.2.3	EFFECTO DE LOS SISTEMAS DE MANEJO DE MOSCA BLANCA SOBRE LA INCIDENCIA DE VIROSIS	32

7.3	TASA DE INCREMENTO DE LA VIROSIS RESPECTO AL TIEMPO	33
7.3.1	SISTEMA DE MANEJO CON PLÁSTICO	33
7.3.2	SISTEMA DE MANEJO SIN PLÁSTICO	37
7.3.3	SUSCEPTIBILIDAD A LA VIROSIS DE LOS MATERIALES GENÉTICOS DE TOMATE EVALUADOS	41
7.3.4	RELACIÓN POBLACIÓN MOSCA BLANCA-INCIDENCIA DE VIROSIS-MATERIAL GENÉTICO	43
7.4	RENDIMIENTO DE TOMATE EN KG/HA	44
7.5	ANÁLISIS ECONÓMICO	45
7.5.1	ANÁLISIS DE DOMINANCIA	46
7.5.2	TASA MARGINAL DE RETORNO	46
7.5.3	RELACIÓN BENEFICIO COSTO Y RENTABILIDAD	47
8.	CONCLUSIONES	48
9.	RECOMENDACIONES	49
10.	BIBLIOGRAFÍA	50
11.	APÉNDICE	53

## INDICE DE FIGURAS

	Página	
FIGURA 7.1	Moscas blancas ( <u>Bemisia tabaci</u> ) presentes por planta de tomate ( <u>Lycopersicon esculentum</u> ), bajo el sistema de manejo A1, suelo con cobertura plástica coextruida plateado negro, para cada uno de los materiales genéticos evaluados, en cuatro muestreos realizados cada 15 días	26
FIGURA 7.2	Moscas blancas ( <u>Bemisia tabaci</u> ) presentes por planta de tomate ( <u>Lycopersicon esculentum</u> ), bajo el sistema de manejo A2, suelo sin cobertura plástica coextruida plateado negro, para cada uno de los materiales genéticos evaluados, en cuatro muestreos realizados cada 15 días	28
FIGURA 7.3	Promedio de moscas blancas ( <u>Bemisia tabaci</u> ) presentes en cada sistema de manejo, en cada muestreo realizado	29
FIGURA 7.4	Incidencia de virosis por geminivirus en tomate ( <u>Lycopersicon esculentum</u> ), bajo el sistema de manejo A1, suelo con cobertura plástica coextruida negro plateada, para cada uno de los materiales genéticos evaluados, en cuatro muestreos realizados cada 15 días	30
FIGURA 7.5	Incidencia de virosis por geminivirus en tomate ( <u>Lycopersicon esculentum</u> ), bajo el sistema de manejo A2, suelo sin cobertura plástica, para cada uno de los materiales genéticos evaluados, en cuatro muestreos realizados cada 15 días	31
FIGURA 7.6	Promedio de incidencia de virosis en cada sistema de manejo, en cada muestreo realizado	32
FIGURA 7.7	Tasa de incremento del acolchamiento de la hoja, en el material de tomate EF52, bajo el sistema de manejo con plástico coextruido negro plateado	33

FIGURA 7.8	Tasa de incremento del acolochamiento de la hoja, en el material de tomate Hawk, bajo el sistema de manejo con plástico coextruido negro plateado	FIGURA 7.1
FIGURA 7.9	Tasa de incremento del acolochamiento de la hoja, en el material de tomate Solimar, bajo el sistema de manejo con plástico coextruido negro plateado	FIGURA 7.2
FIGURA 7.10	Tasa de incremento del acolochamiento de la hoja, en el material de tomate Sunny, bajo el sistema de manejo con plástico coextruido negro plateado	FIGURA 7.3
FIGURA 7.11	Tasa de incremento del acolochamiento de la hoja, en el material de tomate Milano, bajo el sistema de manejo con plástico coextruido negro plateado	FIGURA 7.4
FIGURA 7.12	Tasa de incremento del acolochamiento de la hoja, en el material de tomate EPS2, bajo el sistema de manejo con plástico	FIGURA 7.5
FIGURA 7.13	Tasa de incremento del acolochamiento de la hoja, en el material de tomate Hawk, bajo el sistema de manejo con plástico	FIGURA 7.6
FIGURA 7.14	Tasa de incremento del acolochamiento de la hoja, en el material de tomate Milano, bajo el sistema de manejo con plástico	FIGURA 7.7
FIGURA 7.15	Tasa de incremento del acolochamiento de la hoja, en el material de tomate Sunny, bajo el sistema de manejo con plástico	FIGURA 7.8

FIGURA 7.16 Tasa de incremento del acolchamiento de la hoja, en el material de tomate Milano, bajo el sistema de manejo sin plástico

## INDICE DE CUADROS

		<b>Página</b>
<b>CUADRO 3.1</b>	Resultados del análisis de suelo del área experimental	14
<b>CUADRO 7.1</b>	Susceptibilidad a la virosis de los materiales genéticos de tomate en el sistema de manejo de mosca blanca con plástico coextruido plateado negro	41
<b>CUADRO 7.2</b>	Susceptibilidad a la virosis de los materiales genéticos de tomate en el sistema de manejo de mosca blanca sin plástico coextruido negro plateado	42
<b>CUADRO 7.3</b>	Análisis de varianza para la variable rendimiento de fruto de tomate en Kg/ha	44
<b>CUADRO 7.4</b>	Prueba de Tukey para la interacción entre los factores A1 (sistema de manejo) y A2 (materiales genéticos de tomate)	44
<b>CUADRO 7.5</b>	Resultado del análisis de dominancia para los tratamientos evaluados	46
<b>CUADRO 7.6</b>	Tasa marginal de retorno	46
<b>CUADRO 7.7</b>	Relación Beneficio/Costo y Rentabilidad para cada uno de los tratamientos de tomate evaluados bajo dos sistemas de manejo diferentes	47

**EVALUACION DE 5 MATERIALES COMERCIALES DE TOMATE  
(*Lycopersicon esculentum* Miller) BAJO DOS SISTEMAS DE MANEJO  
DEL COMPLEJO MOSCA BLANCA-GEMINIVIRUS, EN EL VALLE DE  
MONJAS, JALAPA**

**EVALUATION OF 5 COMMERCIAL MATERIALS OF TOMATO  
(*Lycopersicon esculentum* Miller) UNDER TWO SYSTEMS OF HANDLING OF THE COMPLEX  
FLY WHYTE-GEMMINIVIRUSES, IN THE VALLEY OF MONJAS, JALAPA.**

**RESUMEN**

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo principal evaluar el comportamiento de 5 materiales de tomate bajo dos prácticas agronómicas de manejo de poblaciones de mosca blanca, con el propósito de establecer en que sistema de manejo del complejo mosca blanca-geminivirus algún material genético de tomate ofrece menor susceptibilidad al acolochamiento de la hoja (virosis), mayor rendimiento de fruto y mejor rentabilidad.

Se evaluaron dos sistemas de manejo del complejo mosca blanca-geminivirus, uno empleando plástico coextruido negro plateado y el otro prescindiendo de su uso (testigo); bajo cada sistema de manejo se evaluaron cinco materiales genéticos de tomate (EF52, Sunny, Solimar, Hawk y Milano).

Se realizaron cuatro muestreos de la población de mosca blanca presente en cada tratamiento y cuatro muestreos de la incidencia de virosis, los muestreos se realizaron a los 15, 30, 45 y 60 días después del trasplante de las plantas de tomate; al momento de la cosecha se tomaron las lecturas de rendimiento de cada tratamiento y se consideró los costos en que se incurrió en cada uno de ellos.

Según los resultados obtenidos, emplear plástico coextruido negro plateado reduce las poblaciones de mosca blanca de tal forma que durante los primeros 29 días después del trasplante del tomate la población de moscas blancas por planta es cero y de los 29 días en adelante la población es menor o igual a una mosca blanca por planta, lo que contribuye a que se presenten menos posibilidades de infección de virosis empleando cualquier material genético de tomate. Respecto a la susceptibilidad de virosis de los materiales genéticos de tomate, el menos susceptible es el EF52, y también es éste el que presenta el mayor rendimiento de fruto de tomate (26,502.25 Kg/ha) y la mayor rentabilidad de 244.54 por ciento.

En tal sentido para obtener el máximo rendimiento de fruto de tomate por hectárea y la mejor rentabilidad en la región de Monjas, Jalapa, se recomienda utilizar el material genético de tomate EF52, empleando el sistema de manejo del complejo mosca blanca-geminivirus con plástico coextruido negro plateado como cobertura del suelo.

## 1. INTRODUCCION

El cultivo del tomate (Lycopersicon esculentum Miller), a nivel mundial ha llegado a ocupar el tercer lugar en orden de importancia entre las hortalizas, después de la papa y el camote. Debido a los múltiples usos alimenticios, amplitud de adaptación a diversos ambientes, obtención de mayores ganancias en menores extensiones de tierra (27).

En muchos países el acolochamiento del tomate producido por el complejo mosca blanca - geminivirus es en la actualidad el principal problema en dicho cultivo (21).

Guatemala no es la excepción y en la zona agrícola del valle de Monjas, Jalapa; Cardona D. (8), y Méndez (23), indican que en los años 1,981 y 1,984, respectivamente; el tomate ocupaba el segundo lugar en área cultivada para la temporada de riego en la zona. Los anteriores mencionan que se debía al hecho de que la rentabilidad del cultivo en ese entonces era alta, motivo por el cual los agricultores preferían dedicar su terreno a ese cultivo.

En la actualidad muchos agricultores en la zona han abandonado el cultivo del tomate, fundamentan su decisión en el hecho de que ya no presenta la misma rentabilidad, básicamente por el hecho de que en la época seca el tomate ha sido muy atacado por el mal del acolochamiento, que afecta de tal manera al cultivo, que hace disminuir significativamente su rendimiento. Esta investigación tuvo como finalidad evaluar cinco materiales comerciales de tomate, cultivándolos en condiciones de dos sistemas de manejo del complejo mosca blanca-geminivirus: 1. Uso de cobertura plástica del suelo como repelente de mosca blanca, propuesto por Blanco (7) y Salazar (24). 2. Suelo sin cobertura plástica.

La investigación se realizó en el campo de producción de Distribuidora El Gordo, ubicado en la aldea Mojarritas, Monjas, Jalapa, durante los meses de febrero a julio de 1,996. Los resultados de la investigación indican que el uso del plástico coextruido negro plateado en plantaciones de tomate reduce significativamente las poblaciones de mosca blanca de tal manera que las plantaciones se mantienen libres de mosca blanca durante los primeros 29 días después del trasplante y luego las poblaciones son menores o iguales a una mosca blanca por planta; el material genético de tomate que presenta menos susceptibilidad a la virosis y resulta más rentable es el EF52.

## 2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el Valle de Monjas, Jalapa; en años anteriores el cultivo del tomate en la época seca producía rendimientos estimados en 8,300 a 16,000 Kg/ha, los cuales duplicaban a los que se obtenían en la temporada de invierno; ya que el ataque de enfermedades era menor (23).

Actualmente el cultivo del tomate está siendo objeto de fuertes problemas, debido al virus del acolochamiento transmitido por la mosca blanca, la cual por las temperaturas que se presentan en la zona durante la época seca (15), manifiesta ciclos biológicos cortos y mayor fecundidad en las hembras (10); lo que favorece la diseminación de la enfermedad, dado las características infecciosas y propagativas del geminivirus que causa el acolochamiento del tomate, situación que ha causado desesperación en el agricultor por la creciente amenaza y su lucha inútil por contrarrestar el problema.

### 3. MARCO TEORICO

#### 3.1 MARCO CONCEPTUAL

##### 3.1.1 GENERALIDADES DEL CULTIVO DEL TOMATE

El tomate (*Lycopersicon esculentum*), es una planta originaria de América, perteneciente a la familia de las solanaceas, existen también otras especies tales como: *L. pinnellii* y *L. hirsutum*. Forma un tallo principal y un sistema de ramificaciones laterales, en todas las variedades comerciales el tallo es herbáceo y ramificado, erecto en los primeros 30 a 60 centímetros 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 temporada de crecimiento y es lo que sucede con las variedades de crecimiento determinado. En otras se alarga durante toda la temporada de crecimiento y es lo que sucede con las variedades de crecimiento indeterminado. Las hojas son alternas, bien desarrolladas, compuestas, relativamente grandes, con foliolos algo anchos en algunas variedades y más angostos en otras, tienen pelos glandulares que cuando se rompen liberan el olor y el tinte color verde característico de la planta, siendo éste provocado por un aceite volátil (alcaloide) que se llama tomatina (13, 27).

Las plantas jóvenes desarrollan una raíz pivotante y un sistema subordinado de raíces laterales. Durante el transplante la raíz pivotante se destruye, las laterales se hacen bien gruesas y desarrolladas y de la porción de tallo situada bajo la superficie 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 manera que desarrolla un sistema radicular extenso (13).

Las flores nacen en racimos en un tallo principal y en las ramas laterales. El número de racimos varía de cuatro a cien o más, dependiendo de la variedad. Las flores individuales tienen un cáliz verde, una corola amarilla azufrada, cinco o más estambres y un pistilo súpero, en su mayor parte son autopolinizadas. El fruto maduro es un ovario comparativamente grande y jugoso, de acuerdo con la variedad difiere en tamaño y contiene cantidad moderada de azúcares solubles, ácidos orgánicos, sales minerales y cantidades relativamente grandes de vitamina C. Las semillas están incrustadas en una masa de tejido relativamente pequeñas y cubiertas por una masa de pelos finos, bajo condiciones favorables germina en poco tiempo (5 a 10 días) conservando su poder

germinativo durante aproximadamente 3 años (13, 27).

Entre la floración y el maduramiento comercial del fruto transcurren 45 a 55 días y de 90 a 120 días desde el semillero hasta la primera cosecha. De acuerdo a su maduración, podemos clasificar al tomate en tres tipos: Precoz de 65 a 80 días, Intermedio de 75 a 90 días, Tardío de 85 a 100 días, para que se pueda iniciar la cosecha (13, 27).

En Guatemala las características de precocidad revisten poca atención porque a diferencia de otros países se puede sembrar casi durante todo el año debido a que las diferencias de temperatura no limitan en forma radical las épocas de producción (27).

#### **A. Exigencias Climáticas**

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 mejores 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 a 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 msnm, pero se desarrolla bien hasta alturas de 2,600 msnm (13, 27).

#### **B. 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 y con un pH de 6 a 7. Si el pH está debajo de 5 será necesario encalado y si se encuentra por encima de 6.8 provoca disminución de rendimientos. Cuando lo importante es la precocidad en la maduración del fruto, se prefieren los suelos franco arenosos bien drenados; al contrario, cuando la precocidad no es importante y se requieren altos rendimientos, son importantes los suelos franco-arcillosos y franco-limosos. Las lluvias excesivas causan lavado de nutrientes y favorecen la aparición de enfermedades diversas (13, 27).

### 3.1.2 GENERALIDADES ACERCA DE LA MOSCA BLANCA

La mosca blanca pertenece al orden homóptera, a la familia Aleyrodidae, el género Bemisia es el de mayor importancia entre 89 géneros más, tales como: Trialeurode, Dialeurodes, Aleurocanthus, Tetraleurodes, y otros. En Centro América la especie (Bemisia tabaci) es la más importante dentro del género Bemisia que se desarrolla entre los 0 a 860 msnm, y por encima de los 1,000 msnm la más importante es la especie (Trialeurodes vaporium) (10).

#### A. Ciclo Biológico

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

✓	Huevo	5 días
✓	Ninfa	16 días
✓	Pupa	6 días
✓	Adulto Macho	11 días
✓	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 (10).

#### B. Daños que Causa

Se considera como daño directo a la succión de savia del cultivo. Como daños indirectos es vector de virosis, excreta un líquido mieloso propicio para el desarrollo de Fumagina con la consecuente reducción del área foliar para la realización de la fotosíntesis. Varios autores consideran que el mayor daño que ocasiona es el causado siendo vector de virosis, ya que se requieren cortos períodos de tiempo (4 horas), para que una mosca portadora el virus infecte a una planta sana de tomate (2, 27). Principalmente transmite virus del tipo Gemini, de los cuales hay gran diversidad de acuerdo a su respectivo hospedero; los de importancia económica para el cultivo de tomate son: Mosaico del tomate, Mosaico amarillo del tomate, ambos con mayor ocurrencia en América; Encrespamiento amarillo de la hoja del tomate con ocurrencia en América y el Medio Oriente (10).

### C. Transmisión de Geminivirus por Mosca Blanca

De las 1,100 especies de moscas blancas conocidas en el mundo, únicamente tres han sido reportadas como vectores de virus. La relación de (Bemisia tabaci) con los geminivirus es del tipo persistente-circulativo, lo cual significa que las partículas virales adquiridas por el insecto durante su alimentación circulan dentro de su cuerpo, pasando del intestino a la hemolinfa, hasta llegar a las glándulas salivales. Cuando una mosca infectiva se alimenta en una planta sana, inocula junto con la saliva las partículas virales, colocándolas eficazmente en el tejido específico en el cual ésta se multiplican, como lo es el sistema vascular de la planta.

Aunque las ninfas pueden adquirir el virus al alimentarse, su hábito sedentario o sésil les impide jugar algún papel en la transmisión del virus, desde el punto de vista epidemiológico. En cambio, los adultos son vectores muy eficientes de los geminivirus. La mosca adulta puede adquirir el virus de una planta enferma al alimentarse por apenas 4 horas, como sucede con el virus del mosaico amarillo del tomate; esto es lo que se denomina período de adquisición. Después de un período de tolerancia, que puede variar entre 4 a 20 horas, según el virus y la temperatura ambiental, la mosca está en capacidad de transmitir los geminivirus en forma intermitente por un período de 10 días, o hasta 20 días en casos excepcionales (20).

Es importante señalar que los geminivirus no se pueden transmitir transavóricamente, es decir, de la madre a la prole.

(Bemisia tabaci) puede alcanzar poblaciones muy altas bajo ciertas condiciones propicias, tales como temperatura y humedad relativas altas; sin embargo, las poblaciones son adversamente afectadas por el efecto mecánico de la lluvia. Al comenzar la estación lluviosa disminuyen rápidamente, pero aumentan notoriamente durante la estación seca, especialmente en los cultivos irrigados, en los cuales las condiciones para un incremento rápido de las poblaciones son ideales (20).

#### 3.1.3 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 las técnicas de microscopía electrónica.

#### **A. Características**

El descubrimiento de los geminivirus fue muy importante en la virología, debido a las características particulares de este grupo. Todos los virus de plantas conocidos estaban caracterizados, morfológicamente, por poseer partículas isométricas o alargadas, conteniendo una cadena sencilla de ARN. Por tanto, la existencia de partículas casi isométricas formando parejas es un caso excepcional; hasta ahora no se conocen representantes de este grupo de virus que afecten a animales u otras formas de vida. En cuanto al ácido nucleico, los geminivirus también representan una diferencia fundamental, ya que corresponde al ADN de cadena sencilla, con forma circular.

Las fotografías de las partículas de los geminivirus muestran estructura bisegmentadas 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 (17).

Químicamente, las partículas virales corresponden en el 80 % a una proteína cuyo peso molecular varía entre 27,000 y 32,000 daltons, según el geminivirus de que se trate, y el ácido nucleico corresponde a una molécula circular de cadena simple (ADN-SC) por cada uno de los componentes de la partícula viral; el contenido de ADN representa el 20 % del total de la partícula y la molécula consta de 2,265 a 32,000 nucleótidos, según el geminivirus (26).

Se multiplican en las células del floema de las plantas infectadas, específicamente en el núcleo, donde se acumulan las partículas virales formando masas densas, las cuales pueden llegar a ocupar un volumen considerable del núcleo (3).

#### **B. Sintomatología**

En general, la sintomatología no es un criterio que se utiliza en el diagnóstico de virus, debido a la gran variabilidad que existe en los síntomas. En el caso de los geminivirus, no obstante, se presentan dos tipos básicos de síntomas: El primero corresponde a un amarillamiento general de la

planta afectada, al que se suma un enanismo marcado, como sucede con el mosaico dorado del frijol. El segundo es un arrugamiento severo de las hojas terminales de la planta, acompañado por un enanismo severo, como es el caso del arrugamiento de la parte apical del tomate.

### C. Transmisión

La transmisión mecánica ha sido lograda para unos pocos geminivirus, pero con bastante dificultad y es una proporción muy baja, por lo que no es un buen criterio para el diagnóstico. Sin embargo, la transmisión mediante un vector como *B. tabaci* es sumamente eficiente y fácil de efectuar; para ello, por supuesto que se debe contar con un invernadero o una casa cubierta con malla adecuada, así con una colonia sana del vector. Si las pruebas de transmisión a partir de material de campo dan lugar a plantas enfermas, la posibilidad de que el agente patógeno sea un geminivirus es muy alta, debido a la gran especificidad de dicho vector con los geminivirus. Por ejemplo, en el caso del tomate, la mosca blanca no es capaz de transmitir ninguno de los otros virus que conforman los complejos virales presentes en el campo.

### D. Efecto de la Infección

La mayoría de los virus afectan adversamente a los organismos que infectan. En muchos casos el daño se debe a que las células infectadas alteran su metabolismo, dando origen a la producción de partículas virales, lo que causa graves daños a nivel celular, afectando el desarrollo de la planta. En cuanto a los geminivirus, el número de partículas producidas como consecuencia de la infección es relativamente pequeño, y no guarda relación con el enorme daño que causan a las plantas afectadas.

Por ejemplo, en el caso de la infección del tomate con el virus del mosaico amarillo del tomate (VMAT), ésta afecta la mayoría de los procesos vitales de la planta. La clorofila y el contenido de proteínas se reduce sustancialmente en la planta enferma, lo cual provoca el amarillamiento de sus hojas. También afecta la cantidad de azúcares y almidones en las primeras hojas de la planta infectada, lo cual obedece principalmente a la localización de la infección viral en el sistema vascular de la planta, especialmente en el floema. Al ser alterada la translocación, los metabolitos se acumulan en la parte superior de la planta, lo cual confiere una consistencia coriácea a las hojas superiores, así como una coloración morada que a veces aparece en el borde de las hojas. Los

cambios fisiológicos más importantes que ocurren en la planta infectada se debe a la reducción en la tasa neta de fotosíntesis y al incremento en la respiración celular. La fotosíntesis neta en la planta enferma se reduce a un tercio de la correspondiente a una planta sana. Todas estas alteraciones de los procesos vitales de la planta, implican la reducción del crecimiento y el rendimiento, y hasta la muerte de la planta, si ésta resulta infectada en los primeros estadios de su desarrollo (21).

#### **3.1.4 SUSCEPTIBILIDAD DE LAS PLANTAS A GEMINIVIRUS**

En el caso del tomate y del geminivirus que afecta a este cultivo en América Central y del Sur, hasta ahora no se ha detectado resistencia natural. Todas las variedades de tomate comerciales más comúnmente utilizadas son susceptibles a este geminivirus.

Varios experimentos realizados en Venezuela y Costa Rica han demostrado que la susceptibilidad de las plantas de tomate al geminivirus disminuye a medida que las plantas maduran fisiológicamente. Durante las primeras cinco semanas, las plantas son extremadamente sensibles a la infección viral. Ello significa que las plantas adquieran tolerancia, puesto que bajo una fuerte presión de infección las plantas se pueden infectar. Otra observación importante es la forma como el geminivirus afecta el crecimiento y el rendimiento de las plantas de tomate. En experimentos de invernadero, se comprobó que la producción (cantidad y calidad de frutos) es seriamente afectada si las plantas se infectan durante las primeras semanas después de su germinación, moderadamente en la octava y novena semanas y apenas levemente después de la novena semana de desarrollo (1).

Estos resultados se han aprovechado para establecer prácticas culturales tendientes a proteger las plántulas de tomate, especialmente con mallas o barreras, durante las primeras semanas de su desarrollo.

#### **3.1.5 RESISTENCIA DEL TOMATE A LA TRANSMISIÓN DEL VIRUS**

El tomate es un importante cultivo tropical, sufre fuertemente el ataque de varios virus de las plantas, los cuales son transmitidos por la mosca blanca del tabaco (*Bemisia tabaci*). Debido a que estas virosis no pueden ser controladas directamente, el único camino que le queda a los agricultores, es prevenir su transmisión. Las desventajas del control químico son bien conocidas; consecuentemente los cultivares resistentes serían la mejor solución para los cultivadores.

Hipotéticamente en la resistencia de plantas son reconocidos dos mecanismos:

- Resistencia o tolerancia al virus en si mismo.
- Resistencia al vector que transmite el virus.

La cría para la resistencia de la mosca blanca como vector de virosis tiene algunas ventajas claras comparadas con la cría de plantas resistentes al virus, ya que se espera que la resistencia de insectos sea de mayor durabilidad que la resistencia de plantas (6).

En investigaciones sobre fuentes de resistencia entre plantas de tomate silvestre, las tres especies más resistentes seleccionadas fueron: (Lycopersicon pinnellii), L. hirsutum, y L. glabratum, las cuales son susceptibles al virus, pero al probarse en el campo fueron ligeramente infectadas o no infectadas (6).

Para el caso de L. pinnelli, la resistencia fue encontrada basada en el material espeso (duro) el cual es exudado por los tricomas glandulares localizados en las hojas y tallos de algunos ecotipos. Los adultos atrapados por el material espeso exudado por los tricomas, eventualmente las moscas blancas murieron antes de tener la oportunidad de inocular las plantas. Solamente después que el exudado fue removido de las plantas, estas se transformaron en susceptibles. La tasa de resistencia depende de factores ambientales, como el fotoperíodo y la intensidad de luz (6).

### 3.1.6 MEDIDAS DE CONTROL DE LA MOSCA BLANCA

#### A. Control Químico

- Uso de aceites minerales (Triona 80 %).
- Rotación de productos químicos.
- Evaluar el pH del agua.
- Disminuir el número de aplicaciones.
- Mejorar las aplicaciones (mejorar equipo, maximizar cobertura de aplicación, dosis correcta).

**B. Mejoramiento Genético**

- Uso de variedades que concentren su floración.
- Uso de variedades precoces.
- Uso de variedades tolerantes.

**C. Uso de Enemigos Naturales**

- Uso de parasitoides y depredadores.

**D. Control Cultural**

- Controlar fechas de siembra, lugar de siembra, destrucción de rastrojos, usar siembra indirecta, aislar el semillero del lugar de siembra, uso de bordes con cultivos como maíz y sorgo, incrementar la densidad de siembra, uso de plástico (2).

**3.1.7 DEFINICIONES ECONÓMICAS BÁSICAS****A. Utilidad Neta**

Representa un valor monetario que resulta de la diferencia entre el ingreso bruto y el total de costos utilizados en la producción (18).

**B. Rentabilidad**

Es la relación porcentual de la utilidad neta (beneficio neto) entre el total de costos, dado por la ecuación siguiente:  $R (\%) = \text{BN}/\text{CT} * 100$ , donde BN corresponde a beneficios netos y CT a los costos totales en la producción (18).

**C. Costos Fijos**

Son aquellos costos asociados a la posesión de insumos o recursos fijos. Representan los costos que se incurren aún en el caso de que los insumos no se utilicen. Los costos fijos totales constituyen la suma de los costos fijos empleados en la producción; por ejemplo: Renta o alquiler de la tierra, la depreciación, seguros, reparaciones, impuestos, intereses, etc (18).

**D. Costos Variables**

Son aquellos costos sobre los cuales el administrador tiene control en un momento de tiempo determinado. Pueden incrementarse o disminuirse a discreción del administrador y habrán de aumentar a medida que se aumenta la producción. Bienes tales como fertilizantes, semillas, ingredientes químicos, combustibles y otros constituyen ejemplos de costos variables (18).

**E. Costos Totales**

Constituyen la sumatoria de los costos variables más los costos fijos utilizados en la producción (18).

**F. Análisis de Dominancia**

Es un tipo de análisis utilizado en estudios económicos, que consiste en realizar un ordenamiento ascendente de los costos variables con su correspondiente beneficio neto, de las diferentes alternativas bajo estudio. Si al pasar de un tratamiento que tiene un costo variable mayor que el anterior y su beneficio neto también es mayor se considera con un tratamiento no dominado (ND); si al pasar de un tratamiento que tiene un costo variable mayor que el anterior y su beneficio neto es menor o igual al anterior se considera como un tratamiento dominado (D). Para el análisis de la tasa marginal de retorno únicamente se consideran los tratamientos no dominados (ND) (11).

**G. Tasa de Retorno Marginal (TRM)**

La tasa de retorno marginal se representa por la relación beneficio neto marginal (es decir el aumento del beneficio neto) dividido por el costo marginal (aumento de los costos que varían), puede ser expresada como un porcentaje. Generalmente se obtiene la tasa de retorno marginal que resulta de haber cambiado de una alternativa a otra. Una TMR de 95 % significa que por cada unidad monetaria adicional invertida en costo variable, al pasar de una alternativa a otra, se recupera dicha unidad más 0.95 adicionales. La TRM se determina por la ecuación  $TRM = IBN/ICV$ , donde IBN corresponde al cambio o incremento en el beneficio neto e ICV al cambio o incremento en el costo variable (11).

## **3.2 MARCO REFERENCIAL**

### **3.2.1 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA EXPERIMENTAL**

#### **A. Ubicación Geográfica**

El área experimental se ubicó en los campos de producción de Distribuidora El Gordo, localizados en la Aldea Mojarritas, Monjas, Jalapa. Su ubicación geográfica según el IGN (14) es 14°32'05" Latitud Norte y 89°52'30" Longitud Oeste.

#### **B. Zona de Vida**

De acuerdo con el mapa de zonas de vida a nivel de reconocimiento de la república de Guatemala, a escala 1:600,000; publicado por el Instituto Nacional Forestal (16), el valle de Monjas, Jalapa; se encuentra dentro de la zona de vida: Bosque Seco Sub-tropical, la zona tiene una altura de 970 msnm.

La estación lluviosa para la agricultura dura unos 155 días de la segunda quincena de mayo para aproximadamente la tercer semana de octubre, en Monjas se reciben de 950 a 1,100 mm, durante el año, de los cuales 90 % corresponden al período ya aludido y el resto a los meses secos de noviembre a abril (15).

La temperatura media anual es de 22 °C, las máximas absolutas han llegado a 35 °C en abril y mayo; las mínimas absolutas han descendido a 8 °C en enero. La evaporación a la intemperie en tanque clase "A" es 1,800 mm al año, 39 % en época seca y el resto a la lluviosa, el número de horas de brillo solar es de 2,500 al año registrándose un 55 % en época seca y el resto en la lluviosa. La velocidad media del viento es de 6.5 km/hora, presentando los valores mas altos en enero y febrero con 9 km/hora, mientras que septiembre registra el valor mas bajo con 5 km/hora (6, 15).

Según Simmons, Tarano y Pinto (25), son suelos Mongoy (Mg) qu se caracterizan por ser suelos moderadamente profundos, bien drenados, desarrollados sobre laa máfica o brecha de tufa en un clima cálido, seco a húmedo-seco. Ocupan declives muy inclinados a altitudes medianas en el sureste de Guatemala.

### C. Características del Suelo

Las características del suelo, del área experimental que se utilizó en la investigación, aparece en el Cuadro 3.1, dicho análisis se efectuó en los laboratorios de la Facultad de Agronomía, de la Universidad de San Carlos de Guatemala, habiéndose tomado una muestra compuesta, para determinar la homogeneidad o heterogeneidad, de dicho material. Se determinó que el pH, se encuentra ligeramente ácido, el nivel de fósforo y el de potasio se encuentra altos y que las relaciones (Ca+Mg/K), (Ca/K) y (Mg/K) se encuentran desbalanceadas. El nivel de manganeso es alto, debido al pH del suelo (5.55) lo que provoca que este sea liberado.

**Cuadro 3.1 Resultados del análisis de suelo del área experimental**

PH	Ppm		Meq/100 ml						Ca/Mg	Ca + Mg K	Mg/K
	P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Fe	Mn			
5.55	126	386.5	3.74	1.23	1.25	12.5	24.25	109	3:1	1.3:1	5.1:1

**Fuente:** Laboratorio FAUSAC

#### **Recomendaciones:**

- Aplicar Cal Dolomítica: 2 toneladas/ha antes de la siembra.
- 150 Kg/ha de N durante el ciclo de cultivo del tomate.
- 20 Kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> durante el ciclo de cultivo del tomate.
- 20 Kg/ha de KO<sub>2</sub> durante el ciclo de cultivo del tomate.

### 3.2.2 CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL EXPERIMENTAL

#### A. Sunny

Planta de tipo determinado que puede cultivarse en estaca o postrada, fruta tipo manzano mediana-grande con hombros verdes y lisos de forma oblonga profunda o globosa, la cual es muy firme por lo que se puede cosechar en verde o dejar madurar en la planta. Este material presenta resistencia a la raza 1 de la marchitez por verticillium; a las razas 1 y 2 de la marchitez por fusarium, a stemphylium y alternaria (4).

**B. Solimar**

Planta de tipo determinado, vigorosa adaptada a cosecha de suelo o estaca. Fruta tipo manzano de forma esférica lisa, hombro verde, es un tomate de tipo Sunny con potencial a más grande, se puede cosechar en verde o dejar madurar en planta. Este material presenta resistencia a las razas 1 y 2 de marchitez por Fusarium, a la raza 1 de Verticilio y al chancro de tallo (4).

**C. Hawk**

Planta de tipo determinado, vigorosa y de hoja grande; desarrollado principalmente para cultivo de estaca. Fruta tipo manzano con forma de globo profundo y maduración uniforme, potencial para altos porcentajes de grado extra grande y grande (230 gramos); potencial de cosecha madura en planta con capacidad de manejo en verde, con más flexibilidad de tiempo entre cosecha y llegada a mercados lejanos. Este material presenta resistencia a las razas 1 y 2 de marchitez por Fusarium, a la raza 1 de Verticilio, al chancro alterno de tallo y baja tolerancia a Stemphylium (4).

**D. EF52**

Planta de tipo determinado, alta, vigorosa con excelente protección de la fruta, desarrollado principalmente para cultivo de estaca. Fruta tipo manzano de sabor notable con forma de globo y maduración uniforme normalmente de tamaño mediano (200 gramos). Potencial de cosecha madura en planta con capacidad de manejo en verde con mas flexibilidad de tiempo entre cosecha y llegada a mercados lejanos. Este material presenta resistencia a las razas 1 y 2 de marchitez por Fusarium, a la raza 1 de Verticilio, al cancro alterno de tallo, al virus del mosaico del tabaco (4).

**E. Milano**

Planta de crecimiento determinado, vigorosa y de hoja mediana con excelente protección del fruto que es de forma alargada, consistencia dura, de color rojo intenso, resistencia o tolerancia a Verticillium y Fusarium, distancia de siembra 0.9 x 0.3 metros (4).

### 3.2.3 INVESTIGACIONES RELACIONADAS CON LA PRESENTE TESIS

#### A. Efecto de Coberturas del Suelo sobre Poblaciones de Mosca Blanca y Acolochamiento del Tomate

King *et al* (19), indican que el uso de cobertores al suelo que reflejen la luz del sol son capaces de crear un ambiente desagradable que tendría como consecuencia un efecto repelente para mosca blanca, debido a que las especies de insectos que se posan en el envés de las hojas no les es agradable recibir la luz solar en forma directa.

Blanco y Salazar (7, 24) reportan que el uso de coberturas de polietileno ha sido eficiente para disminuir poblaciones de mosca blanca (*Bemisia tabaci*). Puede utilizarse el nylon coextruido plateado negro de 48" de ancho y calibre de 1.25 mm con muy buenos resultados en el control de la mosca blanca.

### 3.2.4 VIRUS GÉMINIS QUE INFECTAN EL TOMATE EN GUATEMALA

Mejía, L. *et al* (22) en un proyecto dirigido hacia la búsqueda de soluciones de la problemática del complejo mosca blanca-geminivirus asociados al cultivo del 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 del 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 también fue detectado en muestras de chile y el ToSLCV en muestras de pepino.

## **4. OBJETIVOS**

### **4.1 GENERAL**

Evaluar el comportamiento de 5 materiales de tomate bajo dos prácticas agronómicas que puedan contribuir a la reducción de los daños producidos por el complejo mosca blanca-geminivirus, en la región de Monjas, Jalapa.

### **4.2 ESPECIFICOS**

- 4.2.1 Determinar el efecto de cada sistema de manejo sobre las poblaciones de mosca blanca.
- 4.2.2 Estimar la susceptibilidad al virus del acolchamiento de la hoja de tomate (virosis) en cada uno de los materiales genéticos de tomate evaluados.
- 4.2.3 Comparar el rendimiento de fruto de tomate en kilogramos por hectárea, de los materiales genéticos evaluados.
- 4.2.4 Efectuar un análisis económico de los tratamientos evaluados, para que en base a ello, se puedan efectuar las recomendaciones pertinentes.

## **5. HIPOTESIS**

- 5.1 El uso de plástico coextruido plateado negro, como cobertura del suelo, afecta la presencia del vector.
- 5.2 Al menos un material ofrecerá menor preferencia por el vector y/o menor susceptibilidad al virus del acolchamiento de la hoja en alguno de los dos sistemas de manejo.
- 5.3 Al menos uno de los materiales producirá un mayor rendimiento en Kg/ha de fruto comercial de tomate que los demás.
- 5.4 Por lo menos uno de los materiales genéticos de tomate evaluados en alguno de los dos sistemas de manejo de mosca blanca ofrecerá mejores resultados económicos.

## 6. MATERIALES Y METODOS

### 6.1 UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO

El experimento se ubicó en los campos de producción de Distribuidora El Gordo, localizados en la Aldea Mojarritas, Monjas, Jalapa.

### 6.2 TRATAMIENTOS EVALUADOS

Se evaluaron dos factores, el A y el B; el factor A contiene dos niveles de control de mosca blanca y el factor B cinco niveles de materiales genéticos de tomate, que hacen un total de 10 tratamientos.

#### 6.2.1 DESCRIPCIÓN DE FACTORES Y NIVELES EVALUADOS

**Factor A: "Parcela Grande" Sistema de manejo de mosca blanca (Bemisia tabaci)**

- A1: Cobertura del suelo con plástico coextruido plateado negro.
- A2: Suelo sin cobertura plástica

**Factor B: "Parcela pequeña" Materiales genéticos de tomate (Lycopersicon esculentum)**

- B1: EF52
- B2: Sunny
- B3: Solimar
- B4: Hawk
- B5: Milano (Testigo susceptible a virosis)

#### 6.2.2 DESCRIPCIÓN DE LOS 10 TRATAMIENTOS

Tratamiento	Combinación	Descripción
1	A1B1	Suelo con cobertura plástica, material genético EF52
2	A1B2	Suelo con cobertura plástica, material genético Sunny
3	A1B3	Suelo con cobertura plástica, material genético Solimar
4	A1B4	Suelo con cobertura plástica, material genético Hawk
5	A1B5	Suelo con cobertura plástica, material genético Milano
6	A2B1	Suelo sin cobertura plástica, material genético EF52
7	A2B2	Suelo sin cobertura plástica, material genético Sunny
8	A2B3	Suelo sin cobertura plástica, material genético Solimar
9	A2B4	Suelo sin cobertura plástica, material genético Hawk
10	A2B5	Suelo sin cobertura plástica, material genético Milano

### 6.3 DISEÑO EXPERIMENTAL

Para efectuar la presente investigación se utilizó el diseño bifactorial de bloques al azar, con arreglo en parcelas divididas, utilizando 2 niveles para el factor A y 5 niveles para el factor B, con un total de 10 tratamientos distribuidos en cuatro repeticiones.

### 6.4 MODELO ESTADISTICO

$$Y_{ijk} = U + B_i + A_j + B_k + A_{bjk} + E_{ij} + E_{ijk}$$

Donde:

**Y<sub>ijk</sub>:** Variable de respuesta del i-esimo bloque, j-esimo sistema de manejo, y k-esimo material genético.

**U:** Efecto de la media general.

**B<sub>i</sub>:** Efecto del i-esimo bloque.

**A<sub>j</sub>:** Efecto de j-esimo sistema de manejo de mosca blanca.

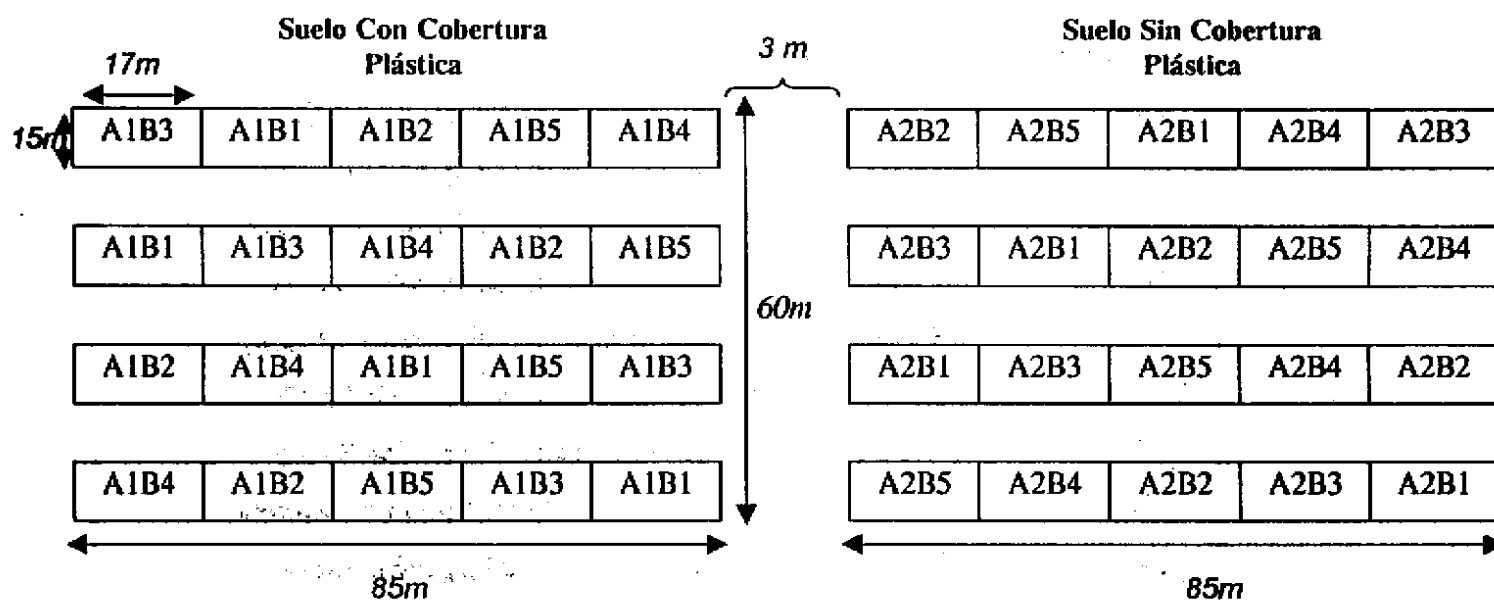
**B<sub>k</sub>:** Efecto del k-esimo material genético de tomate.

**AB<sub>jk</sub>:** Efecto de la interacción entre el j-esimo sistema manejo de mosca blanca y el k-esimo material genético de tomate.

**E<sub>ij</sub>:** Error experimental asociado a la parcela grande, sistema de manejo de mosca blanca.

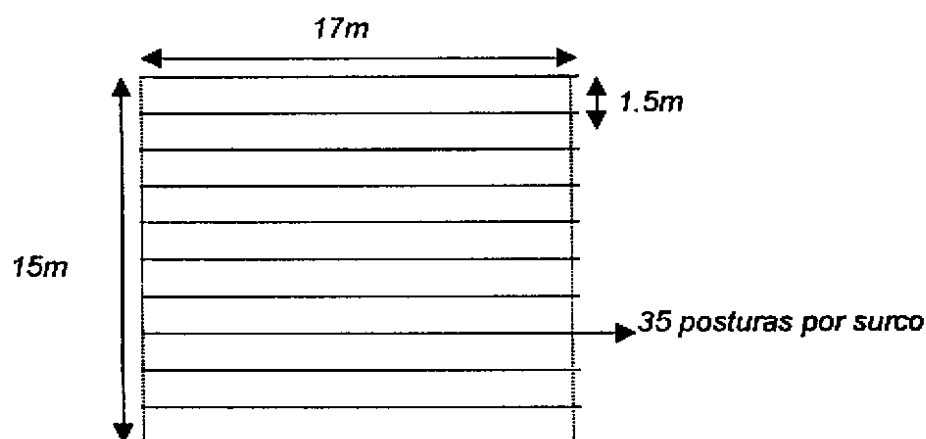
**E<sub>ijk</sub>:** Error experimental asociado a la parcela pequeña, material genético de tomate.

### 6.5 DISTRIBUCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS EN EL CAMPO



El factor del sistema manejo de mosca blanca se asignó a las parcelas grandes, cada parcela grande tiene un área de 5,100 m<sup>2</sup> (85 m x 60 m) para cada nivel asignado; la parcela neta tiene un área de 255 m<sup>2</sup> (17 m x 15 m) y se constituye por 11 surcos de 17 metros de largo cada uno, en cada surco se colocaron 35 posturas a 48 cm de distancia, lo que hace un total de 385 plantas por parcela neta.

## 6.6 DETALLE DE LA UNIDAD EXPERIMENTAL



## 6.7 VARIABLES RESPUESTA

- Rendimiento de fruto de tomate en kilogramos por hectárea
- Población de mosca blanca por planta
- Incidencia de virosis (número de plantas afectadas en 100 plantas)

## 6.8 MANEJO DEL EXPERIMENTO

En términos generales el manejo del ensayo consistió en la preparación del terreno, semillero y trasplante, riego y fertigación, control de plagas y enfermedades, cosecha y toma de datos.

### 6.8.1 PREPARACIÓN DEL TERRENO

Se realizó en forma mecanizada, llevando a cabo una labor de aradura y dos pasos de rastras en forma cruzada.

### 6.8.2 COLOCACIÓN DEL PLÁSTICO COEXTRUIDO PLATEADO NEGRO

Esta actividad, se realizó únicamente en la parcela grande del factor A, sistema de manejo (A1), el material que se utilizó es el plástico coextruido plateado negro, ya que en investigaciones realizadas

por Blanco e Hilje (7), encontraron que el color plateado actúa como repelente a la mosca blanca y el control de malezas se efectúa automáticamente al cubrir el suelo.

### 6.8.3 SEMILLERO Y TRASPLANTE

Se efectuó en el sistema de piloncitos en bandeja bajo invernadero, lo cual garantizó durante los 30 días iniciales antes del trasplante, una adecuada nutrición, irrigación controlada y lo más importante un aislamiento de cualquier transmisión del virus del acolchamiento por parte de la mosca blanca (Bemisia tabaci); además el estrés de la planta al ser trasladada al campo se redujo considerablemente al mantener completo su sistema radicular.

### 6.8.4 RIEGO Y FERTIGACIÓN

El riego se realizó por medio del sistema de goteo existente en la finca, tratando de mantener el suelo con la humedad necesaria para evitar que las plantas sufrieran de estrés hídrico. La fertigación se hizo con base al programa elaborado, siguiendo los resultados del análisis de suelo efectuado en el laboratorio de suelo y planta de la FAUSAC.

### 6.8.5 CONTROL DE PLAGAS Y ENFERMEDADES

El control de insectos se hizo tomando como base el programa planteado por Castillo (9), el cual consiste en la rotación de grupos toxicológicos de insecticidas de la siguiente manera: Organoclorados = endosulfán, Organofosforados = Oxidemeton-metil, Carmamatos = Butocarboxim, Piretroides = Fenprothrin y Síntesis = Evisect S; todos en las dosis comerciales y usando reguladores de pH y boquilla tipo cono para mejor aprovechamiento de los productos.

El anterior programa está elaborado para el control de mosca blanca, previo a cada aplicación fue preciso realizar un muestreo, considerándose el momento oportuno de aplicación, cuando la población de mosca blanca fue igual a un adulto por cada 10 plantas. Castillo (9), indica que siguiendo este programa durante 60 días, además de controlar mosca blanca, ningún otro insecto manifiesta características de plaga, después de este período de tiempo se implementó control sobre el gusano del fruto (Heliothis sp.) para lo cual se utilizó permetrina y metomil en dosis comerciales.

Para el control de enfermedades se realizaron 8 aplicaciones de Mancozeb e Hidróxido cúprico cada semana desde el momento del trasplante, el Mancozeb se aplicó a razón de 1.43 kilogramos por hectárea y el Hidróxido cúprico se aplicó a razón de 2.14 kilogramos por hectárea.

#### **6.8.6 COSECHA**

Se efectuó manualmente, de acuerdo con la maduración de los materiales en diferentes cortes, tomando los resultados en kg/parcela neta.

#### **6.8.7 TOMA DE DATOS**

##### **A. Rendimiento de Tomate en Kg/Ha**

Se registró el peso del fruto de tomate en cada uno de los cortes efectuados en cada unidad experimental, realizando las conversiones correspondientes para obtener el rendimiento en kilogramos de fruto de tomate por hectárea.

##### **B. Población de Mosca Blanca**

Se muestrearon las moscas blancas adultas presentes por planta en un total de 10 plantas tomadas al azar de la parcela neta. Se realizaron cuatro muestreos de la siguiente manera:

- Primer muestreo: 15 días después del trasplante.
- Segundo muestreo: 30 días después del trasplante
- Tercer muestreo: 45 días después del trasplante.
- Cuarto muestreo: 60 días después del trasplante.

##### **C. Incidencia de Virosis**

La incidencia de virosis se evaluó durante cuatro muestreos, realizándolos con un intervalo de 15 días e iniciando el primero a los 15 días después del trasplante de las plantas. En cada muestreo se determinó la incidencia dada por la relación de las plantas viróticas presentes en el total de las plantas por cada parcela neta.

#### **D. Tasa Marginal de Retorno**

Para considerar la tasa marginal de retorno como variable económica de estudio, se registraron los costos variables para cada tratamiento así como los beneficios obtenidos de la comercialización del fruto de tomate.

### **6.9 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN**

La información respecto al rendimiento de fruto de tomate por hectárea se sometió a un análisis de varianza bajo el diseño de bloques al azar en parcelas divididas. Como se presentó significancia al cinco por ciento para la interacción, se procedió a realizar una prueba múltiple de medias con el estadístico de Tukey.

La población de mosca blanca y la incidencia de virosis en tomate se analizó gráficamente, considerando la fluctuación de la población e incidencia de virosis, respecto al tiempo de trasplante y su efecto sobre el rendimiento de fruto de tomate.

Se analizó la tasa de crecimiento del virus del acolchamiento de la hoja de tomate, para ello se consideró la incidencia de virosis como el logaritmo natural del total de plantas enfermas dividido el total de plantas sanas con el objeto de un análisis de regresión simple. Para cada tratamiento se determinó la ecuación de la forma  $Y = A + B * t$ , que define la tasa de incremento del acolchamiento en el transcurso del tiempo (t).

#### **Forma de empleo de las ecuaciones de regresión para predecir niveles de incidencia de virosis en un tiempo determinado**

Para obtener el porcentaje de plantas con virosis (incidencia), a partir de cada uno de los modelos de regresión para cada uno de los materiales de tomate es necesario realizar el procedimiento siguiente:

- Sustituir la variable "t" por los días después del trasplante que se desea analizar y obtener "Y".  $Y = At + B$
- Obtener el antilogaritmo natural de "Y".  $Ye$

- El antilogaritmo natural de "Y" se multiplica por 100 y éste resultado se divide entre el antilogaritmo natural más uno. % plantas con virosis  $[(Ye \times 100) / (Ye + 1)]$

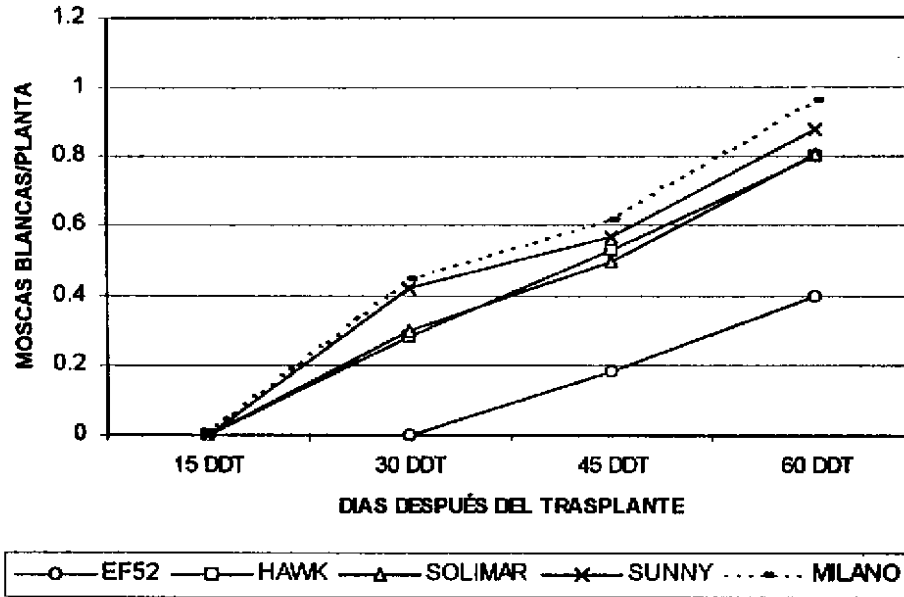
Los costos variables en que incurrió cada tratamiento, así como los precios de venta se utilizaron para calcular la tasa marginal de retorno y tomar esta información como determinante para establecer recomendaciones, respecto al tratamiento que se comportó mejor tanto técnicamente como económicamente.

## 7. RESULTADOS Y DISCUSION

### 7.1 POBLACIÓN DE MOSCA BLANCA POR PLANTA (MB/P)

#### 7.1.1 SISTEMA DE MANEJO CON PLÁSTICO

La población de mosca blanca por planta para todos los materiales genéticos evaluados en el sistema manejo con plástico coextruido plateado negro hasta la cosecha, fue inferior a una mosca blanca por planta (Figura 7.1).



**Figura 7.1** Moscas blancas (*Bemisia tabaci*) presentes por planta de tomate (*Lycopersicon esculentum*), bajo el sistema de manejo A1, suelo con cobertura plástica coextruida plateado negro, para cada uno de los materiales genéticos evaluados, en cuatro muestreos realizados cada 15 días.

En cada material genético de tomate, la mosca blanca no se hizo presente durante los primeros 15 días después del trasplante, sino que hasta los 30 días después del trasplante, esto debido probablemente a la adaptación de la mosca blanca a la acción repelente del plástico coextruido negro plateado por deposición de partículas del suelo sobre el mismo, así como por el aumento de la cobertura del área foliar de la planta que proporciona sombra sobre el plástico disminuyendo su efecto reflexivo, esto concuerda con lo reportado por Blanco (7) y Salazar (24); solamente en el material de tomate EF52 hubo presencia de mosca blanca hasta los 45 días después del trasplante, los materiales Hawk, Solimar, Sunny y el testigo Milano reportaron presencia de mosca blanca desde los 30 días después del trasplante.

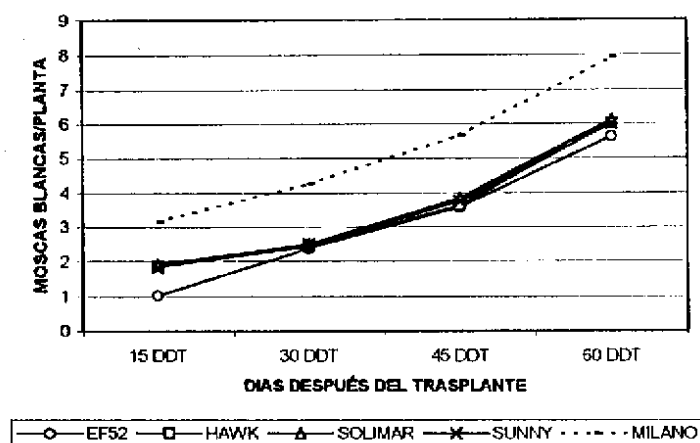
En el material de tomate EF52, además de que la mosca blanca se hizo presente hasta los 45 días después del trasplante, reportó la menor cantidad de mosca blanca por planta, 0.4 MB/P a los 60 DDT, cantidad que ya había sido superada desde los 30 días DDT por los materiales Sunny y Milano (0.42 y 0.45 MB/P respectivamente), y por los materiales Hawk y Solimar desde los 45 DDT (0.53 y 0.5 MB/P respectivamente). A los 30 días después del trasplante, los materiales Hawk y Solimar, presentaron similar cantidad de mosca blanca por planta (0.28 y 0.30 MB/P respectivamente); en tanto que valores similares de mosca blanca por planta reportaron los materiales Sunny y Milano (0.42 y 0.45 MB/P).

A los 45 y 60 días después del trasplante la población de mosca blanca por planta en los materiales Hawk y Solimar fue similar (0.53 y 0.50 MB/P; 0.80 y 0.81 MB/P respectivamente), en tanto que el tomate Milano (testigo) presentó, para estos muestreos (45 y 60 DDT), una marcada diferencia y superior de mosca blanca por planta, respecto al Sunny.

La población de mosca blanca por planta fue similar en cada uno de los cuatro muestreos para los materiales Hawk y Solimar; los materiales Sunny y Milano tuvieron similar población de mosca blanca por planta únicamente en el segundo muestreo (30 DDT) y en el tercer y cuarto muestreo (45 y 60 DDT), el material Sunny reportó menor cantidad de mosca blanca por planta que el Milano.

### **7.1.2 SISTEMA DE MANEJO SIN PLÁSTICO**

La Figura 7.2 presenta el comportamiento de las poblaciones de mosca blanca a través de cuatro muestreos realizados (a los 15, 30, 45 y 60 días después del trasplante) en los cinco materiales genéticos de tomate evaluados bajo la condición de manejo del complejo mosca blanca geminivirus sin plástico coextruido negro plateado.



**Figura 7.2** Moscas blancas (*Bemisia tabaci*) presentes por planta de tomate (*Lycopersicon esculentum*), bajo el sistema de manejo A2, suelo sin cobertura plástica, para cada uno de los materiales genéticos evaluados, en cuatro muestreos realizados cada 15 días.

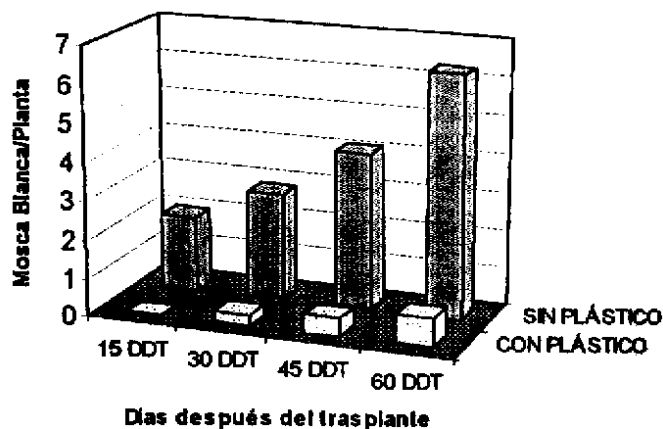
En la parcela grande que no se utilizó el sistema de manejo con plástico coextruido, la población de mosca blanca osciló desde una mosca blanca por planta (15 DDT, EF52) hasta ocho moscas blancas por planta (60 DDT, Milano). La mosca blanca se hizo presente sobre las plantas de tomate de todos los materiales evaluados, desde los 15 días después del trasplante, en diferente población, según la preferencia de éstas al material genético presente (Figura 7.2).

El material genético de tomate Milano (testigo) tuvo la mayor presencia de moscas blancas por planta en cada uno de los cuatro muestreos realizados, con poblaciones de 3.16, 4.25, 5.66 y 7.92 moscas blancas por planta a los 15, 30, 45 y 60 días después del trasplante respectivamente (Figura 7.2). Estos datos muestran la preferencia de la mosca blanca por las plantas de tomate Milano, en contraposición a los demás materiales genéticos (EF52, Hawk, Solimar y Sunny), en los cuales a los 30 días después del trasplante, la población oscilaba entre 2 y 3 moscas blancas por planta, a los 45 días después del trasplante la población osciló entre las 3 y 4 moscas blancas por planta y a los 60 días después del trasplante osciló entre 5 y 6 moscas blancas por planta.

La única diferencia clara, en cuanto a población de moscas blancas por planta, para los materiales EF52, Hawk, Solimar y Sunny se presentó en el primer muestreo realizado a los 15 días después del trasplante; el material de tomate EF52 presentó 1.02 moscas blancas por planta, en tanto que Hawk, Solimar y Sunny presentaron poblaciones entre 1.82 y 1.92 moscas blancas por planta.

### 7.1.3 EFECTO DE LOS SISTEMAS DE MANEJO SOBRE LA POBLACIÓN DE MOSCA BLANCA

La Figura 7.3 muestra las poblaciones medias de mosca blanca que se registraron en los materiales genéticos de tomate, para cada sistema de manejo de mosca blanca.



**Figura 7.3** Promedio de Mosca Blanca (*Bemisia tabaci*) presentes en cada sistema de manejo, en cada muestreo realizado.

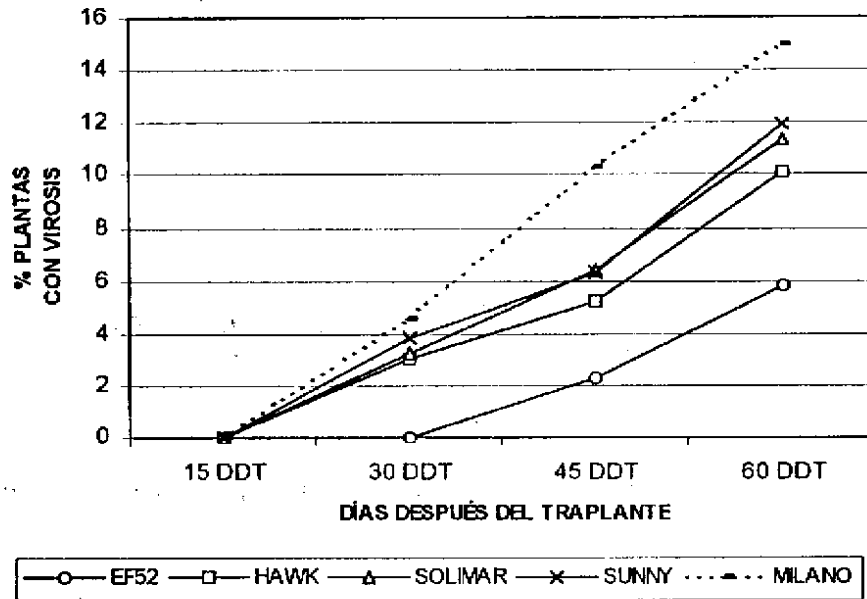
Es evidente que en el sistema de manejo de mosca blanca con plástico coextruido plateado negro, la población de mosca blanca fue baja; a los 15 días después del trasplante aún no había presencia de mosca blanca, sino que las moscas blancas se presentaron a partir de los 30 días después del trasplante y la población no superó a una mosca blanca por planta. En la parcela que no se colocó plástico coextruido, la mosca blanca se hizo presente en las plantas desde el momento del trasplante, alcanzando una población promedio de 1.95 moscas blancas por planta en los primeros 15 días después del trasplante, ésta población se fue incrementando notablemente en el transcurso de los días hasta llegar a una población promedio de 6.33 moscas blancas por planta.

## 7.2 INCIDENCIA DE VIROSIS

A continuación se analiza como respondieron los distintos materiales genéticos de tomate evaluados a la virosis producida por virus del género *Gemini* que es transmitido por el vector mosca blanca (*Bemisia tabaci*)

### 7.2.1 SISTEMA DE MANEJO CON PLÁSTICO

La Figura 7.4 presenta el porcentaje de plantas infectadas con virosis en el sistema de manejo con plástico coextruido, de cada uno de los materiales genéticos de tomate evaluados.



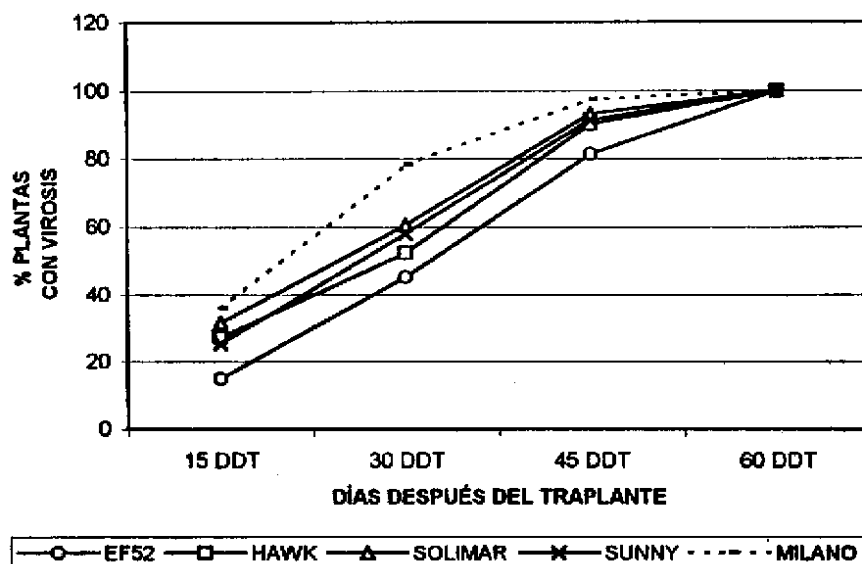
**Figura 7.4** Incidencia de virosis por Geminivirus en tomate (*Lycopersicon esculentum*), bajo el sistema de manejo A1, suelo con cobertura plástica coextruida plateado negro, para cada uno de los materiales genéticos evaluados, en cuatro muestreos realizados cada 15 días.

A los 15 días después del trasplante todos los materiales genéticos de tomate estuvieron libres de virosis; el material genético de tomate EF52 presentó presencia virosis hasta los 45 días después del trasplante con una incidencia de 2.25 % de plantas con virosis, en tanto que los materiales Hawk, Solimar, Sunny y Milano mostraron presencia de virosis desde los 30 días después del trasplante con una incidencia superior entre un uno a dos por ciento de la presentada por EF52 a los 45 días después del trasplante (Figura 7.4).

En el cuarto muestreo de virosis, a los 60 días después del trasplante la incidencia de virosis en el material genético de tomate EF52 fue del 5.86% de plantas infectadas, los otros materiales Hawk, Solimar, Sunny y Milano presentaron incidencia de virosis de 10.09 %, 11.33%, 11.93% y 14.97%; es apreciable que éstos últimos cuatro materiales de tomate, presentaron el doble de incidencia de virosis respecto al material EF52.

### 7.2.2 SISTEMA DE MANEJO SIN PLÁSTICO

El porcentaje de virosis que se presentó en cada uno de los materiales genéticos de tomate evaluados en el sistema de manejo del complejo mosca blanca-geminivirus sin plástico coextruido negro plateado se presenta en la Figura 7.5.



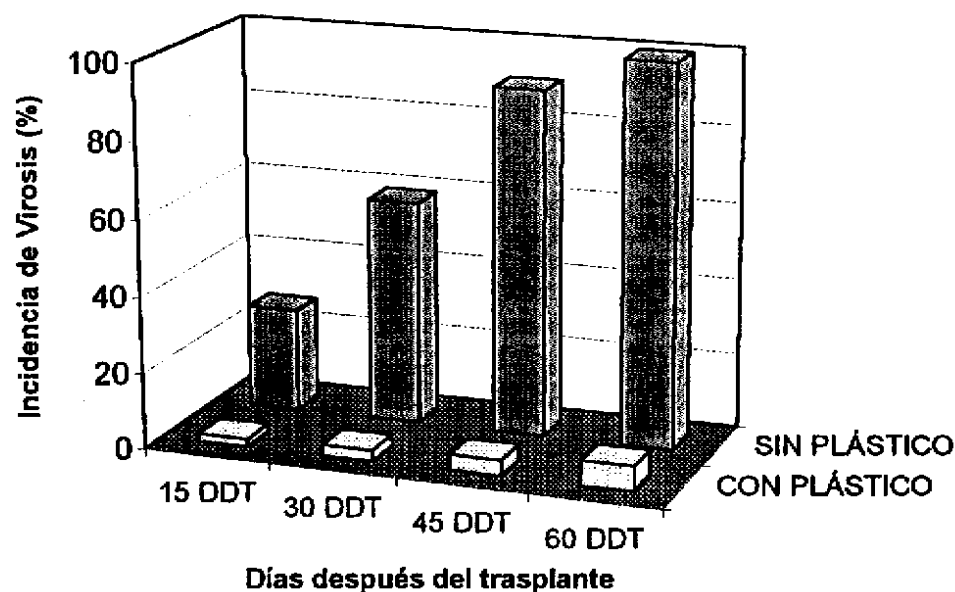
**Figura 7.5** Incidencia de virosis por Geminivirus en tomate (*Lycopersicon esculentum*), bajo el sistema de manejo A2, suelo sin cobertura plástica, para cada uno de los materiales genéticos evaluados, en cuatro muestreos realizados cada 15 días.

La incidencia de virosis en los materiales de tomate bajo el sistema de manejo sin cobertura plástica se presenta en la Figura 7.5; la mayor incidencia de virosis, la reportaron las plantas del material genético Milano, la menor incidencia la reportó el material genético EF52, y, los materiales Hawk, Solimar y Sunny, presentaron niveles similares de virosis en cada una de las lecturas realizadas.

La virosis se mostró desde la primera lectura a los 15 días después del trasplante; todos los materiales evaluados mostraron un 100 por ciento de incidencia de virosis a los 60 días después del trasplante.

### 7.2.3 EFECTO DE LOS SISTEMAS DE MANEJO DE MOSCA BLANCA SOBRE LA INCIDENCIA DE VIROSIS

La Figura 7.6 muestra barras que comparan la incidencia de virosis promedio (media de los cinco materiales genéticos de tomate) que se presentó bajo cada sistema de manejo del complejo mosca blanca-geminivirus.



**Figura 7.6** Promedio de Incidencia de Virosis en cada sistema de manejo, en cada muestreo realizado.

El cultivo de tomate sin cobertura de plástico negro coextruido mostró incidencia de virosis desde el primer muestreo realizado a los 15 días después del trasplante, en tanto que los materiales de tomate bajo el sistema de manejo con plástico negro coextruido mostraron incidencia de mosca blanca hasta los 30 días después del trasplante.

En el sistema de manejo sin plástico negro coextruido, a los 60 días después del trasplante el 100 por ciento de las plantas mostraron síntomas de virosis, en tanto que con plástico negro coextruido la virosis a los 60 días después del trasplante solo afectó en promedio al 11 de cada 100 plantas.

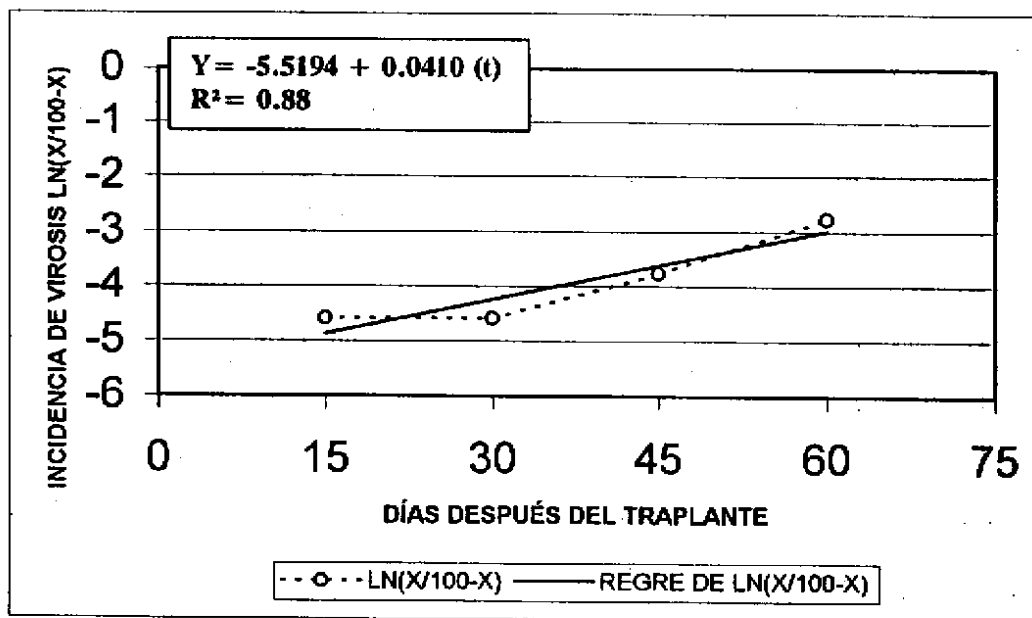
Basado en los valores mencionados en los párrafos anteriores, se puede decir que el sistema de manejo con plástico negro coextruido es un buen medio para repeler a la mosca blanca y por ende minimizar la incidencia de virosis en las plantas cultivadas bajo dicho sistema.

### 7.3 TASA DE INCREMENTO DE LA VIROSIS RESPECTO AL TIEMPO

En las Figuras que se presentan a continuación se muestran las tasas de incremento de la virosis para cada material genético de tomate evaluado en cada uno de los sistemas de manejo de mosca blanca, la forma de empleo de la ecuación de incremento de virosis se muestra al final de las Figuras 7.7 a 7.16, en el inciso 7.3.4, en donde se indica como predecir el porcentaje de virosis que se tendrá en un tiempo determinado del ciclo del cultivo del tomate para cada material genético evaluado.

#### 7.3.1 SISTEMA DE MANEJO CON PLÁSTICO

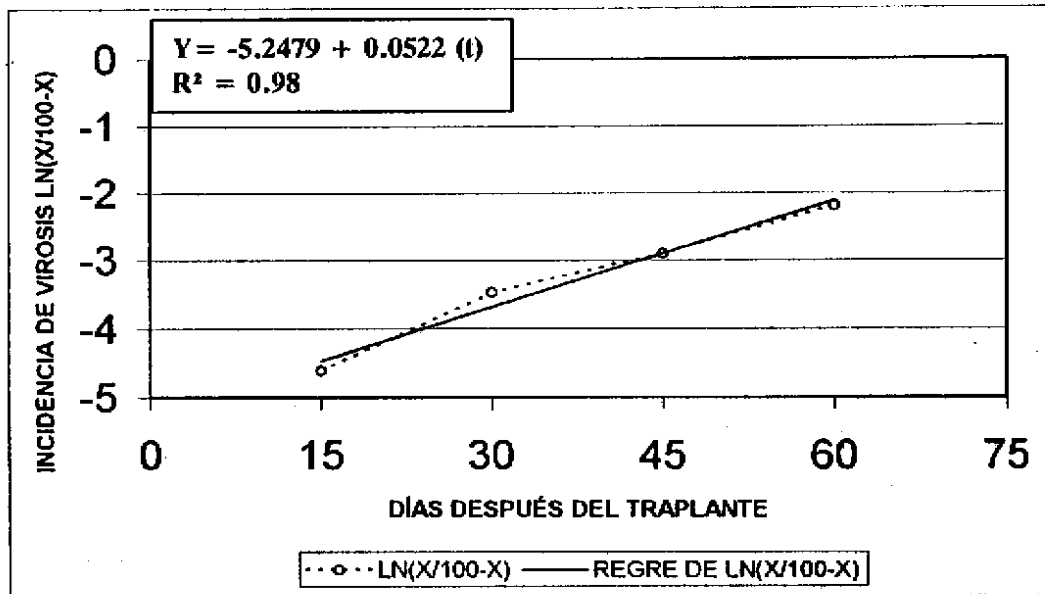
La Figura 7.7 presenta la ecuación de regresión que corresponde al material genético de tomate EF52 evaluado en el sistema de manejo con plástico coextruido negro plateado.



**Figura 7.7** Tasa de incremento del acolchamiento de la hoja, en el material de tomate EF52, bajo el sistema de manejo con plástico coextruido negro.

Este material de tomate manifestó la menor tasa de incremento del acolchamiento por virosis (0.0410), es decir que el incremento de virosis fue menor que en los otros cuatro materiales genéticos de tomate evaluados o mejor dicho presentó menor susceptibilidad al crecimiento de la virosis respecto al tiempo; además la ecuación de regresión presenta un  $R^2$  igual a 0.88 el cual indica que tiene un alto grado de dominio para la explicación del modelo.

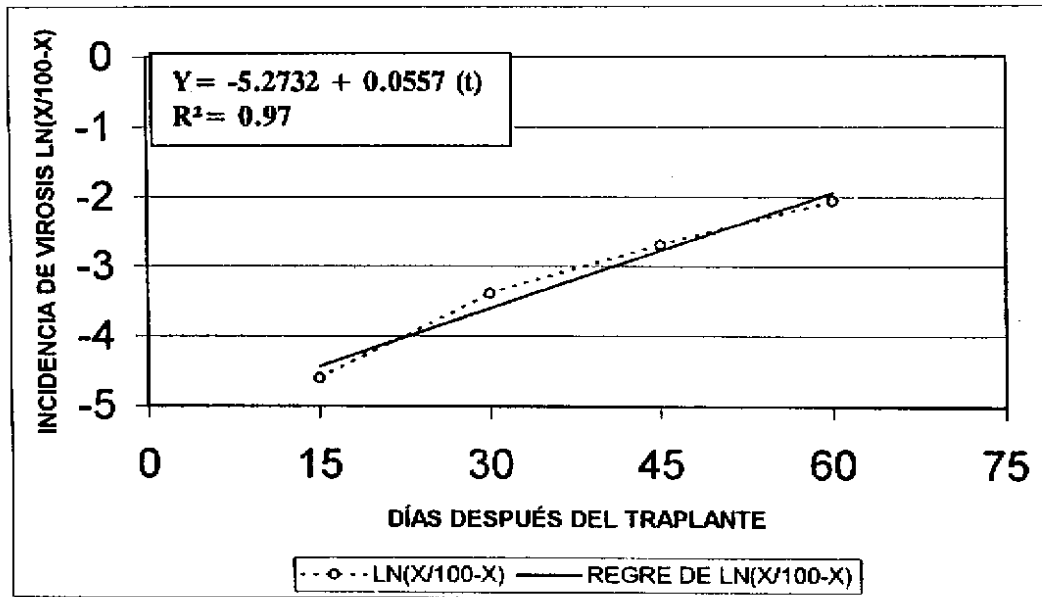
La Figura 7.8 presenta la ecuación de regresión que corresponde al material genético de tomate Hawk evaluado en el sistema de manejo con plástico coextruido negro plateado.



**Figura 7.8** Tasa de incremento del acoloramiento de la hoja, en el material de tomate Hawk, bajo el sistema de manejo con plástico coextruido negro.

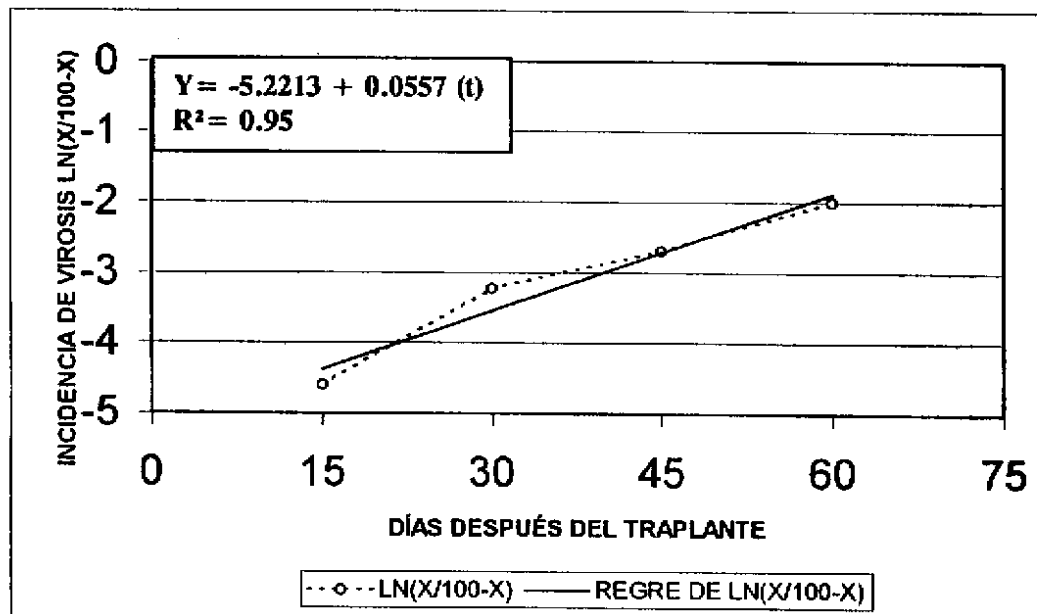
El segundo lugar respecto a la tasa de incremento de la virosis en el sistema de manejo de mosca blanca con plástico coextruido negro plateado lo ocupó el material genético de tomate Hawk, el cual presenta una tasa de incremento de 0.0522, la que es mayor que la que presentó el material genético de tomate EF52; es decir que el material de tomate menos susceptible a la virosis es el EF52, seguido por Hawk; además al decir que la tasa de incremento de virosis en Hawk, bajo el sistema de manejo de mosca blanca con plástico coextruido negro plateado es de 0.0522; su  $R^2$  es igual a 0.98, indicativo de que se tiene un alto grado de dominio para la explicación del modelo.

La Figura 7.9 presenta la ecuación de regresión que corresponde al material genético de tomate Solimar evaluado en el sistema de manejo con plástico coextruido negro plateado.



**Figura 7.9** Tasa de incremento del acolochamiento de la hoja, en el material de tomate Solimar, bajo el sistema de manejo con plástico coextruido negro.

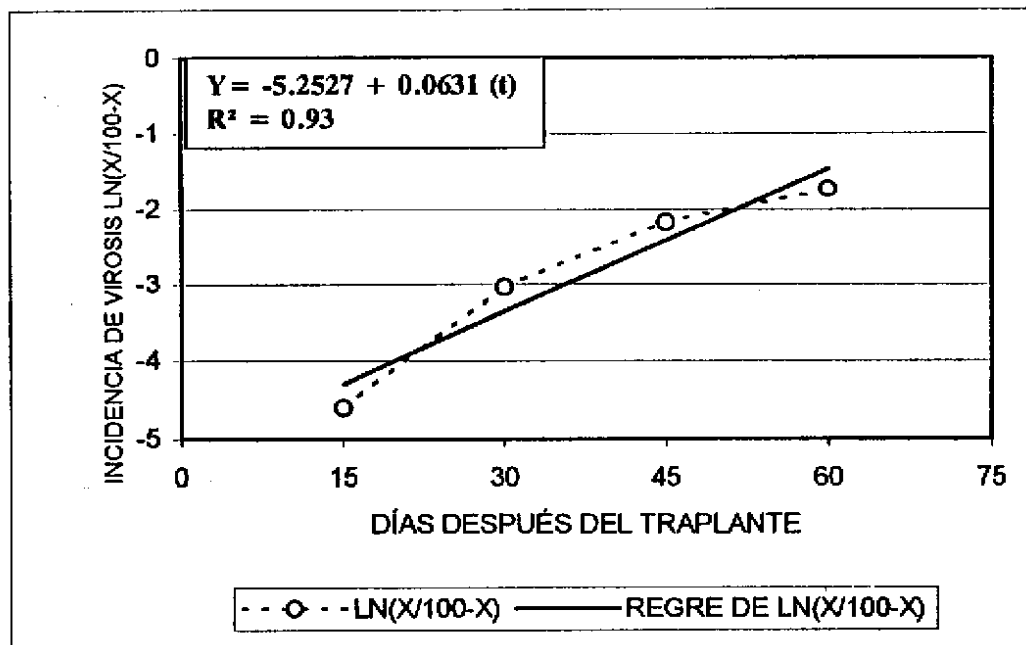
La Figura 7.10 presenta la ecuación de regresión que corresponde al material genético de tomate Sunny evaluado en el sistema de manejo con plástico coextruido negro plateado.



**Figura 7.10** Tasa de incremento del acolochamiento de la hoja, en el material de tomate Sunny, bajo el sistema de manejo con plástico coextruido negro.

Los materiales Solimar y Sunny ocupan el tercer lugar en tasa de incremento de la virosis es decir que son más susceptibles a la virosis que los materiales EF52 y Hawk. La tasa de incremento de virosis para ambos es de 0.0557, el  $R^2$  es igual a 0.97 para el modelo de regresión en el material Solimar y 0.95 para el modelo de regresión en el material Sunny, indicativos de que se tiene un alto grado de dominio para la explicación de los modelos.

La Figura 7.11 presenta la ecuación de regresión que corresponde al material genético de tomate Sunny evaluado en el sistema de manejo con plástico coextruido negro plateado.

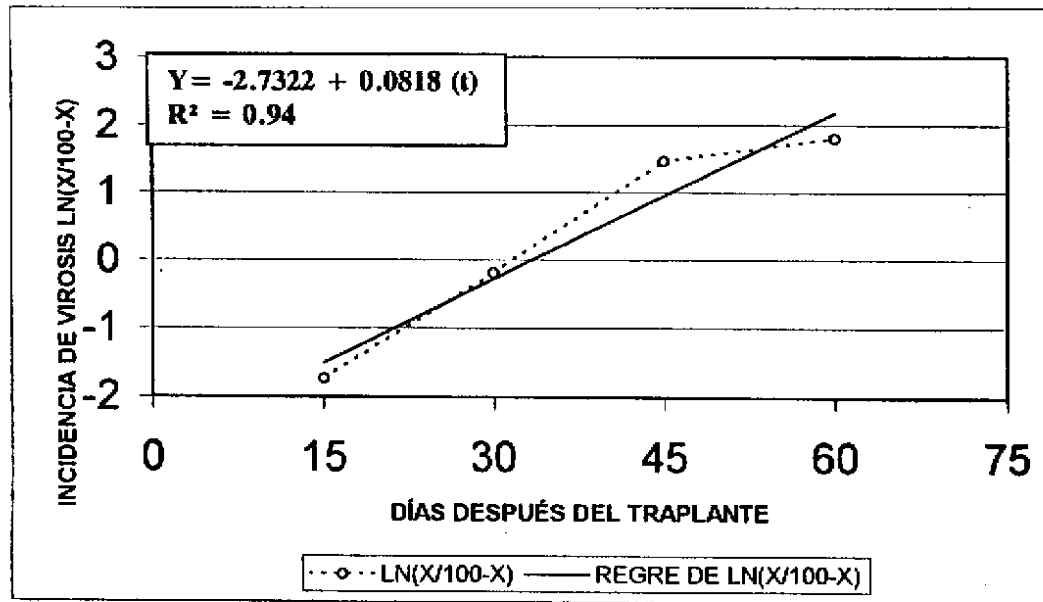


**Figura 7.11** Tasa de incremento del acolchamiento de la hoja, en el material de tomate Milano, bajo el sistema de manejo con plástico coextruido negro.

El material genético de tomate, bajo el sistema de manejo de mosca blanca con plástico negro coextruido más susceptible a la virosis fue el Milano pues su tasa de incremento de la virosis fue de 0.0631 (Figura 7.11); además de ello la ecuación de regresión para predecir el porcentaje de virosis en un tiempo determinado durante el ciclo de cultivo de este material bajo el sistema de manejo de mosca blanca con plástico coextruido negro plateado es aceptable, puesto que muestra un  $R^2$  igual a 0.93, es decir se tiene un 93 por ciento de confiabilidad.

### 7.3.2 SISTEMA DE MANEJO SIN PLÁSTICO

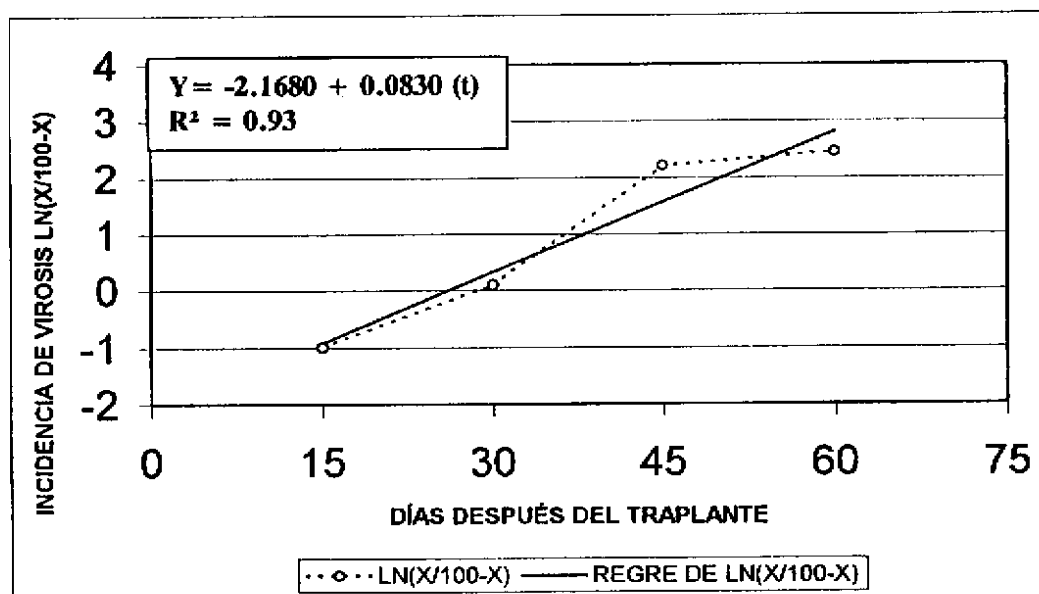
Las Figuras 7.12 a 7.16 presentan las gráficas y ecuaciones de regresión de los cinco materiales genéticos de tomate evaluados bajo el sistema de manejo de mosca blanca sin plástico coextruido negro plateado. La forma de empleo de las ecuaciones de regresión para predecir porcentajes de virosis (incidencia) en un tiempo determinado durante el ciclo de cultivo se muestra en el inciso 7.3.4 de éste capítulo.



**Figura 7.12** Tasa de incremento del acolochamiento de la hoja, en el material de tomate EF52, bajo el sistema de manejo sin plástico coextruido negro plateado.

Bajo el sistema de manejo de mosca blanca sin plástico coextruido negro plateado, el material de tomate menos susceptible a la virosis fue el EF52 (Figura 7.12), puesto que este presenta la tasa de incremento de virosis más baja de los cinco materiales de tomate siendo ésta de 0.0818., la ecuación de regresión para predecir niveles de incidencia respecto al tiempo muestra que se tiene un alto grado de dominio para la explicación del modelo.

La Figura 7.13 presenta la ecuación de regresión que corresponde al material genético de tomate Hawk evaluado en el sistema de manejo sin plástico coextruido negro plateado.

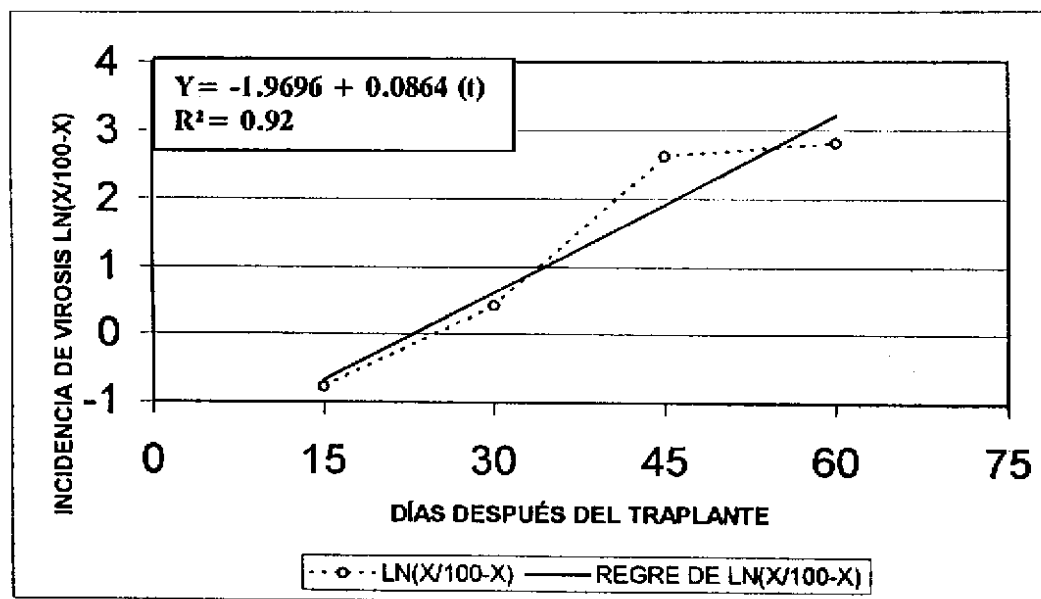


**Figura 7.13** Tasa de incremento del acoloramiento de la hoja, en el material de tomate Hawk, bajo el sistema de manejo sin plástico coextruido negro.

Bajo el sistema de manejo de mosca blanca sin plástico coextruido negro plateado, el material genético de tomate Hawk ocupó el segundo lugar como material menos susceptible a la virosis; su tasa de incremento de la virosis fue de 0.0818 y el modelo tiene un alto grado de dominio para la explicación del mismo ( $R^2 = 0.93$ ).

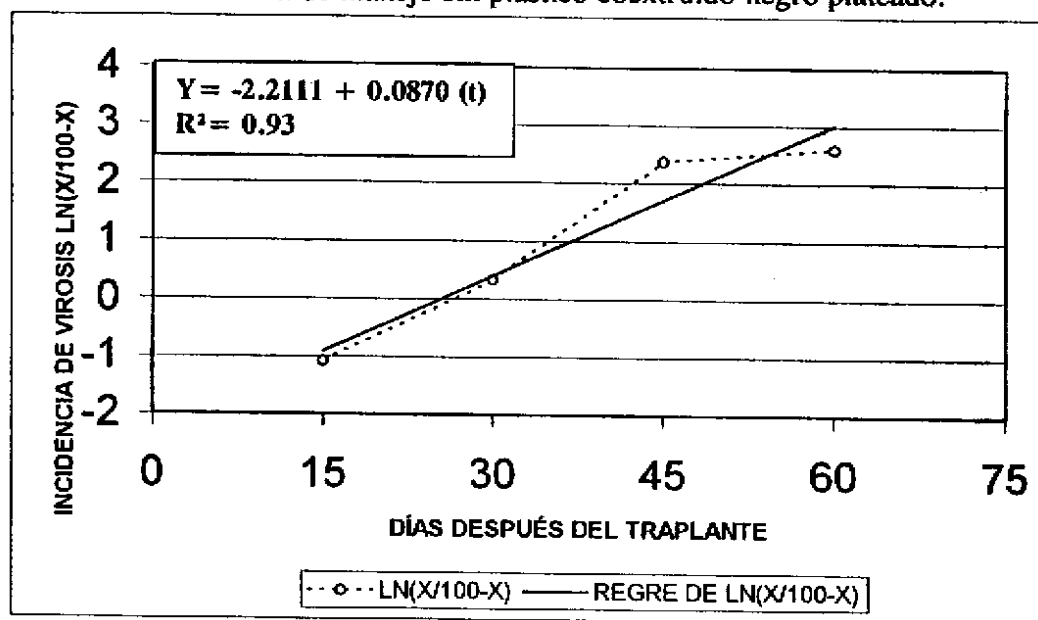
Si se revisa la discusión de la Figura 7.8 y se compara con los resultados de la Figura 7.13, se aprecia que el material genético de tomate Hawk, ocupó el segundo lugar como material menos susceptible a la virosis tanto en el sistema de manejo de mosca blanca con plástico coextruido negro plateado, como en el sistema de manejo en el que se prescindió del uso del plástico.

La Figura 7.14 presenta la ecuación de regresión que corresponde al material genético de tomate Solimar evaluado en el sistema de manejo sin plástico coextruido negro plateado.



**Figura 7.14** Tasa de incremento del acolchamiento de la hoja, en el material de tomate Solimar, bajo el sistema de manejo sin plástico coextruido negro.

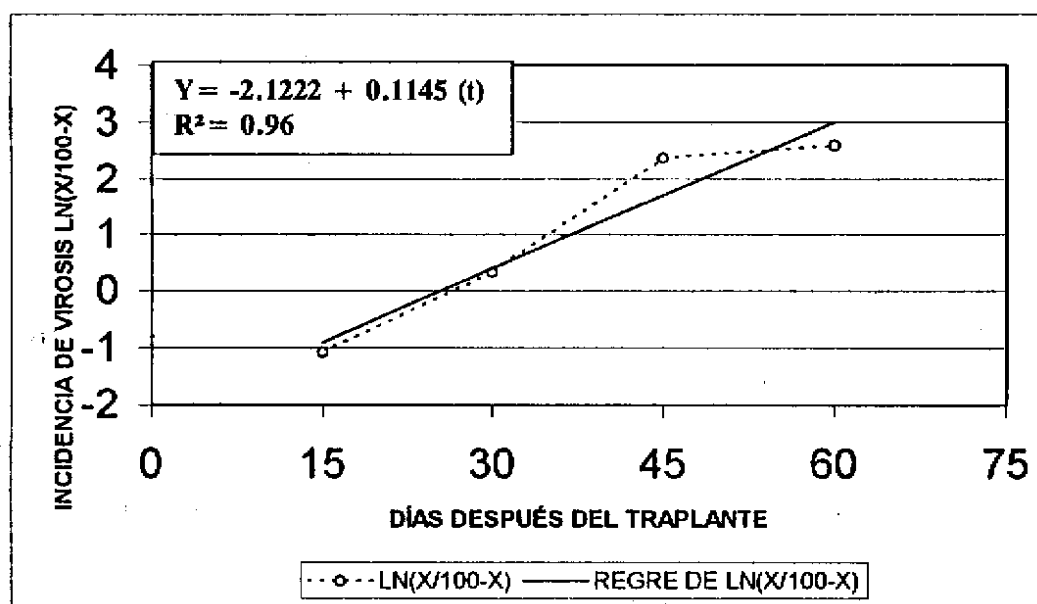
La Figura 7.15 presenta la ecuación de regresión que corresponde al material genético de tomate Sunny evaluado en el sistema de manejo sin plástico coextruido negro plateado.



**Figura 7.15** Tasa de incremento del acolchamiento de la hoja, en el material de tomate Sunny, bajo el sistema de manejo sin plástico coextruido negro.

En el sistema de manejo de mosca blanca sin plástico coextruido negro plateado, los materiales genéticos de tomate Solimar y Sunny ocuparon el tercer lugar como materiales menos susceptibles a la virosis (Figuras 7.14 y 7.15), sus tasas de crecimiento de virosis son de 0.0864 y 0.0870 respectivamente; además de ello las ecuaciones de regresión para ambos casos presentan un nivel de confianza del 92 por ciento.

La Figura 7.16 presenta la ecuación de regresión que corresponde al material genético de tomate Milano evaluado en el sistema de manejo sin plástico coextruido negro plateado.



**Figura 7.16** Tasa de incremento del acolchamiento de la hoja, en el material de tomate Milano, bajo el sistema de manejo sin plástico coextruido negro.

El material genético de tomate más susceptible a la virosis bajo el sistema de manejo de mosca blanca sin plástico coextruido negro plateado, fue el Milano, cuya tasa de crecimiento de virosis es de 0.1145, superior a todas las tasas de crecimiento de virosis para los otros cuatro materiales de tomate.

### 7.3.3 SUSCEPTIBILIDAD A LA VIROSIS DE LOS MATERIALES GENÉTICOS DE TOMATE EVALUADOS

De acuerdo a la discusión presentada en los incisos 7.3.1 y 7.3.2 respecto a la tasa de incremento de la virosis de los materiales genéticos de tomate evaluados en cada sistema de manejo de mosca blanca, podemos establecer una clasificación de susceptibilidad a la virosis de cada material genético de tomate para cada sistema de manejo de mosca blanca.

**Cuadro 7.1 Susceptibilidad a la virosis de los materiales genéticos de tomate en el sistema de manejo de mosca blanca con plástico coextruido negro plateado.**

TRATAMIENTO		SUSCEPTIBILIDAD A LA VIROSIS	Tasa de
CÓDIGO	MATERIAL		Incremento
A1B1	EF52	Material menos susceptible	0.0410
A1B4	Hawk	Segundo material menos susceptible	0.0522
A1B2	Sunny	Tercer material menos susceptible	0.0557
A1B3	Solimar	Tercer material menos susceptible	0.0557
A1B5	Milano	Material más susceptible	0.0631

De acuerdo a la clasificación en el Cuadro 7.1, el material genético de tomate menos susceptible a la virosis bajo el sistema de manejo de mosca blanca con plástico coextruido negro plateado es el EF52 (tasa de incremento de virosis = 0.0410) y el material más susceptible a la virosis es el Milano (tasa de incremento de virosis = 0.0631). El segundo material menos susceptible a la virosis es el Hawk y el tercer lugar de susceptibilidad a la virosis lo ocupan los materiales Sunny y Solimar, es decir estos son más susceptibles a la virosis que el Hawk y el Hawk es más susceptible a la virosis que el EF52.

El Cuadro 7.2 presenta la posición que ocupan los materiales genéticos de tomate respecto a la susceptibilidad a la virosis y de acuerdo a la tasa de incremento obtenida en el sistema de manejo sin plástico coextruido negro plateado.

**Cuadro 7.2 Susceptibilidad a la virosis de los materiales genéticos de tomate en el sistema de manejo de mosca blanca sin plástico coextruido negro plateado.**

TRATAMIENTO		SUSCEPTIBILIDAD A LA VIROSIS	Tasa de Incremento
CODIGO	MATERIAL		
A2B1	EF52	Material menos susceptible	0.0818
A2B4	Hawk	Segundo material menos susceptible	0.0830
A2B3	Solimar	Tercer material menos susceptible	0.0864
A2B2	Sunny	Tercer material menos susceptible	0.0870
A2B5	Milano	Material más susceptible	0.1145

Bajo el sistema de manejo de mosca blanca sin plástico coextruido negro plateado el material que presenta menos susceptibilidad a la virosis es el EF52 (tasa de incremento de virosis = 0.0818) y el material más susceptible a la virosis es el Milano (tasa de incremento de virosis = 0.1145). El segundo lugar como material menos susceptible a la virosis lo ocupó el Hawk y el tercer lugar lo compartieron los materiales Solimar y Sunny.

Entonces si las tasas de incremento de la virosis en los materiales genéticos de tomate evaluados bajo el sistema de manejo sin plástico coextruido negro plateado, es decir sin un manejo o control de las poblaciones de mosca blanca, aumenta, entonces esta la resistencia natural de las plantas a la virosis que se debe considerar como tal, para lo cual el material de tomate EF52 es el más resistente a la virosis o sea el menos susceptible.

Por otro lado, los materiales Hawk, Solimar y Sunny presentaron similares poblaciones de mosca blanca en cada uno de los muestreos realizados (Inciso 7.1.2, Figura 7.2); sin embargo la tasa de crecimiento del acolchamiento de la hoja de tomate fue menor en el material Hawk (0.0830); por lo tanto si se tienen poblaciones similares de mosca blanca y menor incidencia de virosis, se puede concluir que el material es resistente a la virosis y se le coloca como segundo lugar a Hawk y en

tercer lugar como materiales menos susceptibles a la virosis a los materiales Solimar y Sunny. Hawk, con respecto a EF52 presentaron poblaciones similares de mosca blanca en los muestreos 2, 3 y 4, excepto en el primer muestreo en donde EF52 presentó una mosca blanca por planta y Hawk, el doble, sin embargo la tasa de crecimiento de la virosis fue relativamente menor en EF52 que en Hawk (0.0818 y 0.0830 respectivamente), por lo tanto el material menos susceptible a la virosis es el EF52.

#### **7.3.4 RELACIÓN POBLACIÓN MOSCA BLANCA-INCIDENCIA DE VIROSIS-MATERIAL GENÉTICO DE TOMATE**

De acuerdo a la discusión presentada en el inciso 7.3.3, se puede establecer que existe estrecha relación entre la cantidad de mosca blanca presente por planta y la incidencia de virosis; sin embargo esta relación está en función de dos aspectos:

1. La resistencia del material de tomate a la virosis.
2. El tiempo después del trasplante en que la mosca blanca se presenta y la cantidad presente.

Por ejemplo, en la presente evaluación, considerando los dos aspectos mencionados, el material Hawk es el que presenta mayor resistencia a la incidencia de virosis si se considera que la preferencia a éste material por parte de la mosca blanca es similar que los materiales Solimar y Sunny. Por otra parte el material EF52 es menos preferido por la mosca blanca; sin embargo éste material presenta una diferencia en el incremento de la virosis respecto a Hawk muy baja (0.0012). Es decir que el beneficio en presentar una menor tasa de crecimiento de la virosis en el material EF52 (0.0818), está en función de la cantidad de mosca blanca presente a través de su desarrollo fenológico y no en función de que éste material sea resistente a la virosis misma, aunque por ser una resistencia natural, sin factor alguno (tal como el plástico) que limite la presencia de mosca blanca se considera como el material de tomate bajo cualquier sistema de manejo menos susceptible a la virosis o sea el material más resistente.

#### 7.4 RENDIMIENTO DE TOMATE EN KG/HA

Los resultados del análisis de varianza respecto al rendimiento de fruto de tomate en kilogramos por hectárea se presentan en el Cuadro 7.3.

**Cuadro 7.3** Análisis de Varianza para la variable rendimiento de fruto de tomate en kilogramos por hectárea.

CAUSAS	G.L.	S.C.	C.M.	F	F0.5	F0.1
Bloques	3	9203589				
Manejo	1	2078181728	2078181728	3141.68521*	10.13	34.12
Error A	3	1984458.9	661486.3			
Parcelas Grandes	7	2089369776				
Variedades	4	221185557.7	55296389.4	118.850623*	2.78	4.22
Interacción	4	8171227.15	2042806.79	4.39068196*	2.78	4.22
Error B	24	11166229.6	465259.567			
Total	39	2329892790				

C.V.= 4.77971916

El Cuadro 7.3 presenta el resultado del análisis de varianza para la variable rendimiento en kg/ha de fruto de tomate. Muestra que se presentan diferencias significativas al cinco y al uno por ciento entre el uso del sistema de manejo con plástico coextruido negro/plateado y prescindir de su uso; también se presentan diferencias al mismo nivel de significancia entre las variedades dentro de un mismo sistema de manejo, y la interacción de los materiales entre la parcela grande y la parcela pequeña (Sistema de manejo y materiales genéticos de tomate). El experimento fue manejado aceptablemente pues se presentó una variación de el 4.78 por ciento.

Habiendo existido diferencia significativa para los factores A1 y A2, así como para su interacción, se procedió a realizar una prueba múltiple de medias para la interacción que se presenta en el Cuadro 7.4

**Cuadro 7.4** Prueba de Tukey para la interacción entre los factores A1 (Sistema de manejo) y A2 (Materiales genéticos de tomate)

TRAT.	COMBINACIÓN	DESCRIPCIÓN	RENDIMIENTO KG/HA	GRUPO TUKEY
1	A1B1	Con Plástico, material EF52	26,502.25	A
4	A1B4	Con plástico, material Hawk	20,903.75	B C
3	A1B3	Con plástico, material Solimar	20,677.25	C
2	A1B2	Con plástico, material Sunny	19,684.00	D
5	A1B5	Con plástico, material Milano	19,626.00	D
6	A2B1	Sin plástico, material EF52	11,059.75	E
9	A2B4	Sin plástico, material Hawk	6,674.25	F G
7	A2B2	Sin plástico, material Sunny	6,630.25	G
8	A2B3	Sin plástico, material Solimar	6,621.50	G
10	A2B5	Sin plástico, material Milano	4,228.00	H

De acuerdo a la prueba de Tukey (Cuadro 7.4), se aprecia que los mejores rendimientos de tomate, para cualquier material, se obtuvieron en el sistema de manejo de mosca blanca con plástico coextruido negro/plateado; al cultivar el tomate sin el uso de plástico coextruido negro/plateado, el rendimiento se reduce en promedio en 65 por ciento.

El material genético de tomate que ocupó el primer lugar en rendimiento fue el EF52 con plástico coextruido negro/plateado (Tratamiento 1), el segundo lugar lo ocuparon Hawk y Solimar con plástico coextruido negro/plateado (Tratamientos 4 y 3), y el último lugar lo ocupó el material genético Milano (Tratamiento 10) en el sistema de control sin uso de plástico coextruido negro/plateado. El material EF52 (Tratamientos 1 y 6) presentó el mayor rendimiento en ambos sistemas de manejo de mosca blanca, y el testigo Milano (Tratamientos 5 y 10), presentó el menor rendimiento en ambos sistemas de manejo.

Importante es considerar en estos rendimientos, que en los materiales genéticos de tomate en la parcela grande A2 (sin plástico coextruido negro/plateado), debido a la incidencia de virosis que afectó al 100 por ciento de las plantas, solo fue posible realizar 5 cortes de tomate, en tanto que en los materiales de tomate bajo el sistema de manejo de mosca blanca con plástico coextruido negro/plateado se realizaron durante la cosecha un total de 11 cortes.

## **7.5 ANALISIS ECONOMICO**

Se presenta un análisis económico con la tasa marginal de retorno para cada una de los materiales genéticos de tomate evaluados, con el propósito de poder elegir el tratamiento que presente los mejores beneficios netos.

### 7.5.1 ANALISIS DE DOMINANCIA

El Cuadro 7.5 presenta el análisis de dominancia de los tratamientos evaluados. Se descartaron los tratamientos A2B2, A2B3, A2B4 y A2B5 por generar beneficios netos negativos, lo que los hace dominados por definición.

**Cuadro 7.5 Resultado del análisis de dominancia para tratamientos evaluados.**

COMBINACION	MATERIAL	C. VARIABLE	B. NETO	DOMINANCIA
A2B1	EF52	Q 26,400.11	Q 2,355.24	ND
A1B1	EF52	Q 26,922.10	Q 91,807.98	ND
A1B5	MILANO	Q 27,286.37	Q 60,638.11	D
A1B2	SONNY	Q 27,376.93	Q 60,807.39	D
A1B3	SOLIMAR	Q 27,540.78	Q 65,093.30	D
A1B4	HAWK	Q 27,578.19	Q 66,070.61	D

Los únicos materiales que se utilizarán en el análisis marginal son los no dominados que corresponden al material de tomate EF52 bajo los dos sistemas de manejo de mosca blanca. Los materiales genéticos Milano, Sunny, Solimar y Hawk, aunque presentan mayores beneficios netos y positivos que el material EF52 sin cobertura plástica no se tomarán en cuenta en el análisis puesto que se necesita invertir más capital en costos variables que en el material EF52 con cobertura plástica y sin embargo se obtienen menores beneficios netos que en éste último (EF52).

### 7.5.2 TASA MARGINAL DE RETORNO

**Cuadro 7.6 Tasa Marginal de Retorno.**

El Cuadro 7.6 presenta los resultados de la tasa marginal de retorno.

COMBINACION	MATERIAL	C. VARIABLE	C. VAR. MARGINAL	B. NETO	B. NETO MARGINAL	T.M.R.	T.M.R.
A2B1	EF52	Q 26,400.11		Q 2,355.24			
A1B1	EF52	Q 26,922.10	Q 521.99	Q 91,807.98	Q 89,452.74	171.36	17,136.00

Se aprecia que si se desea emplear el material genético de tomate EF52 con sistema de manejo con plástico coextruido negro/plateado en lugar de el mismo material pero sin uso de cobertura plástica, por cada quetzal adicional que se invierta en costos variables, se recuperará ese quetzal y 171.36 quetzales de beneficio neto; dicho de otra manera, por cada Q.100.00 adicionales que se inviertan para poder emplear el material genético de tomate EF52 con cobertura plástica para control de la mosca blanca se obtendrán esos Q.100.00 más un beneficio neto de Q. 17,136.00.

Dado el gran margen de ganancia que se obtiene por cada Q. 100.00 adicionales invertidos el tomate EF52 con cobertura plástica en lugar del EF52 sin cobertura plástica, se recomienda desde el punto de vista económico utilizar la el material genético de tomate EF52 bajo el sistema de manejo con plástico coextruido negro/plateado y que además presenta menor susceptibilidad a la virosis respecto a los otros materiales de tomate evaluados.

### 7.5.3 RELACIÓN BENEFICIO COSTO Y RENTABILIDAD

La relación beneficio/costo y rentabilidad de cada uno de los 10 tratamientos evaluados se presenta en el Cuadro 7.7.

**Cuadro 7.7 Relación Beneficio/Costo y Rentabilidad para cada uno de los tratamientos de tomate evaluados bajo dos sistemas de manejo diferentes.**

COMBINACIÓN	MATERIAL	C. TOTALES	ING BRUTO	ING NETO	BENE/COSTO	REN. (%)
A1B1	EF52	Q 34,460.38	Q 118,730.08	Q 84,269.70	Q 3.45	244.54
A1B2	SONNY	Q 34,915.21	Q 88,184.32	Q 53,269.11	Q 2.53	152.57
A1B3	SOLIMAR	Q 35,079.06	Q 92,634.08	Q 57,555.02	Q 2.64	164.07
A1B4	HAWK	Q 35,116.47	Q 93,648.80	Q 58,532.33	Q 2.67	166.88
A1B5	MILANO	Q 34,824.65	Q 87,924.48	Q 53,099.83	Q 2.52	152.48
A2B1	EF52	Q 33,938.39	Q 28,755.35	Q (5,183.04)	Q 0.85	-15.27
A2B2	SONNY	Q 30,417.87	Q 17,238.65	Q (13,179.22)	Q 0.57	-43.33
A2B3	SOLIMAR	Q 30,412.92	Q 17,215.90	Q (13,197.02)	Q 0.57	-43.39
A2B4	HAWK	Q 30,425.30	Q 17,353.05	Q (13,072.25)	Q 0.57	-42.97
A2B5	MILANO	Q 29,659.23	Q 10,992.80	Q (18,666.43)	Q 0.37	-62.94

En el Cuadro 7.7 la relación beneficio/costo nos indica que los 5 materiales genéticos de tomate evaluados en el factor A2, sistema de manejo de la mosca blanca sin plástico coextruido producen rendimientos que generan pérdidas, por ejemplo para la combinación A2B1 (Sin cobertura plástica, material EF52, la relación beneficio/costo = 0.85 indica que por cada quetzal invertido en cultivar EF52 se tiene una pérdida de 15 centavos, es decir que no se recupera el quetzal invertido, sino al contrario éste quetzal no se recupera sino que se pierden quince centavos.

La rentabilidad presentada en el Cuadro 7.7 muestra que todos los materiales genéticos de tomate evaluados en el factor A1, sistema de manejo de la mosca blanca con plástico coextruido negro/plateado son rentables; el material más rentable es el EF52 (244.54 %) y el menos rentable es el Milano (152.48 %). En el material EF52 por cada 100 quetzales invertidos se obtienen Q.244.54 quetzales de ganancia.

## 8. CONCLUSIONES

1. Respecto al uso de los sistemas de manejo de mosca blanca, la población de mosca blanca se redujo significativamente en plantaciones de tomate que utilizan plástico coextruido negro/plateado como cobertura del suelo, manteniendo éste sistema, poblaciones durante todo el ciclo de cultivo iguales o menores a una mosca blanca por planta, adicionalmente el cultivo se mantuvo libre de mosca blanca durante los primeros 29 días después del trasplante.
2. En relación a la susceptibilidad de virosis en los materiales genéticos de tomate evaluados, se concluye que la tasa de crecimiento del acolchamiento de la hoja de tomate (virosis) más baja la obtuvo el material EF52 en ambos sistemas de manejo (con plástico 0.0410= y sin plástico= 0.0818), por lo tanto es el material menos susceptible a la virosis.
3. De los cinco materiales genéticos de tomate evaluados, estadísticamente el máximo rendimiento de fruto de tomate en kilogramos por hectárea lo presentó el material EF52 en el sistema de manejo con plástico coextruido negro/plateado, mostrando un rendimiento de 26,502.25 kilogramos por hectárea.
4. El material más rentable corresponde a la combinación A1B1, material genético de tomate EF52 con cobertura plástica al suelo, mostrando una rentabilidad del 244.54 por ciento.

## 9. RECOMENDACIONES

1. Con base a las conclusiones de la presente investigación, para obtener el máximo rendimiento de fruto de tomate por hectárea y la mejor rentabilidad en la región de Monjas, Jalapa, se recomienda utilizar el material genético de tomate EF52, empleando el sistema de manejo del complejo mosca blanca-geminivirus con plástico coextruido negro/plateado como cobertura del suelo.
2. Se recomienda realizar este mismo modelo de ensayo con iguales o nuevos materiales genéticos de tomate en diferentes zonas agrícolas del país para obtener recomendaciones específicas para cada zona productora de tomate del país.
3. Es necesario, considerando los volúmenes de plástico coextruido negro plateado que se utiliza para manejar por repelencia las poblaciones de mosca blanca, realizar un estudio del impacto que este ejerce sobre el ambiente.

## 10. BIBLIOGRAFIA

1. ACUÑA, W. 1993. Efecto de la infección de un geminivirus sobre el rendimiento del tomate (Lycopersicon esculentum L.) en diferentes estados de desarrollo de la planta. Tesis Mag. Sc. Costa Rica, Universidad de Costa Rica, Sede Universitaria Regional del Atlántico. 30 p.
2. ANDREWS, K.L; QUEZADA, R.J. 1989. Manejo integrado de las plagas insectiles en la agricultura, estado actual y futuro. Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 623 p.
3. ANZOLA, D.; LASTRA, R. 1985. Whiteflies population and its impact on the incidence of tomato yellow virus in Venezuela. *Phytopath.* (Ven.) 112:363-366.
4. ASGROW SEED COMPANY. 1984. Reportaliza Asgrow: Tomates. Kalamazoo, Michigan, EE.UU s.p.
5. ASOCIACIÓN DE INVESTIGACIÓN Y ESTUDIOS SOCIALES. 1991. Monografía ambiental región sur-oriente. Guatemala. s.p.
6. BERLINGER, M.J.; DAIHAN, R. 1987. Breeding for resistance to virus transmission by whiteflies in tomatoes. *Insect Sel. Applic.* (Israel) 8(4-6): p 783-84.
7. BLANCO, J. HILGE, L. 1995. Efecto de coberturas al suelo sobre la abundancia de Bemisia tabaci y la incidencia de virosis en tomate. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE, Escuela de Post-Grado, Manejo Integrado de Plagas. p 1-10.
8. CARDONA, D. 1981. Estudio agrosocioeconómico del valle de Monjas, Jalapa. Tesis Tec. Fitotecnista, Guatemala, Universidad Rafael Landívar, Instituto de Ciencias Ambientales y Tecnología Agrícola. p. 8-10.
9. CASTILLO GALINDO, M.A. 1994. Evaluación agroeconómica de ocho materiales genéticos de tomate (Lycopersicon esculentum Miller) bajo dos sistemas de manejo, y su tolerancia al virus del acolchamiento de la hoja, en Bárcena, Villa Nueva, Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 75 p.
10. CAUSAS, CONSECUENCIAS y manejo del acolchamiento en tomate. 1992. In Seminario Taller Sobre Mosca Blanca (1., 1992, Guatemala). Memoria. Editores Víctor Salguero, Danilo Dardon, Richard Fisher. Guatemala, MIP/ICTA/CATIE. 40 p.

11. CIMMYT. (Mex.) 1988. La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: un manual metodológico de evaluación económica. México, D.F. p. 29.
12. CRUZ, J.R. De La. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 22 p.
13. EDMOND, J.B. et. al. 1985. Principios de horticultura. Trad. por Federico Garza. México, Continental. 575 p.
14. GUATEMALA. INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL. 1972. Atlas nacional de Guatemala. Guatemala. s.p.
15. GUATEMALA. INSTITUTO NACIONAL DE SISMOLOGÍA, VULCANOLOGÍA, METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA. 1990. Hojas de archivo de los registros climatológicos de las estaciones meteorológicas en la región sur-oriente.  
  
Sin publicar.
16. GUATEMALA. INSTITUTO NACIONAL FORESTAL, 1983. Mapa de zonas de vida. Guatemala. Escala 1: 600,000. Color.
17. HARRISON, B.D. 1985. Advances in geminivirus research. Ann Rev. Phytopathology. (EE.UU.) 23:55-82.
18. KAY, R.D. 1986. Administración agrícola y ganadera, planeación, control e implementación. México., D.F., CECOSA. p. 38-204.
19. KING, J. B.; SCHUSTER, D.J.; PRICE, J.F. 1990. Mulches, crop destruction and trap crops. In. Sweetpotato whitefly - mediated vegetable disorders in Florida. Proceedings of a workshop held at the TREC (I., 1990, EE.UU). Workshop. Editado por: R. K. Yokomi, K. R. Narayannan y D.J. Schuster. EE.UU, University of Florida, Homestead, p. 57-60.
20. LASTRA, R. 1993. Los geminivirus, un grupo de fitovirus con características especiales. In: Las moscas blancas (homóptera: aleyrodidae) en América Central y El Caribe. Ed. Por L. Ililge; O. Arbolada. Turrialba, Costa Rica, CATIE. Serie técnica. Informe Técnico no. 205. p. 16-19

21. LEAL, N.; LASTRA, R. 1984. Altered metabolism of tomato plants infected with tomato yellow mosaic. *Physiological Plant Pathol.* (EE.UU.) 24:1-7.
22. MEJIA, 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. 52 p.  
  
Sin publicar.
23. MENDEZ SANTIZO, B. 1984. Tecnología adecuada de riego por surcos para el cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum*) en la unidad de riego Laguna El Hoyo, Monjas, Jalapa. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 39 p.
24. SALAZAR, J.R. 1994. Efecto de coberturas del suelo sobre poblaciones de mosca blanca y acolochamiento en tomate In: Manejo Integrado de Plagas en Tomate; Fase III: 1993-1994. Ed. Por Danilo y Víctor Salguero. Guatemala, Proyecto MIP-ICTA-CATIE-ARF. p. 17-45
25. SIMMONS, C.H. S.; TARANO, J.M.; PINTO, J.H. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Trad. por Pedro Tirano Sulsona. Guatemala, José de Pineda Ibarra. p. 331-361.
26. STANLEY, J. 1985. The molecular biology of geminiviruses. *Advances in Virus Research.* (EE.UU.) 30:139-177.
27. VILLEDA RAMÍREZ, J.D. 1993. El cultivo del tomate. Guatemala, Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación. p. 147.



vo. B°.

Myriam De la Roca

## II. APÉNDICE

**Cuadro 1A. Rendimiento de tomate obtenido en cada unidad experimental<sup>1</sup>**

MANEJO	VARIEDAD	BLOQUE					Xij	Xijmed
		I	II	III	IV			
SIN PLASTICO	EF52	11980	11279	9997	10983	44239	1957089121	11059.75
	SUNNY	7250	6893	6351	6027	26521	703363441	6630.25
	SOLIMAR	6700	7425	6236	6125	26486	701508196	6621.5
	HAWK	7323	6998	6420	6356	27097	734247409	6774.25
	TESTIGO	4585	4027	4322	3978	16912	260015744	4228
PAR GRANDE X.I.K		37836	36622	33326	33469			
		1431714244	1341170884	1110622276	1120173961	5003681365		
CON PLASTICO	EF52	26981	28212	24198	26618	106009	11237908081	26502.25
	SUNNY	20321	19411	18729	20275	78736	6199357696	1968.4
	SOLIMAR	21222	19857	20343	21287	82709	6840778651	20677.25
	HAWK	20930	22037	19385	21263	83915	6991468225	20903.75
	TESTIGO	20853	19319	19363	18909	78504	6162878016	19626
PAR GRANDE X.I.K		110307	108836	102018	108412			
		12187634249	1.1445E+10	1.0408E+10	1.1753E+10	46173743213		
SUM BLOQUES X.I.K		148145	145458	135344	141381	570028		

**Cuadro 2A. Costos Variables**

COMBINACION	MATERIAL	COSTOS VARIABLES								
		SEMILLA	PLASTICO	FITOSANIDAD	TRANSPORTE	JORNALER	TOT.C.V.	IMPRESITO 3% C.V.	ADMINISTRACION	TOT. C.V.
A1B1	EF52	Q 4,190.50	Q 3,961.14	Q 8,127.58	Q 3,975.50	Q 4,220.00	Q 24,474.64	Q 1,223.73	Q 1,223.73	Q 26,922.10
A1B2	SUNNY	Q 1,854.38	Q 3,961.14	Q 12,100.00	Q 2,962.60	Q 4,220.00	Q 24,408.12	Q 1,244.41	Q 1,244.41	Q 27,378.93
A1B3	SOLIMAR	Q 1,654.38	Q 3,961.14	Q 12,100.00	Q 3,191.35	Q 4,220.00	Q 25,037.07	Q 1,251.85	Q 1,251.85	Q 27,540.76
A1B4	HAWK	Q 1,654.38	Q 3,961.14	Q 12,100.00	Q 3,135.94	Q 4,220.00	Q 25,071.04	Q 1,253.55	Q 1,253.55	Q 27,578.15
A1B5	MILANO	Q 1,325.00	Q 3,961.14	Q 12,355.75	Q 2,943.90	Q 4,220.00	Q 24,805.79	Q 1,240.29	Q 1,240.29	Q 27,286.37
A2B1	EF52	Q 4,190.50	Q -	Q 14,230.75	Q 1,658.85	Q 3,820.00	Q 24,000.10	Q 1,200.01	Q 1,200.01	Q 26,400.11
A2B2	SUNNY	Q 1,854.38	Q -	Q 14,230.75	Q 994.50	Q 3,820.00	Q 20,799.63	Q 1,039.98	Q 1,039.98	Q 22,879.59
A2B3	SOLIMAR	Q 1,654.38	Q -	Q 14,230.75	Q 990.00	Q 3,820.00	Q 20,795.13	Q 1,039.76	Q 1,039.76	Q 22,874.64
A2B4	HAWK	Q 1,654.38	Q -	Q 14,230.75	Q 1,091.25	Q 3,820.00	Q 20,806.38	Q 1,040.32	Q 1,040.32	Q 22,887.02
A2B5	MILANO	Q 1,325.00	Q -	Q 14,230.75	Q 634.20	Q 3,820.00	Q 20,109.95	Q 1,005.50	Q 1,005.50	Q 22,120.95

**Cuadro 3A. Costos Fijos**

COMBINACION	MATERIAL	COSTOS FIJOS					
		NUTRICION	MECANIZACIO	TUTOREADO	SEMILLERO	RIEGO	TOT. C.F.
A1B1	EF52	Q 3,052.43	Q 350.00	Q 2,200.00	Q 1,455.85	Q 480.00	Q 7,538.28
A1B2	SUNNY	Q 3,052.43	Q 350.00	Q 2,200.00	Q 1,455.85	Q 480.00	Q 7,538.28
A1B3	SOLIMAR	Q 3,052.43	Q 350.00	Q 2,200.00	Q 1,455.85	Q 480.00	Q 7,538.28
A1B4	HAWK	Q 3,052.43	Q 350.00	Q 2,200.00	Q 1,455.85	Q 480.00	Q 7,538.28
A1B5	MILANO	Q 3,052.43	Q 350.00	Q 2,200.00	Q 1,455.85	Q 480.00	Q 7,538.28
A2B1	EF52	Q 3,052.43	Q 350.00	Q 2,200.00	Q 1,455.85	Q 480.00	Q 7,538.28
A2B2	SUNNY	Q 3,052.43	Q 350.00	Q 2,200.00	Q 1,455.85	Q 480.00	Q 7,538.28
A2B3	SOLIMAR	Q 3,052.43	Q 350.00	Q 2,200.00	Q 1,455.85	Q 480.00	Q 7,538.28
A2B4	HAWK	Q 3,052.43	Q 350.00	Q 2,200.00	Q 1,455.85	Q 480.00	Q 7,538.28
A2B5	MILANO	Q 3,052.43	Q 350.00	Q 2,200.00	Q 1,455.85	Q 480.00	Q 7,538.28

**Cuadro 4AA. Costos Totales**

COMBINACION	MATERIAL	C.VARIABLES	C.FIJOS	C.TOTALES
A1B1	EF52	26922.104	7538.28	34460.384
A1B2	SUNNY	27376.932	7538.28	34915.212
A1B3	SOLIMAR	27540.777	7538.28	35079.057
A1B4	HAWK	27578.188	7538.28	35116.468
A1B5	MILANO	27286.369	7538.28	34824.649
A2B1	EF52	26400.11	7538.28	33938.39
A2B2	SUNNY	22879.593	7538.28	30417.873
A2B3	SOLIMAR	22874.643	7538.28	30412.923
A2B4	HAWK	22887.018	7538.28	30425.298
A2B5	MILANO	22120.945	7538.28	29659.225

**Cuadro 5A. Ingresos Brutos**

COMBINACION	MATERIAL	RENDIMIENTO DE TOMATE KG/HA			BENEFICIO BRUTO EN Q.		
		RENDIMIENTO	COMERCIAL	RECHAZO	COMERCIAL	RECHAZO	ING BRUTO
A1B1	EF52	26502.25	23056.9575	3445.2925	Q 115,284.79	Q 3,445.29	Q 118,730.08
A1B2	SUNNY	19684	17125.08	2558.92	Q 85,625.40	Q 2,558.92	Q 88,184.32
A1B3	SOLIMAR	20677.25	17989.2075	2688.0425	Q 89,946.04	Q 2,688.04	Q 92,634.08
A1B4	HAWK	20903.75	18186.2625	2717.4875	Q 90,931.31	Q 2,717.49	Q 93,648.80
A1B5	MILANO	19626	17074.62	2551.38	Q 85,373.10	Q 2,551.38	Q 87,924.48
A2B	EF52	11059.75	4423.9	6635.85	Q 22,119.50	Q 6,635.85	Q 28,755.35
A2B2	SUNNY	6630.25	2652.1	3978.15	Q 13,260.50	Q 3,978.15	Q 17,238.65
A2B3	SOLIMAR	6621.5	2648.6	3972.9	Q 13,243.00	Q 3,972.90	Q 17,215.90
A2B4	HAWK	6674.25	2669.7	4004.55	Q 13,348.50	Q 4,004.55	Q 17,353.05
A2B5	MILANO	4228	1691.2	2536.8	Q 8,456.00	Q 2,536.80	Q 10,992.80

Tomate Comercial: Q. 5.00/Kg

Tomate Rechazo: Q. 1.00/Kg

Cuadro 6A  
INCIDENCIA DE VIROSIS CON PLÁSTICO

DDT	EF52			HAWK			SOLMAR			SUNNY			MILANO		
	% virosis	100%-X	LN (X/100-X)	% virosis	100%-X	LN (X/100-X)	% virosis	100%-X	LN (X/100-X)	% virosis	100%-X	LN (X/100-X)	% virosis	100%-X	LN (X/100-X)
15	0	100	-4.605170183	0	100	-4.605170183	0	100	-4.605170183	0	100	-4.605170183	0	100	-4.605170183
30	0	100	-4.605170186	3.0	96.99	-3.47222731	3.25	96.75	-3.39347524	3.3	96.7	-3.39347524	4.5	95.5	-3.35020227
45	2.25	97.75	-3.771483983	5.25	94.75	-2.39207377	6.4	93.6	-2.56273309	6.35	93.65	-2.56273309	10.3	89.7	-2.513255
60	5.56	94.44	-2.75622452	10.25	89.75	-2.1879434	11.33	88.67	-2.05746754	11.93	88.07	-1.98907572	14.37	85.63	-1.7685522

Cuadro 7A  
INCIDENCIA DE VIROSIS SIN PLÁSTICO

DDT	EF52			HAWK			SOLMAR			SUNNY			MILANO		
	% virosis	100%-X	LN (X/100-X)	% virosis	100%-X	LN (X/100-X)	% virosis	100%-X	LN (X/100-X)	% virosis	100%-X	LN (X/100-X)	% virosis	100%-X	LN (X/100-X)
15	16	84	-1.734601055	27.15	72.85	-0.38702549	31.51	68.49	-0.77632279	23.36	76.64	-0.7950343	35.27	64.73	-0.56101092
30	45.25	54.75	-0.196574939	52.37	47.63	0.09487109	50.47	49.53	0.4252875	53.28	46.72	0.32805353	73.27	26.73	1.2779463
45	31.55	68.45	1.465237089	90.16	9.84	2.27613078	93.22	6.78	2.62093319	91.43	8.57	2.38730592	97.43	2.57	3.592422
60	100	0	1.3047221	100	0	2.15538	100	0	2.81161	100	0	2.58922339	100	0	4.36



FACULTAD DE AGRONOMIA  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES  
AGRONOMICAS

LA TESIS TITULADA: "EVALUACION DE 5 MATERIALES COMERCIALES DE TOMATE (Lycopersicon  
esculentum Miller) BAJO DOS SISTEMAS DE MANEJO DEL COMPLEJO  
MOSCA BLANCA-GEMINIVIRUS, EN EL VALLE DE MONJAS, JALAPA"


DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE: GERBERT SPENCER QUIÑONEZ FUENTES


CARNET No: 8415421

HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES: Lic. Luis Rafael Gutiérrez Prado  
Ing. Agr. Gustavo A. Alvarez Valenzuela  
Ing. Agr. José Humberto Calderón Díaz  
Ing. Agr. Jorge Omar Samyoa Juárez

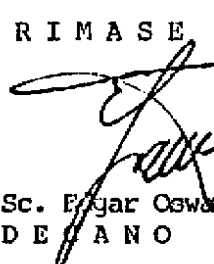
El Asesor y las Autoridades de la Facultad de Agronomía, hacen constar que ha cumplido con las normas Universitarias y Reglamentos de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.


Ing. Agr. Edil René Rodríguez Quezada  
A S E S O R

  
Dr. Ariel Abderramán Ortiz López  
DIRECTOR DEL IIA



I M P R I M A S E

  
Ing. Agr. M.Sc. Edgar Oswaldo Franco Rivera  
D E C A N O



cc:Control Académico  
IIA.  
Archivo  
AO/prr.

APARTADO POSTAL 1545 § 01001 GUATEMALA, C.A.  
TEL/FAX (502) 476-9794

e-mail: iiusac.edu.gt § <http://www.usac.edu.gt/facultades/agronomia.htm>