

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

ETIOLOGIA DE LA MARCHITEZ DE LA PETUNIA *Petunia hybrida* Vilm, BAJO CONDICIONES
DE INVERNADERO, EN EL MUNICIPIO DE AMATITLAN, GUATEMALA.



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

FRANCISCO BARRIENTOS ESQUIE

En el acto de investidura como

INGENIERO AGRÓNOMO

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

EN

SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA
EN EL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIADO

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2006

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

DL
01
7(2316)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

Lic. ESTUARDO GALVEZ BARRIOS

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

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

Guatemala, Septiembre de 2006

Honorable Junta Directiva
Honorable Tribunal Examinador
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala

Distinguidos Miembros:

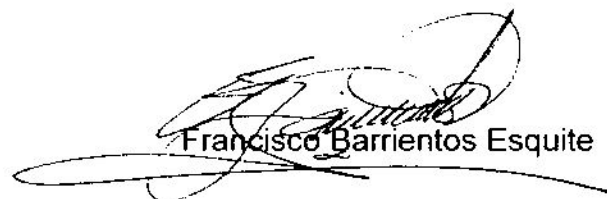
De conformidad con las normas establecidas en la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a consideración de ustedes, el trabajo de tesis titulado:

ETIOLOGÍA DE LA MARCHITEZ DE LA PETUNIA *Petunia hybrida* Vilm, BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO, EN EL MUNICIPIO DE AMATITLAN, GUATEMALA.

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

Esperando que la presente investigación llene los requisitos necesarios para la aprobación, me suscribo de ustedes,

Atentamente,


Francisco Barrientos Esquite

TESIS QUE DEDICO

A:

DIOS Por darme la sabiduría y entendimiento que me ha ayudado a conducir mi vida; porque en ti vivimos nos movemos y existimos.

MIS PADRES Feliza Esquite, motivo de inspiración para mi vida, mi fuente de amor, de fortaleza y lucha.

Ceferino Barrientos (†) flores sobre su tumba, mi agradecimiento eterno.

MI ESPOSA Marla Aydeè, mi regalito de Dios, sin tu apoyo no hubiera sido posible.

MIS HIJOS Juan Pablo, José Carlos y María Isabel, el gran tesoro que Dios ha puesto en mis manos, la luz que ilumina mi sendero, fuente de mi inspiración.

MIS HERMANOS Manuel De Jesús (†), Víctor, Antonio, Fidel, Leonel, Consuelo y Amparo, quienes forman parte de este triunfo.

MIS SUEGROS Jesús y Enma, por su gran apoyo y cariño en todo momento.

MIS CUÑADOS Jesús, Marvin, Ligia y Federico, un abrazo con cariño.

MIS AMIGOS Y HERMANOS Roberto y Lilian, José Antonio y Paty, Gracias por su apoyo y cariño.

A LA COMUNIDAD FAMILIAR "JESÚS REINA" Fuente de alimento espiritual para mi vida, gracias a todos.

AGRADECIMIENTO

A:

Mis asesores Ing. Agr. Gustavo Adolfo Mendoza Alvarado e Ing. Agr. Gustavo Adolfo Álvarez Valenzuela, por su valiosa colaboración, confianza y orientación en la realización de esta tesis.

Ing. Agr. Braulio Antonio Aguilar Díaz, porque con su apoyo y confianza permitió el inicio y culminación de este trabajo y carrera.

P. Agr. Edgar René Almazán Murga, por el apoyo incondicional recibido, que hizo posible llegar a la meta.

Ing. Agr. Sergio Castillo, por el apoyo incondicional brindado a lo largo de la carrera.

La empresa Jardines Mil Flores, S.A. por brindarme el conocimiento y ser la segunda universidad de mi vida.

Mis compañeros y grandes amigos: Edwin Spross, Cristian Marín, Estuardo Almazán, Hans De León, Oscar Orantes, Ricardo Santizo, Juan Antonio Longo, Jorge Mario Bonilla, Antonio Fortuny, Mario Ozaeta, Mario Lara, Rolando Cruz, Aviù Polanco, Equipo Técnico de "Las Vertientes" y "ESQUEJES, S.A." JALAPA, Personal Administrativo y de Campo de Jardines, quienes de una u otra forma hicieron posible este trabajo.

Dr. Edín Francisco Orozco Miranda, por la atención brindada desinteresadamente.

ÍNDICE

CONTENIDO	PÁGINA
ÍNDICE DE FIGURAS	iii
ÍNDICE DE CUADROS	iii
RESUMEN	iv
1. INTRODUCCIÓN	1
2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	2
3. MARCO TEÓRICO	3
3.1 MARCO CONCEPTUAL	3
3.1.1 INFORMACIÓN GENERAL DE LA PETUNIA <i>Petunia hybrida</i>	3
3.1.2 REQUERIMIENTOS DEL CULTIVO	3
3.1.2.1 DÍAS A GERMINACIÓN	3
3.1.2.2 REPRODUCCIÓN	3
3.1.2.3 USOS	3
3.1.2.4 CLIMA	4
3.1.2.5 SUELO	4
3.1.2.6 RIEGO	4
3.1.2.7 FERTILIZACIÓN	4
3.1.3 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA	4
3.1.4 ANÁLISIS DE PRODUCCIÓN BÁSICA	5
3.1.5 ENFERMEDADES EN PLANTAS	6
3.1.5.1 AGENTES CAUSALES DE ENFERMEDADES EN PLANTAS	6
3.1.6 SÍNTOMAS PRODUCIDOS POR HONGOS	6
3.1.6.1 HONGOS QUE PRODUCEN MARCHITEZ EN PLANTAS	7
3.1.6.1.1 <i>Fusarium oxisporum</i>	7
3.1.6.1.2 <i>Verticillium spp.</i>	7
3.1.7 BACTERIAS	8
3.1.7.1 SÍNTOMAS PRODUCIDOS POR BACTERIAS	8
3.1.7.1.1 <i>Xanthomonas campestris pv. Manihotis</i>	8
3.1.7.1.2 <i>Ralstonia solanaceraum</i>	9
3.1.8 VIRUS	9
3.1.8.1 SÍNTOMAS EN FLORES	9
3.1.8.2 SÍNTOMAS EN HOJAS	10
3.1.8.3 ALTERACIONES DEL CRECIMIENTO	10
3.1.8.4 SÍNTOMAS INTERNOS	10
3.1.9 Virus Del Marchitamiento Punteado Del Tomate Y Mancha Necrótica De Impatiens (TSWV / INSV).	11

INDICE

CONTENIDO	PÁGINA	
3.1.9.1	ORIGEN, EXPANSIÓN Y DENOMINACIONES DEL TSWV	12
3.1.9.2	CARACTERÍSTICAS DEL VIRUS	12
3.1.10	PRINCIPALES PLAGAS DE LA PETUNIA	14
3.1.10.1	MOSCA MINADORA (<i>Liriomyza huidobrensis</i>)	14
3.1.10.2	TRIPS DE LAS FLORES <i>Frankliniella occidentalis</i> Pergande	15
3.1.10.2.1	MORFOLOGÍA	15
3.1.10.2.2	CICLO DE VIDA	15
3.1.10.2.3	REPRODUCCIÓN Y CRECIMIENTO DE LA POBLACIÓN	16
3.1.10.2.4	DISPERSIÓN EN EL CULTIVO	16
3.1.10.2.5	SÍNTOMAS Y DAÑOS EN LOS CULTIVOS	17
3.1.10.3	MOSCA BLANCA (<i>Trialeurodes vaporariorum</i>)	17
3.1.10.4	LEPIDOPTEROS (<i>Spodoptera ssp</i>)	18
3.1.11	ENFERMADADES COMUNES EN PETUNIA	18
3.1.11.1	AHOGAMIENTO O "DAMPING-OFF"	18
3.1.11.2	MOHO GRIS <i>Botrytis cinerea</i>	18
3.1.11.3	MANCHA FOLIAR <i>Alternaria spp.</i>	18
3.1.11.4	CENICILLAS	19
3.2	MARCO REFERENCIAL	20
3.2.1	UBICACIÓN GEOGRAFICA	20
3.2.2	CARACTERÍSTICAS DE LA PRODUCCIÓN EN INVERNADERO	20
3.2.3	MANEJO AGRONÓMICO DEL CULTIVO	21
4	OBJETIVOS	22
5	HIPÓTESIS	23
6	METODOLOGÍA	24
6.1	FASE DE CAMPO	24
6.2	FASE DE LABORATORIO	24
6.2.1	ANÁLISIS MACROSCÓPICO	24
6.3	METODOLOGÍA PARA DETECCIÓN Y CONFIRMACIÓN DE <i>TOSPOVIRUS</i> EN PETUNIA	25
6.3.1	DETECCIÓN SEROLÓGICA	25
6.3.2	USO DE PLANTAS INDICADORAS PARA CONFIRMACIÓN DE <i>TOSPOVIRUS</i>	25
7	RESULTADOS	27
7.1	CARACTERIZACIÓN DE SÍNTOMAS EN PLANTAS DE PETUNIA	27
7.2	INCIDENCIA DE LA ENFERMEDAD	29
7.3	CARACTERIZACIÓN DE SÍNTOMAS EN PLANTAS INDICADORAS	30
7.4	DETERMINACIÓN DEL AGENTE CAUSAL A TRAVÉS DE ANÁLISIS SEROLÓGICO	32
7.5	VECTOR DE <i>TOSPOVIRUS</i>	33
8	CONCLUSIONES	35
9	RECOMENDACIONES	36
10	BIBLIOGRAFÍA	37
11	ANEXO	39

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA	PÁGINA
1 Ciclo de Vida del Trips <i>Frankliniella occidentalis</i> Pergande.	6
5 Síntomas observados en la caracterización de <i>Tospovirus</i> en plantas indicadoras.	31
7 Trips, Vector de <i>Tospovirus</i> .	34
2 Procedimiento en la determinación de <i>Tospovirus</i> en plantas de petunia <i>Petunia hybrida</i> Vilm con síntomas de marchitez, utilizando el test de diagnóstico.	26
3 Síntomas de <i>Tospovirus</i> en petunia <i>Petunia hybrida</i> en las condiciones de Amatitlán, Guatemala.	28
4 Curva de progreso de la marchitez ocasionada por <i>Tospovirus</i> en petunia <i>Petunia hybrida</i> a partir del inicio de la floración, en condiciones de invernadero en Amatitlán, Guatemala, 2003.	29
6 Determinación de especies de <i>Tospovirus</i> en macerado de petunia <i>Petunia hybrida</i> mediante el test de diagnóstico.	33

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO	PÁGINA
3 Síntomas observados en especies indicadoras, en respuesta a la inoculación con <i>Tospovirus</i> obtenida de Petunia <i>Petunia hybrida</i> , en la evaluación bajo invernadero, Amatitlán, 2003.	32
2 Síntomas ocasionados por <i>Tospovirus</i> en Petunia <i>Petunia hybrida</i> , en condiciones de invernadero, Amatitlan, Guatemala, 2003.	27
1 Hospedantes y Síntomas del Virus del Marchitamiento punteado del Tomate y del virus de la Mancha Necrótica de Impatiens.	11

ETIOLOGÍA DE LA MARCHITEZ DE LA PETUNIA *Petunia hybrida* Vilm, BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO, EN EL MUNICIPIO DE AMATITLAN, GUATEMALA.

ETIOLOGY OF PETUNIA'S WILT *Petunia hybrida* Vilm UNDER GREENHOUSE CONDITION IN AMATITLAN, GUATEMALA.

RESUMEN

En el municipio de Amatitlán, Guatemala se encuentra la empresa Jardines Mil Flores, S.A. dedicada desde hace 40 años a la producción de semilla híbrida de especies ornamentales. Tiene como uno de sus principales cultivos a la Petunia *Petunia hybrida* Vilm. A partir de 1997, se observa en esta especie ornamental una enfermedad cuyo síntoma principal es marchitez, la cual se manifiesta especialmente en el período de floración constituyendo un problema devastador, acortando el ciclo de producción y provocando la muerte de plantas en cualquier época del año, cuantificándose hasta un 100% de incidencia de la enfermedad. A partir de esa problemática se planteó la realización del presente estudio, con el objetivo de determinar el agente etiológico, describir los síntomas de la enfermedad y generar información para brindar manejo adecuado al cultivo. El estudio se realizó en un invernadero y en los laboratorios de Fitopatología de la Empresa Jardines Mil Flores S. A. y de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala (FAUSAC). Se realizó un análisis de los posibles agentes fitopatogénicos basados en sintomatología. Luego de determinar que se trataba de un virus, fue realizada la caracterización de síntomas de la enfermedad en petunia y en cuatro especies de plantas indicadoras de virus, las cuales son utilizadas para tal propósito, siendo estas: tabaco *Nicotiana glutinosa* L., quenopio o apazote *Chenopodium amaranticolor*, vuélvete loco *Datura stramonium*, chinita *Impatiens wallerana* y petunia *Petunia hybrida* como planta hospedera del patógeno en estudio. Además fue realizada la prueba serológica mediante el uso de tiras indicadoras (TSWV / INSV InmunoStrip Test) que permitió determinar las especies de los virus pertenecientes al género *Tospovirus* (Bunyaviridae) De acuerdo a la prueba realizada en material vegetal enfermo, se determinaron las especies, virus del marchitamiento punteado del tomate (TSWV = "Tomato spotted wilt virus") y virus de la mancha necrótica de impatiens (INSV = "Impatiens necrotic spot virus"). Ambos virus fueron determinados de manera individual o asociados en la misma planta ocasionando marchitez. *Frankliniella occidentalis* Pergande fue la especie de trips determinada como vector, asociada a la marchitez en plantas de petunia provocada por *Tospovirus* dentro del invernadero. Los síntomas observados en las plantas indicadoras fueron análogos a los mencionados en la literatura para dichos virus. A partir de la caracterización, se recomendó realizar planes de manejo enfocados a la prevención de *Tospovirus* en los diferentes estados fenológicos de la especie ornamental en estudio, dirigidos a la reducción de poblaciones del

insecto vector. Realizar estudios sobre dinámica poblacional de trips, en el lugar de producción por ser el vector principal del virus. Evaluar planes de manejo integrado de la enfermedad enfocado hacia la relación Trips – Tospovirus, tanto a nivel local (empresa) como regional. Realizar estudios de la epidemiología de la enfermedad de la marchitez de la petunia *Petunia hybrida* para tener herramientas para la toma de decisiones en programas de manejo y hacer una caracterización de *Tospovirus* encontrados en esta investigación a través de microscopía electrónica. Sin descartar la alternativa de utilizar material vegetal proveniente de cultivos *in Vitro* para mantener las líneas parentales libres de virus y mantener una conexión constante con las instituciones o asociaciones relacionadas con la investigación de *Tospovirus* para conocer los avances en relación al control o manejo de la enfermedad.

1. INTRODUCCIÓN

Guatemala presenta variedad de climas, especies animales y vegetales, así como diversidad de tipos de suelo. Esto, es ventaja para la producción de muchas especies botánicas, específicamente para la producción de cultivos no tradicionales, dentro del campo de la floricultura, que ha tomado auge en el ámbito nacional.

Hay empresas que se dedican a la explotación intensiva de especies ornamentales cuyos productos son exportados a clientes especiales, específicamente, Norte América y Europa. Para dicha actividad, se requiere de personal femenino en su mayoría, lo que redundará en la generación de fuente de trabajo y contribuye con el ingreso de divisas para el país.

La empresa Jardines Mil Flores, S.A., ubicada en Amatitlán, Guatemala, se dedica a la producción de semilla de especies ornamentales, teniendo como principales cultivos petunia (*Petunia hybrida* Vilm.), geranio (*Pelargonium hortorum*), flor de muerto (*Tagetes erecta*), mulata (*Zinnia elegans*), y otros de menor extensión. Esta actividad es bastante laboriosa, por ejemplo, únicamente para petunia se requiere de la contratación de cerca de 100 personas por ciclo de producción, que va de tres a cuatro meses por ciclo, dándose de dos a tres veces al año.

A partir de 1997 se observa en las especies ornamentales mencionadas, excepto geranio, una enfermedad cuyo síntoma es marchitez y muerte de plantas en el invernadero. Ello, constituye un problema grave que limita la producción en la actualidad. A partir de esa problemática, se planteó la realización del presente estudio, con el objetivo de determinar el agente etiológico. Se determinó que el agente causal asociado a dicha enfermedad, es un virus. De acuerdo a la prueba serológica realizada en material vegetal enfermo, se determinaron las especies, virus del marchitamiento punteado del tomate (TSWV = "Tomato spotted wilt virus") y virus de la mancha necrótica de impatiens (INSV = "Impatiens necrotic spot virus"). Según la literatura, estas especies pertenecen al género *Tospovirus* (Bunyaviridae). Ambos virus fueron determinados de manera individual o asociados en la misma planta ocasionando marchitez. También se realizó la caracterización de síntomas de la enfermedad en Petunia y en cuatro especies de plantas indicadoras de virus. El vector principal de *Tospovirus* es el trips, y asociado a plantas que se tornaban enfermas se determinó *Frankliniella occidentalis* Pergande, que es la principal especie trasmisora de *Tospovirus*. El estudio se realizó en invernadero y en el laboratorio de Fitopatología de la empresa Jardines Mil Flores, S.A. y de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala (FAUSAC).

2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Dentro de los invernaderos destinados para la producción de semilla híbrida de petunia *Petunia hybrida* Vilm., en la empresa Jardines Mil Flores, S.A. ubicada en el municipio de Amatitlán departamento de Guatemala, a partir de 1997, se observa en las especies ornamentales que allí se cultivan, una enfermedad conocida localmente como "marchitez", la cual se manifiesta especialmente en el período de floración. Constituye un problema devastador, acorta el ciclo de producción y provoca la muerte de plantas en cualquier época del año. Se observa hasta 100% de incidencia de la enfermedad y se reduce o anula la producción de semilla. Debido a este problema, fue necesario determinar el agente etiológico que está provocando la enfermedad para poder establecer un plan de manejo del cultivo y de la enfermedad y a la vez la caracterización de los síntomas específicos manifestados por la planta.

3. MARCO TEÓRICO

3.1 MARCO CONCEPTUAL

3.1.1 INFORMACIÓN GENERAL DE LA PETUNIA *Petunia hybrida* Vilm.

Esta especie botánica, es nativa de Sur América y se piensa que *Petunia axillaris* y *P. violacea* son progenitores de las petunias modernas (2). Son plantas anuales, herbáceas, pubescentes y de tallos decumbentes. Alcanzan altura de 0.07 a 0.60 m, sus hojas son alternas o en pares, enteras, sésiles, de color verde claro y pubescentes. La corola soldada de pétalos, lisos o rizados y matizados de distintos colores (azul, blanco, rosado, rojo, violeta, puros o mezclados, jaspeados con los bordes de los pétalos simples, ondulados o ribeteados), por la belleza de sus flores tiene gran demanda en jardinería (2).

3.1.2 REQUERIMIENTOS DEL CULTIVO

3.1.2.1 DÍAS A GERMINACIÓN

Semillas de esta especie germinan entre cuatro a seis días, obteniéndose un promedio del 90% de germinación bajo las siguientes condiciones: temperatura ambiental promedio 19°C, 51% de humedad relativa y con promedio de 400 pies-candela de intensidad lumínica. Es necesario mantener una humedad constante del suelo en los primeros días para lograr mejor germinación, sin embargo, el riego del semillero depende del tipo de sustrato (2,10). Semilleros se realizan en cualquier época del año, se preparan los semilleros en cajas que pueden ser de madera, con una mezcla de tierra negra y arena blanca cernida.

3.1.2.2 REPRODUCCIÓN

La reproducción es sexual por semillas y asexual, a través de esquejes, que oscilen entre seis y ocho cm de altura. Dichos esquejes se ponen a enraizar en una mezcla de suelo y arena blanca cernida y a los tres o cuatro días después de sembrados inicia el desarrollo de las primeras raíces (2,10).

3.1.2.3 USOS

Se utiliza como planta ornamental en arriates, hileras con un solo tipo de plantas, siembra al pie de paredes, siembra en jardineras y macetas. Para adorno de balcones, ventanas, terrazas, su cultivo debe ser a pleno sol (2,10).

3.1.2.4 CLIMA

Su adapta a los climas de la región tropical y subtropical, siendo, cálidos y templados, (2,10).

3.1.2.5 SUELO

Se recomienda suelo de textura franca, con buen contenido de materia orgánica y arena, pH de 6.0 a 7.0.

3.1.2.6 RIEGO

Depende del sustrato, recipiente o medio donde se cultive, así será el régimen de riego y si se encuentra a campo abierto o bajo techo. En general se recomienda mantener humedad constante cercana a capacidad de campo.

3.1.2.7 FERTILIZACIÓN

Es una planta que necesita nutrición balanceada tanto de elementos mayores como de elementos menores, pero en la etapa de crecimiento necesita de nitrógeno y fósforo con mayor frecuencia (2,10).

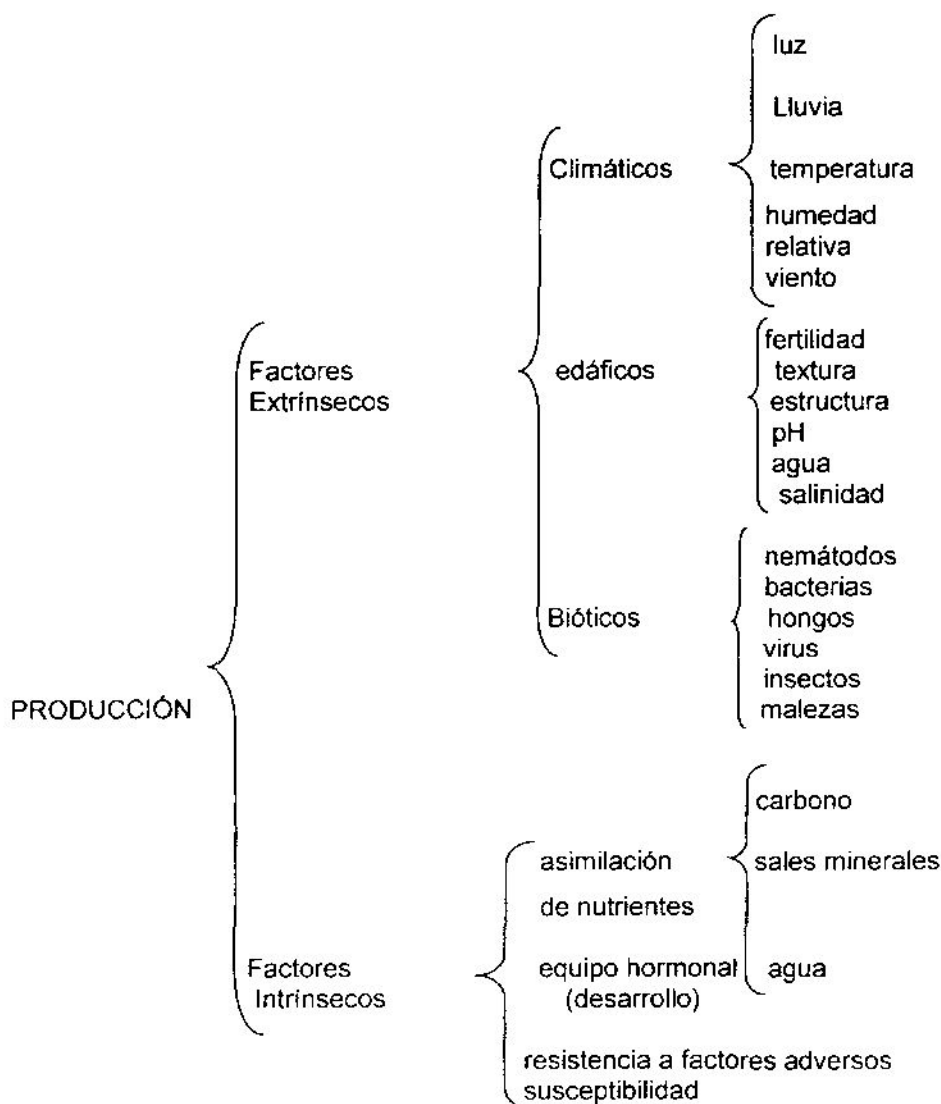
3.1.3 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA (20)

Reino:	Plantae
Sub-reino	Embryobionta
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Subclase:	Asteridae
Orden:	Solanales
Familia:	Solanaceae
Género	<i>Petunia</i>
Especie	<i>P. hybrida</i> Vilm.
Nombres Comunes:	Petunia, petunia de jardín

3.1.4 ANÁLISIS DE PRODUCCIÓN BÁSICA

El rendimiento de semilla de la planta es el resultado de la integración de todos los factores que interactúan durante el ciclo vital de la misma. Estos factores pueden ser extrínsecos o intrínsecos; en realidad son innumerables, pero si se toman en cuenta solamente los principales, se pueden ordenar de la siguiente manera:

Factores extrínsecos e intrínsecos que interactúan durante el ciclo de vida de la planta:



El hombre ha aprendido a manejar y modificar los factores edáficos y en gran parte los factores bióticos que es donde se sitúa el punto de interés. Los factores climáticos, también pueden ser manejados por el hombre a través de construcciones que impidan que las plantas estén expuestas a los mismos y de esa manera garantizar la producción en condiciones climáticas adversas (15).

3.1.5 ENFERMEDADES EN PLANTAS

La salud de las plantas es vital para un adecuado crecimiento y desarrollo. Pueden ser afectadas por factores bióticos y abióticos. Los bióticos abarcan los agentes fitopatógenos, los cuales producen enfermedades en las plantas tal y como aparecen en los humanos y animales, y los abióticos son todos aquellos factores que propician las condiciones para la vida, tales como temperatura, humedad, luz, etc., aunque los microorganismos que las producen en su mayoría no son los mismos (15, 22).

La ciencia que estudia las enfermedades en las plantas es la Fitopatología, la cual estudia los organismos y las condiciones del medio ambiente que ocasionan las enfermedades, tales como temperatura, humedad, radiación solar, etc., los procesos mediante los cuales estos factores en interacción producen enfermedades, así como las interacciones que son establecidas entre el organismo u organismos que ocasionan la enfermedad y la planta enferma, y finalmente, los medios adecuados para prevenir las enfermedades, con el propósito de disminuir el daño que ocasionan o para efectuar su control antes y/o después que se desarrollen las plantas. Así mismo, esta ciencia es la encargada también de desarrollar métodos de control para las enfermedades de plantas (15).

3.1.5.1 AGENTES CAUSALES DE ENFERMEDADES EN PLANTAS

Dentro de los principales organismos que ocasionan enfermedades en plantas se mencionan: plantas fanerógamas parásitas, bacterias, fitoplasmas, rickettsias, virus, viroides, nematodos y hongos, siendo el de mayor importancia el último grupo (1, 15, 22).

3.1.6 SÍNTOMAS PRODUCIDOS POR HONGOS

Los síntomas que producen los hongos sobre sus hospederos son de tipo local o general y pueden aparecer por separado en hospederos distintos, en un mismo hospedante o aparecer uno después de otro en un mismo hospedante (1, 14).

Algunas enfermedades más comunes producidas por hongos son las siguientes:

- A. **Manchas foliares:** lesiones localizadas sobre las hojas de los hospederos, que constan de células muertas y colapsadas.
- B. **Tizón:** empardecimiento general y extremadamente rápido de las hojas, ramas, ramitas y órganos florales de una planta que da como resultado la muerte de estos órganos.
- C. **Cáncer:** hernia localizada o lesión necrótica con frecuencia sumida bajo la superficie.

- D. Pudrición de la raíz: pudrición y desintegración parcial o total del sistema radicular de una planta.
- E. Ahogamiento o secadera: muerte rápida o colapso de plántulas muy jóvenes que se cultivan en campo o en almácigo.
- F. Pudrición basal del tallo: desintegración de la parte inferior del tallo (cuello).
- G. Pudriciones blandas y secas: maceración y desintegración de frutos raíces, bulbos, tubérculos y hojas carnosas de las plantas hospedantes.
- H. Antracnosis: lesión necrótica que se asemeja a una úlcera profunda y se produce en el tallo, hojas flores o frutos de las plantas hospedantes.
- I. Sarna: lesiones que se producen sobre el fruto, hojas, tubérculos, y otros órganos de las plantas hospedantes, por lo común ligeramente realizadas o bien profundas y agrietadas, lo cual les da una apariencia costrosa.
- J. Hernia de las raíces: raíces alargadas en forma de agujas o mazos.
- K. Agallas: proporciones alargadas de las plantas que por lo común están llenas del micelio del hongo.
- L. Verrugas: protuberancias que se forman sobre los tubérculos y los tallos.
- M. Escobas de bruja: ramificación profusa y hacia arriba que se produce en las ramas jóvenes.
- N. Enchinamiento foliar: deformación, engrosamiento y enchinamiento de las hojas.
- O. Marchitez: síntoma secundario por lo general de alteraciones que sufre el sistema vascular de la planta (1, 6, 19).

3.1.6.1 HONGOS QUE PRODUCEN MARCHITEZ EN PLANTAS

3.1.6.1.1 *Fusarium oxysporum*: especie reportada en el cultivo de petunia, se da la presencia de este hongo ocasionándole daño, al igual que en otras especies ornamentales, su ataque depende del grado de contaminación del suelo y de la susceptibilidad de las variedades. Los síntomas aparecen tanto sobre las plantas jóvenes, como sobre las plantas adultas. En plantas afectadas inicialmente aparecen ramas marchitas, en el cuello se nota una coloración marrón, aunque el resto parece estar sano. Una o varias ramas pueden presentar una coloración gris, después caen hasta que la planta finalmente muere. Un corte del tallo muestra a simple vista un ennegrecimiento en los haces vasculares (1, 4).

3.1.6.1.2 *Verticillium spp.* : afecta plantas herbáceas y especies forestales, los síntomas de la infección dependen de la planta hospedera o de la susceptibilidad de la misma, el síntoma característico de una planta es amarillamiento de hojas, primero en los bordes hasta cubrir los espacios intervenales, luego de color marrón hasta que se da la

defoliación y la planta muere. Los síntomas de la marchitez ocasionados por *Verticillium* en ornamentales son muy similares a los de *Fusarium*; en algunos casos, las hojas viejas son las que se ven afectadas primero, tornándose amarillas, marchitas y se desprenden de la planta originando una defoliación. Lo que provoca el amarillamiento y marchitez es la necrosis que se desarrolla en los haces vasculares, obstaculizando la circulación de la savia y el agua en toda la planta, síntomas muy similares a los provocados por *Fusarium*. (1, 14).

3.1.7 BACTERIAS

Organismos procarióticos, microscópicos, constituidas por células simples. Pueden tener formas de bastón (bacilo), ser esféricas, elipsoidales, espirales, en forma de una coma, o filamentosas. Algunas se desplazan en medio de líquidos mediante flagelos mientras que otras son estáticas. Las colonias de la mayoría de las especies son de color blanquecino o grisáceo, aunque algunas son amarillas, rojas o de otros colores. Algunas producen pigmentos que se difunden en el agar. Las bacterias fitopatógenas se reproducen mediante el proceso asexual conocido como "fisión binaria". Se produce por la invaginación de la membrana citoplasmática hacia la parte central de la célula, formando un tabique membranoso transversal que divide al citoplasma en dos partes aproximadamente iguales, se reproducen a una velocidad rápida (1, 7, 14).

3.1.7.1 SÍNTOMAS PRODUCIDOS POR BACTERIAS

Las bacterias fitopatógenas ocasionan manchas y tizones foliares, pudriciones blandas de frutos, raíces y órganos almacenados, marchitamientos vasculares, crecimientos excesivos, cánceres. Cualquiera de estos síntomas pueden ser producidos por bacterias patógenas de varios géneros y cada género contiene especies capaces de producir diferentes tipos de enfermedades. Sin embargo, las especies de *Agrobacterium* producen crecimientos excesivos o proliferación de los órganos. Dentro de las bacterias que ocasionan marchitez se encuentran *Xanthomonas campestris* pv. *Manihotis* y *Ralstonia solanacearum* (1, 7, 14).

3.1.7.1.1 *Xanthomonas campestris* pv. *Manihotis*: Esta especie se reporta ocasionando marchitez en el cultivo de yuca. Otros síntomas atribuidos a otras especies dentro del grupo *Xanthomonas* son manchas foliares, pudrición de esquejes, ennegrecimiento de nervaduras, pudrición de bulbos, cánceres y tizones (1).

3.1.7.1.2 *Ralstonia solanacearum*: Produce marchitez bacteriana, especialmente en solanáceas, es una bacteria que se desarrolla en ornamentales que han sufrido heridas o bien que se encuentran débiles o mal nutridas, puede desarrollarse tanto en plantas herbáceas como en forestales y frutales (1).

3.1.8 VIRUS

Los virus de las plantas son organismos simples cuya composición es ácido nucléico ADN o ARN, que pueden estar incluidos en una cápsula de proteínas (cápsido). Tienen un tamaño muy pequeño (20-300 nm) y visibles solamente con microscopio electrónico. Los virus perturban las funciones normales de la planta utilizando los recursos estructurales de ésta para fabricar más partículas víricas. Normalmente los virus no provocan la muerte de las plantas, pero si reducen su valor ornamental de forma que reduce el rendimiento del cultivo y deprecia su valor comercial. Aunque existen algunos síntomas de origen vírico que tienen cierto valor ornamental y son explotados con fines comerciales.

Las enfermedades provocadas por virus tienen características propias que se distinguen de otras ocasionadas por otros agentes, ya que estas enfermedades son generalizadas, persistentes e incurables. Normalmente las alteraciones son perjudiciales a la planta. Los virus causan gran variedad de síntomas, algunos se confunden con los desórdenes nutricionales, daños por insectos, bacterias y hongos. El síntoma más característico es el raquitismo; aunque también se producen otros como variaciones de color en forma de mosaicos o rayas, aclarado nerval, clorosis foliar, manchas anulares, nervaduras necróticas, deformaciones foliares, brotes abultados, excrecencias, rotura de la flor, marchitez.

Las virosis son muy temibles, para los agricultores de flor de corte, como los de maceta, pues la producción de plantas con garantías razonables de estar libres de virus es una industria importante que ocupa cada vez mayor espacio dentro del sector de la planta ornamental, y suele correr a cargo de empresas altamente especializadas. (6, 9, 14)

3.1.8.1 SÍNTOMAS EN FLORES

a) **VARIEGADOS FLORALES:** Los variegados que afectan a los pétalos o a los sépalos se producen por la ausencia de pigmentos antociánicos vasculares formando zonas decoloradas donde se multiplica el virus, aunque también puede haber acumulación de pigmentos a nivel de zonas más profundas.

b) **NECROSIS:** En ocasiones, con la muerte de los tejidos las manchas florales se hacen necróticas.

c) **DEFORMACIONES:** Normalmente el variegado y la necrosis vienen acompañados de deformaciones en las piezas florales, pues los pétalos arrugados dan a la flor un aspecto encogido. Aunque algunos virus no provocan más que una ligera disminución de la coloración de los pétalos o bien una reducción en el tamaño de las flores (6, 9).

3.1.8.2 SÍNTOMAS EN HOJAS

La mayor parte de los fitovirus provocan sobre las hojas alteraciones más o menos graves que se manifiestan por anomalías en la pigmentación, necrosis o deformaciones.

a) **MOSAICOS FOLIARES:** Las alteraciones cromáticas sobre las hojas son debidas a deficiencia en pigmentos clorofílicos, a la destrucción de dichos pigmentos, o a la alteración de la estructura de dichos cloroplastos. Estas modificaciones suelen afectar a grupos de células, delimitando de esta forma zonas diversamente coloreadas que recuerdan a un mosaico.

b) **NECROSIS FOLIAR:** Las manchas foliares proceden de una deficiencia en la asimilación clorofílica y pueden estar coloreadas de violeta o pardo por la síntesis anormal de pigmentos antociánicos o de melanina. Si se presenta una coloración pardusca a la muerte de las células, son las llamadas manchas necróticas. Puede también constituir un proceso de hipersensibilidad de la planta.

c) **DEFORMACIONES:** El crecimiento desigual de las células alteradas por el virus y la proliferación de algunas de ellas provocan deformaciones en el limbo foliar que aparece más o menos abarquillado y en casos más graves conduce a una rizadura (8, 9, 16).

3.1.8.3 ALTERACIONES DEL CRECIMIENTO

Las alteraciones metabólicas incrementan la multiplicación de los virus y los diferentes desórdenes suponen una disminución en el vigor de las plantas virosadas y un retraso en su desarrollo. En ocasiones la acción del virus sobre el crecimiento se traduce en un enanismo y las plantas son incapaces de producir esquejes (8, 9, 16).

3.1.8.4 SÍNTOMAS INTERNOS

Se distinguen dos tipos de síntomas internos: las inclusiones que resultan de la acumulación de partículas víricas o de proteínas no estructurales codificadas por el virus y, las modificaciones de la estructura de las células infectadas (8, 9, 16).

3.1.9 Virus Del Marchitamiento Punteado Del Tomate Y Mancha Necrótica De Impatiens (Tswv / Insv).

a) **Rango De Hospedantes Y Síntomas:** Existe un gran listado de plantas hospedantes que van desde gramíneas, hortalizas y otras plantas de hoja ancha, en el cuadro 1 se enlistan las principales plantas ornamentales:

Cuadro 1 Hospedantes y Síntomas del Virus del Marchitamiento punteado del Tomate y del virus de la Mancha Necrótica de Impatiens.

Hospedante	síntomas
<i>Alstroemeria</i> sp.	Manchas cloróticas foliares en anillos, de contornos difusos con deformaciones del limbo.
<i>Begonia x hiemalis</i>	Presenta un moteado amarillo foliar y bronceado de los nervios en el extremo del pecíolo de la hoja.
<i>Catharanthus roseus</i>	Caída de las hojas amarillentas, en ocasiones produce la deformación de las hojas.
<i>Cineraria</i> sp.	Pequeñas manchas redondas amarillentas, los pecíolos se toman morados y las hojas inferiores pueden marchitarse.
<i>Cyclamen</i> sp.	Diseños lineales en zigzag de color pardo con deformaciones en las flores y rotura de pétalos.
Híbridos de <i>Dahlia</i>	Diseños lineales amarillos en las hojas.
<i>Hippeastrum</i> x híbrido	Manchas foliares irregulares de color blanco o verde oscuro.
<i>Impatiens</i> sp.	Raquitismo, manchas anulares en los pétalos, punteado negro y moteado necrótico en las hojas.
<i>Nerium oleander</i>	Anillos necróticos y cloróticos, necrosis marginal de las hojas, un aclaramiento de las nervaduras y deformaciones.
<i>Petunia hybrida</i>	Presenta lesiones necróticas localizadas.
<i>Primula malacoides</i>	Raquitismo, amarillamiento y marchitamiento foliar.
<i>Ranunculus asiaticus</i>	Raquitismo y necrosis en las yemas de las flores.
<i>Stephanotis floribunda</i>	Jaspeado y manchas foliares, clorosis y lesiones necróticas sobre las flores, así como un debilitamiento con muerte de la yema terminal.
<i>Zantedeschia</i> sp.	Las hojas presentan manchas blancas y amarillas, con frecuencia en anillos, o bien estrias en la proximidad de las nervaduras. El limbo aparece abarquillado. Las flores mal formadas presentan asimismo estriados blancos.

b) **EPIDEMIOLOGÍA:** Tiene una amplia gama de huéspedes (alrededor de 500 especies) que incluyen monocotiledóneas y dicotiledóneas. Es transmitido por trips *Frankliniella occidentalis* de manera persistente propagativa. La incidencia de la enfermedad está relacionada a las poblaciones de trips, las cuales varían en función de la temperatura (6, 9).

c) **CONTROL:** La lucha contra la enfermedad producida por este virus es particularmente difícil a causa de su polifagia y su forma de transmisión por trips. Sin embargo permite reducir las infecciones los tratamientos con insecticidas específicos, la utilización de trampas contra vectores y la protección por medio de mallas finas, además de eliminar las plantas infectadas (6, 9, 14).

Es importante que el material vegetal esté libre de virus y de trips. La interrupción del ciclo de reproducción de los trips resulta efectiva, es decir, con un período libre de cultivos y malas hierbas a mediados de verano, o con la producción de una planta no huésped como *Euphorbia pulcherrima*, durante el otoño (6, 8, 14).

3.1.9.1 ORIGEN, EXPANSIÓN Y DENOMINACIONES DEL TSWV

En 1915, en el Estado de Victoria (Australia), se describe por vez primera una nueva enfermedad en el tomate que había hecho su aparición unos años antes, en 1906, se denominó "spotted wilt" del tomate (Brittlebank, 1919). Ese mismo año se observa la enfermedad en el Sur de este país y en el año 1920 ya se encuentra extendida por toda Australia. La caracterización del agente causal de dicha enfermedad fue hecha por Samuel et al. (1930), recibiendo el nombre de "**Tomato spotted wilt virus**" (TSWV). Posteriormente se extiende a Hawaii, continuando su expansión a otros países tras la introducción de su vector *Frankliniella occidentalis*, desde la denuncia de su aparición a la fecha, se puede considerar que su distribución, exceptuando la parte más al norte del hemisferio, es absolutamente mundial.

Este virus es designado en la bibliografía con diferentes sinónimos, según los países que han sufrido la presencia de la enfermedad, corresponde con su propia manifestación, tal como "peste negra" del tomate y "corcovo" del tabaco (**Carcova virus**) en Argentina, "Vira cabeça" en Brasil, "mancha amarilla" de la piña ("Pineapple yellow spot virus") en Hawaii, necrosis del brote del cacahuete ("Peanut bud necrosis virus"), diferentes designaciones de bronceado como "Tomato bronze leaf virus", "Tomato bronzing virus", o el propio nombre popular que recibe en España de Virus del bronceado del tomate, y otras sinonimias no tan evidentes como "Lycopersicon virus 3" o "Lycopersicon virus 7", "Kromnek virus", "Kat river disease virus", etcétera. Tiene un genoma multipartito: tres ARN de cadena simple. (6, 8, 14).

3.1.9.2 CARACTERÍSTICAS DEL VIRUS

El virus es extraordinariamente variable, lábil y con facilidad crea razas defectivas perdiendo su capacidad de transmisibilidad e infección. Se considera un virus de cuarentena en muchos países y hasta hace poco figuraba en la lista de alerta de la EPPO (European and Mediterranean Plant Protection Organization). Actualmente figura en las listas de la publicación de APSnet como un virus re-emergente.

El TSWV constituye un virus muy especial entre los virus fitopatógenos por las propiedades que presenta y por sus características constitutivas. Debido a ello, durante un largo período de tiempo se le consideró el único miembro del grupo de virus al cual representaba. En 1990, se diferencia serológicamente un aislado de *Impatiens balsamina*, presentando además una lista de hospedantes diferentes, afectando únicamente a plantas ornamentales, y nace una denominación para otro virus, "**Impatiens necrotic spot virus**" (INSV). Posteriormente y basándose en las propiedades serológicas y reforzado por estudios moleculares surgen nuevos miembros que constituyen todos ellos un nuevo grupo siendo el miembro tipo el TSWV. El International Committee on Taxonomy of Virus (ICTV) en la

reunión celebrada en Berlín en 1990 acuerda que este grupo se considere el género *Tospovirus* dentro de la familia Bunyaviridae. Los virus pertenecientes a esta familia infectan a animales e incluso en ocasiones han sido descritos afectando al hombre, transmitidos por diferentes insectos como mosquitos, moscas, garrapatas, etc., sólo los miembros del género *Tospovirus* afectan a plantas, son capaces de reproducirse en el insecto vector ocasionándole enfermedad. La familia Bunyaviridae está constituida además de los *Tospovirus* por los géneros *Bunyavirus*, *Flebovirus*, *Nairovirus* y *Hantavirus*. *Tospovirus* y los miembros de la familia Bunyaviridae tienen una composición estructural del virión muy similar, ambos tienen forma esférica de 80 a 100 nm en el caso del TSWV y entre 90 y 120 nm para los miembros de la familia citada. Ambos poseen una envuelta proteica con proyecciones en la superficie y nucleocapsidas circulares. Su genoma, en ambos casos, consta de tres segmentos de polaridad negativa compuestos por ARN de simple cadena. En cuanto a las proteínas estructurales en ambos casos, se puede encontrar cuatro tipos diferentes cuyas masas moleculares son similares: Proteína N (28,8 kDa. para TSWV y 19-54kDa en Bunyaviridae), proteína G1 (78 kDa. y 55-120 kDa.), proteína G2 (58 kDa. y 29-79 kDa.) y por último la proteína L (200 kDa. para TSWV y 145-250 kDa. para los miembros de la familia Bunyaviridae).

Si bien durante un largo tiempo un solo miembro fue el representante de este grupo mal conocido en sus inicios, en este último período un gran número de miembros han ocupado lugar dentro de este género. Así cabe citar el ya muy nombrado "**Tomato spotted wilt virus**" (Serogrupo I), como miembro tipo del grupo, "**Tomato chlorotic spot virus**" (Serogrupo II-serotipo I), "**Groundnut ring spot virus**" (Serogrupo II-serotipo II), "**Impatiens necrotic spot virus**" (Serogrupo III), "**Watermelon silver mottle virus**" (Serogrupo IV). Entre otros miembros cabe citar el "**Groundnut bud necrosis virus**", "**Groundnut yellow spot virus**", "**Iris yellow spot virus**", "**Melon spotted wilt virus**", "**Chrysanthemum stem necrosis virus**" y "**Zucchini lethal chlorosis virus**", éstos dos últimos correspondientes a citas relativamente recientes e incluidos en la lista de alerta de la EPPO (6, 8, 9, 18).

Los *Tospovirus* son transmitidos por miembros de la familia Thripidae, orden Thysanoptera. Más de nueve especies han sido señaladas como posibles vectores. El más eficiente de todos es *Frankliniella occidentalis*, la mayor incidencia de estos virus es atribuida por diversos autores precisamente a la extensión de este trips. La transmisión es persistente-circulativa y en el caso del TSWV y del INSV se produce la replicación del virus en el interior del insecto vector. Pocos virus de plantas han demostrado esta propiedad de multiplicación en el interior de su insecto vector. La adquisición del virus por el vector la realiza en su primer instar ninfal, siendo infectivo cuando llega al estadio de adulto, aunque la infección no pasa a la progenie. Las poblaciones anuales del insecto dependen de las condiciones ambientales, en general tienen sus umbrales óptimos entre 27°C y 30°C. Son extraordinariamente eficientes en

realizar la transmisión, se habla que con un 0,05% de adultos virosantes en plantas de pimiento son suficientes para desencadenar la enfermedad. El porcentaje de individuos infectivos es limitado y no suele pasar del 30%, pero dado el valor anteriormente citado las posibilidades de infección, teniendo el vector y el inóculo, son altas. Las condiciones ambientales también ejercen un papel importante sobre la entidad viral pudiendo ser limitantes o desencadenantes de la enfermedad (6, 8, 9, 18).

La emergencia de los Tospovirus en el mundo ha sido atribuida a diversas causas entre las que cabe citar cambios en las prácticas culturales o expansión en el mundo de especies de trips vectores eficientes de este grupo. Por otra parte la dificultad que presenta el control de los mismos y las pocas posibilidades de resistencia que presentan las especies afectadas, aunque en este aspecto se está avanzando sobre todo para tomate y pimiento, han favorecido la expansión y asentamiento de este tipo de enfermedades. Las medidas profilácticas siguen constituyendo un buen medio de control para las mismas, entre las que cabe citar el control del transporte del material vegetal, prevención en los semilleros, manteniendo la sanidad de las plántulas en ellos, ejerciendo inspecciones de los mismos o procurar su realización en zonas libres de la enfermedad. Prohibición del abandono de los cultivos afectados, tratamiento del vector con productos que no dañen a sus parásitos, evitar traslapes entre cultivos sensibles en áreas de alto riesgo, utilizar rotación de cultivos intercalando especies de menor sensibilidad al virus. Cambios en épocas de plantación, nutrición equilibrada, eliminación de plantas silvestres reservorios del virus (pero nunca cuando estén en floración), utilización de mallas en aberturas en los cultivos protegidos o cultivo bajo mallas (siempre y cuando no se introduzca el vector en su interior), utilización de trampas pegajosas (amarillas o azules) y por último la utilización de resistencia o tolerancia, pueden ser entre otros algunos consejos a seguir para minimizar su presencia (6, 8, 9, 18).

3.1.10 PRINCIPALES PLAGAS DE LA PETUNIA

3.1.10.1 MOSCA MINADORA (*Liriomyza huidobrensis*)

Las especies más comunes y dañinas son pequeñas moscas de la familia Agromyzidae del orden Díptera especialmente el género *Liriomyza*. La hembra adulta ocasiona daño o pequeñas punciones en el haz de las hojas y en algunas ocasiones en los pétalos, estas punciones eventualmente se tornan blancas, siendo éstas, oviposiciones que pueden ser de hasta 300 huevos por postura en 14 días. Dos o tres días después de la oviposición nacen pequeñas larvas transparentes que se alimentan del tejido foliar formando túneles o minas en la lámina foliar, que dependiendo del grado del ataque pueden minar por completo el área foliar hasta causar defoliación (7, 14).

3.1.10.2 TRIPS DE LAS FLORES *Frankliniella occidentalis* Pergande

especie del orden Thysanoptera, suborden Terebrantia, familia Thripidae. *Frankliniella occidentalis* Pergande, es una de las especies más comunes bajo invernadero, su principal ataque es a las flores, botones florales, yemas terminales, hojas tiernas, pétalos, causando deformaciones.

Es un insecto que tiene importancia agronómica debido a los daños que ocasiona, dado que afecta un elevado número de cultivos. Es originario de California, cuando se detectó por primera vez no existían productos químicos eficaces contra esta plaga y en los primeros años la población incrementó rápidamente, causando graves problemas a las plantas, dejándolas secas totalmente. Después empezaron a sintetizarse materias activas eficaces contra el trips. Dentro de los principales cultivos que ataca se encuentra el chile pimiento, berenjena, pepino, frijol, calabacín, sandía, melón y tomate en invernadero. También ocasiona daños en plantas ornamentales como rosal, gerbera, clavel, compuestasáceas, etc. (14, 16).

3.1.10.2.1 MORFOLOGÍA

Los adultos de *F. occidentalis* son alargados; las hembras miden 1.2 mm; y los machos 0,9 mm de longitud, con dos pares de alas plumosas replegadas sobre el dorso. Las hembras son de color amarillo-ocre con manchas oscuras en la parte superior del abdomen. Presentan un aparato bucal raspador - chupador por lo que los daños se dan en la epidermis de las flores y frutos. De metamorfosis incompleta, los huevos son reniformes, de color blanco hialino, de 200 micras de longitud, encontrándose insertados dentro de los tejidos de los vegetales. Las ninfas pasan por dos estadios, siendo el primero muy pequeño, de color blanco o amarillo pálido. El segundo estadio es de tamaño parecido al de los adultos y de color amarillo dorado (14, 16).

3.1.10.2.2 CICLO DE VIDA

Las hembras insertan los huevos de forma aislada dentro de los tejidos vegetales (hojas, pétalos de las flores y partes tiernas del tallo), en un número de 40 a 300, a lo largo de su vida. El tiempo de incubación varía según la temperatura, siendo de 4 días a 26°C del huevo emergen las ninfas que comienzan enseguida su alimentación en el lugar donde se realizó la oviposición, continúan su alimentación en lugares refugiados de las hojas, flores o frutos. En el siguiente estadio ninfal dejan de alimentarse, pasando a un estado de inmovilidad que se desarrolla preferentemente en el suelo, en lugares húmedos o en grietas naturales de hasta 15 mm bajo el nivel del suelo. Los adultos empiezan a colonizar las partes superiores de las plantas, teniendo gran apetencia por las flores y el polen de las mismas. Otras características biológicas de sumo interés son, su poder de adaptación a diferentes climas, tienen

una actividad fitófaga, tanto en cultivos protegidos como al aire libre, durante todo el año. El trips se desarrolla en una diversidad de cultivos, sin importar su estado fenológico. Pueden adaptarse a plantas hospederas alternas, que pueden servir como reservas de poblaciones que luego se dispersan sobre los cultivos. El ciclo de vida de *F. occidentalis* depende de la temperatura. Los trips se desarrollan más rápido a 30°C, a 18°C el desarrollo es más lento que a 25,5°C. Poseen una rapidez de desarrollo, de tal manera, que a una temperatura de 25°C, el tiempo transcurrido en completar un ciclo es de 13 a 15 días. En la Figura 1 se presenta el ciclo de vida de trips (14, 16).

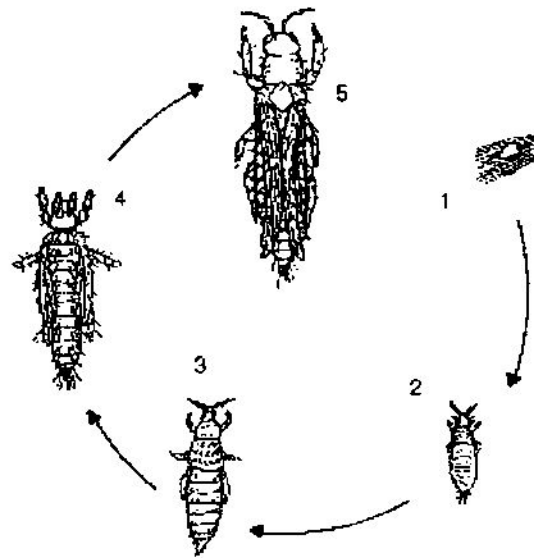


Figura 1. Ciclo de vida del trips: 1 = huevo, 2 = 1º instar, 3 = 2º instar, 4 = pupa y 5 = adulto

3.1.10.2.3 REPRODUCCIÓN Y CRECIMIENTO DE LA POBLACIÓN

La reproducción de *F. occidentalis* puede ser tanto sexual como asexual. Hembras no fecundadas producen descendencia masculina, mientras que las fecundadas, un tercio constituyen machos y dos tercios hembras. Al principio de la temporada se encuentran más machos que hembras en el invernadero, pero más tarde, el porcentaje se invierte. En pepino, a 25°C las hembras fecundadas o no, producen unos tres huevos diarios. Si los trips tienen polen a su disposición, el número puede ser muy superior. A 25°C una población puede duplicarse en cuatro días en condiciones óptimas. La longevidad de adultos es muy elevada (32-57 días). Su fecundidad oscila de 33 a 135 huevos / hembra (14, 16).

3.1.10.2.4 DISPERSIÓN EN EL CULTIVO

Una infestación de *F. occidentalis* puede empezar por la entrada de los insectos al invernadero con el material vegetal. También los adultos pueden entrar al invernadero volando desde el exterior. Además, los trips pueden ivernar en hendiduras y otros lugares recónditos, reapareciendo en la temporada siguiente. La dispersión de los trips dentro

del invernadero puede ser activa (volando o flotando en corrientes de aire) como pasiva (por movimiento de personas, plantas o materiales) *Frankliniella occidentalis* se encuentra generalmente en las partes altas de la planta, es poco común en las hojas y se puede localizar oculto en puntos de crecimiento, yemas florales y flores. Durante el día puede verse a muchos adultos entre las flores. A primeras horas de la mañana se hacen más activos y abandonan sus refugios al llegar el medio día (14, 16).

3.1.10.2.5 SÍNTOMAS Y DAÑOS EN LOS CULTIVOS

Los daños provocados por el trips pueden clasificarse en daños directos y en daños indirectos. Los directos se producen por ninfas y adultos al raspar y succionar el contenido celular de los tejidos. Daños producidos por alimentación producen lesiones superficiales de color blanquecino en la epidermis de hojas y frutos, en forma de una placa plateada, que más tarde se necrosan, pudiendo afectar a todas las hojas y provocar la muerte de la planta. La saliva fitotóxica segregada en la alimentación da lugar a deformaciones en los meristemas, que al desarrollarse la hoja en la epidermis aparecen manchas cloróticas corrugadas. En frutos estos daños deprecian la calidad. Yemas florales infestadas severamente pueden quedarse cerradas o dar lugar a flores deformes, como es el caso del rosal, lo que disminuye su valor comercial considerablemente. También destaca la formación de agallas, punteaduras o abultamientos durante las puestas, en los lugares en que se depositaron los huevos y que pueden tener importancia en frutos (berenjena y tomate). Como indirecto se considera la transmisión de virus. *Frankliniella occidentalis*, es un vector puesto que inyecta saliva y succiona los contenidos celulares. Este insecto transmite fundamentalmente el virus del Bronceado del Tomate (TSWV, del inglés Tomato Spotted Wilt Virus), el cual afecta principalmente tomate, pimiento y ornamentales (7, 14, 16, 18).

3.1.10.3 MOSCA BLANCA (*Trialeurodes vaporariorum*)

Pertenece al orden Homóptera, familia Aleurodidae, cuya especie es *Trialeurodes vaporariorum*. Es común en invernaderos en especies ornamentales y de importancia económica por los daños que causa. La hembra ovípara en el envés de las hojas, al eclosionar la ninfa se mantiene fija a la hoja chupando la savia y a la vez inyectando toxinas, es en este intercambio de fluido donde la mosca transmite geminivirus y ocasiona enfermedades virósicas a la planta donde se alimenta, luego ocurre amarillamiento y acoloramiento de las hojas (7, 14).

3.1.10.4 LEPIDOPTEROS (*Spodoptera ssp*)

Aquí se consideran a las larvas del orden Lepidóptera, familia Noctuidae y del género *Spodoptera*. Adultos de este grupo son palomillas y mariposas, cuyas oviposiciones se dan en el envés de las hojas. Al eclosionar los huevos, emergen larvas y conforme van desarrollando así incrementa la severidad del daño que causan, ya sea en hojas, brotes terminales, flores y frutos, dando como consecuencia pérdida económica. Las hembras adultas tienen un periodo de postura que oscila entre 8 a 15 días dependiendo de la especie y su capacidad de postura está en un rango de 200 hasta 2,000 huevos (7, 14).

3.1.11 ENFERMADADES COMUNES EN PETUNIA

3.1.11.1 AHOGAMIENTO O "DAMPING-OFF"

Esta enfermedad usualmente resulta por la infección de *Pythium*, *Rhizoctonia*, *Alternaria*, *Botrytis*, *Fusarium* y ocasionalmente por *Sclerotinia*, puede resultar en el momento en que va emergiendo la nueva planta o, lo que es más usual, con el contacto de las nuevas raíces con el medio o sustrato contaminado, en ambos casos la nueva planta puede morir. Cada uno de estos hongos tiene condiciones favorables para su desarrollo, pero cuando hay incremento en la humedad es cuando pueden aparecer, o bien cuando hay contaminación en el medio, agua, material vegetal o bien en el manipuleo de la misma. Para evitar esta enfermedad es necesario contar con un material de calidad, buenas prácticas de manejo y mantener un buen control cultural y químico para evitar contaminaciones (1, 14).

3.1.11.2 MOHO GRIS *Botrytis cinerea*

Moho gris es la enfermedad ocasionada por *Botrytis cinerea*, el hongo afecta principalmente hojas, flores y frutos. Se observa formación mohosa que atrofia el desarrollo de las plantas las cuales terminan muriéndose. En las flores se observa un área suave como mojada en la orilla de los pétalos, aumentando con dirección hacia el centro de la flor, adquiriendo por último un aspecto de moho gris. La alta humedad ambiental, poca ventilación y tiempo cálido favorecen el desarrollo de la enfermedad (1, 14).

3.1.11.3 MANCHA FOLIAR *Alternaria spp.*

Ataca gran número de plantas, puede afectar tallos y follaje, en las primeras fases aparecen minúsculas manchas purpúreas, que se van agrandando y el centro del área se hunde, tornándose de color café claro con orillas púrpuras, hasta invadir completamente el follaje, cuando no se toman medidas de control, el cultivo puede llegar a perderse (14).

3.1.11.4 CENICILLAS

Dentro del grupo de hongos que ocasionan las cenicillas se encuentran los géneros *Erysiphe*, *Leveillula* y *Sphaerotheca*, son encontrados principalmente, sobre hojas y en algunas otras partes verdes en plantas herbáceas. Se reconoce porque en las hojas, tallos y botones florales, se observan manchas blanquecinas que en estado avanzado forman una cenicilla blanca que las cubre completamente. La mayoría de las cenicillas producen esporas que se dispersan por el viento e infectan a las plantas durante tiempo seco, días cálidos y noches frescas (32°C durante el día, humedad relativa 40-70% y noches 24°C, 95-99% de humedad relativa). A diferencia de la mayoría de los hongos patógenos de plantas, hongos que ocasionan cenicillas no requieren de agua libre presente en la superficie de la planta para germinar, crecer e infectar, son comunes y peligrosos en ambientes cálidos y secos. Esto se debe a que las esporas se dispersan, germinan e infectan cuando la humedad relativa en el aire es alta, pero no existe una película de agua en la superficie de las plantas. Cuando la infección se ha iniciado el micelio se expande en la superficie de la planta sin importar las condiciones de humedad presentes. Si no se toman medidas de control reducen el rendimiento y calidad de las flores o follaje, llegando incluso a perder el cultivo (14).

3.2 MARCO REFERENCIAL

3.2.1 UBICACIÓN GEOGRAFICA

La empresa Jardines Mil Flores, S.A. se encuentra localizada en el Cantón "El Ingenio", municipio de Amatitlán del departamento de Guatemala. Ubicada a 14°28'08" latitud norte y 90°37'43" longitud oeste. Colinda al norte con el municipio de Villa Nueva, al sur con Palín Escuintla, al este con Villa Canales y al oeste con Magdalena Milpas Altas y Santa María de Jesús, Sacatepéquez.

Se encuentra ubicada a 28.5 Km. de distancia al sur de la ciudad capital, teniendo acceso por la carretera interamericana al Pacífico (CA-9). Se encuentra ubicada en la zona de vida de Bosque seco Subtropical (bs-S) dicha zona tiene las características de tener suelos cauqué (Cq) (7), caracterizándose por ser suelos de la altiplanicie central desarrollados sobre material volcánico a mediana altitud presentando un declive de 0 - 5% y un drenaje a través del suelo lento con capacidad de abastecimiento de humedad muy alto, con fertilidad natural alta y sin capas que limitan la penetración de raíces. Se encuentra a una altitud de 1,189 msnm (11) y una temperatura ambiental promedio anual de 22°C (12), con humedad relativa ambiental promedio de 74%. Presenta un clima templado. Los vientos presentan un desplazamiento predominante del norte a noreste con una velocidad de 19.5 KPH como media anual. La precipitación pluvial anual es de 1,200 mm, reportándose las mayores intensidades en el mes de agosto según informe del Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH) (11,12,13).

3.2.2 CARACTERÍSTICAS DE LA PRODUCCIÓN EN INVERNADERO

- a) **ORIENTACIÓN:** La orientación que tiene es de Este a Oeste con unos vientos que predominan en el transcurso del año del norte a noreste. Está considerada esta orientación por tener cercanía al cañón de Palín, quien hace un efecto de embudo con el viento predominante.
- b) **ESTRUCTURA:** Toda la estructura es de madera, con una cubierta o techo de plástico pigmentado color blanco que tiene una opacidad del 73% que es equivalente a un 27% de intensidad luminica. Los frentes están circulados con sarán anti-insectos de color verde en su mayoría y otros de color negro. La superficie total por invernadero es de 1500 m².

c) **AMBIENTE DENTRO DEL INVERNADERO:** Las condiciones que se dan dentro del invernadero bajo las características anteriores son:

Temperatura: promedio mínima anual de 10° C, media anual de 22° C y una promedio máxima anual de 38° C

Humedad relativa: 60 – 70 %.

Intensidad Lumínica: promedio de 4,500 pies- candela, para el cultivo de petunia.

3.2.3 MANEJO AGRONÓMICO DEL CULTIVO

a) **ESTERILIZACIÓN DEL SUSTRATO:** La esterilización del suelo con vapor de agua es un proceso mediante el cual organismos nocivos a las plantas tales como: insectos, patógenos y semillas de malezas, presentes en el suelo, son eliminados con vapor.

La esterilización con vapor de agua comprende la difusión del mismo a través del suelo o sustrato, con la ayuda de una caldera, para eliminar organismos nocivos. El suelo debe cubrirse con una lona o una película de plástico resistente que evite la fuga del vapor dentro de la cámara de esterilización.

4. OBJETIVOS

- 4.1 Determinar el agente causal de la marchitez de la petunia *Petunia hybrida* Vilm, bajo condiciones de invernadero.

- 4.2 Caracterizar los síntomas en la planta ocasionados por el o los agentes causales de la marchitez de la petunia *Petunia hybrida* Vilm.

5. HIPÓTESIS

5.1. Existe al menos un agente fitopatógico asociado a la marchitez de la petunia (*Petunia hybrida* Vilm).

6. METODOLOGÍA

El presente estudio se realizó en invernaderos de producción y laboratorio de Fitopatología de la empresa Jardines Mil Flores, S.A. de Amatitlán, Guatemala y laboratorio de Fitopatología de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

6.1 FASE DE CAMPO

El ensayo se hizo en invernadero de producción, donde se realizó la evaluación de la enfermedad. Se cuantificó la incidencia de plantas enfermas, durante el ciclo productivo de petunia. Este proceso tuvo duración de tres meses, de junio a principios de septiembre del 2003. La población observada y muestreada fue de 400 plantas. Se consideró como planta enferma toda aquella que presentaba "marchitez", se identificaron y se recolectaron en bolsas plásticas para su análisis fitopatológico en el laboratorio.

6.2 FASE DE LABORATORIO

6.2.1 ANÁLISIS MACROSCÓPICO

Se analizaron los síntomas presentes en las plantas que se recolectaron en invernadero, luego se extrajeron muestras del tejido enfermo y sano, desde la raíz, tallo, hojas y flores. Inicialmente se desarrollaron dos colonias de bacterias en el cultivo del material enfermo, pero a través de pruebas de patogenicidad, utilizando la metodología de Naho Arai (17) se determinó que no era problema de bacteriosis. Para el caso de hongos no se desarrolló ninguna estructura que diera indicios de la presencia de enfermedad de tipo fungosa. Además no se manifestó ningún otro patógeno que estuviera afectando a la planta de Petunia. En base en la aseveración de German (9), donde menciona que una infección de *Tospovirus*, puede confundir un diagnóstico con una fusariosis o bacteriosis, se procedió a la determinación de *Tospovirus* en petunia.

6.3 METODOLOGÍA PARA DETECCIÓN Y CONFIRMACIÓN DE *TOSPOVIRUS* EN PETUNIA

6.3.1 DETECCIÓN SEROLÓGICA

En la detección de *Tospovirus* en petunia, se utilizó un "kit" de test para diagnóstico marca comercial AGDIA, CO., número de catálogo STX 30400. (Figura 2A). Para la realización de dicha prueba, se utilizó el siguiente procedimiento:

a) Materiales utilizados: rejilla de metal, "tubos Ependoff", micro pipeta, mortero, pistilo, solución tampón (Buffer), tiras indicadoras de *Tospovirus*, balanza analítica y material vegetal enfermo de petunia (Figura 2B).

b) Proceso:

Recolección de 0.15 g. de tejido enfermo de plantas de Petunia (Figura 2C).

Maceración de tejido enfermo en mortero y pistilo previamente esterilizados (Figura 2D).

Al macerado de tejido enfermo se le agregó 3 cc de solución amortiguadora de fosfatos (Buffer) (Figura 2E).

Terminada la maceración, se depositó en un tubo Ependoff para realizar la lectura del test (Figura 2F).

6.3.2 USO DE PLANTAS INDICADORAS PARA CONFIRMACIÓN DE *TOSPOVIRUS*

Para la confirmación de presencia de *Tospovirus* en plantas indicadoras recomendadas, según Dal Bó (6), se eligieron cinco especies de plantas indicadoras las cuales están son utilizadas para tal propósito, siendo éstas: tabaco (*Nicotiana glutinosa* L.), Quenopodio o apazote (*Chenopodium amaranticolor*), vuélvete loco (*Datura stramonium*) y chinita (*Impatiens wallerana*) y petunia *Petunia hybrida* como planta hospedante de la enfermedad. Todas las plantas se mantuvieron en un invernadero a 28°C en promedio, a una intensidad luminica de 4,500 pie-candela, en la época de junio a septiembre, con su régimen de riego y fertilización similares entre sí. El sustrato que se utilizó fue previamente esterilizado con vapor de agua a 80°C durante 30 minutos, para evitar una posible contaminación con otros patógenos.

Las cinco plantas indicadoras se inocularon con el extracto proveniente de plantas de petunia que manifestaban la enfermedad. La inoculación se realizó frotando el extracto con un hisopo de algodón sobre dos hojas de cada una de las cinco especies de plantas indicadoras, previamente espolvoreadas con carborundum como abrasivo, para favorecer la penetración del extracto. Las lecturas se iniciaron a los cinco días después de la inoculación, siendo en ese momento donde empezaron a manifestar los síntomas.

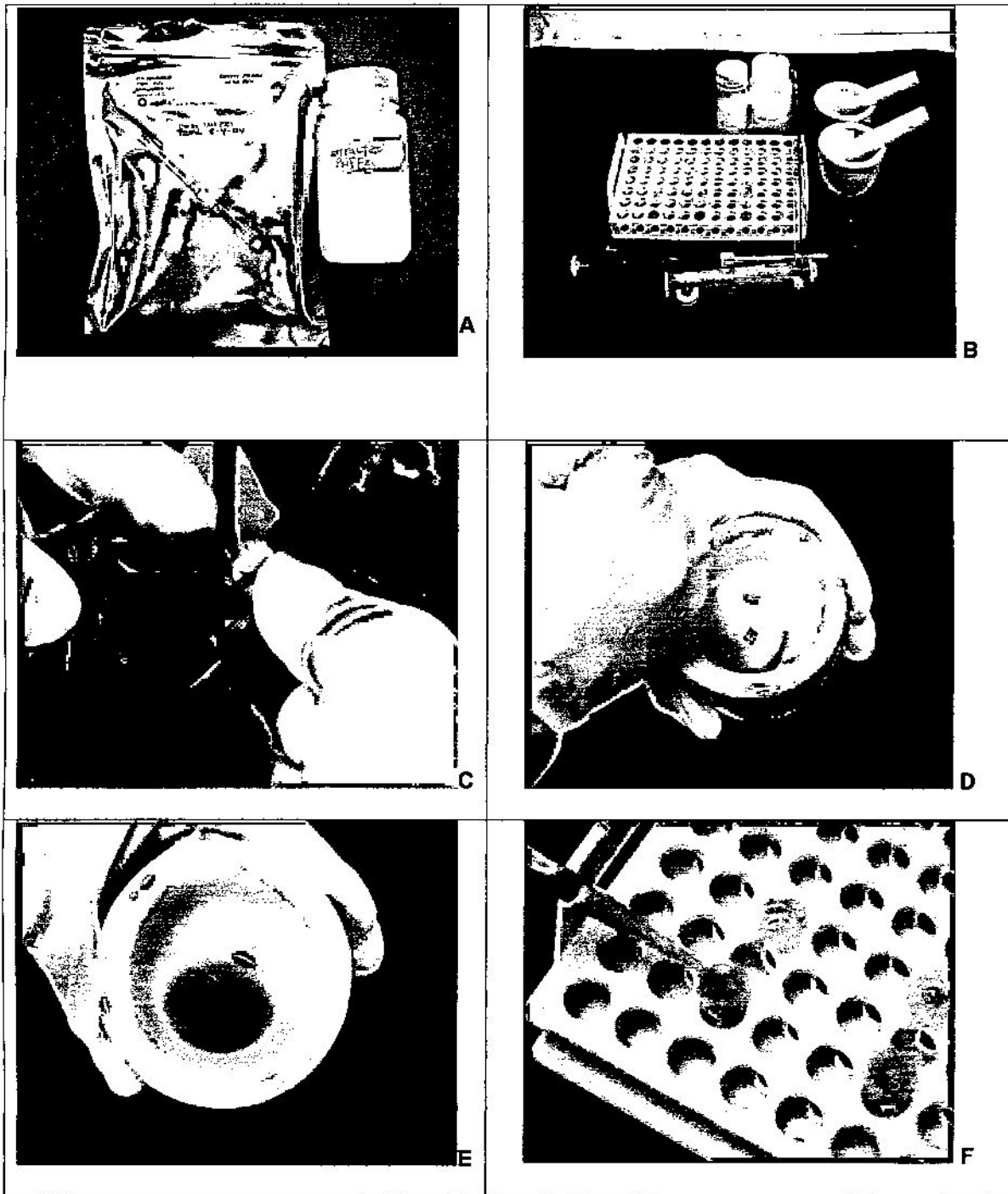


FIGURA 2 Procedimiento en la determinación de *Tospovirus* en plantas de petunia, *Petunia hybrida* Vilm, con síntomas de marchitez, utilizando la tira test de diagnóstico. **A)** "Kit" marca comercial AGDIA número de catálogo STX 30400, **B)** Material de laboratorio utilizado, **C)** Selección de tejido enfermo en plantas de petunia, **D)** maceración de tejido enfermo en 3 cc extracto tampón SEB1; **E)** muestra de tejido enfermo macerada en proporción 1:20 (tejido vegetal : tampón), **F)** Toma de muestra en "tubos Ependoff" para la lectura del test. Fotos Francisco Barrientos.

7. RESULTADOS

7.1 CARACTERIZACIÓN DE SÍNTOMAS EN PLANTAS DE PETUNIA

En el lote de producción, los síntomas empezaron a manifestarse cuando la planta tenía seis semanas de edad. Este período de tiempo coincide con el inicio de la floración bajo las condiciones en que se realizó la evaluación. El síndrome de la enfermedad puede resumirse en la siguiente descripción.

Primero se observa un amarillamiento del ápice de la planta en las hojas jóvenes y corrugamiento de las mismas tal como se muestra en la Figura 3. Luego, las ramas de la planta se tornan necróticas y este síntoma desciende al tallo principal, en el transcurso de dos semanas luego del inicio de los primeros síntomas. Esto, se considera un tiempo bastante reducido y por ello la enfermedad es de suma importancia. En la fase cuando las ramas y tallo resultan afectadas, la planta se marchita y empieza a declinar (Figura 3). Conforme el tiempo avanza, las ramas, hojas y flores se deshidratan y la planta empieza a morir. A las siete semanas de iniciada la enfermedad, trece semanas de edad de la planta, el sistema radicular aparentemente, se observa sano, pero, la parte aérea de la planta ha colapsado, se considera muerta. Los resultados obtenidos están dentro de la descripción de Dal Bó et al. (1999), ellos describen síntomas de mosaicos, clorosis, disminución del tamaño de las hojas y necrosis entre otros, atribuibles a *Tospovirus*, en especies ornamentales de corte y maceta en Argentina. Los autores también mencionan que las especies de *Tospovirus* diagnosticadas en flores, TSWV y el TCSV son las mismas que afectan hortalizas tales como tomate, pimiento y lechuga.

Los síntomas de la marchitez de la petunia ocasionados por *Tospovirus* (TSWV / INSV) de manera sintetizada se presentan en el Cuadro 1.

CUADRO 1 Síntomas ocasionados por *Tospovirus* en Petunia (*Petunia hybrida* Vilm), en condiciones de invernadero, Amatitlán, Guatemala, 2003.

ORGANO	SÍNTOMAS EN LA PLANTA
Raíz	Pudrición completa de la base del tallo y raíz
Tallos	Necrosis descendente, pudrición de haces vasculares y corteza
Peciolos	Crecimiento descendente de la mancha necrótica.
Hojas	Amarillamiento apical, corrugamiento y necrosis de los bordes, manchas anulares necróticas, lesiones locales cloróticas y necróticas.
Brotes tiernos	Amarillamiento apical que posteriormente se generaliza, necrosis descendente.
Flores	Deshidratación, hasta secarse completamente y caer.
Frutos	No se formaron.
Planta	Amarillamiento de brotes tiernos hasta necrosarse, necrosis descendente, abarca todas las ramas, llega a la base del tallo hasta provocar marchitez generalizada y causar la muerte.



FIGURA 3 Síntomas de Tospovirus en petunia, *Petunia hybrida* Vilm, en las condiciones de Amatitlán, Guatemala. **A)** Amarillamiento apical, comugamiento de hojas jóvenes en inicio de floración, **B)** Necrosis en brotes, se observa hasta el peciolo, ocurre dos semanas luego de su inicio, **C)** Marchitez en la cuarta semana de floración, ramas de la planta inician a declinar, **D)** Marchitez generalizada, las flores se deshidratan, **E)** Fase final, muerte total de la planta enferma. **F)** Planta sin problema de *Tospovirus*. Fotos Francisco Barrientos.

7.2 INCIDENCIA DE LA ENFERMEDAD

La incidencia se inició a cuantificar a partir del inicio de la floración de las plantas de petunia, en donde se manifestaron los síntomas de la enfermedad que fue necrosis y marchitez. La incidencia de la enfermedad cuantificada a las dos semanas después de la floración fue del 7%. A las 3 semanas, incrementó a 51%, a las cuatro 76%, en la quinta 86% y el 100% de incidencia de la enfermedad se observó después de seis semanas, Figura 3. En la última fase se observó plantas totalmente muertas, las cuales se eliminaron del invernadero de producción. Este comportamiento es demasiado rápido y no permitió obtención de semilla. De acuerdo a los resultados el progreso de la enfermedad se incrementa en función del tiempo de acuerdo con la etapa fenológica de la planta; y es notorio que a partir de la primera semana de floración, se acrecentó el número de plantas afectadas hasta llegar a la pérdida total. En el análisis de regresión con la serie de datos de incidencia, el modelo que más se adaptó y se eligió fue lineal basado en el R^2 0.9474 el cual es alto y menor cuadrado medio del error (MSE 0.107), comparado a los otros modelos donde este valor fue superior (Figura 4).

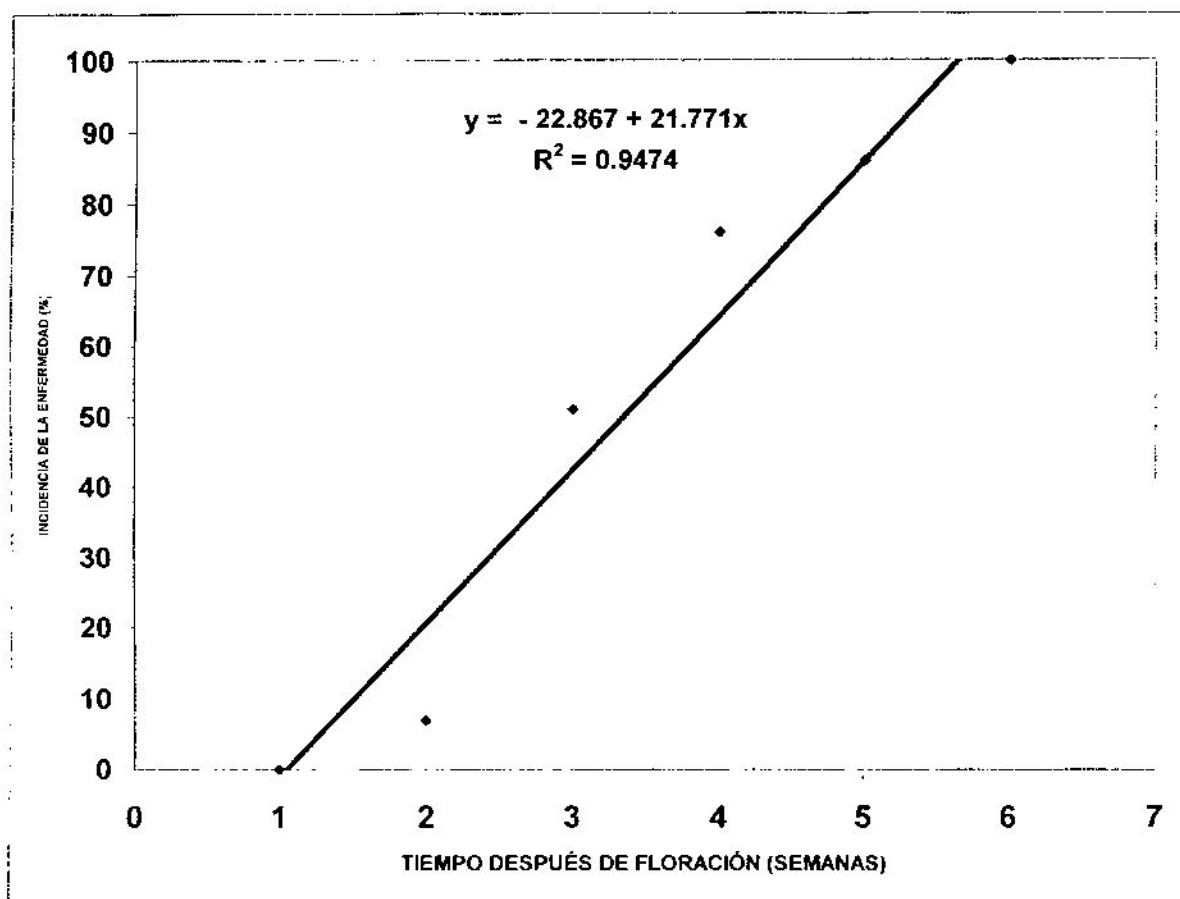


FIGURA 4 Curva de progreso de la marchitez ocasionada por *Tospovirus* en petunia, *Petunia hybrida* Vilm, a partir del inicio de la floración, en condiciones de invernadero en Amatitlán, Guatemala, 2003.

7.3 CARACTERIZACIÓN DE SÍNTOMAS EN PLANTAS INDICADORAS

Los síntomas en las plantas indicadoras se manifestaron a partir de los cinco días después de la inoculación de savia obtenida de plantas enfermas con *Tospovirus*, obtenida a partir de macerado. Los síntomas observados para cada especie botánica fueron los siguientes:

1. *Chenopodium amaranticolor*: presentó manchas en forma de mosaico en la superficie de la hoja, acompañado de manchas cloróticas (Figura 5A).
2. *Nicotiana glutinosa* hubo lesiones locales necróticas (Figura 5B).
3. *Datura stramonium* manifestó manchas necróticas que cubrieron gran parte de la hoja (Figura 5C).
4. *Impatiens wallerana* presentó anillos concéntricos cuyo crecimiento formó lesiones locales necróticas al final (Figura 5D).
5. *Petunia hybrida* manifestó síntomas análogos a los observados en el ensayo de invernadero y consistió en manchas locales anulares cloróticas, seguidas de lesiones locales necróticas, en algunas hojas se dio una necrosis total, deformación de hojas, hasta llegar a la marchitez (Figura 5E).

Dal Bó et al. (1999), caracterizando *Tospovirus* en cultivos ornamentales en la Plata, Argentina, utilizaron *Nicotiana glutinosa*, *N. rustica*, *N. benthamiana*, *Petunia hybrida*, *Chenopodium quinoa*, *Datura stramonium*, *Capsicum annum* y *Gonphrena globosa*, como plantas indicadoras con fines de caracterización de virus. Resultados obtenidos por los autores son análogos a los observados en esta investigación, e iguales para *Petunia hybrida* y *Nicotiana glutinosa* donde describen la observación de lesiones locales necróticas para ambas y en *Nicotiana glutinosa* deformación y mosaico en la planta como síntomas sistémicos. De acuerdo a los síntomas de los hospedantes diferenciales en esta investigación, los resultados coinciden para los citados para el virus de la marchitez del tomate (TSWV siglas en inglés) y el virus de la mancha necrótica de *impatiens* (INSV), también descritos por de Avila et al. 1993, citado por Dal Bó et al. (1999).

En el Cuadro 2 se presenta un resumen de síntomas observados en las diferentes especies de plantas indicadoras utilizadas para caracterización de *Tospovirus*.

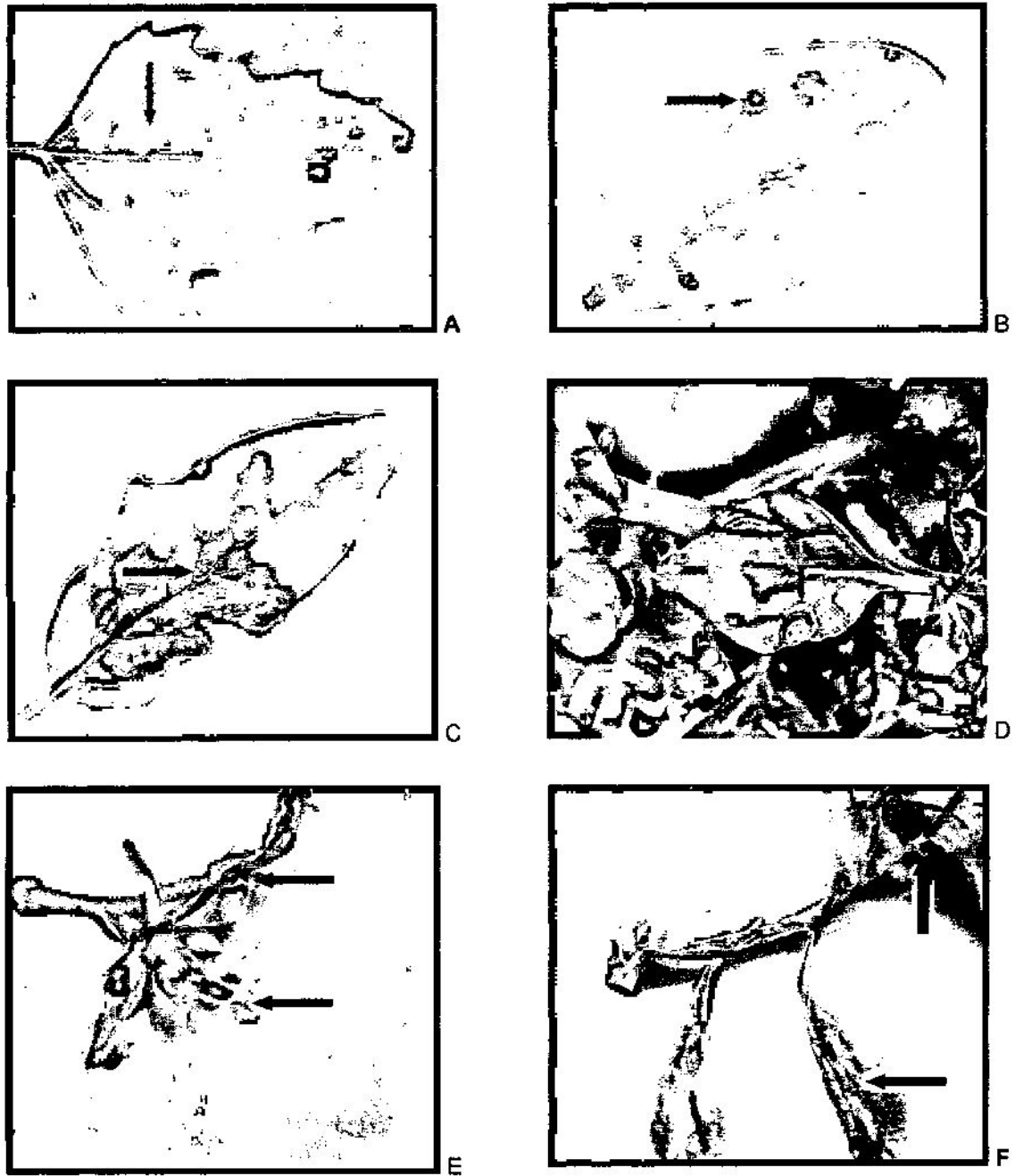


FIGURA 5. Síntomas observados en la caracterización de *Tospovirus* en plantas indicadoras. A) *Chenopodium amaranticolor* flecha señala manchas localizadas en la hoja, cloróticas que se toman blanquecinas, B) *Nicotiana glutinosa*, flecha indica mancha necrótica localizada, C) *Datura stramonium*, flecha muestra manchas necróticas, D) *Impatiens wallerana*, flechas apuntan anillos concéntricos en la hoja, E) *Petunia hybrida*, flechas señalan necrosis en la hoja y brote, y F) *Petunia hybrida* con síntomas obtenidos en invernadero análogo a los mostrados en E. Fotos Francisco Barrientos.

Cuadro 2. Síntomas observados en especies indicadoras, en respuesta a la inoculación con *Tospovirus* obtenida de *Petunia Petunia hybrida*, en la evaluación bajo invernadero, Amatitlán, 2003.

ESPECIE HOSPEDANTE INDICADORA	SÍNTOMAS							
	MAN	MAC	LLN	DH	M	MAR	NH	LLC
<i>Chenopodium amaranticolor</i>					*			*
<i>Nicotiana glutinosa</i>	*		*					
<i>Datura stramonium</i>	*							
<i>Impatiens wallerana</i>	*	*	*					
<i>Petunia hybrida</i>			*	*		*	*	*

REFERENCIAS:

Dh = deformación de hojas; M = mosaico; Mac = mancha anular clorótica; Man = mancha anular necrótica; Mar = Marchitez; Nh = necrosis de hojas; LLC = lesiones locales cloróticas; LLN = Lesiones locales necróticas.

7.4 DETERMINACIÓN DEL AGENTE CAUSAL A TRAVÉS DE ANÁLISIS SEROLÓGICO

Con el diagnóstico realizado por medio del análisis Serológico, se determinó la presencia de *Tospovirus*. De acuerdo a las especificaciones de la empresa AGDIA, las especies para las cuales fue positivo corresponden al Virus del Marchitamiento Punteado del Tomate = "Tomato Spot Wilt Virus" (TSWV), y el Virus de la Mancha Necrótica de la Chinita = "Impatiens Necrotic Spot Virus" (INSV), ambas especies pertenecen a la familia *Bunyaviridae*. De acuerdo a estos resultados, las dos especies de virus se encuentran presentes en las plantas de petunia, ya sea en forma individual o combinados, ambas producen marchitez.

Resultados de pruebas realizadas se muestran en la Figura 6. Esta es una técnica sensible y específica ofrecida por los reactivos de diagnóstico disponibles. Esta es ampliamente utilizada en laboratorios para determinación de este tipo de patógenos y ha sido utilizada para el mismo objetivo. Según Dal Bó et al. (1999), caracterizando *Tospovirus* en cultivos ornamentales en la Plata, Argentina, a través de este método, comentan que se trata de las mismas especies que afectan tomate, pimiento y lechuga.

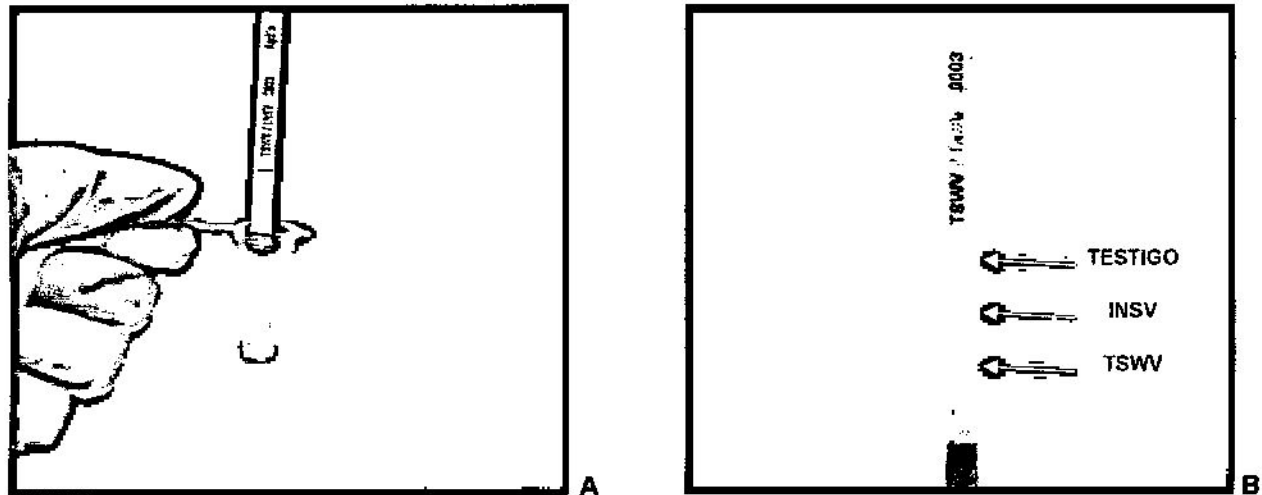


Figura 6. Determinación de especies de *Tospovirus* en macerado de petunia, *Petunia hybrida* Vilm, mediante el test de diagnóstico A) Macerado de petunia, y B) Reacción positiva a TSWV / INSV =Virus del Marchitamiento Punteado del Tomate= "Tomato Spot Wilt Virus" / Virus de la Mancha Necrótica de la Chinita = "Impatiens Necrotic Spot Virus" (INSV), Amatitlán, 2003. Fotos Francisco Barrientos.

7.5 VECTOR DE TOSPOVIRUS

Luego de determinar la presencia de las dos virus pertenecientes al género *Tospovirus* como agentes causales de la marchitez de la petunia, a través de la caracterización de plantas indicadoras y tiras test de diagnóstico. Se procedió a estudiar el vector de los virus. De acuerdo a la literatura, estos tipos de virus únicamente son transmitidos por medio de trips Whitfield et al. (2005). En esta investigación, trips provenientes de las instalaciones de la empresa Jardines Mil Flores, S.A. donde se presenta el problema de marchitez en petunia, asociado a las plantas con este síntoma, fueron determinados como pertenecientes a la especie *Frankliniella occidentalis* Pergande. El insecto pertenece al orden Thysanoptera, suborden Terebrante, y a la familia Thripidae, el cual adquiere el virus en sus instares ninfales (Figura 7A) y lo transmite en su estado adulto (Figura 7B) (16,18, 23). De acuerdo a los mismos autores, esta especie de trips es la más eficiente en la transmisión de *Tospovirus*.

De acuerdo a los resultados provenientes en la caracterización del patógeno con plantas indicadoras, tira de test de diagnóstico y el insecto vector, todo coincide que el problema de marchitez asociado plantas de *Petunia hybrida* en la Empresa Jardines Mil Flores, corresponde al género *Tospovirus*, especies de Virus del Marchitamiento Punteado del Tomate = "Tomato Spot Wilt Virus" (TSWV) y Virus de la Mancha Necrótica de la Chinita = "Impatiens Necrotic Spot Virus" (INSV).

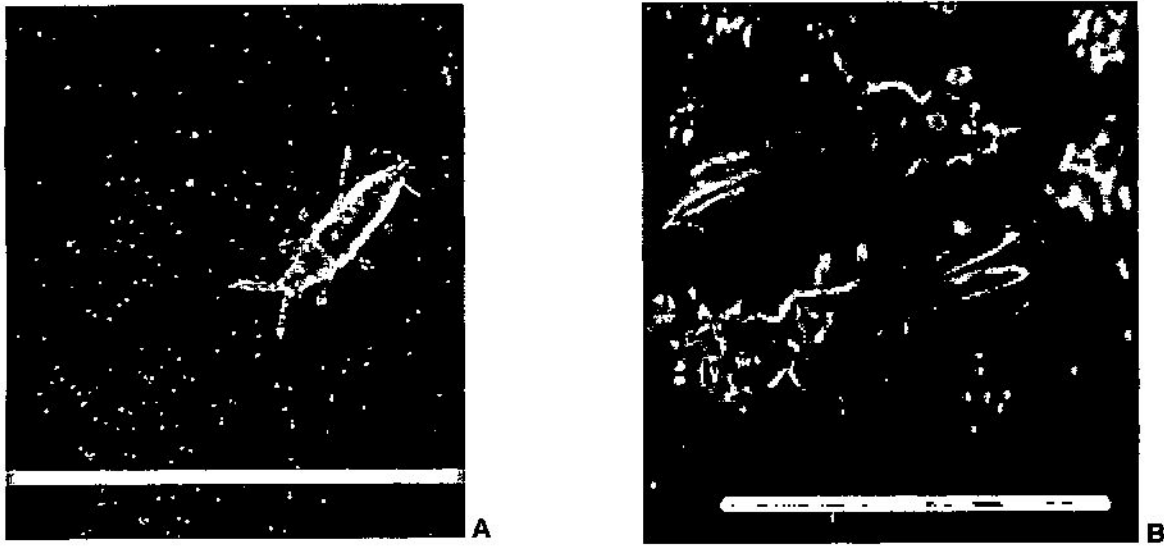


Figura 7. Trips, Vector de *Tospovirus*. **A)** Primer instar ninfal de trips *Frankliniella occidentalis* Pergande, y **B)** Trips adultos. Fotos James R. Baker. La barra de escala muestra 1 mm.

8. CONCLUSIONES

8.1 La marchitez del cultivo de la petunia *Petunia hybrida* Vilm es producida por *Tospovirus* (Bunyaviridae), corresponde a las especies Virus del Marchitamiento Punteado del Tomate, "Tomato Spot Wilt Virus" (TSWV), y Virus de la Mancha Necrótica de Impatiens, "Impatiens Necrotic Spot Virus" (INSV).

8.2 Los síntomas de la marchitez de la petunia ocasionados por *Tospovirus* (TSWV / INSV) producen los siguientes síntomas en *Petunia hybrida* Vilm:

Raíz: Pudrición completa de la base del tallo y raíz.

Tallos: Necrosis descendente, pudrición de haces vasculares y corteza.

Pecíolos: Crecimiento descendente de la mancha necrótica.

Hojas: Amarillamiento apical, corrugamiento y necrosis de los bordes, manchas anulares necróticas, lesiones locales cloróticas y necróticas.

Brotes tiernos: Amarillamiento apical que posteriormente se generaliza, necrosis descendente.

Flores: Deshidratación, secado y abscisión.

Frutos: No se formaron.

Planta: Amarillamiento de brotes tiernos hasta necrosarse, necrosis descendente, abarca todas las ramas, llega a la base del tallo hasta provocar marchitez generalizada y causa la muerte.

8.3 *Frankliniella occidentalis* Pergande fue la especie determinada como vector, asociada a la marchitez en plantas de petunia provocada por *Tospovirus* dentro del invernadero.

9. RECOMENDACIONES

- 9.1 Realizar planes de manejo enfocados a la prevención de *Tospovirus* en los diferentes estados fenológicos de la especie ornamental en estudio.
- 9.2 Realizar estudios sobre dinámica poblacional de trips, en el lugar de producción, por ser el vector principal de *Tospovirus*.
- 9.3 Evaluar planes de manejo integrado del cultivo enfocado hacia la relación Trips – *Tospovirus*, tanto a nivel local (empresa) como regional.
- 9.4 Realizar estudios de la epidemiología de la enfermedad de la marchitez de la petunia *Petunia hybrida* para tener herramientas para la toma de decisiones en programas de manejo.
- 9.5 Realizar una caracterización de *Tospovirus* encontrados en esta investigación a través de microscopía electrónica, técnicas moleculares (RT – PCR) para tener la certeza de que sólo las dos especies determinadas están presentes o puede existir más.
- 9.6 Utilizar material vegetal proveniente de cultivos *in Vitro* para mantener las líneas parentales libres de virus.
- 9.7 Mantener una conexión constante con las instituciones o asociaciones relacionadas con la investigación de *Tospovirus* para conocer los avances en relación al control o manejo de la enfermedad.

10. BIBLIOGRAFÍA

1. Agrios, G. 1997. Plant pathology. 30 ed. Massachusetts, US, Academic Press. 635 p.
2. All America Selections, US. 1982. Petunias; the bedding plant wonder, bedding plant industry news. US. 216 p.
3. Bailey, LH. 1951. Manual of cultivated plants. US, MacMillan Publishing. 879 p.
4. Corado Jimenez, SE. 2001. Etiología de la marchitez de clavellina (*Dianthus chinensis* L.) en Amatitlán, Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 35 p.
5. Cruz, JR De la. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.
6. Dal Bó, E *et al.* 1999. Tospovirus en los cultivos ornamentales de la Plata. Argentina, Universidad de La Plata, Facultad de Agronomía. 104 p.
7. Daughtrey Margery, L. 2001. Plagas y enfermedades de las plantas en maceta con flores. Madrid, España, MundiPrensa. 90 p.
8. German, TL. 1999. Plant pathology: toxicity of tomato spotted wilt virus glycoprotein signal peptide and promoter activity of the 5' UTR. US, University of Wisconsin. Consultado 16 jun 2005. Disponible en <http://www.scisoc.org/feature/tospovirus/Top.html>
9. GoldSmith Seeds, US. 2002. Seed catalog 2001–2002. California, US. 82 p.
10. IGN (Instituto Geográfico Nacional, GT). 1972. Atlas nacional de Guatemala, Guatemala. 96 p.
11. IGN (Instituto Geográfico Nacional, GT). 1982. Mapa topográfico de la república de Guatemala: hoja Amatitlán, no. 2059-II. Guatemala. Esc. 1:50,000. Color.
12. INSIVUMEH (Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, GT). Tarjetas de registro climatológicas de la estación meteorológica de Amatitlán 1982. Guatemala. Sin publicar.
13. Integrated Pest Management for Floriculture and Nurseries. 2001. US, Universidad de California. 422 p.
14. Jauch, C. 1980. Patología vegetal. 20 ed. Buenos Aires, Argentina, El Ateneo. 280 p.
15. McDonough, M; Gerace, D; Acerno, ME. 1999. Western flower thrips in commercial greenhouses. US, University of Minnesota, Department of Extension Service. Consultado 16 jun. 2005. Disponible en <http://www.extension.umn.edu/distribution/horticulture/DG7374.html>.
16. Naho, A. 2001. Procedimiento simplificado para la identificación de bacterias fitopatógenas. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía / Voluntarios Japoneses en Cooperación Técnica con el Extranjero. 328 p.
17. Pottorf, LP; Newman, SE. 2005. Greenhouse plant viruses (TSWV / INSV) (en línea). US, University of Colorado, University Cooperative Extension. Consultado 16 jun. 2005. Disponible en <http://www.ext.colostate.edu/pubs/Garden/02947.html>.
18. Rojas Garcidueñas, M. 1979. Fisiología vegetal aplicada. México, Mc-Graw-Hill. 252 p.
19. Standley, P. 1946. Flora of Guatemala. Chicago, US, Chicago Natural History Museum. Fieldiana Botany v. 24, 328 p.

20. Torre-Almaráz, R De la; Cervantes-Díaz, L; Houston, HA; Valverde, RA. 2002. Variación fenotípica de algunos aislamientos mexicanos del virus de la marchitez manchada del tomate (TSWV) (en línea). *Agrociencia* 36(2):211-221. Consultado 16 jun 2005. Disponible en <http://www.colpos.mx/agrocien/Bimestral/2002/mar-abr/art-8.pdf>
21. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía, GT. 1997. Manual de prácticas de laboratorio de microbiología, fitopatología I y II. Guatemala. 10 p.
22. Walker, JC. 1975. Patología vegetal. 30 ed. Barcelona, España, Omega. 18 p.
23. Whitefield, AE; Ullman, DE; German, TL. 2005. Tospovirus-trips interactions. *Annual Review Phytopathology* 43:459-489



11. ANEXO

TSWV / INSV Tiras Tests

PRUEBAS EN TIRA PARA LA DETECCIÓN DEL VIRUS DEL MARCHITAMIENTO PUNTEADO DEL TOMATE Y

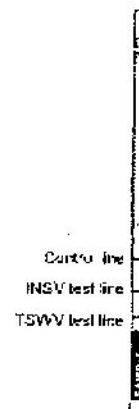
VIRUS DE LA MANCHA NECRÓTICA DE LAS CHINITAS

Catálogo Número: STX 30400

Lista de Contenido

Lote #	Artículo	/0025	/0250
-----	TSWV / INSV ImmunoStrips	25	250
-----	Bolsas para extracción de muestra SEB 1 (requerido)	Se vende por separado	
	Instrucciones	1	1

Mantener los artículos refrigerados (4°C) cuando no sean usados.



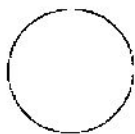
Usted necesitará Tijeras y un lapicero

Almacenamiento Mantener las tiras bien selladas en el sobre con el deshidratante todo el tiempo. Almacenar el sobre en el refrigerador (4°C) entre usos. El amortiguador de la muestra deberá ser también refrigerado (4°C) cuando no esté en uso.

Seguridad El amortiguador de la muestra y las tiras no son peligrosas

Uso Deseado Las tiras TSWV / INSV son para ser usadas para la detección del Virus del marchitamiento punteado del Tomate y Virus de la mancha Necrótica de las Chinitas, en plantas infectadas.

de la Muestra Las muestras deben ser tomadas de plantas sospechosas y luego colocar en el amortiguador. Las bolsas para extracto de muestra hacen más fácil la colocación. Cada bolsa contiene 3 ml de amortiguador de extracto de muestra SEB1. Recomendamos hacer una dilución a 1:20, esto requerirá cerca de 0.15g de muestra (área de la hoja cerca de 3 a 5 cm² ó 1 pulgada²).



Tamaño aproximado de la muestra

Corte la parte superior de la bolsa para extracto de muestra, siendo cuidadoso de no derramar el amortiguador. Colocar la muestra dentro de la bolsa. Frote la bolsa con un lapicero para deshacer la muestra por completo. Use solamente una muestra por bolsa y asegúrese de etiquetar cada bolsa.

Procedimiento de la prueba

Retire una tira TSWV / INSV del sobre. Cuando esté manejando la tira, siempre agarre la parte superior de la tira donde está marcada con el nombre de muestra. No retire la cubierta protectora.

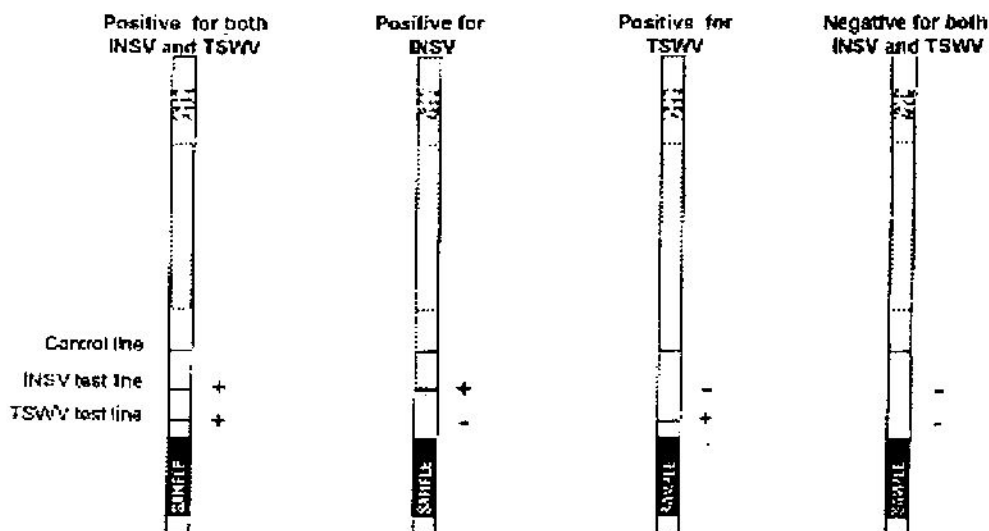
Mantener la tira en posición vertical, insértela en el extracto. No permita que las puntas de la tira sean sumergidas en el extracto más de 0.5cm o ¼ de pulgada. Asegúrese que la tira permanezca en el extracto durante la prueba.

Resultados

La línea de control aparecerá en 3-5 minutos. La reacción máxima ocurre en 30 minutos, tiempo en el cual la tira deberá ser removida del amortiguador. La línea de control asegura que la prueba está trabajando correctamente. Si la línea de control no aparece, la prueba no es válida.

Si la muestra es positiva (+) para el Virus del marchitamiento punteado del Tomate, la línea de prueba del TSWV aparecerá. Si la muestra es positiva (+) para el Virus de la mancha necrótica de las Chinitas, la línea de prueba INSV aparecerá. Si la muestra es negativa (-) para cualquiera de los virus, la línea de prueba correspondiente no aparecerá.

Si desea mantener las tiras como registros permanentes, corte la almohadilla de la muestra y seque la tira con toallas de papel. Esto previene que cualquier líquido todavía en la almohadilla de la muestra interfiera con los resultados.



Limitaciones

Lo siguiente es una descripción de lo que puede limitar el desempeño de la prueba o interferir con los resultados correctos de la prueba.

- **Vencimiento:** La prueba deberá ser usada en el transcurso de un año después de la compra.
- **Temperatura:** Resultados óptimos de la prueba ocurrirán cuando la prueba sea realizada en un ambiente donde la temperatura está entre 60°F y 95°F (15°C y 35°C).
- **Almacenaje:** Los resultados de la prueba pueden ser débiles o pueden fallar si las instrucciones de almacenamiento no son seguidas correctamente. Si el paquete de tiras es dejado abierto por mucho tiempo, pueden absorber la humedad. Esto puede afectar los resultados de la prueba.
- **Dilución de la muestra:** el desempeño de la tira es muy dependiente de la correcta dilución de la muestra. Extractos de la muestra conteniendo grandes cantidades de tejido no serán correctamente absorbidos por la tira.
- **Sumergiendo la tira:** las tiras de la prueba no deben ser sumergidas más de 0.5cm o ¼ de pulgada. Si se sumerge más de eso, ciertos componentes de la tira serán liberados en la muestra en vez de ser absorbido por la tira. Esto a menudo resulta en una prueba fallida en la cual no se forma la línea de control.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE AGRONOMIA --FAUSAC--
 INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS
 Y AMBIENTALES --IIA--



REF. Sem. 58/2005

LA TESIS TITULADA: "ETIOLOGIA DE LA MARCHITEZ DE LA PETUNIA (*Petunia hybrida* Vilm) BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO EN EL MUNICIPIO DE AMATITLAN, GUATEMALA"

DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE: FRANCISCO BARRIENTOS ESQUITE

CARNE: 9017920

HA SIDO EVALUADO POR LOS PROFESIONALES: Ing. Agr. Claudia Elizabeth Toledo Perdomo
 Ing. Agr. Carlos González
 Dr. Edin Francisco Orozco Miranda

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. Gustavo Adolfo Alvarez Valenzuela
 ASESOR

Ing. Agr. Gustavo Adolfo Mendoza Alvarado
 ASESOR

Dr. David Monterroso Salvatierra
 DIRECTOR DEL IIA

IMPRESA
 Dr. Ariel Abderramán Ortiz López
 DECANO



DMS/nm
 c.c. Archivo
 IIA
 Control Académico

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA