

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

**“EVALUACION AGRONOMICA Y TOLERANCIA A GEMINIVIRUS EN DOCE
MATERIALES GENETICOS DE TOMATE (*Lycopersicon esculentum* Mill.),
PRODUCIDOS BAJO DOS TIPOS DE SEMILLERO, EN EL VALLE DE SAN
MIGUEL CHICAJ, BAJA VERAPAZ”**

**PRESENTADA A AL HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE
AGRONOMIA**

**POR
HENRY LOSSENDY LEONARDO VASQUEZ**

**En el acto de investidura como
INGENIERO AGRONOMO**

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

GUATEMALA, NOVIEMBRE DEL 2,000

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

Ing. Agr. EFRAIN MEDINA GUERRA

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO	Ing. Agr.	EDGAR OSWALDO FRANCO RIVERA
VOCAL PRIMERO	Ing. Agr.	WALTER ESTUARDO GARCIA TELLO
VOCAL SEGUNDO	Ing. Agr.	WILLIAM ROBERTO ESCOBAR LOPEZ
VOCAL TERCERO	Ing. Agr.	ALEJANDRO ARNOLDO HERNANDEZ
VOCAL CUARTO	Prof.	JACOBO BOLVITO RAMOS
VOCAL QUINTO	Br.	JOSE BALDOMERO SANDOVAL ARRIAZA
SECRETARIO	Ing. Agr.	EDIL RENE RODRIGUEZ QUEZADA

Guatemala, noviembre del 2,000

HONORABLE JUNTA DIRECTIVA
Honorable Tribunal Examinador
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala

Señores Representantes:

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

“EVALUACION AGRONOMICA Y TOLERANCIA A GEMINIVIRUS EN DOCE MATERIALES GENETICOS DE TOMATE (Lycopersicon esculentum Mill.), PRODUCIDOS BAJO DOS TIPOS DE SEMILLERO, EN EL VALLE DE SAN MIGUEL CHICAJ, BAJA VERAPAZ.”

Como requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado.

Esperando que el presente trabajo de investigación llene los requisitos necesarios para su aprobación, me es grato presentarles mi agradecimiento por la atención a la presente.

Atentamente


Henry Lossendy Leonardo Vásquez

INDICE GENERAL

	CONTENIDO	No. de Página
1.	INTRODUCCION	01
2.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	03
3.	MARCO TEORICO	04
3.1	Marco Conceptual	04
3.1.1	Origen y Distribución del Tomate	04
3.1.2	Clasificación Taxonómica del Tomate	04
3.1.3	Descripción Botánica del Tomate (<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill.)	04
3.1.4	Condiciones Ecológicas para el Cultivo de Tomate	05
3.1.5	Generalidades sobre Mosca Blanca (<i>Bemisia tabaci</i> Gennadius)	05
3.1.5.1	Clasificación Taxonómica de <i>Bemisia tabaci</i> Gennadius	05
3.1.5.2	Ciclo de Vida, Apariencia y Hábitos	05
3.1.5.3	Reproducción	06
3.1.5.4	Hábitos Migratorios	06
3.1.6	Los Geminivirus	06
3.1.6.1	Características	06
3.1.6.2	Transmisión	08
3.1.6.3	Efecto de la Infección Causada por Geminivirus	08
3.1.6.4	Susceptibilidad de la Planta	08
3.1.7	Resistencia Genética de las Plantas	09
3.1.7.1	Tipos de Resistencia	09
3.1.8	Fitomejoramiento como medio de Control	10
3.1.8.1	Fuentes de Resistencia	10
3.1.8.2	Genética de la resistencia y métodos de mejoramiento	10
3.1.8.3	Cultivares mejorados disponibles	11
3.1.8.4	Antecedentes en busca de Resistencia Genética a geminivirus para el cultivo de tomate en Centro América y Cuba	11
3.2	Marco Referencial	13
3.2.1	Ubicación Geográfica	13
3.2.2	Condiciones Climáticas	13
3.2.3	Relieve	13
3.2.4	Suelos	13
3.2.5	Aguas del Subsuelo	13
3.2.6	Aguas del Río	13
3.2.7	Actividades Productivas	13
3.2.8	Geminivirus y especies de mosca blanca encontradas en algunas regiones de Guatemala	14
3.2.9	Características de los Materiales promisorios	16
4	OBJETIVOS	17
4.1	Objetivo General	17
4.2	Objetivos Específicos	17
5	HIPOTESIS	18

CONTENIDO

		No. de Página
6	METODOLOGIA	19
6.1	Selección del Area de Estudio	19
6.2	Materiales a Evaluar	19
6.3	Factores a Evaluar	19
6.4	Diseño de Tratamientos y Diseño Experimental	19
6.5	Supuestos	20
6.6	Manejo del Cultivo	20
6.6.1	Preparación del Semillero	20
6.6.2	Preparación del Terreno	20
6.6.3	Trasplante	21
6.6.4	Distanciamiento	21
6.6.5	Riego	21
6.6.6	Control de Malezas	21
6.6.7	Control de Plagas y Enfermedades	21
6.6.8	Fertilización	21
6.7	Tamaño del Experimento	22
6.8	Variables de Respuesta	22
6.9	Toma de Datos	22
6.10	Análisis de la Información	23
7.	RESULTADOS Y DISCUSION	25
7.1	Rendimiento en Fresco	25
7.2	Proporción de Plantas con Virus	27
7.3	Población de Mosca Blanca	30
7.4	Porcentaje de Supervivencia al Trasplante	32
7.5	Peso de Fruto	34
7.6	Días a Floración, Días a Cosecha, y Duración de la Cosecha	36
8.	CONCLUSIONES	37
9.	RECOMENDACIONES	38
10.	BIBLIOGRAFIA	39
11.	APENDICE	42

INDICE DE CUADROS

No. Orden	CONTENIDO	No. de Página
1	Herencia de la resistencia a geminivirus en Tomate	10
2	Cultivares con resistencia a geminivirus	11
3	Localidades, sintomatología del acolochamiento y geminivirus identificados en muestras foliares recolectadas en cinco departamentos de Guatemala, en abril de 1992.	14
4	Localidades muestreadas, altitud y especies de mosca blanca identificadas en estado adulto e inmaduro en Guatemala	15
5	Características de los materiales promisorios	16
6	Resumen del Análisis de Varianza para la Variable Rendimiento en Fresco (kg/ha)	25
7	Análisis de Diferencia Mínima Significativa para las interacciones entre los factores, Material y Tipo de Semillero, para la variable Rendimiento (kg/ha)	26
8	Ecuación del análisis de Regresión de la Proporción de Plantas con Virus para los diferentes materiales evaluados	28
9	Resumen del Análisis de Varianza para la Variable Porcentaje de Supervivencia al Trasplante	32
10	Análisis de Diferencia Mínima Significativa para las interacciones entre los factores, Material y Tipo de Semillero, para la variable Porcentaje de Supervivencia al Trasplante	33
11	Resumen del Análisis de Varianza para la Variable Peso de Fruto (gr)	34
12	Análisis de Diferencia Mínima Significativa para las interacciones entre los factores, Material y Tipo de Semillero, para la variable Peso de Fruto (gr)	35
13	Días a Floración, Días a Cosecha y Duración de la Cosecha de los Materiales en Días Después del Trasplante	36

INDICE DE FIGURAS

No. Orden	CONTENIDO	No. de Página
1	Representación esquemática de los mapas genómicos de geminivirus genéricos bipartitos	07
2	Regresión Lineal de la Proporción de Plantas Viróticas del Material APT 671 producido bajo el tipo de semillero Pilon.	29
3	Regresión Lineal de la Proporción de Plantas Viróticas del Material APT 671 producido bajo el tipo de semillero Tradicional.	29
4	Población de Mosca Blanca para los materiales APT 671, Elios, Mingo y APT 676 producidos bajo el tipo de semillero Pilon	31
5	Población de Mosca Blanca para los materiales APT 671, Elios, Mingo y APT 676 producidos bajo el tipo de semillero Tradicional	31

"EVALUACION AGRONOMICA Y TOLERANCIA A GEMINIVIRUS EN DOCE MATERIALES GENETICOS DE TOMATE (Lycopersicon esculentum Mill.), PRODUCIDOS BAJO DOS TIPOS DE SEMILLERO, EN EL VALLE DE SAN MIGUEL CHICAJ, BAJA VERAPAZ"

"AGRONOMIC EVALUATION AND GEMINIVIRUS TOLERANCE IN TWELVE GENETIC MATERIALS OF TOMATO (Lycopersicon esculentum Mill.), PRODUCED UNDER TWO TYPES OF SEED BEDS, IN THE SAN MIGUEL VALLEY, CHICAJ, BAJA VERAPAZ"

RESUMEN

En el Valle de San Miguel Chicaj, Baja Verapaz, el cultivo de tomate es predominante, en la época de verano, en las áreas bajo riego.

La rentabilidad del cultivo se ve disminuida debido a la alta infestación de mosca blanca, y por consecuencia a la alta incidencia y severidad de los geminivirus.

El control de mosca blanca, eleva los costos de producción, y el ataque de virus reduce significativamente los rendimientos, hasta en un 100%.

Con la presente investigación, se determinó la tolerancia a geminivirus y las características agronómicas de 12 materiales genéticos de tomate, producidos bajo dos tipos de semillero.

La investigación se realizó en la época crítica de infestación de mosca blanca y virósis, en un campo donde se ha cultivado por varios años tomate, en San Miguel Chicaj, Baja Verapaz.

Las variables de respuesta que se tomaron en cuenta son rendimiento (kg/ha), peso de fruto (gr), porcentaje de sobrevivencia al trasplante, proporción de plantas con virus, adultos de mosca blanca y características como días a floración, días a cosecha y duración de la cosecha en días después del trasplante.

Del análisis de los resultados se obtiene que para la variable rendimiento, el material identificado como APT 671 fue el que mostró mayor rendimiento. Bajo el sistema de pilón produjo 34175.0 kg/ha y bajo el sistema de semillero 25300.0 kg/ha. Le sigue en segundo lugar en rendimiento el material Elios bajo el sistema de pilón con una producción de 27912.5 kg/ha y de 20152.5 kg/ha en el sistema de semillero. El material menos rendidor fue APT 665 el cual en el sistema de pilón produjo 22845.0 kg/ha y en el sistema de semillero produjo 16225.0 kg/ha.

La proporción de plantas con virus se incrementó a través del tiempo. A los 16 días después del trasplante no fue notoria la presencia de virus. A los 24 días después del trasplante, se hizo notoria la presencia de virus en todos los materiales en una proporción de 0.25 (25%) de las plantas, a los 32 días la presencia de virus fue en el 50% (0.5 de proporción) de las plantas; a los 40 días la proporción de plantas con virus estuvo alrededor de 0.75 (75%); a los 48 días después del trasplante la proporción de plantas con virus fue de 0.87 (87%) en todos los materiales y a los 56 días después del trasplante, todas las plantas estaban infectadas con virus. La población de mosca blanca fue similar en número en todos los materiales y en semillero tradicional y semillero pilón.

Con relación a la sobrevivencia al trasplante, los materiales APT 266, Andino, Centurion, y Elios, producidos bajo el tipo de semillero pilón, son estadísticamente iguales y tienen el más alto porcentaje de sobrevivencia al trasplante, alrededor de 99%, le siguen los demás materiales producidos bajo pilón, por lo que se deduce que la producción de plántulas bajo pilón nos garantiza un porcentaje más alto de sobrevivencia al trasplante que las plántulas producidas bajo semillero tradicional.

El material APT 671, tanto en sistema de pilón como en sistema de semillero mostró en mayor peso de fruto, con valores alrededor de 90 gr por fruto. El menor peso se obtuvo en el material APT 266, tanto en semillero como en pilón, con valores de 60 gr en ambos casos.

Los días a floración para los diferentes materiales evaluados oscilaron entre los 15 y 26 días después de trasplante, y son independientes al tipo de semillero. La cosecha para los diferentes materiales evaluados fue a los 64 días después del trasplante, independientemente del material y del tipo de semillero; la duración de la cosecha para los diferentes materiales evaluados fue de 40 días, independientemente de tipo de semillero y el material.

Se recomienda entonces evaluar de manera semi comercial, el material APT 671 (Tara de Asgrow), puesto que posee mejores características, principalmente en rendimiento y peso de fruto, en relación a Cannery row y Elios que son los materiales más utilizados en la región.

Utilizar para el trasplante plántulas de pilón, pues bajo este tipo de semillero, se obtienen mayor rendimiento y mayor porcentaje de sobrevivencia al trasplante.

1. INTRODUCCION

En el valle de San Miguel Chicaj, el cultivo de tomate, predomina en la época de verano, convirtiéndose en una fuente de empleo y de desarrollo de los productores.

Sin embargo, según Orozco (18), los rendimientos son bajos (19,500 kg/ha), y tomando en cuenta la alta inversión que los agricultores efectúan (Q 30,000.00/ha), actualmente este cultivo tiene una rentabilidad baja, convirtiéndose en una inversión de riesgo, que depende de los precios fluctuantes del mercado.

La rentabilidad del cultivo de tomate es reducida considerablemente por el ataque de plagas y enfermedades. Dentro de estas, la mosca blanca una de las más importantes.

Según Rosset, citado por Lastra (13), la mosca blanca se ha convertido en los últimos años (1984-1992), en una de las principales plagas de tomate bajo riego en Centro América, principalmente por la transmisión del virus del acolochamiento.

El acolochamiento del tomate, se ha constituido en el principal problema de los productores de la región, con una incidencia del 100% de las áreas cultivadas. Por lo cual se hace necesario la implementación de un plan de manejo integrado.

Se han efectuado varios trabajos respecto al combate de la mosca blanca, como lo es el empleo de trampas (etológico), la evaluación de insecticidas (químico), y la resistencia de materiales genéticos que se utilizan en el medio (Dubon *et al.* (7)). Sin embargo el problema de la mosca blanca ha persistido.

La utilización del control químico eleva los costos de producción y la mosca blanca genera posible resistencia a los insecticidas.

La investigación realizó la evaluación de la tolerancia a geminivirus de material genético promisorio y la evaluación de las características agronómicas de interés para el agricultor. La evaluación de la tolerancia se basa en la incidencia de síntomas de geminivirus y en el rendimiento (kg/ha) de los materiales a evaluar; las características agronómicas que son de interés para el agricultor, días a la floración, peso de frutos, días a la cosecha y duración de la cosecha.

Además se evaluó el efecto de dos tipos de semillero, asociados al material genético, para el control de mosca blanca, a manera de comprobar las ventajas en cuanto a rendimiento de los dos sistemas en estudio los cuales son el semillero tradicional y la utilización de pilón.

Del material genético evaluado, ocho fueron materiales genéticos que no han sido evaluados en el país; tres de los materiales han sido introducidos pero no han sido evaluados en la región, y se incluye la variedad Cannery row, por el hecho de ser la variedad que más se siembra en la región.

Se pretendió, a través de esta investigación, ofrecer a los agricultores un material genético de tomate que responda a sus expectativas de producción. Es decir que tenga tolerancia a geminivirus y las características agronómicas deseables.

Además, con el sistema de semillero se pretende crear la mejor combinación de material genético-sistema de semillero, para poder así mejorar la producción de tomate en la región.

La investigación se realizó en la época más crítica del problema de geminivirus, en los meses de febrero a agosto de 1998, en el valle de San Miguel Chicaj, Baja Verapaz.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Según Dubon *et al.* (7), los daños ocasionados por el virus del acoloramiento, transmitido por la mosca blanca afectan severamente el rendimiento del cultivo del tomate. Lo que ha convertido a la mosca blanca en los últimos años, según Rosset, citado por Lastra (13), en una de las principales plagas de tomate.

En el valle de San Miguel Chicaj, la siembra de variedades susceptibles, y la severa infestación de la mosca blanca (*Bemisia tabaci*), han tenido como consecuencia una utilización intensa de insecticidas como control.

La incidencia de geminivirus, en las áreas de tomate de San Miguel Chicaj es de 100% y en una plantación la incidencia va desde un 3 a un 100%.

El control químico utilizado por los agricultores, tiene como consecuencia un elevado costo de producción (Q 30,000.00/ha), el apareamiento de poblaciones resistentes a los plaguicidas y el surgimiento de nuevos brotes y nuevas plagas al eliminar los enemigos naturales.

3. MARCO TEORICO

3.1 Marco Conceptual

3.1.1 Origen y Distribución del Tomate

Rick 1978 (20), indica que todas las formas cultivadas de tomate derivan de la especie *Lycopersicon esculentum*. Como suele suceder con las plantas cultivadas, los orígenes y los primeros pasos de su domesticación permanecen bastante oscuros. Sin embargo, se puede tener cierta seguridad sobre tres aspectos: - Primero, el tomate cultivado se originó en el Nuevo Mundo.- Segundo, el tomate alcanzó un avanzado estado de domesticación antes de ser conocido en Europa.- Tercero, el antecesor más directo, el tomatillo (*Lycopersicon esculentum* var. *cerasiforme*) es espontáneo en toda América tropical y sub-tropical y se ha extendido a lo largo de los trópicos del Viejo Mundo.

Las investigaciones, proponen que México podría ser el centro de domesticación del tomate cultivado. Además se afirma que el ancestro más inmediato del tomate es el tomatillo, el que se encuentra distribuido en la diversidad de climas en nuestro país y resaltan la diversidad existente en las especies silvestres del género *Lycopersicon*.

El tomate como cultivo se ha distribuido en todo el mundo, especialmente en áreas subtropicales. León J, 1968 (14).

3.1.2 Clasificación Taxonómica del Tomate

Basados en la clasificación de Cronquist (5), la clasificación taxonómica para el tomate es la siguiente

REINO	Vegetal
SUB-REINO	Embryobionta
DIVISION	Magnoliophyta
CLASE	Magnoliopsidae
SUB-CLASE	Asteridae
ORDEN	Solanales
FAMILIA	Solanaceae
GENERO	<i>Lycopersicon</i>
ESPECIE	<i>Lycopersicon esculentum</i> Miller

3.1.3 Descripción Botánica del Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.)

García B.H. (9), describe al tomate como una planta herbácea anual o perenne; hojas compuestas, alternas, 1-bipinnatisecta, pinnas pubescentes, simuosdentada; ápice obtuso o agudo, segmentos dentados, 4-6 cm de largo, 1.8-3 cm de ancho, raquis de 7 cm de largo, inflorescencia en cimas grandes, flores pequeñas con corola amarilla, 6-8 lóbulos, pedicelo articulado; fruto baya carnosa muy variable,

especialmente en cuanto a forma y tamaño; frecuentemente la epidermis es amarilla rojiza, 12-13 cm de diámetro.

3.1.4 Condiciones Ecológicas para el Cultivo de Tomate

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

3.1.5 Generalidades Sobre Mosca Blanca (*Bemisia tabaci*)

3.1.5.1 Clasificación Taxonómica de *Bemisia tabaci* (24).

Phylum	Arthropoda
Sub-phylum	Uriramia
Clase	Insecta
Subclase	Pterigota
Orden	Homóptera
Suborden	Sternorrhyncha
Super-Familia	Aleyrodoidae
Familia	Aleyrodidae
Sub-Familia	Aleyrodinae
Género	<i>Bemisia</i>
Especie	<i>Bemisia tabaci</i> Gennadius

3.1.5.2 Ciclo de Vida, Apariencia y Hábitos

La hembra de este insecto deposita alrededor de 100 huevecillos diminutos adheridos, por un tallo corto al envés de las hojas, a menudo formando un círculo. La hembra inserta el estilete para alimentarse y gira para ovipositar. Luego de 4-12 días de incubación eclosionan las ninfas que se mueven en el envés de las hojas, para evitar la luz fuerte, insertando pronto sus estiletes para succionar la savia y no sacan el estilete hasta que sale el adulto. Luego se mudan, perdiendo sus patas en el proceso y quedando con la apariencia de diminutos cuerpos ovals, aplanados, adheridos al envés de las hojas y con un fleco marginal de filamentos cortos, cerosos, y blancos. Después de tres mudas, emergen los adultos (24).

Hasta entonces las ninfas han pasado por cuatro estadios, más o menos durante cuatro semanas. Los adultos viven durante 30-40 días.

Las moscas blancas presentan metamorfosis incompleta, pasando por las etapas de huevo, ninfa y adulto, sin embargo; existen modificaciones a este esquema (24).

3.1.5.3 Reproducción

La reproducción de las moscas blancas puede ser sexual o por partenogénesis. Cuando es sexual es decir, con la participación de macho y hembra, la prole va a ser también de machos y hembras. En forma facultativa existe la posibilidad de que haya partenogénesis, es decir, la producción de nuevos individuos sin la necesidad de que la hembra sea fecundada por el macho; en el caso de *Bemisia tabaci* se producen únicamente machos (arrenotoquia) según Byrne y Bellows, 1991, citado por Salguero (24). Este tipo de reproducción tiene influencia en la facilidad con que muchos insectos desarrollan resistencia a insecticidas o desarrollan nuevos biotipos, Salguero (17).

En *B. tabaci*, la cópula se lleva a cabo durante los primeros meses de verano, entre 1 y 8 horas después de la emergencia de la pupa. Durante los meses finales del verano la cópula se lleva a cabo durante los siguientes tres días después de la eclosión. Los adultos copulan varias veces y su longevidad es de 8 semanas para machos y 11 para hembras. Durante el invierno éstos permanecen inactivos en el envés de las hojas y solo cuando las temperaturas ascienden se vuelven activos. Esta especie presenta de 11 a 12 generaciones al año (24).

3.1.5.4 Hábitos Migratorios

En *B. tabaci* los adultos dejan su habitat natural como una respuesta al deterioro de su hospedante y la dirección del vuelo es primeramente dictada por el viento, según Gerling y Horowitz (24). Se ha reportado que tienden a emigrar a campos de cultivo recién sembrados. En Guatemala se encontraron mayores poblaciones de *B. tabaci* en tomate en las áreas por donde penetra el viento, Salguero (24).

3.1.6 Los Geminivirus

3.1.6.1 Características

El descubrimiento de los geminivirus fue muy importante en la virología, debido a las características particulares de este grupo de virus. Todos los virus de plantas conocidos estaban caracterizados, morfológicamente, por poseer partículas isoméricas o alargadas, conteniendo una cadena sencilla de ARN. Por tanto, la existencia de partículas casi isoméricas formando parejas (de allí su nombre Géminis que significa gemelo) es un caso excepcional, hasta ahora no se conocen representantes de este grupo de virus que también representan una diferencia fundamental, ya que corresponden al ADN de cadena sencilla, con forma circular. Químicamente, las partículas virales corresponden en el 80% a una proteína cuyo peso molecular varía entre 27000 y 32000 daltons, según el geminivirus 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 2265 a 3200 nucleótidos, según el geminivirus, Stanley, 1985 (13). Tanto las características morfológicas como las químicas, tan especiales, ameritaron que a los geminivirus se les considerara como un nuevo grupo de virus. En cuanto a su actividad, los geminivirus 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, Lastra y Gil, 1980 citados por Lastra (13).

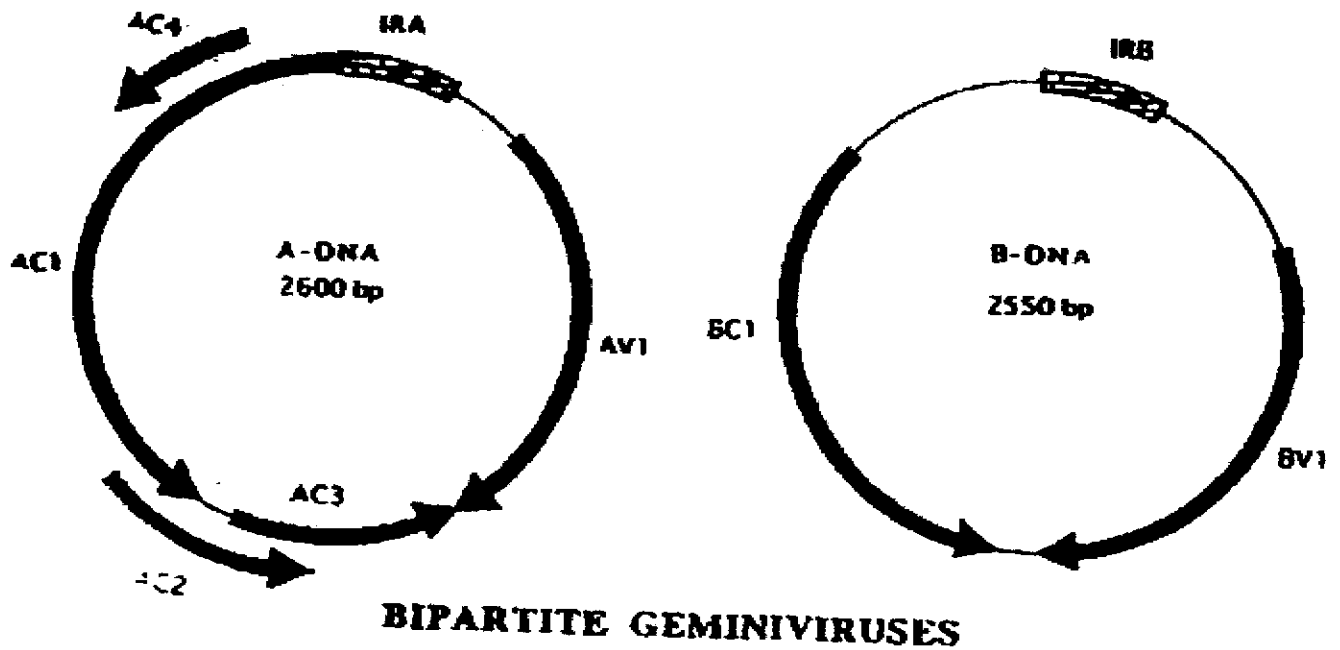


Fig. 1 Representación esquemática de los mapas genómicos de geminivirus genéricos bipartitos. IR región intergénica (conocida también como región común), V Abertura de la transferencia de armadura del ramal del viron, C Abertura de transferencia en el ramal complementario, AV₁ Capa de proteína, AV₂ Movimiento putativo, AC₁ Proteínas asociadas a la replicación AC₂ Transactivación de AV₁ y BV₁ en geminivirus bipartitos, AC₃ Eficiencia de la replicación, BV₁ Transporte nuclear, BC₁ Movimiento célula a célula. Tomado de Polston, *et al.* (19).

3.1.6.2 Transmisión

Según Lastra (13), la mosca blanca se alimenta del floema de las plantas de donde extrae los aminoácidos y carbohidratos necesarios para su supervivencia. Esta forma de alimentación especializada hace que estos insectos sean muy eficaces para adquirir y transmitir los virus que están asociados con los tejidos vasculares de las plantas, como es el caso de los geminivirus. La relación de *B. tabaci* con los geminivirus es del tipo persistente-curativo, con 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 éstas 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 un papel en la transmisión del virus, desde el punto de vista epidemiológico. En cambio, los adultos son vectores muy eficientes de los geminivirus. El adulto 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 latencia, 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 (Uzcátegui y Lastra 1977 (13)). Es importante señalar que los geminivirus no se pueden transmitir transováricamente es decir de la madre a su prole. La transmisión mecánica ha sido lograda para unos pocos geminivirus, pero con bastante dificultad y en 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. En el tomate, la mosca blanca no es capaz de transmitir ninguno de los otros virus que conforman los complejos virales presentes en el campo

3.1.6.3 Efecto de la Infección causada por Geminivirus

En la infección causada por geminivirus, se presentan dos tipos básicos de síntomas. El primero corresponde a un amarillamiento general de la planta afectada, al que se suma 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 tabaco, Lastra (13).

En el tomate los síntomas observados recientemente, son:

Amarillamiento en todas las plantas del campo de cultivo, enanismo completo de las plantas y enrollamiento de las hojas especialmente las apicales, se ven muy pocos frutos, tiernos y mal desarrollados.

3.1.6.4 Susceptibilidad de la Planta

En el caso del tomate y de los geminivirus que afectan 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, así como otras especies afines, tales como *Lycopersicon pimpinellifolium* y *Nicotiana spp.*, Lastra (8). 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 no 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 siete semanas después de su germinación, moderadamente en la 8ª. y 9ª. semanas y apenas levemente después de la 9ª. semana de desarrollo (Anzola y Lastra, citados por Lastra (13)).

3.1.7 Resistencia Genética de las Plantas

Según Saborio (22), en la región centroamericana el complejo mosca blanca-virus afecta seriamente los niveles de productividad y calidad del tomate, frijol, cucurbitáceas, chile dulce y picante, entre otras. Las características de la mosca blanca, incluyendo su alta capacidad de transmisión de virus fitopatógenos del tipo geminivirus, obligan a un enfoque del problema bajo una perspectiva muy amplia, donde el componente resistencia genética ha mostrado que puede ser la alternativa más efectiva.

3.1.7.1 Tipos de Resistencia

Según Russel, 1978, en términos generales, podemos diferenciar los siguientes tipos de resistencia a virus (22).

a. Inmunidad

En este caso existe una total ausencia de interacción entre la planta y el virus y por lo tanto no hay infección posible.

b. Resistencia a la infección

Es la tendencia de una planta a no infectarse ante la presencia de un virus, lo cual ayuda a disminuir significativamente la tasa de desarrollo de una enfermedad en el campo.

c. Resistencia a la diseminación

En este caso el virus permanece localizado en la planta y existe muy poca o ninguna diseminación a través del tejido hospedero. Ejemplo de esto son los mecanismos de hipersensibilidad y se manifiesta generalmente en virus transmitidos mecánicamente a través de células epidermales y parece no ser efectivo contra virus inyectados al floema, tal es el caso de los geminivirus.

d. Resistencia a la Multiplicación

En este caso el virus puede infectar la planta pero no se multiplica, o al menos no lo hace tan rápidamente como lo haría en plantas susceptibles. Este mecanismo es similar a la inhibición a la diseminación en infecciones sistémicas y en algunos casos ambos mecanismos podrían actuar juntos. Factores que estén relacionados con la resistencia en la liberación de la partícula viral podrían explicar el fenómeno y su utilización puede dar resultados valiosos al fitomejorador. La cuantificación de los niveles de resistencia podría ser hecha en base a la medición de la concentración del virus en las plantas hospederas.

e. Tolerancia

Se define como la habilidad de una planta para soportar la infección por el virus sin disminución significativa en los rendimientos. En este tipo de resistencia la concentración del virus no es necesariamente

reducida, podría considerarse como un factor negativo en términos de inóculo primario para plantas susceptibles.

3.1.8 Fitomejoramiento como medio de Control

Los trabajos de fitomejoramiento para resistencia se iniciaron hace aproximadamente 2 décadas en el caso del tomate, el número de cultivares a la fecha es relativamente reducido. Además, es notoria la ausencia de trabajos en este sentido en la región centroamericana, con la excepción de algunos trabajos desarrollados en Costa Rica. Esto no difiere del panorama de otros cultivos hortícolas en la región, en donde el mejoramiento genético ha sido una de las disciplinas a las que se les ha dado menor atención (22).

3.1.8.1 Fuentes de resistencia

Según, Mazyed *et al.*, 1982, en tomate los trabajos de investigación alrededor del mundo han detectado diferentes fuentes de resistencia al tomato yellow leaf curl virus (TYLCV) provenientes de diversas especies silvestres, dado que los cultivares comerciales de tomate no poseían el carácter resistencia, Saborio (22).

En Egipto se han utilizado las especies *L. peruvianum*, *L. cheesmanii*, *L. hirsutum*, y *L. pimpinellifolium*. En Israel las líneas de mejoramiento del Instituto Volcani han utilizado *L. Peruvianum* (Pyłowsky y Cohen, 1990 (22)). En la Universidad Hebrea de Jerusalén la especie *L. chilense* ha demostrado el grado de resistencia más alto (Zakay *et al.* 1991) no obstante se han detectado diferentes niveles de resistencia en accesiones de *L. pimpinellifolium*, *L. cheesmanii*, y *L. hirsutum* (Kasrawi *et al.* 1988 (22)). En Francia se ha conducido un programa de mejoramiento desde 1974 incluyendo diversas localidades de la región Mediterránea donde se han utilizado las especies *L. pimpinellifolium*, *L. cheesmanii*, *L. peruvianum* y *L. Hirsutum* (Laterrot, 1991 (21)). En Costa Rica se ha informado de posible resistencia en especies silvestres tales como *L. pimpinellifolium* y *L. esculentum* var. *Cerasiforme*, Saborio *et al.* (22).

3.1.8.2 Genética de la resistencia y métodos de mejoramiento

El cuadro 1. Resume la información disponible con relación a la herencia de la resistencia a geminivirus en tomate. De acuerdo a la información presentada, en la mayoría de los casos la resistencia es conferida por genes mayores, lo cual justifica el uso del método de retrocruzamiento, que a su vez facilita el manejo de poblaciones de plantas autógamias. Estos métodos han sido combinados con intercruzas y selección recurrente con selección en familias avanzadas en los casos de herencia de tipo cuantitativa.

Cuadro 1. Herencia de la resistencia a geminivirus en Tomate.

ESPECIE	HERENCIA	REFERENCIA
<i>L. pimpinellifolium</i>	Monogénica	LATERROT, 1990
	1 Gen Dominante	KASRAWI, 1988
	1 Gen Inc. Dominante	GREEN, 1986
<i>L. peruvianum</i>	Poligénica Recesiva	PILOWSKY Y COHEN, 1990
<i>L. chilense</i>	1 Gen Dominante	CZOSNEK, 1994
<i>L. cheesmanii</i>	Recesiva	HASSAN et al, 1984
<i>L. hirtutum</i>	Dominante y Oligogénica	HASSAN et al, 1984

Fuente Saborio 1994 (22)

Czosnek *et al.*, afirma que en tomate el mejoramiento se ha basado en la hibridación interespecífica entre la especie cultivada y silvestre, con posterior retrocruzamiento para el tomate cultivado. La selección en poblaciones segregantes se ha realizado por diferentes metodologías, en donde la infestación natural a nivel de campo (exposición del hospedero al vector) ha sido ampliamente utilizada, no obstante otros métodos que favorecen el uso de poblaciones numerosas en espacios reducidos también han resultado eficientes, tal el caso de la agroinoculación, Saborio (22).

Los criterios de selección más utilizados en las diferentes especies en que se ha trabajado han sido principalmente los síntomas expresados por la planta y el análisis del ADN viral, aspecto éste último de gran utilidad para inferir sobre el tipo de resistencia que ofrece el hospedero, Saborio (22).

3.1.8.3 Cultivares mejorados disponibles

El cuadro 2 resume la información relacionada con la disponibilidad de germoplasma mejorado. Obsérvese que en tomate la disponibilidad de cultivares obedece a los esfuerzos realizados en otras latitudes y principalmente buscando resistencia al "tomato yellow leaf curl virus" (TYLCV), no obstante los virus reportados en América Central se han identificado como "mosaico amarillo del tomate" (MAT) (Rosset *et al.* 1990), en el cual aparentemente existen diferencias genéticas entre aislamientos dentro de la región (sin considerar la reciente identificación del TYLCV en República Dominicana) o los geminivirus reportados en México: "pepper mild tigre" (PMTV), "Serrano golden mosaic" (SGMV) y "chino del tomate" (CdTV) (Green y Kim, 1991). Pese a esto, observaciones de campo sugieren que la resistencia desarrollada en cultivares de tomate para TYLCV podría funcionar para los geminivirus de la región, lo cual podría indicar similitud a nivel de capa proteica de los mismos o en los mecanismos de resistencia de las fuentes hacia los geminivirus como tales, Saborio 1994 (22).

Cuadro 2. Cultivares con resistencia geminivirus

ESPECIE	CULTIVAR	ORIGEN
TOMATE	TY-20, TY-70, TY-71	VOLCANI, ISRAEL
	FIONA, JACKAL	S & G., HOLANDA
	BB 234, BB 235	B.B., USA
	BIG STRIKE	G. S., FRANCIA
	TOP 21	CLAUSE, FRANCIA
	SARIA	P.S., USA
	TY-KING, TY-DAL, TY-GOLD, TY-COON, TY-MOOR	R.S., HOLANDA

Fuente Saborio 1994 (22)

3.1.8.4 Antecedentes en busca de Resistencia Genética a geminivirus para el cultivo del tomate, en Centro América y Cuba

Según, González 1994 (10) en Cuba, se realizó el estudio de "Nivel de resistencia de variedades comerciales, híbridas y silvestres de tomate (*Lycopersicon esculentum* Wild) ante el virus del encrespamiento amarillo de las hojas del tomate en cuba.", se evaluaron variedades comerciales, híbridas y silvestres. En casa de cristal se emplearon 20 plantas de cada especie, las que fueron sembradas en macetas y colocadas en cubículos en la fase de 2-3 hojas, donde ya existía un foco de moscas blancas *B. Tabaci* Gennadius vector del virus, así como plantas de tomates infectadas con el geminivirus. En condiciones de producción el

estudio se realizó en momentos de alta incidencia de la virosis y con una cantidad promedio de moscas blancas de 20-30 individuos por planta.

Los resultados obtenidos se destacan variedades comerciales con comportamiento susceptible a muy susceptible como Campbell-28, Flora del y Manalucie.

Otras presentaron carácter parcialmente resistente con síntomas de mosaico verde oscuro, como Nova 1, Rosal, Así como Ligona 8/6/M2, la que fue obtenida por el método de mezcla de polen entre variedades cubanas y francesas.

Por otra parte TY-20 y *L. hirsutum* var. *glabratum* (L-B 6013), se comportaron altamente resistentes. Se concluye que las variedades se comportan de forma diferente, González (10).

En Costa Rica, se estudió "La Respuesta a la infección por geminivirus de líneas de tomate (*Lycopersicon* sp.) en condiciones de campo", se inició la búsqueda de fuentes de resistencia en 10 líneas de tomates silvestres, 7 líneas experimentales producto de cruza dentro del género *L. esculentum* y 23 líneas comerciales de diferente región. Ninguna de las 14 líneas provenientes de cruza interespecíficas resultó ser homogéneamente resistente al geminivirus presente en Costa Rica y más bien ocho de ellas fueron homogéneamente susceptibles a la virosis. Las líneas que tienen como fuente de resistencia *L. pimpinellifolium* y *L. peruvianum* fueron en las que se encontraron mayor cantidad de plantas sin síntomas del virus, lo que podría indicar que estas especies silvestres son fuentes potenciales de resistencia a nuestro geminivirus. En dos de las seis líneas silvestres se seleccionaron dos plantas como resistentes al virus en las líneas 701 y 702 provenientes de Guatemala y una planta de dos introducciones de la especie *L. pimpinellifolium*. De las 23 líneas comerciales, solamente en Romano Rojo y Maker se identificaron una y seis plantas con síntomas leves de virosis, Bolaños (1).

En Guatemala se han realizado varios estudios respecto a la evaluación de materiales genéticos principalmente se han referido a las variedades comerciales del mercado de semillas de tomate, estos estudios se han realizado por medio de ICTA y CATIE.

La Facultad de Agronomía, ha realizado varios estudios dentro de los cuales destacan: "Evaluación Agronómica de Materiales Genéticos de Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) y Tomatillo (*Lycopersicon esculentum* var. *cerasiforme*), bajo las condiciones ecológicas de aldea Sosi, Cuilco; Huehuetenango", (8) y "Evaluación Agroecológica de 8 Materiales Genéticos de Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) Bajo Dos Sistemas de Manejo, y su Tolerancia al Virus del Acolochamiento de la Hoja, en Bárcenas, Villa Nueva" (4).

En estos dos trabajos los materiales genéticos evaluados no presentaron tolerancia al virus de acolochamiento del tomate, se efectuaron muestreos de incidencia y Número de adultos, y se evaluó el rendimiento de las mismas.

3.2 MARCO REFERENCIAL

3.2.1 Ubicación Geográfica

El valle de San Miguel Chicaj, se encuentra ubicado en 15° 06' 12" Latitud Norte y 90° 16' 00". (18). Se encuentra a 940 m.s.n.m. aproximadamente, tiene una extensión de 300 Km².

3.2.2 Condiciones Climáticas

Está ubicado en la zona de vida del Monte Espinoso Subtropical (me-s), la cual se caracteriza por días claros y una escasa precipitación. Generalmente durante los meses de junio a septiembre, con una precipitación media anual de 700 mm. La biotemperatura se estima en 22°C. La relación de Evapotranspiración Potencial es alrededor de 2.5 mm., Orozco (18).

3.2.3 Relieve

El valle tiene un relieve plano a ondulado

3.2.4 Suelos

Alto porcentaje de saturación de bases (>75%), y un pH con tendencia a la alcalinidad baja, deficientes de fósforo y materia orgánica.

3.2.5 Aguas del Subsuelo

Presentan altas concentraciones de sales, dentro de la clasificación C₃S₁

3.2.6 Aguas del Río

De buena calidad C₁S₁ (18).

3.2.7 Actividades Productivas:

Las principales actividades productivas corresponden a la agricultura y a los tejidos.

Los principales cultivos son maíz (55%), frijol (25%), tomate (12%), y maní (7%).

El impacto económico social que tienen estos cultivos es de agricultura de subsistencia.

Las limitantes son el riego, la asesoría técnica, y la baja capacidad económica.

Los medios de producción son la tierra que es menor de 1 ha y la mano de obra.

La tecnología empleada es la siguiente: el 18% de los agricultores utilizan riego, el 17% utilizan tecnología mejorada, el 74% utiliza fertilizantes, el 70% utiliza pesticidas y el 5% se preocupa por la conservación.

Los rendimientos son bajos.

La comercialización de los productos se lleva a cabo 35% en el mercado local, 58% en el mercado departamental y el 7 % en el mercado capitalino (18).

3.2.8 Geminivirus y especies de mosca blanca encontradas en algunas regiones de Guatemala

CUADRO 3 Localidades, sintomatología del acolochamiento y geminivirus identificados en muestras foliares recolectadas en cinco departamentos de Guatemala, en abril de 1992.

LOCALIDAD	DEPARTAMENTO	SINTOMAS DE LA PLANTA (En el Follaje)	VIRUS
ICTA, El Oasis	Zacapa	Mosaico amarillo-enrollamiento	Mezcla-SLCV
ICTA, El Oasis	Zacapa	Mosaico amarillo-arrugado de hojas	Mezcla-SLCV-CdTv
ICTA, El Oasis	Zacapa	Enrollamiento-rugosidad-enanismo	Mezcla-SLCV-CdTv
ICTA, El Oasis	Zacapa	Acolochamiento-hojas pequeñas-enrollado al revés	Mezcla-SLCV-CdTv
ICTA, El Oasis	Zacapa	Amarillamiento-mosaico cálico	Mezcla-SLCV-CdTv
ICTA, El Oasis	Zacapa	Acolochamiento	Mezcla-SLCV-CdTv
Monjas	Jalapa	No describieron síntomas	Mezcla-SLCV
Monjas	Jalapa	No describieron síntomas	Mezcla-SLCV
La Campana, Monjas	Jalapa	No describieron síntomas	Mezcla-SLCV
Laguna de Retana	Jutiapa	No describieron síntomas	Mezcla-SLCV-CdTv
Jutiapa	Jutiapa	No describieron síntomas	SLCV-CdTv
Laguna de Retana	Jutiapa	No describieron síntomas	SLCV-CdTv
Laguna de Retana	Jutiapa	No describieron síntomas	Mezcla-SLCV
El Progreso	Jutiapa	No describieron síntomas	Mezcla-SLCV
La Alameda	Chimaltenango	Enanismo-mosaico	Mezcla-SLCV
Chimaltenango	Chimaltenango	Acolochamiento	Mezcla-SLCV-CdTv
S López	Chimaltenango	Rugosidad	Mezcla-SLCV-CdTv
La Alameda	Chimaltenango	Acolochamiento	Mezcla-SLCV-CdTv

Fuente: Dubon *et al.* (7).

SLCV = Virus del enrollamiento del ayote

CdTv = Virus Chino del Tomate

Mezcla= Mezcla de 9 Geminivirus.

CUADRO 4. Localidades muestreadas, altitud y especies de mosca blanca identificadas en estado adulto e inmaduro en Guatemala.

LOCALIDAD	MUNICIPIO	ALTITUD (msnm)	ESPECIES
Chiquimula			
Los planes	Sn Juan La Ermita	666	<i>Bemisia tabaci</i> G.
Vado Hondo	Chiquimula	485	<i>Bemisia tabaci</i> G.
Zacapa			
San Jorge	San Jorge	230	<i>Bemisia tabaci</i> G.
Río Chiquito	Uzumatlan	364	<i>Bemisia tabaci</i> G.
Baja Verapaz			
Los Pinos	Salamá	970	<i>Bemisia tabaci</i> G.
ICTA	San Jerónimo	1091	<i>Bemisia tabaci</i> G.
El Progreso			
El Conacaste	Sanarate	924	<i>Bemisia tabaci</i> G.
Jalapa			<i>Trialeurodes abutilonea</i> *
Mojarras	Monjas	900	<i>Bemisia tabaci</i> G.
La Campana	Monjas	900	<i>Bemisia tabaci</i> G.
Jutiapa			
Laguna de Retana	El Progreso	1121	<i>Bemisia tabaci</i> G.
Girones	Asunción Mita	606	<i>Bemisia tabaci</i> G.
Sacatepequez			
Frente a Granja Pio Lindo	Sta. María Cauqué	2030	<i>Trialeurodes vaporariorum</i> *
Chimaltenango			
El Tejar	El Tejar	1841	<i>Bemisia tabaci</i> G.
Guatemala			
Boca del Monte	Villa Canales	1818	<i>Bemisia tabaci</i> G.
Bárcenas	Villa Nueva	1485	<i>Bemisia tabaci</i> G.
Escuintla			
Las Flores	Guanagazapa	106	<i>Bemisia tabaci</i> G.

* Especie encontrada solo en estado adulto

Fuente: Dubon *et al.* (7).

3.2.9 Características de los Materiales Promisorios

CUADRO 5. Características de los materiales promisorios

CULTIVAR	ALTURA DE LA PLANTA (cm)	COLOR DEL FOLLAJE	No. DE RACIMOS	No. DE FRUTOS POR RACIMO	TIPO DE FRUTO
APT 671	90	Verde oscuro	116	4	Pera
APT 676	76	Verde oscuro	90	5	Pera
APT 391	75	Verde claro	69	4	Ciruella-bloque
APT 266	95	Verde claro	63	4	Ciruella
APT 270	105	Verde oscuro	88	4	Ciruella-bloque
APT 665	68	Verde oscuro	85	4	Pera-Ciruella
APT 268	85	Verde oscuro	82	3	Ciruella-bloque

4. OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GENERAL

- 4.1.1 Evaluar las características agronómicas y tolerancia a geminivirus de 12 materiales genéticos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.), y el efecto de dos tipos de semillero en su rendimiento.

4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- 4.2.1 Comparar el rendimiento de cada uno de los materiales genéticos a evaluar, bajo las condiciones normales de manejo de cultivo de la región.
- 4.2.2 Estimar la tolerancia a geminivirus de los materiales genéticos bajo las condiciones normales de manejo de cultivo de la región.
- 4.2.3 Determinar el efecto de los tipos de semillero y su interacción con los materiales, en porcentaje de sobrevivencia y en el rendimiento.
- 4.2.4 Evaluar algunas características agronómicas de los materiales genéticos en estudio, como lo son días a floración, días a cosecha, duración de la cosecha y peso de frutos.

5. HIPOTESIS

5. HIPOTESIS

- 5.1 **Al menos uno de los materiales promisorios tendrá una mejor tolerancia a geminivirus que la variedad predominante en la región (Cannery row).**
- 5.2 **Al menos uno de los materiales promisorios tendrá mejores características agronómicas que la variedad predominante en la región (Cannery row).**
- 5.3 **Al menos uno de los materiales promisorios tendrá un mejor rendimiento (kg/ha) que la variedad predominante (Cannery row).**
- 5.4 **Al menos uno de los dos tipos de semillero tendrá un efecto considerable en el rendimiento y sobrevivencia del material genético en estudio.**

6. METODOLOGIA

6.1 Selección del Area de Estudio

La selección del área de estudio, se efectuó con el criterio de que haya sido cultivada, durante varios años con tomate.

6.2 Materiales a Evaluar

Los materiales a evaluar corresponden a 9 materiales experimentales, y algunos materiales comerciales, como lo son la variedad Cannery, y los híbridos Mingo y Elios, todos estos materiales corresponden al tipo de consumo pasta.

6.3 Factores a Evaluar

Se hizo una evaluación de los siguientes factores:

Factor A. Tipos de Semillero

Factor B. 12 Materiales Genéticos

6.4 Diseño de Tratamientos y Diseño Experimental

Para estudiar de una forma conjunta el comportamiento de los 12 materiales genéticos bajo los dos tipos de semillero, se efectuó un diseño de bloques al azar bifactorial con arreglo combinatorio, el modelo estadístico se presenta a continuación:

a. Hipótesis

Ho 1: $V_i A_i = A_i''$

Ho 2: $V_j B_j = B_j''$

Ho 3: No existe interacción entre los dos factores

Ha 1: $V_i A_i \neq A_i''$

Ha 2: $V_j B_j \neq B_j''$

Ha 3: Existe interacción entre los dos factores

b. Nivel de significancia 0.05

c. Análisis de Varianza

Modelo Estadístico

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + A_{ij} + R_l + E_{ijl}$$

$i = 1, 2.$

$$J = 1, 2, \dots, 12.$$

Y_{ijk} = Observación en el ij -ésima unidad experimental

U = Efecto de la media General

A_i = Efecto de i -ésimo Sistema de Semillero.

B_j = Efecto del j -ésimo material genético

A_{ij} = Efecto de la interacción entre el i -ésimo método de propagación y el j -ésimo material genético.

R_l = Efecto del l -ésimo bloque

E_{ijl} = Error experimental asociado a la ijl -ésima unidad experimental

6.5 Supuestos

E_{ijl} NID $(0, \alpha)$

6.6 Manejo del cultivo

Como uno de los objetivos de la presente investigación se planteó realizar la selección del material genético en base a las condiciones normales de cultivo de la región, por lo tanto se incluyó en el manejo del cultivo la aplicación de productos para combatir la mosca blanca

Por lo cual el manejo de cultivo se hizo de la siguiente manera:

6.6.1 Preparación del Semillero

Se mulló la tierra y se hizo una mezcla con tierra blanca, arena y estiércol.

Se aplicó 0.45 kg de Ridomil 5 GR (Metalaxyl) 2 días antes de la siembra

Se efectuó un rastrillado y nivelado del semillero

La semilla se trató con el insecticida Gaucho 70 WS (Imidacloprid)

6.6.2 Preparación del Terreno

Un mes antes del trasplante se efectuó un arado a 40 cm de profundidad, seguido de 2 pasos de rastra.

6.6.3 Trasplante

Se realizó a los 25 días después de la siembra para el caso del semillero tradicional y 30 días para el caso del Pilón

6.6.4 Distanciamiento

Se utilizó el distanciamiento común en la región, el cual es de 0.35 X 0.9 m (31,777 plantas/ha).

6.6.5 Riego

Durante el semillero se efectuaron 2 riegos, uno por la mañana y otro por la tarde, en el caso del pilón se efectuó lo mismo. El riego se suprimió 3 días antes de ser trasplantadas las plantas.

Se efectuó un riego profundo al campo un día antes del trasplante.

Durante la etapa de desarrollo y fructificación se aplicó el riego a un intervalo de 4 días o cuando era necesario.

6.6.6 Control de Malezas

Durante el cultivo se efectuaron 3 limpiezas

6.6.7 Control de Plagas y Enfermedades

Se efectuaron aplicaciones desde la emergencia de las plantas con los siguientes insecticidas: Confidor (Imidacloprid), Ambush 10 EC (Permetrina), Tamaron (Metamidofos), Thiodan (Endosulfan), Evisect (Neurotoxina), Vydate L (Oxamyl). Fungicidas: Trimiltox Forte (Organo Policúprico-Mancozeb), Antracol 70 WP (Propineb), Ridomil (Metalaxyl), Mancozeb, Banrot (Metil Thioallophanato). Agrimicin 16.5 WP (Estreptomycin y oxitetraciclina) que es un bactericida.

Estas aplicaciones se efectuaron conforme el control de las plagas y enfermedades, y se efectuó una rotación de los productos.

6.6.8 Fertilización

Foliales: Bayfolan (9-7-5), CaBo y Raizal (12-45-12).

Al pie de la planta: Blauckorn (12-12-17) y Potasio (13-0-46) en polvo.

Al suelo

-1ª. Aplicación (3 DDT)

227 kg de gallinaza + 136 kg de 15-15-15 + 91 kg de Urea

-2ª. Aplicación (22 DDT)

68 kg de 15-15-15 + 136 kg de Nitrato de Calcio

-3ª. Aplicación (66 DDT)

136 kg de Nitrato de Potasio (13-0-46)

6.7 El tamaño del experimento

No. de Tratamientos	24
No. de Repeticiones	04
No. de Unidades Experimentales	96
Area Bruta de la Unidad Experimental	12 m ²
No. de Plantas por Unidad Experimental	35
Area Neta por Unidad Experimental	2.55 m ²
No. de Plantas por Area Neta	08
Area Bruta del Experimento	1440 m ²

6.8 Variables de Respuesta

Se evaluó el rendimiento en fresco en kg/ha, peso de frutos/ha, días a la floración, días a la cosecha, días de duración de la cosecha y proporción de plantas viróticas (acolocadas), número de adultos de mosca blanca, porcentaje de sobrevivencia al trasplante.

6.9 Toma de datos

a. Rendimiento en fresco

Se tomaron con respecto a la parcela neta, cuando el fruto este apto para el corte, o sea con una madurez aceptable, los datos se acumularon.

b. Peso de Frutos

Se tomó con respecto a la parcela neta, al igual que los datos para la variable de rendimiento en fresco.

c. Días a la floración

Se tomaron en la parcela neta, y se efectuaron cuando se tenía el 50% de las plantas en antésis, y se tomó en cuenta los días desde el trasplante.

d. Días a la cosecha

Fue el tiempo transcurrido desde el trasplante hasta el primer corte.

e. Duración de la cosecha

Fue el tiempo transcurrido entre el primero y el último de los cortes.

f. Proporción de Plantas con Virus

Se tomó en la parcela neta y se calculó en base a la fórmula siguiente:

$$\text{PPCV} = \frac{\text{Número de plantas con virus}}{\text{Número de plantas en la parcela neta}}$$

Además se cuantificó a la hora del muestreo el número de adultos, para cada unidad experimental, se tomaron 10 folíolos del área neta.

Los muestreos para el número de plantas con síntomas de virus y el número de adultos se efectuaron a intervalos de 8 días a partir del transplante.

Para la determinación del tipo de virus que infectó la plantación y la identificación del vector mosca blanca, se tomó como base los estudios realizados por Dubón *et al.* (7), cuyos resultados aparecen en los cuadros 3 y 4.

g. Porcentaje de Supervivencia al Transplante

Se cuantificó a los 10 días después de transplantar, el número de plántulas que sobrevivieron al transplante.

6.10 Análisis de la Información

Con respecto a las variables, Porcentaje de supervivencia, Rendimiento(kg/ha), y Peso de Fruto (gr), se efectuó el análisis de varianza en el programa de estadístico SAS, con un nivel de significancia del 5 %, posteriormente se efectuó un análisis de Diferencia Mínima Significativa, para analizar las interacciones, en base a las medias de los tratamientos.

Para la variable de Proporción de plantas con virus se efectuó un análisis de la dinámica temporal de epidemias, a través del Modelo Epidemiológico Logístico, porque de los modelos existentes para este tipo de análisis fue al que más se ajustaron los datos según su R cuadrado y el Cuadrado Medio del Error.

Del análisis de regresión se obtiene la tasa de crecimiento de geminivirus para cada material evaluado, esto nos da un parámetro de medición para establecer conforme el tiempo del ciclo de cultivo el incremento del geminivirus en la población de las plantas.

Los datos se ajustaron al modelo lineal, por lo tanto se analizan a través de la fórmula de la ecuación $Y = b_0 + b_1x$; donde Y y X son las variables dependiente e independiente respectivamente, en este caso Y es la proporción de plantas viróticas, X el tiempo, b_0 el intercepto y b_1 la pendiente.

La tasa de incremento del virus se determina en base a la siguiente fórmula:

$$r = \frac{1}{t_2 - t_1} * (\text{Ln} (Y_2 / 1 - Y_2)) - (\text{Ln} (Y_1 / 1 - Y_1))$$

donde Y_1 = la proporción inicial del Virus

Y_2 = la proporción final del Virus

t = tiempo en días

r = tasa de crecimiento del virus

7. RESULTADOS Y DISCUSION

7.1 Rendimiento en Fresco

El material identificado como APT 671 fue el que mostró mayor rendimiento. Bajo el sistema de pilón produjo 34175.0 kg/ha y bajo el sistema de semillero 25300.0 kg/ha. Le sigue en segundo lugar en rendimiento el material Elios bajo el sistema de pilón con una producción de 27912.5 kg/ha y de 20152.5 kg/ha en el sistema de semillero. El tercer lugar en rendimiento fue el material Mingo, que bajo el sistema de pilón obtuvo un rendimiento de 26832.5 kg/ha y en el sistema de semillero 21705.0 kg/ha. Le sigue en el cuarto lugar el material APT 676, bajo el sistema de pilón obtuvo un rendimiento de 24722.5 kg/ha y en el sistema de semillero, el rendimiento fue de 19972.5 kg/ha. El material menos rendidor fue APT 665 el cual en el sistema de pilón produjo 22845.0 kg/ha y en el sistema de semillero produjo 16225.0 kg/ha.

La tendencia general de la variable rendimiento kg/ha, muestra una mayor productividad de los materiales producidos bajo el sistema de pilón, en este sistema para todos los materiales se obtuvo el mayor rendimiento.

La tolerancia a los geminivirus de un material se ve expresada en su productividad bajo infección del geminivirus, por lo tanto los materiales más productivos son en este caso los materiales más tolerantes al geminivirus.

Existe diferencia altamente significativa en el rendimiento de los materiales evaluados. En el cuadro 6 se presenta el Análisis de Varianza del rendimiento en fresco y en el cuadro 7, el análisis de medias que corresponden a la interacción de factores que intervienen en el rendimiento, (Material y tipo de Semillero).

CUADRO 6. Resumen del Análisis de Varianza para la variable Rendimiento en Fresco (kg/ha).

Fuente	FV	Error de Tipo I	Cuadrado Medio	F Calculada	Pr > F
Bloque	3	55518375	18506125	26.98	0.0001*
Material	11	876596050	79690550	116.17	0.0001*
Semillero	1	594214017	594214017	866.24	0.0001*
Material*Sem	11	87195283	7926844	11.56	0.0001*

CV = 3.83

NS = No hay Significancia

* = Existe Diferencia Significativa

CUADRO 7. Análisis de Diferencia Mínima Significativa para las interacciones entre los factores, Material y Tipo de Semillero, para la variable Rendimiento (kg/ha)

TRATAMIENTO	RENDIMIENTO MEDIA (kg/ha)	NIVEL
APT 671 Pílon	34175.00	A
Elios Pílon	27912.5	B
Míngo Pílon	26832.5	B
APT 671 Semillero	25300	C
APT 676 Pílon	24722.5	C
Cannery row Pílon	23415	D
APT 391 Pílon	23182.5	D
APT 665 Pílon	22845	DE
Andino Pílon	21990	EF
APT 268 Pílon	21947.5	EF
Míngo Semillero	21705	EFG
Centurion Pílon	21485	FG
APT 266 Pílon	20712.5	GH
Elios Semillero	20152.5	HI
APT 270 Pílon	19730	HIJ
Cannery row Pílon	19650	IJ
Andino Semillero	19122.5	IJK
APT 676 Semillero	19972.5	JK
Centurion Semillero	18462.5	K
APT 391 Semillero	18282.5	KL
APT 270 Semillero	17150	LM
APT 266 Semillero	17127.5	LM
APT 268 Semillero	17060	M
APT 665 Semillero	16225	M

7.2 Proporción de Plantas con Virus

La proporción de plantas con virus se incrementó a través del tiempo. A los 16 días después del trasplante no fue notoria la presencia de virus. A los 24 días después del trasplante, se hizo notoria la presencia de virus en todos los materiales en una proporción de 0.25 (25%) de las plantas, a los 32 días la presencia de virus fue en el 50% (0.5 de proporción) de las plantas; a los 40 días la proporción de plantas con virus estuvo alrededor de 0.75 (75%); a los 48 días después del trasplante la proporción de plantas con virus fue de 0.87 (87%) en todos los materiales y a los 56 días después del trasplante, todas las plantas estaban infectadas con virus.

Con base al valor de la pendiente de la ecuación lineal $Y = b_0 + b_1X$; donde Y y X son las variables dependiente e independiente respectivamente, en este caso Y es la proporción de plantas viróticas, X el tiempo, b_0 el intercepto y b_1 la pendiente; obtenidos del modelo epidemiológico Logístico, se observa que la menor tasa general de crecimiento del virus en la plantación la demostró el material APT 266, le siguen los materiales Centurion, APT 270, y APT 268 y la mayor tasa de crecimiento del virus la demostró el material APT 391.

Debe de considerarse que la tasa de crecimiento instantánea corresponde al incremento del virus en la población de plantas para un período dado, y que sus valores están dados en unidades días, para este caso corresponden a proporción, por lo tanto deben de multiplicarse por 100 para saber su valor porcentual.

Tomando en cuenta la tasa de crecimiento instantánea, tenemos que de 24 a 32 días después de trasplante, los materiales APT 676, APT 671, APT 261, Elios y Mingo fue de 0 en el tipo de semillero pilón, el valor más alto de tasa de crecimiento, que fue de 0.63824 lo obtuvieron los materiales APT 266 y APT 671 producidos bajo semillero tradicional.

La tasa de crecimiento instantáneo del virus correspondiente al período de 24 a los 40 días después del trasplante, muestran que APT 391, APT 676, APT 671, APT 268, APT 270 y APT 665 producidos bajo semillero y APT 266 producido bajo pilón tienen una tasa de crecimiento de 0.10058 siendo esta la más baja para este período, los materiales Elios y Andino producidos bajo semillero tradicional tienen la tasa de crecimiento más alta para este período, la cual es de 0.35585.

Para el período correspondiente de los 24 a 48 días después del trasplante la tasa instantánea de crecimiento de virus más baja fue de 0.102362 correspondiente a los materiales APT 671 en semillero y en pilón y la más alta que fue de 0.237235 para los materiales Elios, Andino y APT 270 producidos bajo semillero tradicional.

Algo muy importante de mencionar es que no precisamente los materiales que tuvieron un alto rendimiento presentan una tasa de crecimiento de geminivirus menor, por lo tanto un material puede estar infectado con el virus pero su capacidad de tolerancia al virus se refleja en la producción.

En el cuadro 8 se presentan los valores correspondientes a la ecuación lineal del análisis de regresión de la proporción de plantas viróticas.

CUADRO 8. Ecuación del análisis de regresión de la Proporción de Plantas con Virus para los diferentes materiales evaluados y la tasa de crecimiento del virus a los 48 días después del trasplante (unidades días).

MATERIAL	ECUACION	r 2	Tasa de Crecimiento 32 ddt	Tasa de Crecimiento 40 ddt	Tasa de Crecimiento 48 ddt
APT 391 Semillero	$Y = -7.356944 + 0.215631X$	0.8466	0.06385	0.10058	0.212744
APT 676 Semillero	$Y = -7.356944 + 0.215631X$	0.8466	0.06385	0.10058	0.212744
Mingo Semillero	$Y = -7.243971 + 0.214989X$	0.8448	0.06385	0.15354	0.212744
Elios Semillero	$Y = -6.841433 + 0.214618X$	0.7711	0.07347	0.35585	0.237235
Andino Semillero	$Y = -6.841433 + 0.214618X$	0.7711	0.07347	0.35585	0.237235
Cannery row Semillero	$Y = -7.141805 + 0.213828X$	0.8416	0.12770	0.15354	0.212744
APT 671 Semillero	$Y = -7.687667 + 0.211872X$	0.8953	0.63824	0.10058	0.102362
APT 676 Pílon	$Y = -6.764339 + 0.193711X$	0.9229	0	0.19028	0.162156
Elios Pílon	$Y = -6.764339 + 0.193711X$	0.9229	0	0.12685	0.162156
Mingo Pílon	$Y = -6.899197 + 0.193514X$	0.9154	0	0.19028	0.126853
APT 671 Pílon	$Y = -7.006493 + 0.193456X$	0.9056	0	0.15354	0.102362
Cannery row Pílon	$Y = -6.594879 + 0.191785X$	0.9290	0.10591	0.19028	0.162156
APT 391 Pílon	$Y = -0.612180 + 0.190253X$	0.9205	0.17938	0.15354	0.126853
APT 268 Semillero	$Y = -5.794694 + 0.189122X$	0.8638	0.06705	0.10058	0.237235
APT 266 Pílon	$Y = -5.763910 + 0.188772X$	0.8637	0	0.10058	0.212744
APT 665 Semillero	$Y = -5.661745 + 0.187611X$	0.8645	0.06385	0.10058	0.212744
APT 270 Semillero	$Y = -5.598765 + 0.187340X$	0.8641	0.27465	0.13732	0.237235
Andino Pílon	$Y = -6.149211 + 0.186079X$	0.9248	0.13732	0.13732	0.126853
APT 665 Pílon	$Y = -6.149211 + 0.186079X$	0.9248	0.13732	0.13732	0.126853
APT 268 Pílon	$Y = -5.446607 + 0.185808X$	0.8560	0.20117	0.15354	0.212744
Centurion Pílon	$Y = -6.036238 + 0.185437X$	0.9228	0.13732	0.19028	0.126853
APT 270 Pílon	$Y = -4.667603 + 0.180714X$	0.7664	0.20117	0.31912	0.212744
Centurion Semillero	$Y = -4.667603 + 0.180714X$	0.7764	0.20117	0.31912	0.212744
APT 266 Semillero	$Y = -3.505975 + 0.167514X$	0.6525	0.63824	0.31912	0.212744

El comportamiento de la proporción de virus en el ciclo de cultivo para el material APT 671 en el tipo de semillero Pílon y APT 671 en el tipo de semillero tradicional se presentan en las figuras 2 y 3. En las dos gráficas, se puede observar que el mayor incremento de la proporción del virus en la plantación se da de los 48 a 56 días después del trasplante, es en esta etapa donde la planta fenológicamente, esta en la etapa de cuaje o llenado de frutos, por lo tanto debido a que las reservas en ese momento están siendo transportadas al fruto, la planta presentará mayor susceptibilidad a la manifestación sintomatológica del ataque de virus.

APT 671

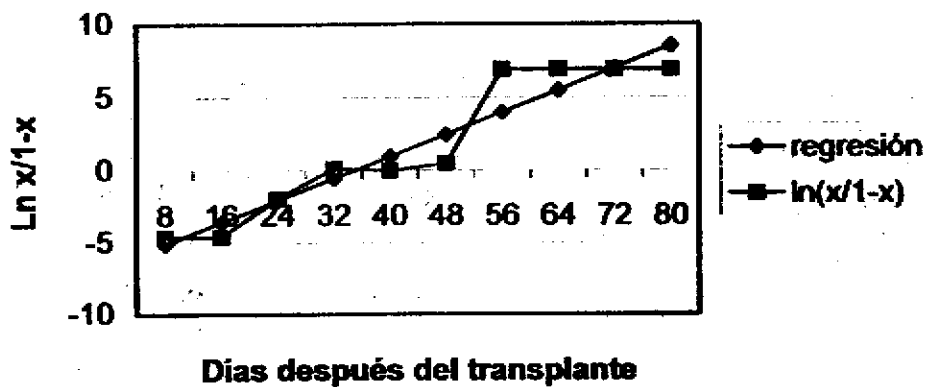


Figura 2 Regresión lineal de la proporción de plantas viróticas del material APT 671 producido bajo pilón.

APT 671

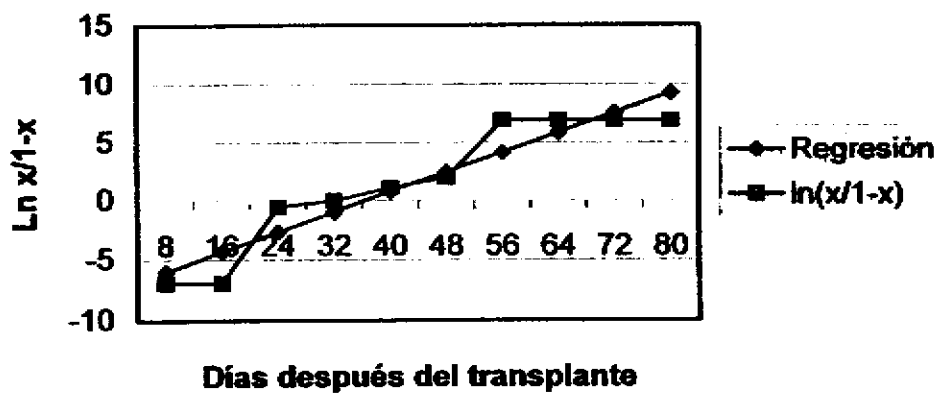


Figura 3. Regresión lineal de la proporción de plantas viróticas del material APT 671 producido bajo Semillero.

7.3 Población de Mosca Blanca

Para el estudio de esta variable, se efectuaron 10 muestreos, con un intervalo de 8 días, en los cuales se muestreo un foliolo de la parte media de la planta cuantificando el número de adultos de mosca blanca.

La población de mosca blanca fue similar en número en todos los materiales y en semillero tradicional y semillero pilón.

La población se incrementó en los primeros 16 días después del trasplante con un valor de 12 adultos por foliolo muestreado; sin embargo decreció a los 24 días después del trasplante, en este muestreo se obtuvieron 7 adultos por foliolo muestreado. A los 40 días después del trasplante, se incremento nuevamente la población de mosca blanca; a los 72 días después del trasplante, se observó la población más alta de mosca blanca alcanzando valores de 19 adultos por foliolo muestreado.

Los valores de presencia de mosca blanca *Bemisia tabaci* G. oscilaron entre los 5 y 19 adultos por foliolo muestreado. Estos valores son altos, y se justifican por el hecho de que la investigación se realizó en la época del año donde la infestación de la plaga es severa y en un área comercial donde anteriormente se cultivó tomate, además existían plantaciones comerciales de diferentes edades alrededor de la parcela experimental, que se constituyeron en fuente de infestación.

En las figuras 4 y 5 se muestran los valores de población de mosca blanca obtenidos en los diferentes muestreos para algunos de los materiales.

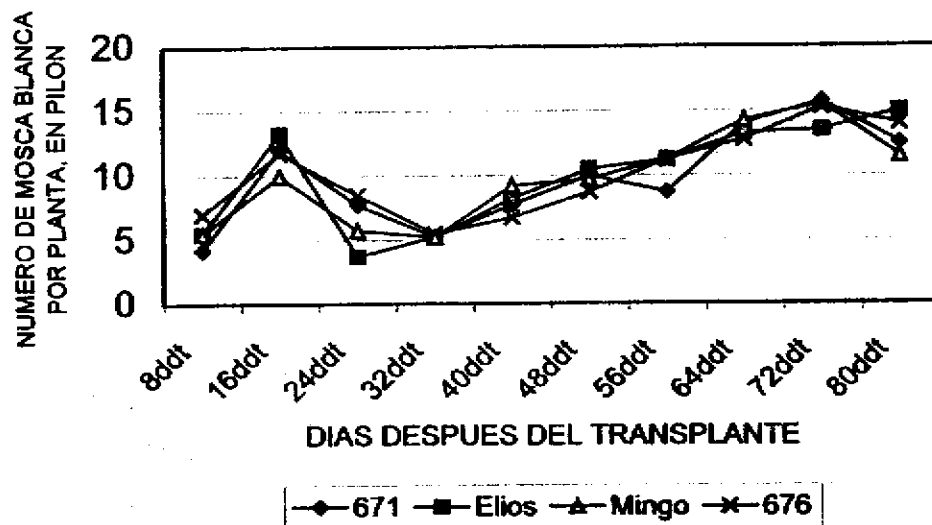


Figura 4. Población de Mosca Blanca para los materiales APT 671 Elios, Mingo y APT 676 producidos bajo Pilon

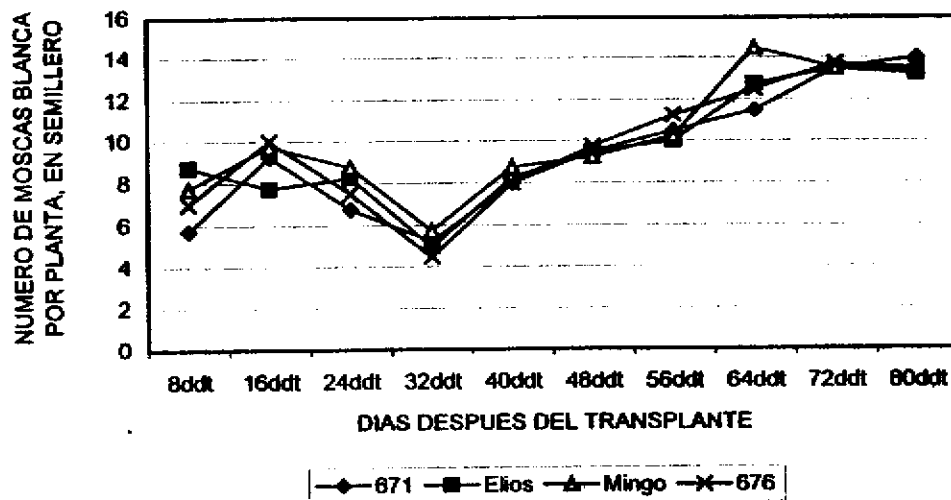


Figura 5. Población de Mosca Blanca para los materiales APT 671 Elios, Mingo y APT 676 producidos bajo Semillero.

7.4 Porcentaje de Supervivencia al Trasplante

Con relación a la supervivencia al trasplante, los materiales APT 266, Andino, Centurion, y Elios, producidos bajo el tipo de semillero pilón, son estadísticamente iguales y tienen el más alto porcentaje de supervivencia al trasplante, alrededor de 99%, le siguen los demás materiales producidos bajo pilón, por lo que se deduce que la producción de plántulas bajo pilón nos garantiza un porcentaje más alto de supervivencia al trasplante que las plántulas producidas bajo semillero tradicional. Existe diferencia altamente significativa en el porcentaje de supervivencia al trasplante.

En el cuadro 9 se muestra resumen del Análisis de Varianza y en el cuadro 10 el análisis de medias que corresponden a la interacción de factores que intervienen en el porcentaje de supervivencia al trasplante, (Material y tipo de Semillero).

CUADRO 9. Resumen del Análisis de Varianza para la variable Porcentaje de Supervivencia al Trasplante (%)

Fuente	FV	Error de Tipo I	Cuadrado Medio	F Calculada	Pr > F
Bloque	3	830.41667	276.80556	4.19	0.0087*
Material	11	1371.58333	124.68939	1.89	0.0558
Semillero	1	7848.1666	7848.16667	118.91	0.0001*
Material*Sem	11	3021.5833	274.689390	4.16	0.0001*

CV = 9.47

NS = No hay Significancia

* = Existe Diferencia Significativa

CUADRO 10. Análisis de Diferencia Mínima Significativa para las interacciones entre los factores, Material y Tipo de Semillero, para la variable Porcentaje de Supervivencia al Trasplante (%).

TRATAMIENTO	Porcentaje de Supervivencia Media	NIVEL
APT 266 Pílon	100	A
Andino Pílon	99	A
Centurion Pílon	99	A
Elios Pílon	98.5	A
APT 391 Pílon	95	AB
APT 671 Pílon	95	AB
Cannery row Pílon	95	AB
Míngo Pílon	95	AB
APT 665 Pílon	94.5	AB
APT 268 Semillero	92.5	AB
APT 270 Pílon	91	ABC
APT 676 Pílon	90	ABCD
APT 268 Pílon	85	BCD
APT 270 Semillero	85	BCD
APT 671 Semillero	85	BCD
APT 391 Semillero	83.75	BCDE
APT 266 Semillero	80	CDEF
Míngo Semillero	78.75	DEF
APT 676 Semillero	72.5	EFG
Andino Semillero	72.5	EFG
Elios Semillero	72.5	EFG
Centurion Semillero	70	FG
APT 665 Semillero	65	G
Cannery row Semillero	62.5	G

7.5 Peso de Fruto

El material APT 671, tanto en sistema de pilón como en sistema de semillero mostró en mayor peso de fruto, con valores alrededor de 90 gr por fruto. El menor peso se obtuvo en el material APT 266, tanto en semillero como en pilón, con valores de 60 gr en ambos casos.

Existe diferencia altamente significativa en el peso de los frutos de los diferentes materiales. En el cuadro 11 se presenta el resumen del análisis de varianza y en el cuadro 12 el análisis de medias que corresponden a la interacción de factores que intervienen en el peso de fruto, (Material y tipo de Semillero).

CUADRO 11. Resumen del Análisis de Varianza para la variable Peso de Fruto (gr)

Fuente	FV	Error de Tipo I	Cuadrado Medio	F Calculada	Pr > F
Bloque	3	20.61458	6.87153	4.76	0.0045*
Material	11	5480.78125	498.25284	345.05	0.0001*
Semillero	1	0.09375	0.09375	0.7996	0.7996
Material*Sem	11	82.28125	7.48011	5.18	0.0001*

CV = 1.63

NS = No hay Significancia

* = Existe Diferencia Significativa

CUADRO 12. Análisis de Diferencia Mínima Significativa para las interacciones entre los factores, Material y Tipo de Semillero, para la variable Peso de Fruto (gr).

TRATAMIENTO	PESO DE FRUTO (gr) MEDIA	NIVEL
APT 671 Pílon	91.5	A
APT 671 Semillero	90.0	A
APT 676 Pílon	80.0	B
Elios Semillero	79.0	BC
APT 676 Semillero	78.0	CD
Elios Pílon	78.0	CD
APT 270 Pílon	76.75	DE
APT 270 Semillero	76.0	EF
Centurion Semillero	76.0	EF
Cannery row Semillero	75.0	FG
Centurion Pílon	75.0	FG
Míngo Pílon	73.75	GH
Míngo Semillero	73.0	H
Andino Pílon	72.5	HI
Andino Semillero	71.0	IJ
APT 665 Pílon	70.0	JK
Cannery row Pílon	70.0	JK
APT 268 Semillero	69.0	KL
APT 268 Pílon	68.25	L
APT 665 Semillero	68.0	L
APT 391 Semillero	64.0	M
APT 391 Pílon	64.0	M
APT 266 Semillero	60.0	N
APT 266 Pílon	60.0	N

7.6 Días a Floración, Días a Cosecha y Duración de la Cosecha

Todos los materiales evaluados fueron cosechados a los 64 días después del trasplante y la duración de la cosecha fue de 40 días para todos los materiales. Hubo variación en los días a floración, los materiales más precoces fueron bajo el sistema de pilón Elios, Cannery row, APT 665 y APT 270, los cuales mostraron el 50 % de floración a los 15 días después del trasplante. El material que mostró floración más tardía, comparado con los mencionados anteriormente, fue el material APT 676 bajo pilón, el cual presentó el 50% de floración a los 26 días después del trasplante. La floración presentada por los materiales es temprana, ya que bajo condiciones normales, la floración se presenta a los 35 días después del trasplante, esto se debió al estrés por temperaturas altas y el efecto de la presencia de mosca blanca. En el cuadro 13 se muestran los datos de días a floración, días a cosecha y duración de la cosecha de los materiales evaluados.

CUADRO 13. Días a Floración, Días a Cosecha y Duración de la Cosecha de los materiales evaluados en Días Después del Trasplante

TRATAMIENTO	DIAS A FLORACION	DIAS A COSECHA	DURACION DE LA COSECHA
APT 270 Pilón	15	64	40
APT 665 Pilón	15	64	40
Cannery row Pilón	15	64	40
Elios Pilón	15	64	40
Mingo Pilón	15	64	40
Mingo Semillero	18	64	40
Elios Semillero	19	64	40
APT 268 Pilón	19	64	40
APT 266 Semillero	20	64	40
APT 391 Semillero	20	64	40
APT 665 Semillero	20	64	40
Cannery row Pilón	20	64	40
APT 671 Pilón	20	64	40
APT 671 Semillero	20	64	40
Centurion Pilón	20	64	40
Centurion Semillero	21	64	40
Andino Pilón	21	64	40
APT 268 Semillero	21	64	40
APT 270 Semillero	22	64	40
APT 391 Pilón	22	64	40
APT 266 Pilón	22	64	40
APT 676 Semillero	22	64	40
Andino Semillero	22	64	40
APT 676 Pilón	26	64	40

8. CONCLUSIONES

- 8.1 Bajo las condiciones normales de manejo de cultivo de San Miguel Chicaj, el material APT 671 producido bajo pilón, obtuvo el mejor rendimiento, le siguen los materiales Elios, Mingo y APT 676 producidos bajo pilón.
- 8.2 La incidencia de la mosca blanca y la presencia de plantas viróticas fue similar en todos los materiales, por lo que la diferencia significativa en el rendimiento sugiere que existen materiales tolerantes.
- 8.3 Existe interacción entre los factores Material Genético y Tipo de Semillero para las variables Rendimiento (kg/ha) y Porcentaje de Supervivencia al Trasplante; sin embargo la variable Peso de Fruto (gr) es independiente a este factor.
- 8.4 Los días a floración para los diferentes materiales evaluados oscilaron entre los 15 y 26 días después del trasplante, y son independientes al tipo de semillero. La cosecha para los diferentes materiales evaluados fue a los 64 días después del trasplante, independientemente del material y del tipo de semillero; la duración de la cosecha para los diferentes materiales evaluados fue de 40 días, independientemente de tipo de semillero y el material.

9. RECOMENDACIONES

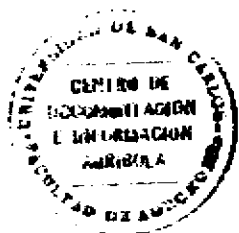
- 9.1 Evaluar de manera semi comercial, el material APT 671 (Tara de Asgrow), puesto que posee mejores características, principalmente en rendimiento y peso de fruto, en relación a Cannery row y Elios que son los materiales más utilizados en la región.
- 9.2 Utilizar para el trasplante plántulas de pilón, pues bajo este tipo de semillero, se obtienen mayor rendimiento y mayor porcentaje de sobrevivencia al trasplante.

10. BIBLIOGRAFIA

1. BOLAÑOS HERRERA. 1994. Respuesta a la infección por geminivirus de líneas de tomate (Lycopersicon sp.), en condiciones de campo. En Biología y manejo del complejo mosca blanca-virus. Guatemala, ed. De Mata p. 194
2. BROWN, J. 1992. Evaluación crítica sobre los biotipos de mosca blanca en América, de 1989 a 1992. Costa Rica, CATIE. p. 1-9.
3. CAMPOS, L. DE J. 1994. Evaluación de dos arreglos y tres densidades de siembra sobre la población de adultos de mosca blanca (Bemisia tabaci) el acolochamiento en el cultivo de tomate (Lycopersicon esculentum Mill.), en la Fragua, Zacapa. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 57 p.
4. CASTILLO GALINDO, M. A. 1994. Evaluación agroecológica de 8 materiales genéticos de tomate (Lycopersicon esculentum Mill.) bajo dos sistemas de manejo, y su tolerancia al virus del acolochamiento de la hoja, en Bárcenas, Villa Nueva, Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 75 p.
5. CRONQUIST, A. 1988. The evolution and clasification of flowering plants. Bronx, New York. (EE. UU.), The New York Botanical Gardens. 555 p.
6. CRUZ J.R. DE LA 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de conocimiento. Guatemala, Dirección General de Servicios Agrícolas. 42 p.
7. DUBON, R. et al. 1993. Manejo integrado de plagas en tomate. Guatemala, ICTA-AID-ARF-PDA-CATIE. 143 p.
8. ESCOBAR LOPEZ, L.A. 1994. Evaluación agronómica de materiales genéticos de tomate (Lycopersicon esculentum Mill) y tomatillo (Lycopersicon esculentum var. ceraciforme) bajo las condiciones ecológicas de la aldea Sosi, Cuilco, Huehuetenango. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 81 p.
9. GARCIA, B.H. 1975. Flora medicinal de Colombia. Bogotá, Colombia, Imprenta Nacional. p. 77-78
10. GONZALES, G. 1994. Nivel de resistencia de variedades comerciales híbridas y silvestres de tomate Lycopersicon esculentum, ante el virus del encrespamiento amarillo de las hojas de tomate en Cuba. En Biología y manejo del complejo mosca blanca-virosis. Guatemala, ed. De Mata. P. 197.
11. GUATEMALA. Instituto Nacional de Cartografía. 1973. Hoja cartográfica, Salamá, No. 2161 III. Guatemala. Esc. 1: 50000. Color.
12. HILJE, L. 1994. Aspectos bioecológicos de B. Tabaci en mesoamerica. En Biología y manejo del complejo mosca blanca-virosis. Guatemala, ed. De Mata. P. 197.

13. LASTRA, R. 1993. Los geminivirus: un grupo de fitovirus con características especiales. En Manejo Integrado de Plagas. Costa Rica, CATIE. P. 16-19.
14. LEON, J. 1968. Fundamentos botánicos de los cultivos tropicales. San José, C. R., IICA. p. 197-202.
15. LOPEZ SANDOVAL, P.R. 1994. Evaluación agroeconómica del cultivo de tomate (Lycopersicon esculentum) utilizando plantas de 5 tipos de semillero, para las siembras de humedad en la laguna de Retana, El Progreso, Jutiapa. Investigación Inferencial EPSA. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 53 p.
16. METCALF, C.L.; FLINT, W.P. 1966. Insectos destructivos e insectos útiles; sus costumbres y su control. Trad. de Alfonso Blackaller. México, CECSA. 1208 p.
17. MORAN SOLARES, R.A. 1994. Efecto de barreras de sorgo sobre poblaciones de mosca blanca (Bemisia tabaci) e incidencia de virus en el cultivo de tomate (Lycopersicon esculentum) en el valle de la Fragua, Zacapa. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 50 p.
18. OROZCO Y OROZCO, E.O. *et al.* 1990. Caracterización diagnóstica preliminar de los recursos del valle de San Miguel Chicaj, Baja Verapaz, con énfasis en potencialidad de riego. Informe de Sistemas de Cultivos I y II. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 79 p.
19. POLSTON, J.E. 1995. Generation and characterization of three monoclonal antibodies which are useful in detecting and distinguishing bean golden mosaic viruse. *Phytopatology*. (EE. UU.) 85. 484-490
20. RICK, C.M. 1978. El tomate. *Investigación y Ciencia*, (España) no. 25: 45-55.
21. ROSALES BOBADILLA, F.R. 1994. Estudio de posibles vectores del agente causal de la enfermedad del acolochamiento del follaje del tomate (Lycopersicon esculentum), Bárcenas, Villa Nueva. Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 39 p.
22. SABORIO MORA, M. 1994. Control fitogenético del complejo mosca blanca - virus. Guatemala. p. 46-56.
23. SAMAYOA BARRIOS, O.N. 1984. Evaluación de dos variedades de algodón resistentes al virus del Kenaf (Rugas gossypi Genn), bajo cuatro densidades de siembra. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 46 p.
24. SALGUERO V. 1992. Perspectivas para el complejo mosca blanca-virosis. Costa Rica, CATIE. p. 20-26.
25. TURCIOS SAMAYOA, M. 1995. Diagnóstico de la aldea San Juan, Salamá, Baja Verapaz, EPSA. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. p. 1-42.

26. VILLA REAL, R. 1982. Tomates. San José, C. R., Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. 184 p.



vº. Bº.

Meriam De La Roca

11. APENDICE

ORILLA DEL TERRENO (lado oeste)

14	21	17	09	07	03	15	22	18	20	23	24	02	08	11	01	06	13	10	05	12	04	16	19
17	20	13	07	12	24	11	18	23	21	01	16	06	08	22	15	02	04	10	14	03	05	19	09
13	15	16	03	14	05	12	06	21	04	23	20	24	09	01	08	18	19	11	02	17	22	07	10
23	19	09	10	05	01	18	16	07	11	17	03	08	14	02	22	21	06	04	15	20	24	13	12

Cultivo de Tomate

No.	Tratamiento		No.	Tratamiento	
01	Canery	Semillero	13	Canery	Pilon
02	Elios	Semillero	14	Elios	Pilon
03	Centurion	Semillero	15	Centurion	Pilon
04	Andino	Semillero	16	Andino	Pilon
05	Apt 266	Semillero	17	Apt 266	Pilon
06	Apt 268	Semillero	18	Apt 268	Pilon
07	Apt 270	Semillero	19	Apt 270	Pilon
08	Apt 665	Semillero	20	Apt 665	Pilon
09	Apt 671	Semillero	21	Apt 671	Pilon
10	Apt 676	Semillero	22	Apt 676	Pilon
11	Apt 391	Semillero	23	Apt 391	Pilon
12	Mingo	Semillero	24	Mingo	Pilon

APENDICE No. 1 DISEÑO DE LAS UNIDADES EXPERIMENTALES EN EL CAMPO

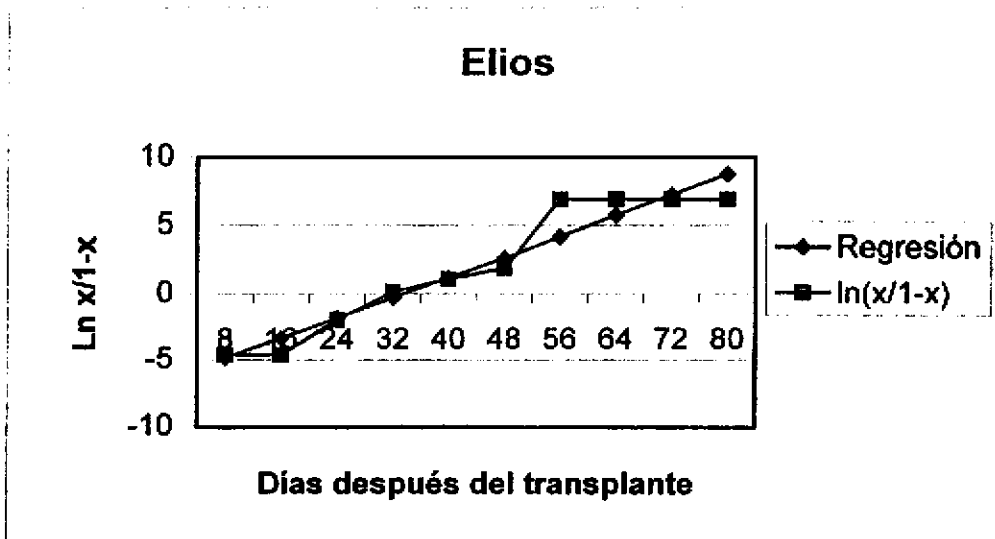


Figura 6 "A" Regresión lineal de la proporción de plantas viróticas del material Elios producido bajo Pilón.

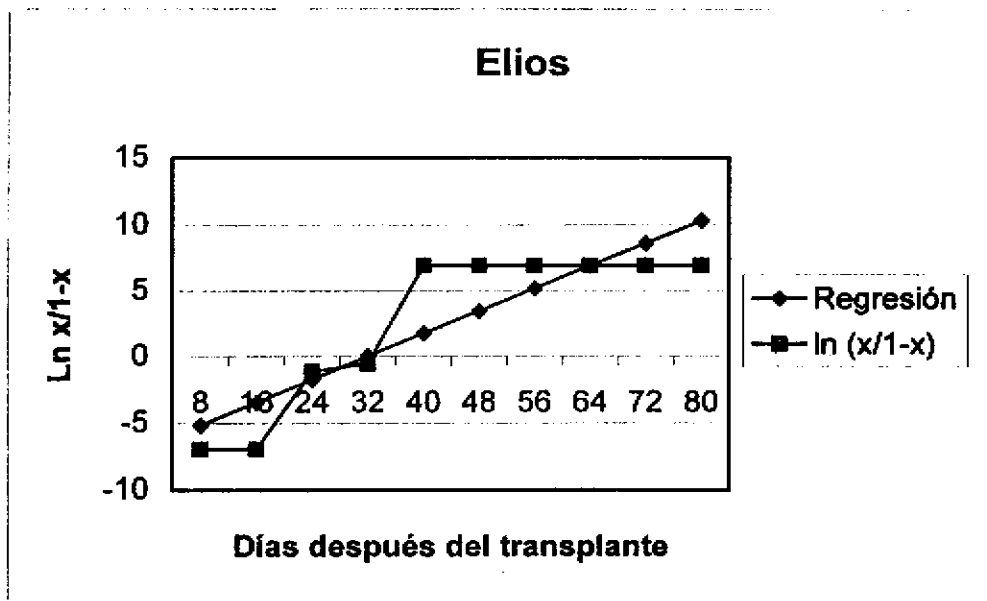


Figura 7 "A" Regresión lineal de la proporción de plantas viróticas del material Elios producido bajo Semillero.

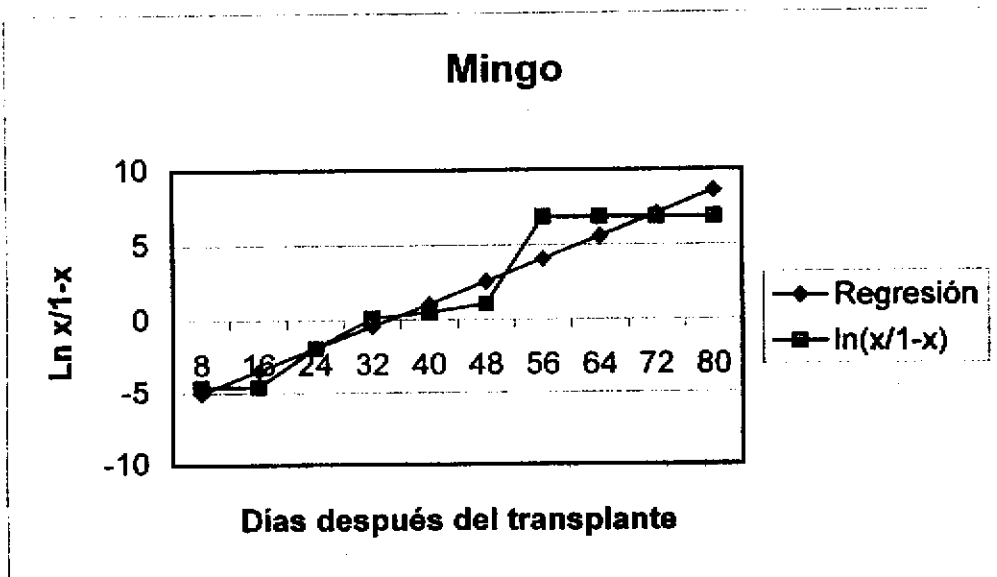


Figura 8 "A" Regresión lineal de la proporción de plantas viróticas para el material Mingo producido bajo Pílon

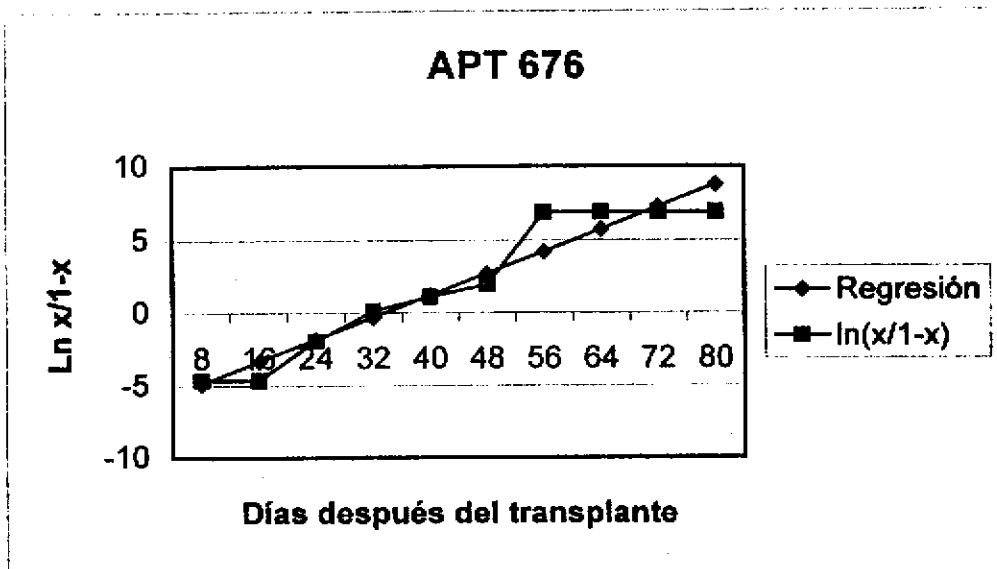


Figura 9 "A" Regresión lineal de la proporción de plantas viróticas para el material APT 676 producido bajo Pílon

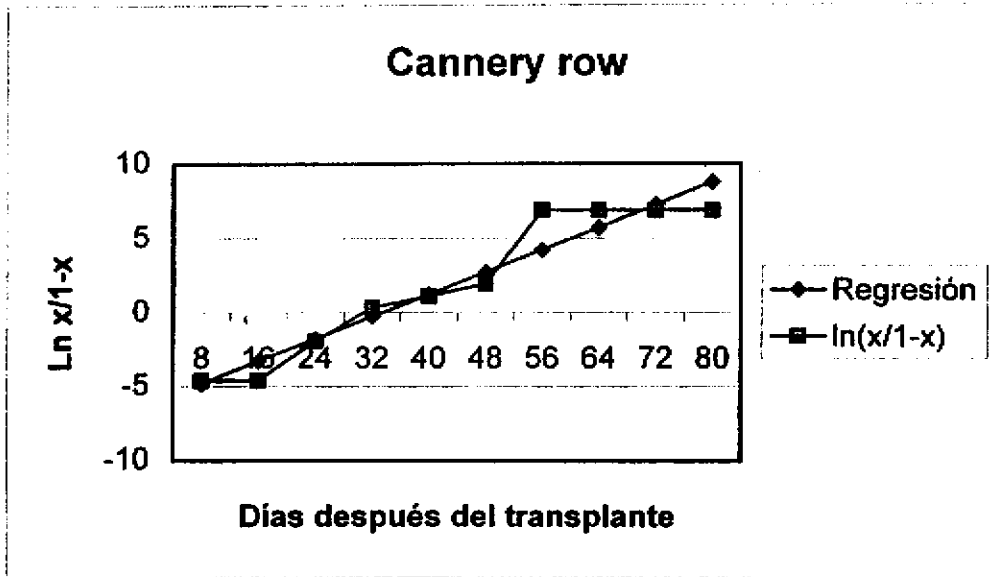


Figura 10"A" Regresión lineal de la proporción de plantas viróticas para el material Cannery row producido bajo Pilón.

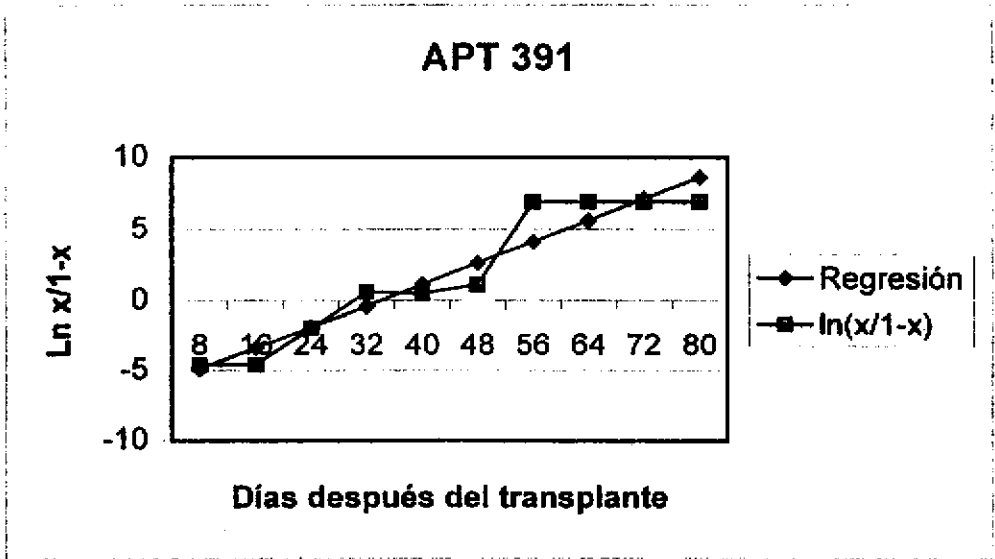


Figura 11"A" Regresión lineal de la proporción de plantas viróticas para el material APT 391 producido bajo Pilón.

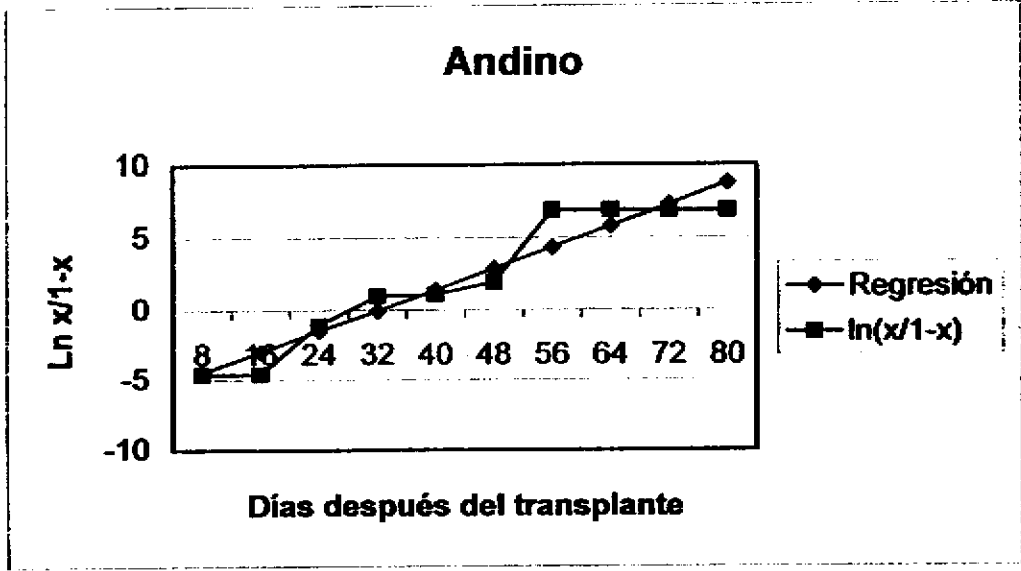


Figura 12 "A" Regresión lineal de la proporción de plantas viróticas para el material Andino producido bajo pilón.

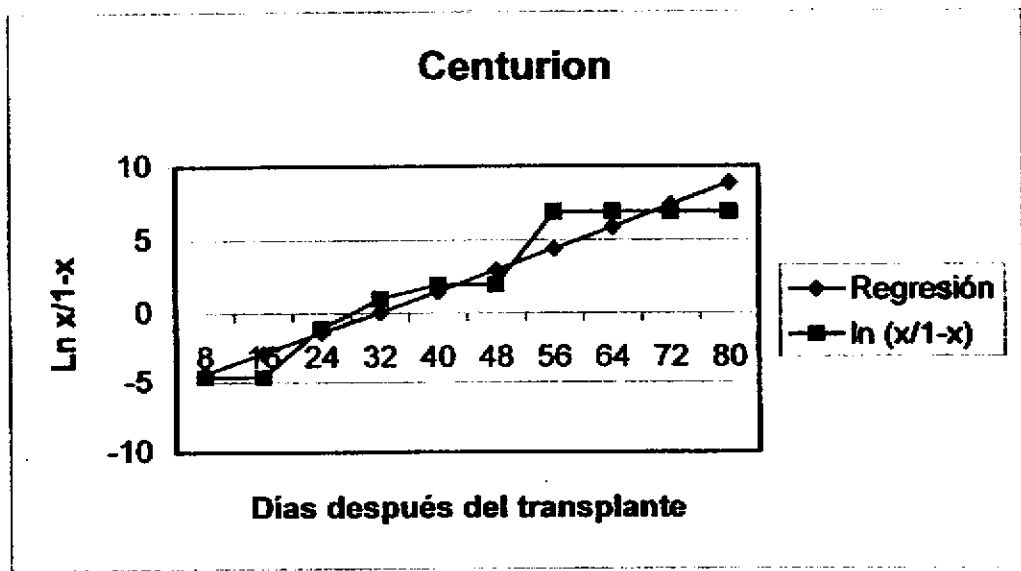


Figura 13 "A" Regresión lineal de la proporción de plantas viróticas para el material Centurion producido bajo Pilón.

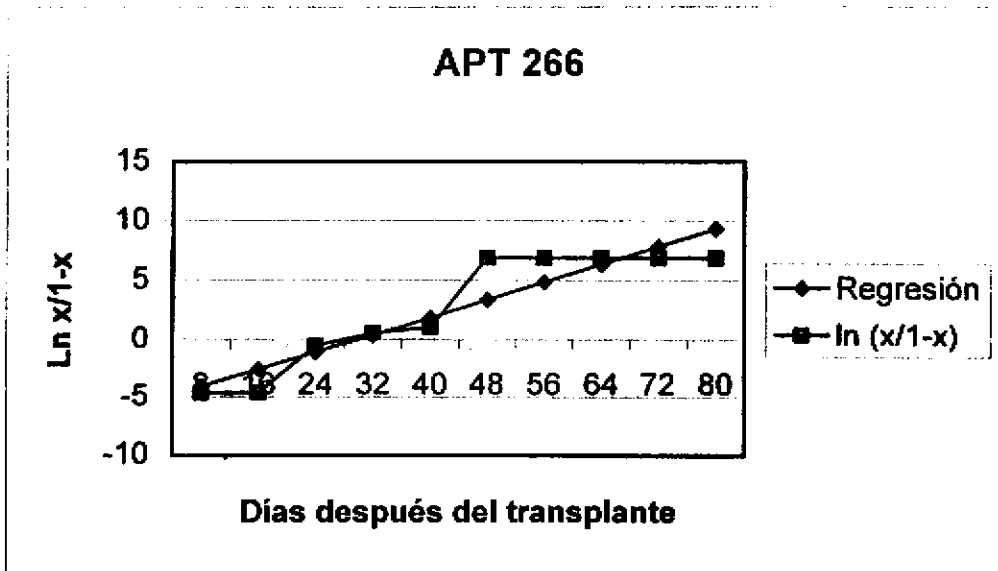


Figura 14"A". Regresión lineal de la proporción de plantas viróticas para el material APT 266 producido bajo Pílon.

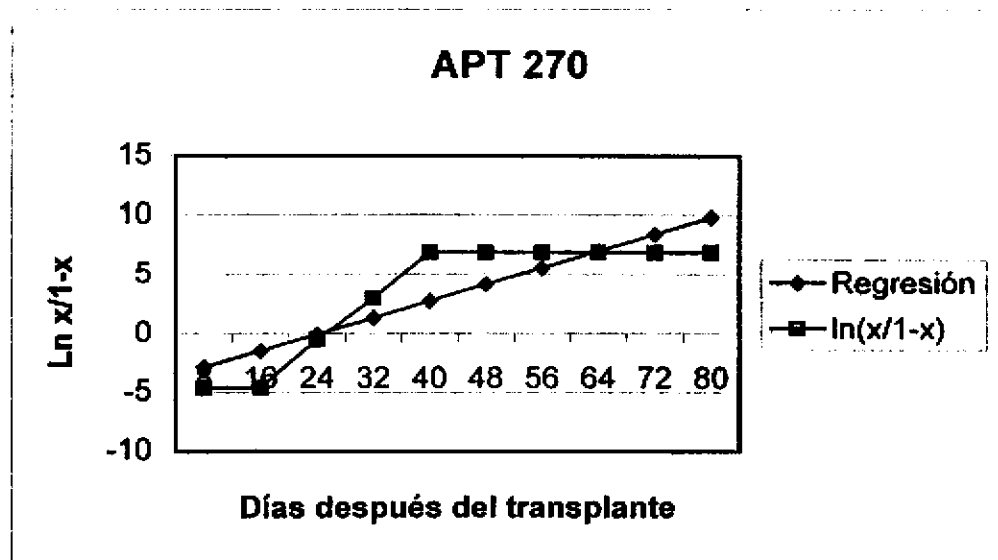


Figura 15"A". Regresión lineal de la proporción de plantas viróticas para el material APT 270 producido bajo Pílon

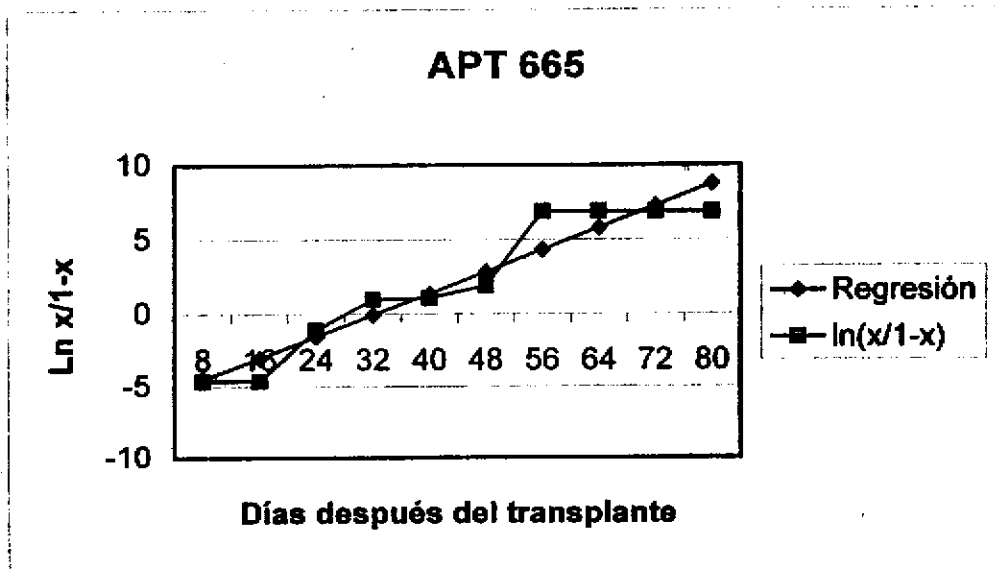


Figura 16"A". Regresión lineal de la proporción de plantas viróticas para el material APT 665 producido bajo Pilón.

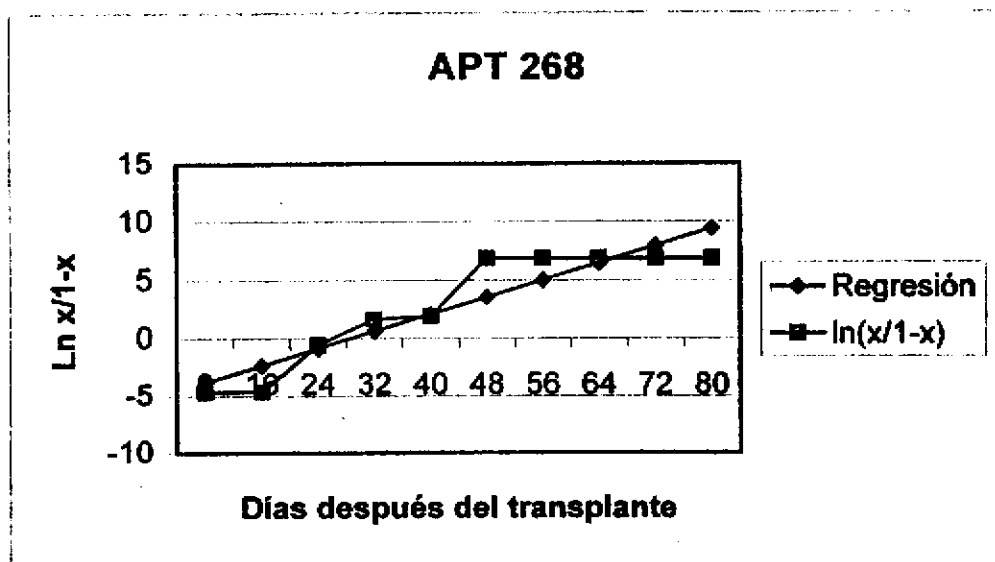


Figura 17"A". Regresión lineal de la proporción de plantas viróticas para el material APT 268 producido bajo Pilón.

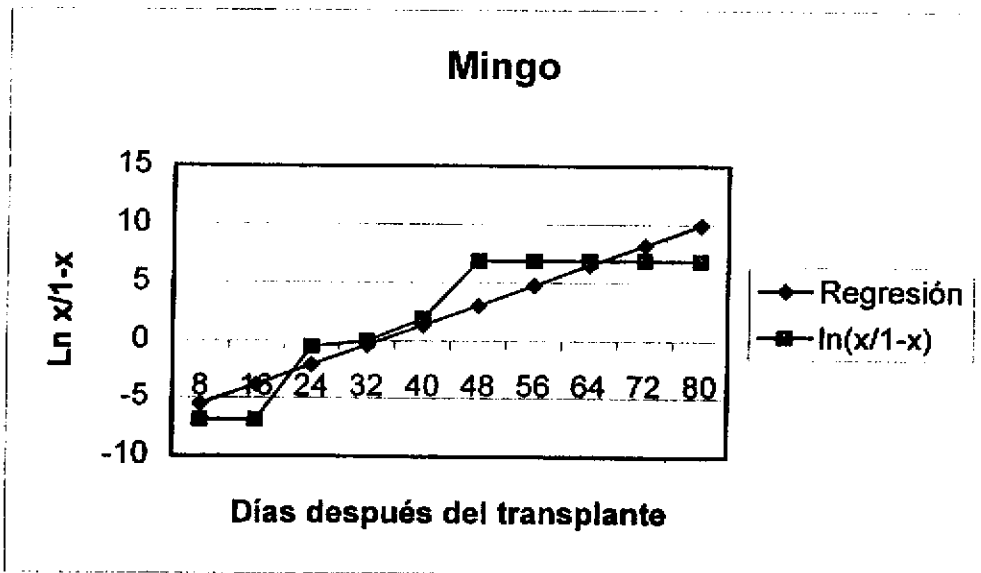


Figura 18"A". Regresión lineal de la proporción de plantas viróticas para el material Mingo producido bajo Semillero.

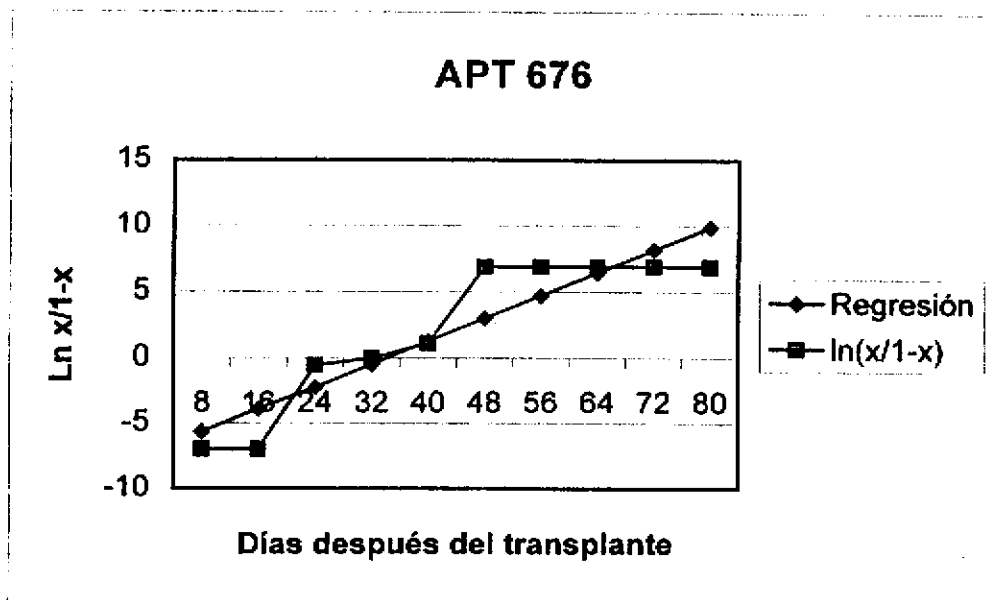


Figura 19 "A". Regresión lineal de la proporción de plantas viróticas para el material APT 676 producido bajo Semillero.

Cannery row

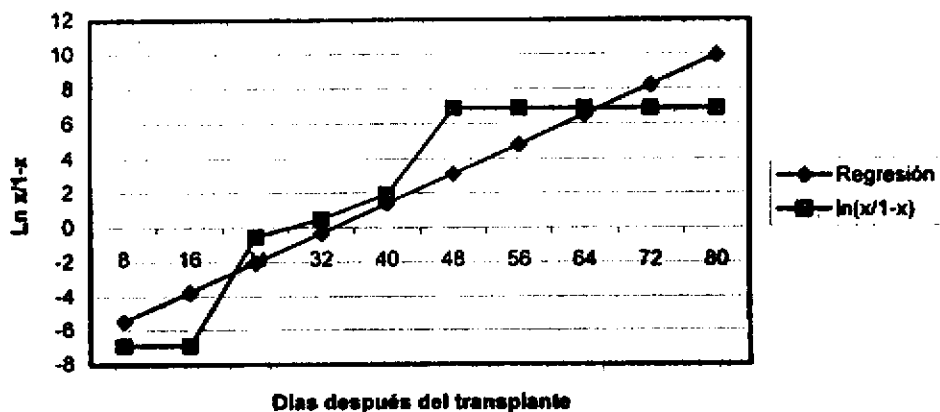


Figura 20*A". Regresión lineal de la proporción de plantas viróticas para el material Cannery producido bajo Semillero.

APT 391

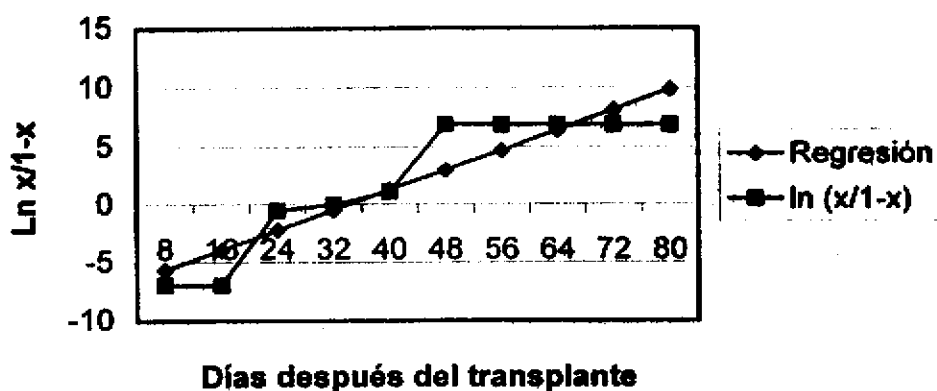


Figura 21*A". Regresión lineal de la proporción de plantas viróticas para el material APT 391 producido bajo Semillero.

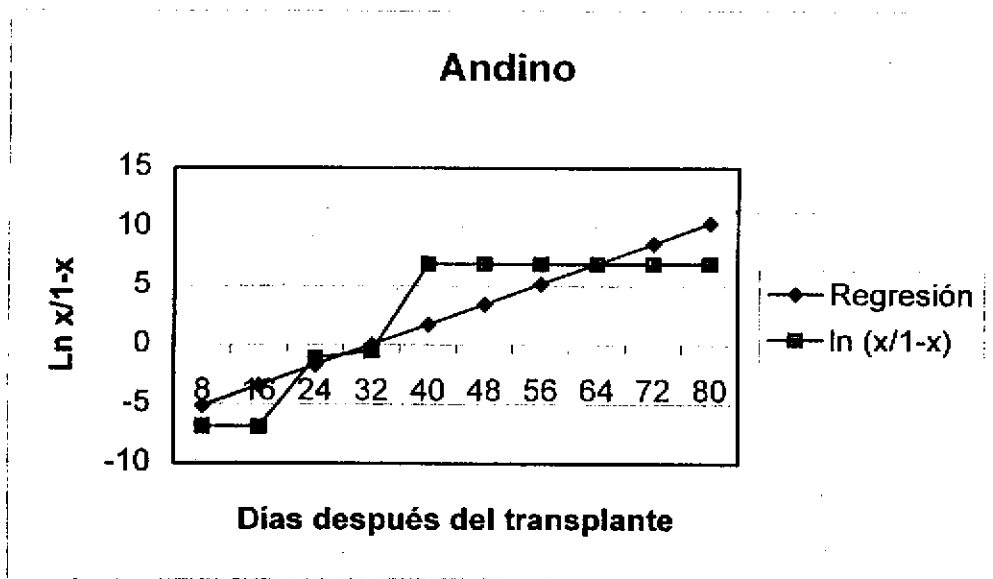


Figura 22"A" . Regresión lineal de la proporción de plantas viróticas para el material Andino producido bajo Semillero.

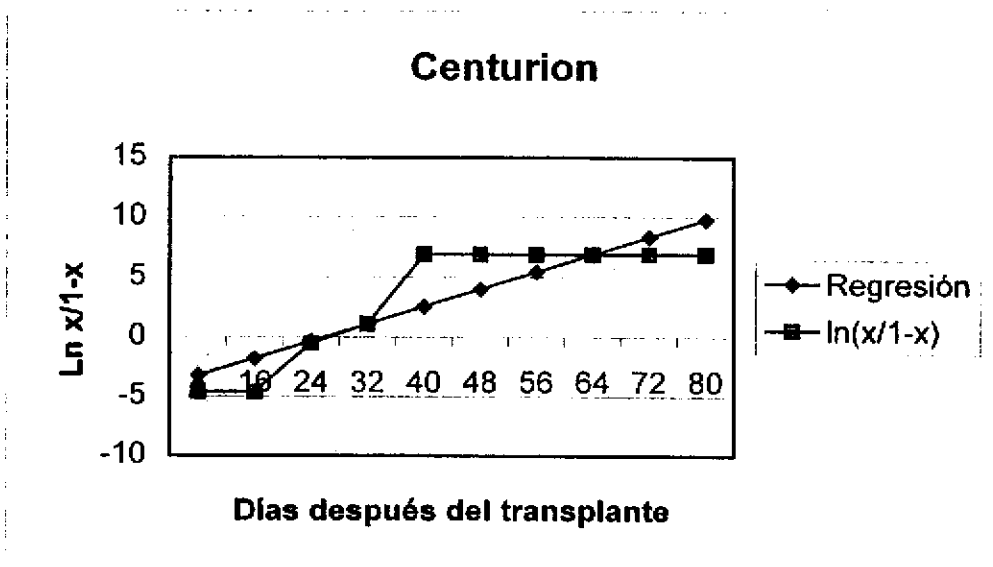


Figura 23"A". Regresión lineal de la proporción de plantas viróticas para el material Centurion producido bajo Semillero.

APT 266

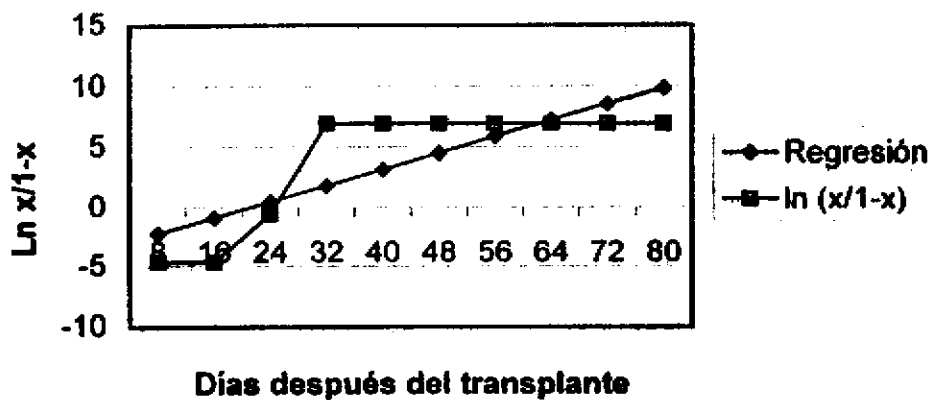


Figura 24"A". Regresión lineal de la proporción de plantas viróticas para el material APT 266 producido bajo Semillero.

APT 270

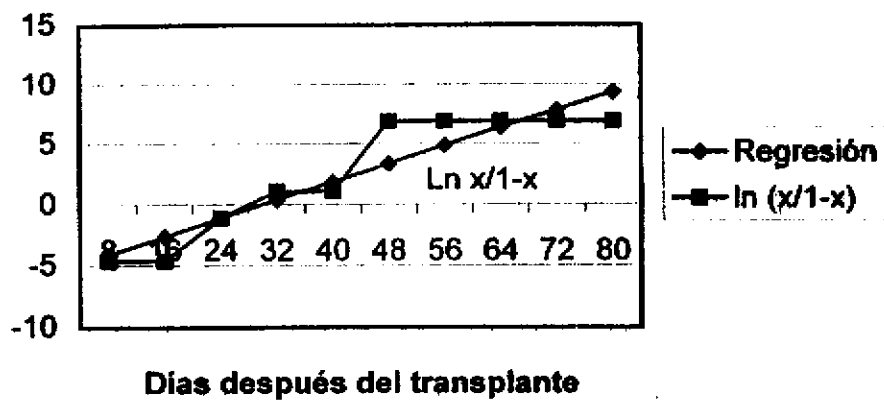


Figura 25"A". Regresión lineal de la proporción de plantas viróticas para el material APT 270 producido bajo Semillero.

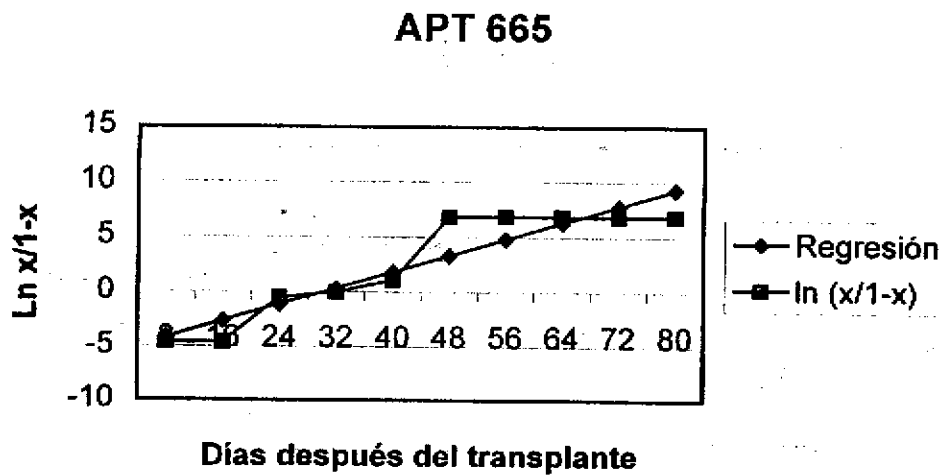


Figura 26 "A". Regresión lineal de la proporción de plantas viróticas para el material APT 665 producido bajo Semillero.

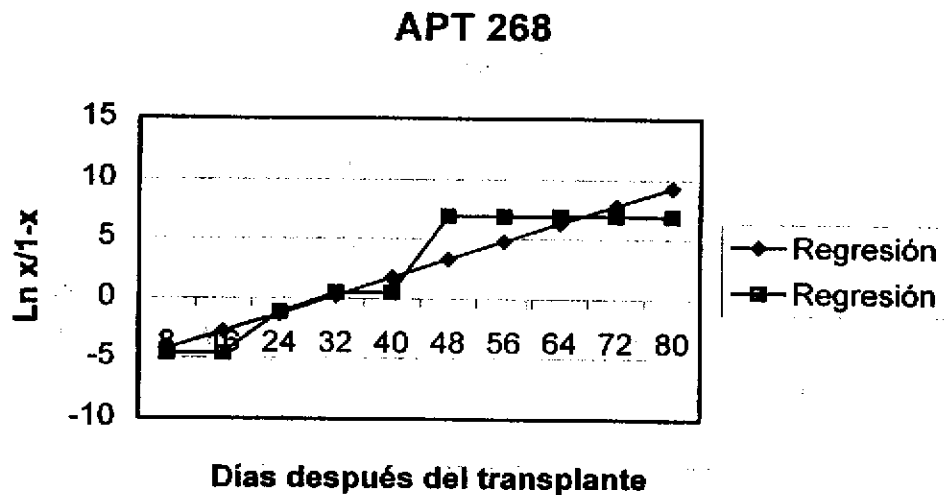


Figura 27 "A". Regresión lineal de la proporción de plantas viróticas para el material APT 268 producido bajo Semillero.

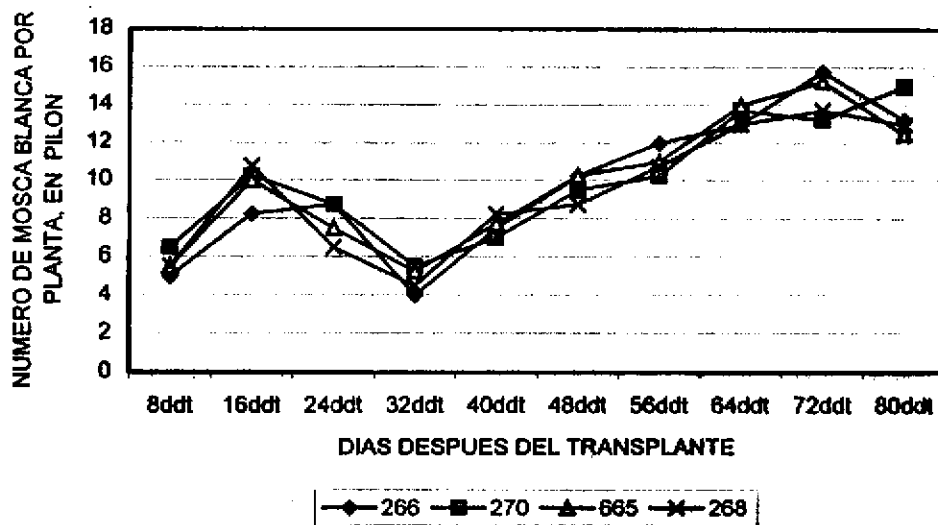


Figura 28"A" Población de Mosca Blanca para los materiales APT 266 APT 270, APT 665 y APT 268, producidos bajo Pilón.

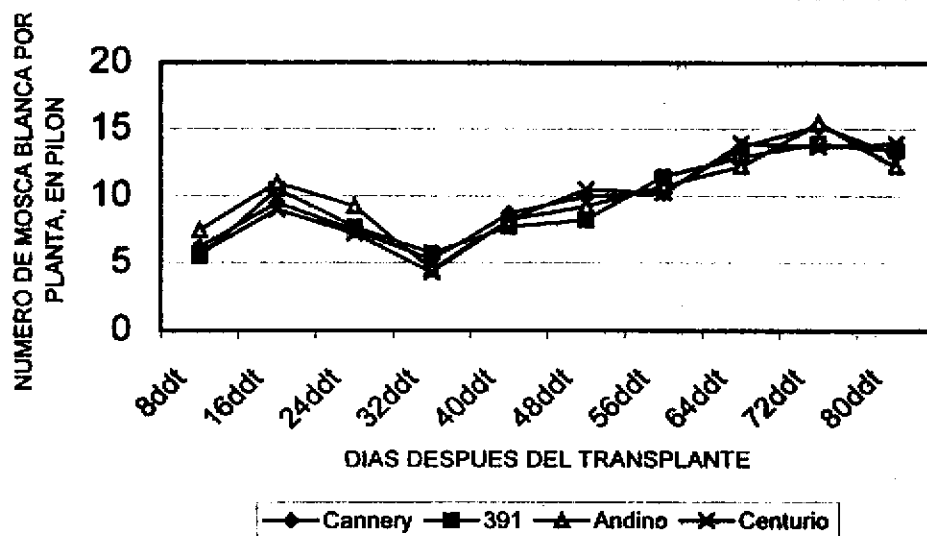


Figura 29"A" Población de Mosca Blanca para los materiales Cannery, APT 391, Andino y Centurio producidos bajo pilón.

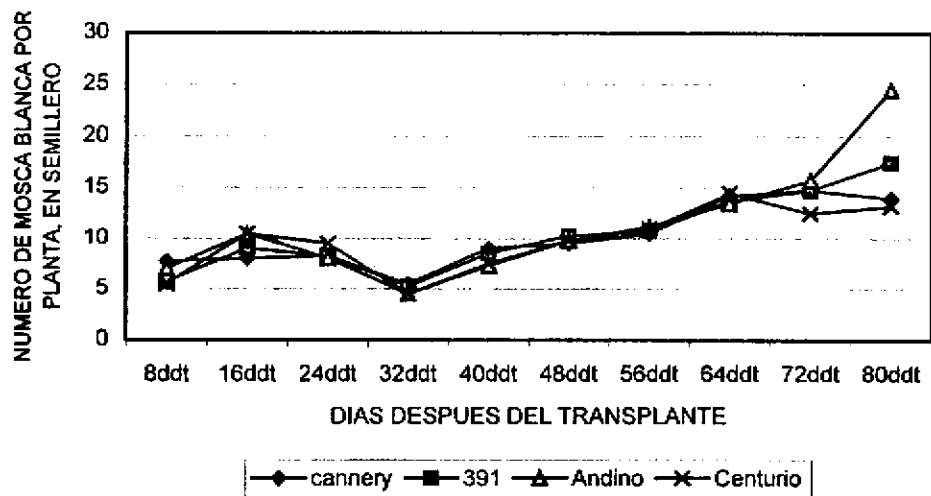


Figura 30"A" Población de Mosca Blanca para los materiales Cannery, APT 391, Andino y Centurio producidos bajo Semillero.

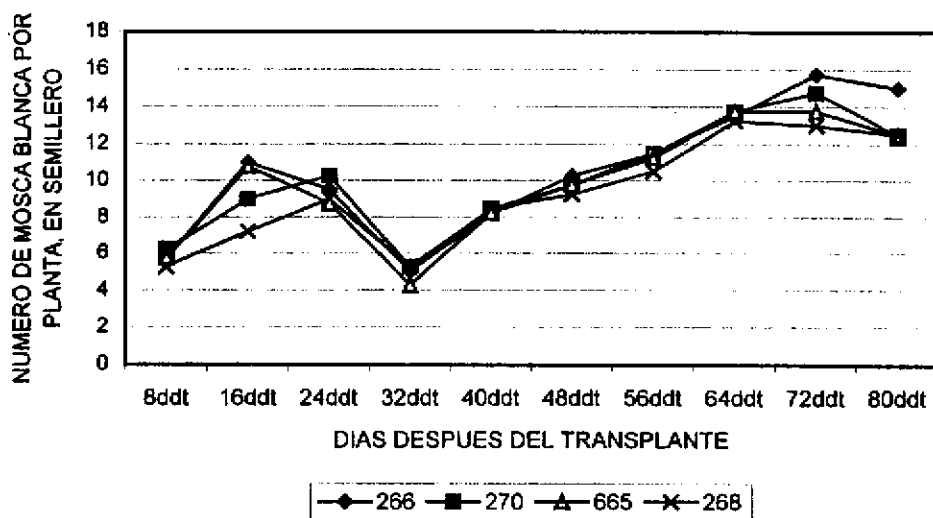


Figura 31"A" Población de Mosca Blanca para los materiales APT 266, APT 270, APT 665 y APT 268 producidos bajo Semillero



FACULTAD DE AGRONOMIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
AGRONOMICAS


LA TESIS TITULADA: "EVALUACION AGRONOMICA Y TOLERANCIA A GEMINIVIRUS EN 12 MATERIALES GENETICOS DE TOMATE (Lycopersicon esculentum Mill) PRODUCIDOS BAJO DOS TIPOS DE SEMILLERO, EN EL VALLE DE SAN MIGUEL CHICAJ, BAJA VERAPAZ".

DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE: HENRY LOSSENDY LEONARDO VASQUEZ

CARNET No: 9410314

HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES: Ing. Agr. Alvaro Hernández Dávila
Ing. Agr. Domingo Amador Pérez

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


Ing. Agr. Edgar C. Franco Rivera
A S E S O R


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


Ing. Agr. Fredy Hernández Ola
A S E S O R


Ing. Agr. Edgar Amílcar Martínez Tamiés
DIRECTOR a.i. IIA.



I M P R I M A S E


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

