

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA

MAESTRÍA EN CIENCIAS EN HORTICULTURA



RESPUESTA DE GERMOPLASMA DE TOMATE DE CÁSCARA (*Physalis spp*) A
VIRUS QUE PROVOCAN LA ENFERMEDAD "CHINO DEL TOMATE"

DIRECCION ACADEMICA
DEPTO. DE SERVICIOS ESCOLARES
OFICINA DE EXAMENES PROFESIONALES

T E S I S

PRESENTADA POR:

ARTEMIO ROSAS MEZA

COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS EN HORTICULTURA

Bib 90126

ABRIL DE 1999

Chapingo, Estado de México.



RESPUESTA DE GERMOPLASMA DE TOMATE DE CÁSCARA (*Physalis spp*) A
VIRUS QUE PROVOCAN LA ENFERMEDAD "CHINO DEL TOMATE"

Tesis realizada por Artemio Rosas Meza bajo la dirección del Comité Asesor indicado,
aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS EN HORTICULTURA

COMITÉ ASESOR

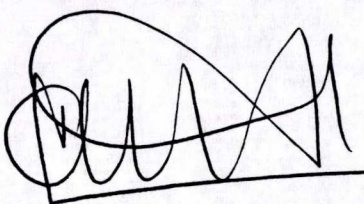
DIRECTOR:


Dr. AURELIANO PEÑA LOMELÍ

ASESOR:


Dr. JAIME SAHAGUN CASTELLANOS

ASESOR:


M. C. CECILIO MENDOZA ZAMORA

34227

RESPUESTA DE GERMOPLASMA DE TOMATE DE CÁSCARA (*Physalis spp*
Brot.) A VIRUS QUE PROVOCAN LA ENFERMEDAD “CHINO DEL TOMATE”

El jurado que revisó y aprobó el examen de grado de Artemio Rosas Meza, autor de la presente tesis de Maestría en Ciencias en Horticultura, estuvo constituido por:

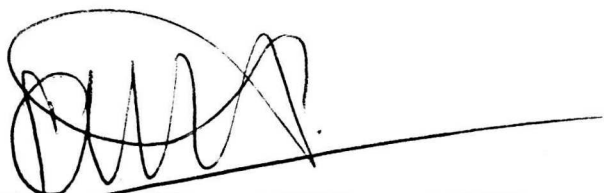
PRESIDENTE:


Dr. AURELIANO PEÑA LOMELI

ASESOR:


Dr. JAIME SAHAGÚN CASTELLANOS

ASESOR:


M. C. CÉCILIO MENDOZA ZAMORA

DEDICO ESTA TESIS

A MIS HIJOS: NANTLI BELEM, LAURA ELENA Y ARTEMIO;
CON INMENSO AMOR

A LAURA MARTÍNEZ GARCÍA; CON RESPETO Y GRATITUD

A MI PADRE: ASCENSIÓN ROSAS MESINO

A MI MADRE: ELENA MARTÍNEZ MEZA

A ESTEBAN MARTÍNEZ NIETO

A ADELA GARCÍA MAGAÑA

A MIS HERMANOS: AURELIO, INOCENTE, JOSÉ (†), MARÍA ANGELA,
BERTHA, ZENAIDA, ANTONIA, MARÍA CRUZ Y
BERNARDA

A LA MEMORIA DEL MAESTRO BENITO PINTO CORTEZ; POR SER EJEMPLO
DE NOBLEZA, HUMILDAD Y PERSEVERANCIA

A AQUELLOS QUE CON FE, AMOR Y POSITIVIDAD VEN EN CADA DÍA LA
OPORTUNIDAD DE SER PROTAGONISTAS EN EL TIEMPO Y ESPACIO QUE
LA VIDA LES DESIGNA

A AGUA FRÍA (UN PUEBLO EN LA SIERRA DE ATOYAC DE ÁLVAREZ, GRO.),
CON LA ESPERANZA DE QUE MUY PRONTO RETORNE LA PAZ Y EL AMOR
QUE UN DÍA HICIERON POSIBLE SU CREACIÓN

AGRADECIMIENTOS

A LA VIDA: MÁXIMO PROYECTO UNIVERSAL QUE NOS MOTIVA EN CADA MOMENTO DE NUESTRA EXISTENCIA PARA HACER REALIDAD EL PRODIGIO DE VIVIR.

A LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO POR BRINDARME LA EXCEPCIONAL OPORTUNIDAD DE REALIZAR MI PROYECTO DE SUPERACIÓN INTEGRAL.

A LOS DEPARTAMENTOS DE PARASITOLOGÍA AGRÍCOLA Y FITOTECNIA POR DARMER TODAS LAS FACILIDADES PARA DESARROLLAR Y CONCLUIR MIS ESTUDIOS DE MAESTRÍA EN CIENCIAS.

A LOS ASESORES Y REVISORES DE MI TRABAJO Y ESCRITO DE TESIS: Dr. AURELIANO PEÑA LOMELÍ, Dr. JAIME SAHAGÚN CASTELLANOS Y M. C. CECILIO MENDOZA ZAMORA, POR SUS EXCELENTE CONTRIBUCIONES Y POR LA GRAN AMISTAD Y CONFIANZA CON QUE ME HONRAN.

A ARTEMIO ROSAS MARTÍNEZ POR SU GRAN APOYO EN EL TRABAJO DE LA FASE DE INVERNADERO DE MI INVESTIGACIÓN.

A JOSÉ LUÍS PEREGRINO Y JORGE GONZÁLEZ POR SU EXCELENTE DISPOSICIÓN Y ESMERO EN LA INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO EN EL INVERNADERO.

CON UNA DISCULPA ANTICIPADA POR EL ANONIMATO INVOLUNTARIO, AGRADEZCO EL INVALUABLE APOYO DE TODAS LAS PERSONAS QUE DE ALGUNA MANERA PARTICIPARON EN CADA UNA DE LAS FASES DE MI INVESTIGACIÓN.

DATOS BIOGRÁFICOS

ARTEMIO ROSAS MEZA NACIÓ EL 20 DE OCTUBRE DE 1957, EN AGUA FRÍA, MUNICIPIO DE ATOYAC DE ÁLVAREZ, GUERRERO.

REALIZÓ SUS ESTUDIOS PROFESIONALES EN LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO DURANTE EL PERÍODO 1977-1984, DE DONDE EGRESÓ COMO INGENIERO AGRÓNOMO ESPECIALISTA EN PARASITOLOGÍA AGRÍCOLA.

DE 1984 A 1988 SE DESEMPEÑÓ PROFESIONALMENTE EN EL LABORATORIO DE DIAGNÓSTICO FITOSANITARIO DE LA SARH, UBICADO EN HUAMANTLA, TLAXCALA, DONDE PARTICIPÓ EN INVESTIGACIÓN Y ASESORÍA TÉCNICA A PRODUCTORES EN LAS ÁREAS DE CONTROL DE MALEZA Y EN LA CAMPAÑA NACIONAL CONTRA RATA DE CAMPO.

A PARTIR DE 1989, SE INTEGRÓ AL ÁREA DE PLAGUICIDAS Y MALEZAS DEL DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA AGRÍCOLA DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO, PARA DESARROLLAR ACTIVIDADES DE APOYO EN TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN Y EN LAS PRÁCTICAS DE LOS CURSOS DE BIOLOGÍA Y TAXONOMÍA DE MALEZAS, CONTROL DE MALEZAS Y EQUIPOS Y TÉCNICAS DE APLICACIÓN DE PLAGUICIDAS.

DURANTE EL PERÍODO DE 1995-1996 REALIZÓ ESTUDIOS DE MAESTRÍA EN CIENCIAS EN HORTICULTURA EN EL DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA Y A PARTIR DE 1997 SE INTEGRÓ NUEVAMENTE AL ÁREA DE PLAGUICIDAS Y MALEZAS DONDE ACTUALMENTE SE DESEMPEÑA IMPARTIENDO LOS CURSOS DE CONTROL DE MALEZA, BIOLOGÍA Y TAXONOMÍA DE MALEZA Y EQUIPOS Y TÉCNICAS DE APLICACIÓN DE PLAGUICIDAS; ADEMÁS DE REALIZAR TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN EN BIOLOGÍA DE MALEZAS ASÍ COMO OTRAS ACTIVIDADES DE SERVICIO Y ASESORÍA TÉCNICA EN AGRICULTURA.

CONTENIDO

	PAGINA
ÍNDICE DE CUADROS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Objetivos	3
1.2. Hipótesis	4
2. REVISIÓN DE LITERATURA	5
2.1. Generalidades del tomate de cáscara	5
2.2. Morfología y taxonomía del tomate de cáscara	5
2.3. Virus relacionados con el tomate de cáscara	8
2.4. Virus Mosaico del Tabaco (TMV)	11
2.4.1. Transmisión	12
2.4.2. Sintomatología	12
2.4.3. Plantas diferenciales	12
2.4.4. Rango de hospedantes	13
2.5. Virus Jaspeado del Tabaco (TEV)	13

2.5.1. Transmisión	13
2.5.2. Sintomatología	14
2.5.3. Plantas diferenciales	14
2.6. Virus de la Marchitez Manchada del Tomate (TSWV)	14
2.6.1. Importancia económica	14
2.6.2. Propiedades de la partícula viral	15
2.6.3. Transmisión y dispersión	15
2.6.4. Rango de hospedantes	16
2.6.5. Sintomatología	17
2.7. Resistencia de las plantas a virus	19
2.7.1. Aspectos generales	19
2.7.2. Resistencia innata	21
2.7.3. Resistencia inducida	22
2.7.4. Respuesta hipersensible de la planta	22
2.7.5. Resistencia adquirida	23
2.7.6. Mecanismos de la respuesta de hipersensibilidad en las plantas	23
2.8. Variabilidad en tomate de cáscara	24
3. MATERIALES Y MÉTODOS	27
3.1. Ubicación del experimento	27
3.2. Germoplasma de <i>Physalis spp.</i>	27
3.3. Fertilización y manejo	27

3.3.1. Trasplante	28
3.4. Tratamientos aplicados (inoculados)	28
3.4.1. Inoculación	29
3.5. Variables evaluadas	31
3.5.1. Síntomas	31
3.5.2. Porcentaje de infección (INFEC)	32
3.5.3. Altura inicial de cada planta (ALINI)	32
3.5.4. Altura final de la planta (ALFIN)	32
3.5.5. Porcentaje de reducción de altura (REDALT)	33
3.5.6. Peso seco de biomasa (PESE).....	33
3.5.7. Porcentaje de reducción de peso (REDPES)	34
3.6. Diseño experimental y análisis estadístico	34
3.6.1. Modelo lineal	36
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	38
4.1. Efecto general de los tratamientos aplicados en <i>Physalis spp.</i>	38
4.1.1. Síntomas inducidos por TMV	38
4.1.2. Síntomas inducidos por TEV	39
4.1.3. Síntomas inducidos por TSVW	39
4.1.4. Síntomas inducidos por TMV + TEV + TSVW	40
4.1.5. Síntomas inducidos por TMV + TEV	40
4.1.6. Síntomas inducidos por TMV + TSVW	41
4.1.7. Síntomas inducidos por TEV + TSVW	41

4.1.8. Porcentaje de infección (INFEC)	41
4.1.9. Índice de incremento en altura (INCALT)	42
4.1.10. Porcentaje de reducción de altura (REDALT)	42
4.1.11. Porcentaje de biomasa (PESE)	43
4.1.12. Porcentaje de reducción de peso (REDPES)	43
4.2. Respuesta general de <i>Physalis spp</i> a los tratamientos aplicados	45
4.2.1. Porcentaje de infección (INFEC)	45
4.2.2. Índice de incremento en altura (INCALT)	46
4.2.3. Porcentaje de reducción de altura (REDALT)	47
4.2.4. Peso seco de biomasa (PESE)	48
4.2.5. Porcentaje de reducción de peso (REDPES)	49
4.3. Comparación de medias de la combinación entre tratamientos (virus) y subtratamientos (materiales de <i>Physalis spp</i>)	50
4.3.1. INFEC	52
4.3.2. REDALT	53
4.3.3. REDPES	53
4.4. Comparación de dos niveles de parcela grande (tratamientos) en presencia de un nivel de parcela chica (subtratamientos)	55
4.4.1. INFEC	56
4.4.2. INCALT	57
4.4.3. REDALT	58

4.4.4. PESE	58
4.4.5. REDPES	59
5. CONCLUSIONES	62
6. LITERATURA CITADA	63
APÉNDICE	71

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO	PAGINA
1.- Relación de materiales de <i>Physalis spp</i> utilizados en la investigación.	30
2.- Efecto general de los tratamientos sobre cinco variables evaluadas en <i>Physalis spp</i> . Chapingo, México. 1997.	44
3.- Comparación de medias de cinco variables de 45 materiales de <i>Physalis spp</i> . Chapingo, México. 1997.	51
4.- Comparación de medias de combinaciones de tratamientos (virus) con subtratamientos (materiales de <i>Physalis spp</i>). Chapingo, México. 1997.	54
5.- Comparación de los efectos en cinco variables, de los virus contra el testigo, para cada uno de 17 materiales de <i>Physalis spp</i> . Chapingo, México.	61
1.A.- Fórmula general para la elaboración de la solución nutritiva que fue aplicada a las plantas de <i>Physalis spp</i> . Chapingo, México. 1997.	71
2.A.- Análisis de varianza para la respuesta general de las variables evaluadas en <i>Physalis spp</i> a los tratamientos aplicados. Chapingo, México. 1997.	72

ÍNDICE DE FIGURAS

PAGINA

Figura 1. Distribución de tratamientos inoculados en materiales de

Phisalis spp. 37

RESUMEN

RESPUESTA DE GERMOPLASMA DE TOMATE DE CASCARA (*Physalis spp*) A VIRUS QUE PROVOCAN LA ENFERMEDAD "CHINO DEL TOMATE"

ROSAS MEZA ARTEMIO

Universidad Autónoma Chapingo

(Bajo la dirección de Peña Lomelí A.)

Con el fin de evaluar y detectar germoplasma de tomate de cáscara (*Physalis spp*) resistente a enfermedades virales, bajo condiciones ambientales controladas, se evaluaron 45 materiales. El diseño experimental utilizado fue bloques completos al azar con arreglo en parcelas divididas con cinco repeticiones. En las parcelas grandes se establecieron los virus como tratamientos y en las parcelas chicas se ubicaron los materiales de *Physalis* como subtratamientos. En plantas de trasplante se inocularon mecánicamente los siguientes virus (tratamientos): Virus Mosaico del Tabaco (TMV), Virus del Jaspeado del Tabaco (TEV), Virus de la Marchitez Manchada del Tomate (TSWV), TMV+TEV+TSWV, TMV+TEV, TMV+TSWV y TEV+TSWV. Los materiales de *Physalis spp* que mostraron síntomas de resistencia o tolerancia a los tratamientos fueron: 20-MICH-08, 05-MICH-03, 91-PUE-11, 02-JAL-02, 41-MICH-17, 178-JAL-62, 102-JAL-26 y 100-PUE-20.

PALABRAS CLAVE: *Physalis spp*, enfermedades virales, resistencia, tolerancia.

ABSTRACT

GERMPLASM RESPONSE OF TOMATILLO (*Physalis spp.*) TO VIRUSES THAT CAUSE THE DISEASE "CHINO DEL TOMATE"

ROSAS MEZA ARTEMIO

Universidad Autónoma Chapingo

(Under the direction of Peña Lomeli A.)

With the purpose of detecting and evaluating resistant germplasm of tomatillo (*Physalis spp.*) to virus diseases, 45 accessions of tomatillo were tested under controlled conditions. On transplanted tomatillo seedlings the viruses Tobacco Mosaic Virus (TMV), Tobacco Etch Virus (TEV), Tomato Spotted Wilt Virus (TSWV), the virus combinations TMV+TEV+TSMV, TMV+TEV, TMV+TSWV, and TEV+TSWV, were mechanically inoculated. A completely randomized block design with a split-plot arrangement was used with 5 replications. The main plots consisted of the viruses and virus combinations, and the small plots were each one of the 45 accessions of tomatillo. The tomatillo materials which resulted resistant or tolerant to particular viruses were 20-MICH-08, 05-MICH-03, 91-PUE-11, 02-JAL-02, 41-MICH-17, 178-JAL-62, and 100-PUE-20. This study shows that tomatillo has genetic variability to virus diseases.

KEY WORDS: Virus diseases, mechanical inoculation, virus resistance, tomatillo.

1. INTRODUCCIÓN

En el contexto de las hortalizas de fruto, el tomate de cáscara o tomate verde (*Physalis ixocarpa* Brot.) se ha convertido en un cultivo de gran importancia socioeconómica en México, donde se le conoce desde tiempos precolombinos dado que existen evidencias de que los aztecas lo cultivaban en la zona centro del país. Le llamaban "miltomatli", y lo usaban para hacer salsas y acompañar guisos de forma similar a como se hace en la actualidad e incluso le daban usos medicinales como tratamientos contra las úlceras (Hernández, 1946 y Bukasov, 1963: citados por Peña y Márquez, 1990, Saray y Loya, 1977). *P. ixocarpa* es la única especie de tomate de cáscara que se cultiva comercialmente en México (García, citado por Cárdenas, 1981).

Para 1993 en México se reportó una superficie cosechada de tomate de 32,171 hectáreas con una producción de 369,722 ton y un rendimiento promedio de 11,492 kg/ha. Los estados con mayor producción, en ese año, fueron Sinaloa, Michoacán, México, Morelos y Puebla (SARH, 1993). En 1995 se registró una superficie total cosechada de 29,183 hectáreas (23,042 de riego y 6,141 de temporal) con una producción de 368,737 toneladas (305,660 en sistema de riego y 63,077 en temporal) y un rendimiento promedio total de 12.635 ton/ha (13.265 en sistema de riego y 10.271 para temporal) (SAGAR, 1995).

El tomate de cáscara es atacado por varios agentes fitopatógeno. Las enfermedades virales representan el mayor problema a nivel nacional tanto por el daño que causan al cultivo como por la dificultad que implica su control. Los cambios fisiológicos y bioquímicos que comúnmente presentan las plantas infectadas con un determinado virus son: a) Disminución de la tasa fotosintética, a menudo asociada con una reducción de pigmentos fotosintéticos, disminución de ribosomas en los cloroplastos y de ribulosa-bifosfato-carboxilasa (RUBISCO); b) incremento en la tasa de respiración; c) incremento en la actividad de enzimas como la polifenol-oxidasa; y d) disminución o incremento de reguladores del crecimiento de las plantas. Un solo cambio en un gen del hospedero o un solo punto de mutación en el virus puede provocar que una infección o sintomatología leves se tornen en una enfermedad severa; sin embargo, una mayor alteración en el metabolismo del hospedero no necesariamente está determinada por una mayor actividad de replicación o multiplicación del virus (Matthews, 1992). Recientemente se ha retomado el aspecto de la resistencia genética de las plantas a enfermedades virales, donde el banco de germoplasma vegetal natural representa el principal medio para la obtención de plantas comerciales resistentes.

La variabilidad genética presente en especies vegetales silvestres y cultivadas representa un conjunto de caracteres que les confiere a las plantas una posibilidad para contrarrestar situaciones adversas provocadas por factores ambientales y además son la base y el recurso esencial para el acondicionamiento del germoplasma de acuerdo al interés del hombre (Krishnamurthy y Sahagún, 1990).

El tomate de cáscara presenta una amplia variabilidad genética, misma que puede aprovecharse para desarrollar programas de mejoramiento genético con diversos enfoques; por ejemplo, debe ser una excelente alternativa para buscar fuentes de resistencia o tolerancia a enfermedades de tipo viral (Peña y Márquez, 1990). La enfermedad conocida como "chino del tomate", es ocasionada principalmente por el virus del mosaico del tabaco (TMV), virus del jaspeado del tabaco (TEV), virus de la marchitez manchada del tomate (TSWV) y virus del mosaico del pepino (CMV). Estos se han encontrado asociados en plantas con síntomas de "chino" (De la Torre, 1996), el cual es uno de los principales problemas en la producción del tomate de cáscara; por lo que, considerando la importancia que ha adquirido el cultivo y la necesidad de generar información tendiente a incrementar su explotación comercial y de obtener variedades resistentes a virus, en la presente investigación se evaluó la respuesta de 45 poblaciones de tomate de cáscara a los virus: virus del mosaico del tabaco (TMV), virus del jaspeado del tabaco (TEV) y virus de la marchitez manchada del tomate (TSWV), con los objetivos e hipótesis siguientes:

1.1 Objetivos

- 1.- Evaluar la respuesta de germoplasma de *Physalis spp* al ataque de los virus, inoculados mecánicamente, que producen el "chino del tomate".
- 2.- Determinar cuáles de los materiales de *Physalis spp* utilizados en la investigación poseen características deseables para ser considerados en trabajos de mejoramiento genético.

1.2 Hipótesis

- 1.- La inoculación mecánica de los virus que ocasionan el "chino del tomate" permitirá reproducir los síntomas de la enfermedad, esperándose obtener al menos un material que presente resistencia o tolerancia a dicha enfermedad.
- 2.- Los tres virus estudiados son igualmente importantes en la sintomatología observada en la enfermedad.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Generalidades del tomate de cáscara

De las especies de *Physalis* que se cultivan para aprovechar sus frutos se citan principalmente: *P. peruviana* en Perú, Haití, Costa Rica, algunas partes de Australia, sur de Africa, India y Nueva Zelanda; *P. pruinosa* en América; y *P. ixocarpa* en México y Centro América. Otras especies se presentan como malezas en cultivos o son utilizadas como plantas de ornato (Pandey, 1957). En México se encuentran alrededor de 70 especies del género *Physalis* (D'Arcy, 1979).

2.2. Morfología y taxonomía del tomate de cáscara

En general, la planta de tomate de cáscara es herbácea anual, de 40 a 120 cm de altura o incluso mayor dependiendo del hábito de crecimiento. Al respecto se consideran tres tipos: rastrero, erecto y semierecto. Las plantas de porte erecto, debido a su crecimiento y ramificación verticales, presentan problemas de desgarre y doblado de ramas debido al peso del follaje y frutos (Saray, 1977).

a) Raíz

Typica o pivotante con ramificaciones secundarias que pueden penetrar en el suelo hasta 50 cm o más. En siembras de trasplante la raíz se torna fibrosa o

corchosa y disminuye su capacidad de penetración (Cartujano, 1984; Saray, 1977).

b) Tallo

Estriado, herbáceo o ligeramente leñoso en la base. El diámetro del tallo principal mide entre 1.1 y 1.3 cm, su altura varia de 40 a 90 cm; en plantas jóvenes se pueden observar tricomas que desaparecen con el crecimiento de la planta (Saray, 1977).

c) Hojas

Simples, alternas, de forma ovalada, bordes irregulares dentados y base atenuada, ápice agudo o ligeramente acuminado, pecíolo de 4 a 6.5 cm de largo, el tamaño de la hoja es de 5 a 10 cm de largo por 4 a 6 cm de ancho (García, 1975; Saray, 1977).

d) Flores

Solitarias campanuladas, pentámeras, pedicelo de 0.7 a 1.0 cm de largo, corola de 1 a 2.69 cm de diámetro, color amarillo brillante con manchas ténues o bien marcadas con matices azul-verdoso o púrpura, anteras azul-verde de 0.2 a 0.4 cm de largo, el estigma presenta dos hendiduras por lo que da un aspecto bilobulado (Saray, 1977).

En virtud de que existe autoincompatibilidad entre los granos de polen y el estigma de una misma flor (alógama obligada), la autofecundación no es posible y esto impide la formación de líneas altamente endogámicas o híbridos con las técnicas clásicas, razón por la que se sugiere realizar mejoramiento genético utilizando los esquemas de Selección Masal, Selección Familiar de Medios

Hermanos y Selección Combinada de Medios Hermanos (Peña y Márques, 1990).

e) Fruto

Bayas verde amarillentas, de 1 a 6 cm de diámetro y cubiertas por el cáliz aunque en la madurez el tamaño del fruto lo puede romper, sabor agridulce; el cáliz presenta 10 nervaduras que pueden tener color verde o púrpura. Los peciolo pueden tener un tamaño entre 0.6 cm a 1.0 cm de largo (Saray, 1977).

f) Taxonomía

En 1753, Linneo realizó la clasificación y descripción botánica del tomate de cáscara; sin embargo, en la actualidad existe aun confusión para diferenciar los géneros debido a su gran similitud. La siguiente clasificación está basada en Benson (1957).

REINO	Vegetal
SUBREINO	Embryophita
DIVISIÓN	Espermatofita
CLASE	Angiosperma
SUBCLASE	Dicotiledonea
ORDEN	Polemoleales
FAMILIA	Solanaceae
GÉNERO	<i>Physalis</i>
ESPECIE	<i>ixocarpa</i> Brot.

2.3. Virus relacionados con el tomate de cáscara

De la Torre *et al.* (1995) mencionan que en México es común observar plantas de tomate de cáscara presentando diversos síntomas que pueden ser de origen viral. Los síntomas comunes son: diversos tipos de mosaicos; alargamiento, deformación o reducción de la lámina foliar; amarillamiento de nervaduras; cálico (moteado amarillo brillante con márgenes bien definidos, que se inicia en la punta o la base de las hojas); marchitez; sobrebrotación foliar, con reducción del tamaño de hojas y entrenudos causando enanismo; y epinastia.

La primera publicación relacionada con la susceptibilidad de especies de *Physalis* a virus es la reportada por Horváth (1970, citado por Horváth, 1988). Con subsecuentes experimentos se demostró que *Physalis ixocarpa* es susceptible a: virus mosaico del pepino, virus del mosaico de la papa aucuba, virus del mosaico del tabaco, virus de la necrosis del tabaco, virus de la mancha anular del tabaco, virus mosaico del *Arabis*, virus del mosaico amarillo del frijol, virus moteado de la belladona, virus de la pudrición del haba, virus de la mancha anular del clavel, virus del mosaico de la lechuga, virus del fleco amarillo de *Melandrium*, virus aspermya del tomate, virus mosaico del tomate, virus de la mancha anular del tomate y virus del mosaico del tulipan (Horváth, 1988).

Rodríguez (1983) encontró, en el estado de Puebla, plantas de tomate de cáscara con síntomas de mosaico ligero en las hojas jóvenes, amarillamiento de las hojas maduras y sobrebrotación foliar; mediante ensayos de transmisión en especies indicadoras, reacciones con ELISA y microscopía electrónica se identificó al Virus X de la Papa (PVX) como el único agente causal de los síntomas

observados.

En un estudio realizado en Sinaloa, se aisló TSWV de *Physalis sp* y otras malezas y al ser inoculado en *Lycopersicon esculentum* éste presentó síntomas de bronceado de nervaduras, necrosis de folíolos y manchas anulares necróticas en hojas y frutos (Verdugo, 1989).

De plantas de jitomate en el estado de Morelos, se aisló y caracterizó un viroide transmisible eficientemente por áfidos, al que se le llamó Viroide de la Planta Macho del Jitomate (PMTV). Este viroide fue encontrado en 13 especies de plantas pertenecientes a la familia Solanaceae, *Physalis phyladelphica* entre ellas, presentes en las regiones jitomateras de Morelos (Galindo *et al.*, 1982).

Una enfermedad descrita como "moteado", en tomate de cáscara, fue observada en Tecamachalco, Puebla y de acuerdo a pruebas de hospedantes y de transmisión mecánica se determinó que era causada por un virus aún no descrito para este cultivo en México (Chávez, 1984).

De La Torre (1987) observó y evaluó, en cultivos de tomate de cáscara en la región de Cholula, Pue., incidencias de 30% a 60% de plantas con síntomas de mosaicos, amarillamiento de venas, sobrebrotación foliar, enrollamiento de hojas, enanismo y moteado amarillo a los cuales atribuyó un origen viral sin llegar a demostrarlo con las técnicas adecuadas.

Sainz y Ramírez (1991) observaron un síntoma de mosaico en plantas de tomate de cáscara en Yurécuaro, Michoacán, cuyo origen atribuyeron a TMV aunque no realizaron las pruebas necesarias para confirmarlo.

En Morelos, Díaz y Alvarado (1991) reportan en tomate de cáscara un síntoma conocido como "chino" con una incidencia de 32.5% y 25.3% de daño y cuyo origen lo atribuyen a un geminivirus, sin aportar las pruebas o estudios que lo demuestren.

Roque y Sifuentes (1974), durante 1972 a 1973 en el Campo Agrícola Experimental de Zacatepec, Mor., hicieron evaluaciones para determinar el grado de resistencia de variedades de tomate de cáscara al ataque de la enfermedad del chino o chahuixtle. De las 15 líneas observadas dos presentaron el menor número de plantas infectadas (Cias-165 y Cias-160); sin embargo, actualmente este programa de investigación no se ha continuado o por lo menos no ha habido publicación de otros estudios al respecto.

En Iowa, USA, se aisló un virus de *Physalis heterophylla*, el cual infectó preferentemente especies de la familia Solanaceae y en *Physalis* causó moteado amarillo, distorsión de hojas jóvenes y acortamiento de entrenudos; por el tamaño de partícula viral (29 nm) y propiedades físicas se pudo determinar que dicho virus es miembro del grupo Tymovirus y una variante del virus moteado de la belladona (BMV) (Moline y Fries, 1974).

Peters y Derks (1974) aislaron un nuevo virus de *Physalis subglabrata* que causa clorosis intervenal o mosaico en solanaceas y fue caracterizado como miembro del grupo Tymovirus, específicamente del subgrupo Andean Potato Latent Virus.

En un cultivo de *Physalis ixocarpa* variedades Puebla, Guanajuato y

Rendidora fueron aislados e identificados los virus Mosaico del Pepino (CMV), Marchitez Manchada del Tomate y un virus que causó moteado amarillo (Can *et al.*, 1991). En trabajos subsecuentes, en el mismo cultivo, fue identificado otro virus denominado Physalis Mottle Virus (PhyMV), miembro del grupo Tymovirus, el cual causó síntomas de mosaico y moteado amarillo (Can *et al.*, 1992; Valverde *et al.*, 1993; Can, 1994).

Por otra parte, se han aislado y descrito diversos geminivirus encontrados en plantas de la familia Solanaceae, y aunque no se han reportado en *Physalis ixocarpa* propiamente, es muy probable que un estudio detallado pudiera confirmar su presencia en este cultivo dada la práctica común de establecer cultivos asociados o intercalados (Brown y Nelson, 1988; De La Torre, 1996).

2.4. Virus Mosaico del Tabaco (TMV)

Se encuentra distribuido por todo el mundo. Afecta a hortalizas, ornamentales y malas hierbas (Agrios, 1989). Fuentes (1974) lo encontró mezclado con ToEV en Sinaloa, Méx.

La partícula viral es en forma de varilla rígida de 15 nm de diámetro y 300 nm de longitud; su punto de inactivación térmica en savia de planta, sin diluir, es de 93 °C pero en hojas secas permanece infectivo aun cuando se caliente a 120 °C durante 30 minutos; su punto máximo de dilución es de 10⁴ a 10⁶ y su longevidad in vitro es de más de 128 días (Van Regenmortel, 1981; Cárdenas, 1986; Agrios, 1989; Matthews, 1992; Rodríguez, 1992).

2.4.1. Transmisión

Este virus tiene características muy peculiares, ya que se transmite en alto porcentaje por semilla y fácilmente por métodos mecánicos, aunque no se ha identificado a algún organismo vector responsable de su transmisión. Inverna en tallos y hojas de tabaco ya sea en campo, cigarrillos u otros derivados (Agrios, 1989).

2.4.2. Sintomatología

Las plantas infectadas con TMV presentan inclusiones citoplásmicas cristalinas en forma de placas hexagonales (Cárdenas, 1986; Matthews, 1992).

Comúnmente se presentan diversos grados de clorosis, rizado, moteado y deformación de hojas y folíolos. También puede producir áreas bronceadas o cloróticas irregulares en la superficie de los frutos; sin embargo, la expresión de síntomas está estrechamente relacionada con factores como la raza o variante del virus, la especie vegetal, época de infección, intensidad lumínica, temperatura y condiciones de nutrición de la planta (Bawden, 1954; Kassanis *et al.*, 1974; Roychoudhory, 1980; Agrios, 1989; Jones y Baker, 1991).

2.4.3. Plantas diferenciales

Nicotiana tabacum van Samsum NN y *Xanthi*, *Nicotiana glutinosa*, *Phaseolus vulgaris* var Pinto y *Chenopodium amaranticolor* presentan lesiones locales e infección sistémica (C.M.I., 1970-1983; Rodríguez, 1992). Por otra parte,

Cárdenas (1986) reporta a *Lycopersicon esculentum*, *Capsicum annuum* y *Gomphrena globosa* también como plantas diferenciales, las cuales presentan infección sistémica.

2.4.4. Rango de hospedantes

El rango de plantas hospedantes reportado para TMV es muy amplio e incluye especies de las familias Solanaceae, Aizoaceae, Fabaceae, Amaranthaceae, Chenopodiaceae y Scrophulariaceae. Dentro de estas plantas se citan vid, grosellero, papa, jitomate, frijol y tomate de cáscara (Zaitlin e Israel, 1975; Pinto, 1983; Horváth, 1988; Jones y Baker, 1991).

2.5. Virus Jaspeado del Tabaco (TEV)

Es común en Norte y Sudamérica. Ataca tabaco, chile y tomate y comúnmente se encuentra asociado con los virus mosaico del tabaco y mosaico del pepino (Martínez *et al.*, 1986; Zamudio y Garzón, 1989; Rodríguez, 1992). Este virus presenta partículas en forma de varillas flexibles, con 12 a 13 nm de diámetro y 730 nm de longitud; su punto de inactivación térmica es de 55 °C; su punto máximo de dilución es 10^4 y longevidad in vitro de 5 a 10 días (C.M.I., 1970-1983; Rodríguez, 1992).

2.5.1. Transmisión

Es un virus que se transmite mecánicamente pero no por semilla. Los vectores pueden ser *Aphis fabae*, *Myzus persicae* y *Macrosiphum euphorbiae*, donde

se mantiene de manera no persistente. Para obtener el extracto infectivo se toman hojas infectadas sistémicamente y se mezclan con solución buffer de fosfato de potasio 0.5 M y pH 7.5 (Agrios, 1989; Zamudio y Garzón, 1989).

2.5.2. Sintomatología

Las plantas infectadas presentan detención del crecimiento, mosaico y distorsión de folíolos por epinastia, provocando un aspecto de “enchinamiento” (Martínez *et al.*, 1986; Zamudio y Garzón, 1989).

2.5.3. Plantas diferenciales

Nicotiana tabacum, *Datura stramonium*, *Lycopersicon esculentum* son infectadas sistémicamente y presentan distorsión foliar. *Chenopodium quinoa*, *Ch. amaranticolor*, *Cassia obtusifolia* y *Physalis peruviana* sólo presentan lesiones locales por la infección (Cárdenas, 1991).

2.6. Virus de la Marchitez Manchada del Tomate (TSWV)

2.6.1. Importancia económica

La enfermedad conocida como “marchitez manchada del tomate” (TSWV, por sus siglas del inglés Tomato Spotted Wilt Virus), fue observada por primera vez en Australia en 1915. TSWV es, desde entonces, considerada una importante enfermedad del tomate (*Lycopersicon esculentum*) en el sur de Australia, debido a las grandes pérdidas que causaba al cultivo (Brittlebank, 1919; Samuel *et al.*, 1930; citados por Francki y Hatta, 1981a)

Además de tomate y tabaco, TSWV ataca también otras solanaceas como *Solanum tuberosum*, *Capsicum* sp; en leguminosas ataca *Arachis hypogaea*, *Lupinus* sp, *Pisum sativum*, *Phaseolus vulgaris* y *Vigna sinensis*; en las compuestas la especie más afectada es *Lactuca sativa* y algunas ornamentales como *Calendula officinalis*, *Zinnia elegans*, *Aster* sp., *Cineraria* sp., *Chrysanthemum* sp., *Gerbera* sp. y *Dahlia variabilis* (Francki y Hatta, 1981a). Respecto a las monocotiledoneas el cultivo más afectado por TSWV es *Ananas comosus*, cuya enfermedad ha sido referida como mancha amarilla de la piña en Hawaii (Carter, 1939; citado por Francki y Hatta, 1981a).

2.6.2. Propiedades de la partícula viral

Partícula esférica rugosa de 70 a 120 nm de diámetro aproximadamente, formada por una membrana de lípidos con proyecciones de glicoproteínas en la superficie las cuales rodean al genoma y proteínas asociadas (Francki y Hatta, 1981a; Wang y Gonsalves, 1990; De Ávila *et al.*, 1993; German *et al.*, 1992).

2.6.3. Transmisión y dispersión

El TSWV es transmisible por savia y posee varias propiedades que lo distinguen fácilmente de otros virus, por lo que no es difícil detectarlo e identificarlo. Algunas de sus propiedades particulares son: a) tiene una cubierta, partícula esférica rugosa de 85 nm de diámetro; b) es transmitido por trips; y c) es muy inestable en extractos de plantas (Francki y Hatta, 1981a).

Aunque la transmisión por savia es eficiente en plantas jóvenes, no es común obtener 100% de infección. Se pueden presentar algunos problemas en la

transmisión del virus contenido en savia pero puede mejorarse mucho utilizando una solución amortiguadora neutral de fosfatos con un agente reductor. La adición de sulfito de sodio 0.01 M a la solución buffer incrementa la infectividad inicial de 2 a 3 veces y también reduce la tasa de inactivación del virus (Best y Samuel, 1936a y 1936b citado por Francki y Hatta, 1981a).

TSWV es, aparentemente, transmitido por trips (Thysanoptera), dentro de los cuales sólo se ha demostrado la transmisión por medio de *Thrips tabaci*, *Frankliniella schultzei*, *F. occidentalis* y *F. fusca* (Sakimura, 1962; citado por Francki y Hatta, 1981a). Se ha observado que TSWV es adquirido sólo por larvas de trips. Según estudios de Sakimuro (1962 y 1963; citado por Francki y Hatta, 1981a) el tiempo mínimo para la adquisición del virus por *T. tabaci* parece ser 15 minutos, pero la eficiencia de la transmisión se incrementa con el tiempo de alimentación y la inoculación puede lograrse de acuerdo a la profundidad que alcance en las células epidermales de la hoja. Por otra parte, es importante saber por qué las larvas pueden adquirir el virus mientras que los adultos no pueden.

Existe sólo un reporte acerca de la transmisión de TSWV por medio de semillas en *Cineria sp* (Jones, 1944; citado por Francki y Hatta, 1981a) pero no fue confirmado por Crowley (1957, citado por Francki y Hatta, 1981a).

2.6.4. Rango de hospedantes

Según algunos reportes, el rango de hoppederos de TSWV involucra entre 400 y 500 especies vegetales incluídas en 50 familias botánicas y 100 de ellas se ubican en Asteraceae y Solanaceae (Peters, 1991; De Ávila *et al.*, 1992; German

et al., 1992).

De acuerdo a German *et al.* (1992) las plantas económicamente importantes atacadas por Tospovirus en forma natural son: jitomate (*Lycopersicon esculentum*), papa (*Solanum tuberosum*), tabaco (*Nicotiana tabacum*), cacahuete (*Arachis hypogea*), chile (*Capsicum* sp.), papaya (*Carica papaya*), sandía (*Citrullus vulgaris*), crisantemo (*Dendranthema grandiflora*), begonia (*Hiemalis begonia*), ciclamen (*Cyclamen persicum*), cineraria (*Sinecio cruentus*), belén (*Impatiens* sp.) y calceolaria (*Calceolaria herbeohybrida*).

Hernández (1996) obtuvo aislamientos de TSWV, mediante plantas diferenciales, a partir de plantas de *Physalis* sp con síntomas relacionados a dicho virus colectadas en Zacatepec, Morelos.

2.6.5. Sintomatología

El TSWV puede inducir una amplia variedad de síntomas dependiendo de la misma especie hospedera como la edad, estado nutricional, además de las condiciones ambientales. Incluso, variantes de TSWV con diferentes propiedades biológicas, han sido aisladas y se les atribuye que su genoma puede recombinarse para producir un espectro más amplio de variantes (Best, 1968 citado por Francki y Hatta, 1981a). Todas las variantes han sido caracterizadas sólo con respecto a sus propiedades biológicas, ya que no existen datos disponibles acerca de posibles diferencias en sus propiedades físico-químicas, lo cual es sumamente necesario obtener para un mejor entendimiento del grupo de virus que actualmente se refiere como variante de TSWV.

De manera general los Tospovirus ocasionan necrosis, clorosis, patrones de anillos, moteados plateados, enanismo y lesiones locales cloróticas o necróticas, dependiendo de la variante del virus, del hospedante y del ambiente (German *et al.*, 1992).

Del mismo modo, el TSWV muestra una amplia variedad de virulencia y patrones sintomáticos aun en una misma especie de planta hospedante, presentandose los síntomas más severos entre 7 y 10 días después de producida la infección (Jones and Baker, 1991; Peters, 1991).

En jitomate los síntomas que se presentan son: bronceados y enchinamiento de hojas; bandas necróticas en pecíolos, tallos y brotes; plantas enanas y los frutos dañados presentan áreas cloróticas en la superficie (EPPO y CABI, 1994).

En chile los síntomas principales son enanismo y amarillamiento, en las hojas a veces se presentan patrones de líneas cloróticas o mosaicos con manchas necróticas; en los tallos se presenta necrosis abarcando hasta los brotes (Jones y Baker, 1991; EPPO y CABI, 1994).

En sandía los síntomas son enanismo, acortamiento de entrenudos, deformación de hojas jóvenes y moteado de nervaduras; las hojas desarrolladas muestran moteado-plateado, deformación y enchinamiento (Iwaki *et al.*, 1984).

En contraste con la gran variedad de síntomas que inducen en campo, los Tospovirus tienen ciertas propiedades biológicas que son únicas y por lo tanto útiles para su diagnóstico. Dichos virus pueden ser transmitidos mecánicamente,

inoculando por frotación con extractos de savia infectada a plantas sanas (Peters, 1991; German *et al.*, 1992).

Se han detectado plantas indicadoras en las cuales el TSWV induce lesiones típicas, por ejemplo: *Nicotiana glutinosa* L., *Chenopodium quinoa* Wid y *Petunia hybrida* L. muestran lesiones características que adquieren forma de manchas concéntricas, a veces seguidas de necrosis. *Petunia hybrida* presenta reacciones de hipersensibilidad (a los dos días aproximadamente) en las hojas inoculadas, lo cual puede ser más útil en la detección de TSWV. La expresión de síntomas en plantas indicadoras se manifiesta mejor bajo condiciones de luz atenuada o reducida (Peters, 1991; German *et al.*, 1992).

El TSWV presenta gran variabilidad entre aislamientos que pertenecen al mismo serogrupo pero que tienen diferentes comportamientos biológicos y bioquímicos. Dicha variabilidad depende del hospedante de origen, de la época del año en que infecta al hospedante y el lugar donde se desarrolla el cultivo (De Ávila *et al.*, 1992; Jorda *et al.*, 1995)

Actualmente se tienen caracterizados a nivel mundial por lo menos 9 especies de Tospovirus agrupados en 4 serogrupos y además existen otros 6 aislamientos que no están bien caracterizados y pueden representar especies adicionales dentro de Tospovirus.

2.7. Resistencia de las plantas a virus

2.7.1. Aspectos generales

A través de los años, tres principales medidas de control han sido aplicadas para prevenir las pérdidas en la producción causadas por enfermedades de tipo

viral: 1) remoción de las fuentes proveedoras de virus; 2) prevención para evitar la dispersión del virus; y 3) desarrollo de variedades resistentes a virus (Harrison, 1987).

La incapacidad para controlar adecuadamente las enfermedades virales por medio de prácticas de manejo del cultivo o control de insectos vectores ha conducido a despertar un mayor interés en el fenómeno de la resistencia de las plantas a enfermedades, considerando esta opción como el método más efectivo de protección de cultivos. Desde un punto de vista particular, la resistencia consiste en la capacidad de una planta para resistir el ataque de un patógeno sin sufrir daños. Los componentes esenciales para el manejo exitoso de un programa de resistencia de plantas a virus son: 1) la resistencia debe ser heredable a las generaciones siguientes; 2) el virus aislado debe ser tan puro y representativo como el que originalmente se aisló en campo; y 3) Se debe establecer una metodología exacta y altamente eficiente de discriminación para el muestreo de poblaciones segregantes (Matthews, 1992; Watterson, 1993).

Varios autores coinciden en señalar que existe confusión en la literatura referente a la conceptualización y definición de los tipos de resistencia en las plantas, debido a la diversidad de mecanismos de resistencia que presentan y al mismo virus involucrado (Fraser, 1987; Matthews, 1992). Así, Fraser (1987) agrupa los tipos de resistencia de la manera siguiente: a) resistencia por total inmunidad de las especies al ataque de virus; b) resistencia de una especie en particular a uno o más virus; y c) resistencia inducida. Por su parte, Matthews (1992) cita los siguientes tipos de respuesta de las plantas a la inoculación con un virus

determinado: a) plantas inmunes, aquellas donde no se lleva a cabo la replicación del virus en el protoplasto, ni en las células de plantas sanas, tampoco en las células inicialmente inoculadas, el virus inoculado puede ser encapsulado, pero no se produce descendencia del genoma viral; b) hospederos resistentes, en los cuales el virus puede infectar y replicarse en el protoplasto, sin embargo la multiplicación del virus queda limitada a las células inicialmente infectadas provocando una típica lesión necrótica local; c) hospederos susceptibles, caso en el que existe replicación y movimiento sistémico del virus, las plantas infectadas manifiestan más o menos severidad de la enfermedad y en algunos casos no se produce efecto aparente sobre la planta dando lugar a una infección latente. De acuerdo con Harrison (1987) después de diversos análisis sobre el tema, considera que los tipos de resistencia de las plantas a virus pueden ser agrupadas de manera general en dos categorías principales: resistencia innata y resistencia inducida, conceptos que serán descritos a continuación.

2.7.2. Resistencia innata

Este tipo de resistencia ocurre cuando debido a factores intrínsecos uno o más individuos de una especie son capaces de contrarrestar por sí mismos la infección de un virus en particular. Las plantas con resistencia innata, al ser inoculadas con el virus, no desarrollan síntomas detectables e incluso puede o no haber replicación del virus. En esta respuesta están implicados uno o más genes que pueden actuar individualmente o tener un efecto aditivo de tal manera que inhiben o limitan el movimiento o multiplicación del virus y permiten heredar esta

característica a las generaciones posteriores. La resistencia de una determinada especie de planta como respuesta a un virus es la más utilizada por los mejoradores de plantas (Bruening et al., 1987; Harrison, 1987; Nishiguchi y Motoyoshi, 1987).

2.7.3. Resistencia inducida

Este tipo de resistencia opera a nivel individual y se manifiesta cuando ésta es conferida a una planta susceptible por medio de una inoculación previa con una variante atenuada de un determinado virus, por medio de tratamientos químicos o por medio del manejo de factores físicos. Normalmente la resistencia inducida no es heredable y debe ser incorporada a cada generación de individuos. Los mecanismos por los cuales se manifiesta la resistencia inducida son diversos dependiendo de los genes responsables en cada cultivar hospedero y de los efectos indirectos probables provocados en el metabolismo de la planta (Fraser, 1987; Harrison, 1987).

2.7.4. Respuesta hipersensible de la planta

Con éste concepto se hace referencia a una reacción primaria muy común en plantas que son sometidas a la infección con parásitos avirulentos, es decir a plantas con resistencia inducida. Las células infectadas y las más próximas a estas mueren rápidamente formando un área necrótica delimitada que evita la dispersión o el movimiento del virus, toda vez que éste requiere células vivas para poder multiplicarse. La respuesta hipersensible se asocia también con la iniciación de

una o más reacciones defensivas dentro de la planta (Fritig *et al.*, 1987; Strange, 1993).

2.7.5. Resistencia adquirida

Los patógenos que inducen lesiones necróticas, comúnmente confieren protección contra el mismo agente infectivo o contra otros organismos en la planta. Esta propiedad puede estar confinada sólo a la proximidad del sitio primario de inoculación, lo cual se conoce como resistencia adquirida local, o puede extenderse sistémicamente a toda la planta y en éste caso recibe el nombre de resistencia adquirida sistémica (Strange, 1993).

2.7.6. Mecanismos de la respuesta de hipersensibilidad en las plantas

La respuesta de hipersensibilidad en las plantas es uno de los mecanismos naturales más eficientes de defensa que es inducida por la misma infección del virus. El mecanismo propuesto contempla dos niveles sucesivos de señales de reconocimiento, seguidos por la inducción de alteraciones metabólicas responsables de la resistencia. Análisis genéticos de la interacción planta-patógeno demuestran que en muchos casos la defensa activa relacionada con la incompatibilidad está bajo el control de un solo gene del hospedero, éste es el gene resistente. Un gene parásito llamado "gen avirulento" podría corresponder a éste gene resistente. Una interacción producida entre dichos genes podría desencadenar la respuesta de hipersensibilidad, la cual es comúnmente acompañada por un estres de la planta y por mayores alteraciones metabólicas.

De esta manera, las alteraciones metabólicas que en consecuencia confieren resistencia a la planta se agrupan en: 1) producción de enzimas hidrolíticas (quitinasas y gluconasas); 2) producción de inhibidores de proteasas y poligalacturonasas; 3) producción de proteínas relacionadas con la patogénesis; 4) producción de enzimas responsables de la biosíntesis de etileno; 5) producción de enzimas involucradas en la biosíntesis de fitoalexinas; 6) producción de enzimas del metabolismo de ácidos aromáticos; 7) producción de enzimas oxidativas (polifenol-oxidasas y peroxidasas). También, como resultados preliminares se indican "la síntesis del complejo proteínico hidroxiprolina y glicoproteínas" y "la síntesis de enzimas involucradas en la producción de lignina, suberina, polímeros fenólicos, polisacáridos y deposiciones de callosidades" (Fritig et al., 1987; Matthews, 1992; Strange, 1993).

2.8. Variabilidad en tomate de cáscara

Un aspecto importante para el estudio de la variabilidad genética de *Physalis ixocarpa*, es la disponibilidad de semilla obtenida de colectas realizadas en diferentes partes de la República Mexicana.

La colecta de materiales silvestres de tomate de cáscara con que cuenta el Banco de Germoplasma de Especies Nativas de la Universidad Autónoma Chapingo, se ha realizado siguiendo cuatro rutas: 1) Occidente (Jal., Col., Nay.), 2) Bajío (Gto., Mich.), 3) Centro (Pue., Tlax., Hgo., Qro., Mex.) y 4) Sur (Mor., Gro., Oax.). El germoplasma se colectó como semilla o el fruto completo para posteriormente extraer su semilla y después hacer la correspondiente

identificación. Los materiales colectados se encontraron dentro de la mayoría de los grupos climáticos presentes en México, en un intervalo altitudinal de 750 a 2450 msnm; no obstante, según datos de herbarios, la especie *Physalis angulata* se encuentra a una altitud de 5 msnm en Sinaloa y *Physalis orizabae* a 3350 en Río Frío, estado de México (Santiaguillo *et al.*, 1994).

Actualmente la variabilidad en tomate de cáscara se ha agrupado en ocho razas principales: *Silvestre*, *Milpero*, *Arandas*, *Tamazula*, *Manzano*, *Rendidora*, *Salamanca* y *Puebla* (Pérez *et al.*, 1997; Peña, 1998). Las siete últimas razas son autoincompatibles en tanto que en la primera existen variedades autofértiles (Peña, 1998).

López *et al.* (1994) evaluaron 60 colectas de tomate de cáscara en Chapingo, Mex., para determinar características agronómicas sobresalientes en ellas, encontrando que los genotipos mejorados 78MEX05 y 66MEX06 fueron los de mayor rendimiento total. Por otra parte, los materiales 82MEX06, 47GRO05, 78MEX06, 77MEX04 y 71NAY07 presentaron características de precocidad, mientras que los materiales 49MICH18, 58GRO06 y 66MEX03 pueden considerarse tardíos, ya que en el primer corte tuvieron un bajo rendimiento comparado con una mayor producción obtenida en el 5° corte.

Fernández (1995) realizó una evaluación preliminar de germoplasma de tomate de cáscara en el estado de Morelos y observó que los materiales 02JAL02, 73JAL20 y 26MICH12 (todos tipo Tamazula) presentaron el menor porcentaje de daño por virus, sugiriendo hacer una reevaluación de dichos materiales por tipos para

confirmar las posibles fuentes de resistencia.

La variabilidad genética de las plantas es la fuente que el hombre utiliza para mejorar las características en las especies cultivadas. De acuerdo al punto de vista de Cuevas (1988, citado por Santiaguillo *et al.*, 1994) son dos los puntos básicos que resumen la importancia de la diversidad genética para la humanidad:

- a).- Desde el punto de vista evolutivo, tanto la selección natural como la inducida por el hombre a través del proceso de domesticación, requieren necesariamente la existencia de variabilidad en la composición de las poblaciones originales para poder realizarse.
- b).- Históricamente, la diversidad genética vegetal ha sido la base fundamental en la que se sus tenta la producción agrícola.

Peña (1998) menciona que sería muy importante realizar un estudio citogenético con tipos autoincompatibles de tomate de cáscara, a fin de esclarecer la herencia de autoincompatibilidad y con ello ver la posibilidad de usar el carácter de autofertilidad en programas de mejoramiento por hibridación. Dicho estudio fue realizado por Grimaldo (1977), quien no encontró el cromosoma accesorio asociado con la autoincompatibilidad.

Peña y Márquez (1990) señalan que los objetivos que se persiguen en el programa de mejoramiento genético del tomate de cáscara en la UACH, son los siguientes: a) incremento en rendimiento de fruto; b) uniformidad de color, tamaño y firmeza del fruto; c) uniformizar el hábito de crecimiento hacia tipo erecto y hacia tipo rastrero y; d) incorporar resistencia contra la enfermedad "chino del tomate" y contra el gusano del fruto (*Heliothis subflexa*).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación del experimento

El estudio se llevó a cabo en el invernadero de la Academia de Hortalizas del Departamento de Fitotecnia de la Universidad Autónoma Chapingo, ubicado en el campo Agrícola Experimental de esta Universidad.

3.2. Germoplasma de *Physalis spp*

Se evaluaron 45 materiales de *Physalis spp* (Cuadro 1), mismos que se encuentran en el Banco de Germoplasma de Especies Nativas de la UACH. Entre éstos está el material CHF1-Chapingo obtenido a partir de la variedad Rendidora (Peña, 1998). Los 45 materiales de *Physalis* se sembraron en charolas germinadoras de poliestireno de 200 cavidades, utilizando como sustrato pet-moss al cual se le agregó 250 g de sulfato de calcio por cada 50 kg de dicho sustrato para ajustar el pH a 6.5.

3.3. Fertilización y manejo

Durante la fase de almácigo se aplicó fertilización con solución nutritiva cada tercer día a una concentración de 10%, de acuerdo con la fórmula que se señala en el apéndice (Cuadro 1A) para la cual se tomaron en cuenta las

sugerencias de Resh (1981) y Sánchez y Escalante (1989). La fuente nutrimental para macroelementos fue de calidad grado agrícola, mientras que para los microelementos fue grado analítico.

3.3.1. Trasplante

El trasplante se realizó estableciendo una planta en cada maceta de plástico negro de 40 x 40 cm de tamaño, utilizando como sustrato arena de tezontle rojo. Durante el desarrollo del estudio se fertilizó con solución nutritiva en riego por goteo. Las tres primeras aplicaciones de solución fueron cada tercer día y posteriormente a diario. Después de 15 días de trasplantado el cultivo fue necesario regar una vez por la mañana y otra por la tarde, incluyendo solución nutritiva en los riegos por las tardes.

3.4. Tratamientos aplicados (inoculados)

Los virus inoculados fueron: virus del mosaico del tabaco (TMV, por sus siglas del inglés Tobacco Mosaic Virus), virus del jaspeado del tabaco (TEV, por sus siglas del inglés Tobacco Etch Virus) y virus de la marchitez manchada del tomate (TSWV, por sus siglas del inglés Tomato Spotted Wilt Virus). La relación completa de tratamientos es la siguiente:

T1= virus del mosaico del tabaco (TMV)

T2= virus del jaspeado del tabaco (TEV)

T3= virus de la marchitez manchada del tomate (TSWV)

T4= TMV+TEV+TSWV

T5= TMV+TEV

T6= TMV+TSWV

T7= TEV+TSWV

T8= H₂O-DESTILADA (testigo que se inoculó sólo con agua destilada)

Cada uno de estos ocho tratamientos se aplicó en los cuarenta y cinco materiales, en su mayoría silvestres, descritos anteriormente (Cuadro 1).

3.4.1. Inoculación

La inoculación se realizó el 20 de diciembre cuando las plantas estaban totalmente establecidas y tenían un promedio de 3 a 4 hojas verdaderas. En cada planta se inoculó la 2da y 3er hojas consideradas del ápice hacia la base; es decir, el par intermedio. La inoculación se hizo manualmente por frotación de la hoja con los dedos pulgar e índice, debido a la dificultad que se presentó al intentar hacer la frotación con un isopo de algodón o cotonete. Para esta actividad tan delicada se tuvo sumo cuidado en desinfectar perfectamente las manos en cada ocasión a través de un proceso de lavado de la manera siguiente: a) lavado con detergente, b) lavado con cloro y agua (3%), c) lavado con alcohol y d) lavado con agua destilada.

La savia infectiva se obtuvo macerando en un mortero 25 g de tejido vegetal en 50 ml de solución amortiguadora, cuya composición fue la siguiente (sugerida por Hernández, 1996):

- 3.4 g de fosfato de potasio monobásico
- 4.34 g de fosfato de potasio dibásico
- 4.34 g de fosfato de sodio dibásico
- 4.34 g de DIECA (dimetil-ditiocarbamato de sodio)

La fuente de inóculo para TMV y TEV fue *Lycopersicon esculentum* variedad Río Grande y para TSWV se utilizó *Datura stramonium*. Para la multiplicación de los virus se obtuvo savia infectiva de las fuentes anteriores respectivas y se inoculó cada una de las plantas sanas y jóvenes de *L. esculentum* variedad Río Grande, teniendo en cuenta que la máxima concentración de TMV y TEV se alcanza entre los 25 y 30 días de inoculados, mientras que para TSWV se obtiene entre los 15 y 18. Para la obtención del extracto infectivo se utilizó la solución amortiguadora a base de fosfatos mencionada anteriormente, con pH=7 para TMV y TEV, y pH=7.2 con una molaridad de 0.025 para TSWV, adicionando en este caso solución DIECA.

Cuadro 1. Relación de materiales de *Physalis spp* utilizados en la investigación.

MX	DESCR	MX	DESCR	MX	DESCR	MX	DESCR	MX	DESCR
1	26-MICH-12 T	10	75-NAY-09	19	09-MICH-04	28	CHF1-CHAP	37	169-JAL-53
2	73-JAL-12 T	11	12-NAY-05	20	10-MICH-05	29	178-JAL-62	38	187-JAL-70
3	76-MICH-12	12	48-JAL-08	21	30-MICH-15	30	177-JAL-61	39	170-JAL-54
4	38-PUE-07	13	63-JAL-15	22	20-MICH-08	31	171-JAL-55	40	186-JAL-69
5	90-PUE-10	14	56-JAL-12	23	41-MICH-17	32	68-JAL-17	41	05-MICH-03
6	90-PUE-18	15	85-JAL-24 T	24	17-GRO-01	33	86-SLP-01	42	88-NAY-09
7	97-PUE-17	16	102-JAL-26	25	84-GRO-07	34	100-PUE-20	43	114-GTO-05
8	91-PUE-11	17	03-MICH-01	26	40-HGO-03	35	149-JAL-33	44	20116
9	44-NAY-02 T	18	04-MICH-02	27	02-JAL-02 T	36	185-JAL-68	45	20121

NOTA: MX= número de orden de material de *Physalis spp*
DESCR= descripción del material
T= materiales tipo Tamazula

Debido a que los tres tipos de virus se transmiten mecánicamente, el procedimiento de inoculación fue de la manera siguiente:

- a) Previamente se preparó 500 ml de solución amortiguadora de fosfatos 0.1 M con pH=7.0 para TMV y TEV y pH=7.2 para TSWV.
- b) De plantas infectadas con los virus respectivos, se tomó 25 g y se hizo un macerado en mezcla con 50 ml de solución amortiguadora, para obtener un extracto infectivo, suficiente para inocular las plantas en estudio, el extracto se filtró con una tela de malla fina para eliminar residuos de tejido.
- c) Las hojas que se inocularon previamente se asperjaron con carborundum, sin aplicarlo en exceso.
- d) Aunque se recomienda inocular el extracto infectivo o inóculo con un isopo estéril de algodón, en el presente estudio, debido a la dificultad que representaba el tamaño pequeño de las hojas, se utilizaron los dedos índice y pulgar, y se frotó con un poco de presión sobre el haz de las hojas tratadas con carborundum.
- e) Finalmente se lavó el follaje con agua común para quitar los residuos de carborundum.

3.5. Variables evaluadas

3.5.1. Síntomas

Se realizaron observaciones visuales constantes a partir de la inoculación para detectar lesiones locales o sistémicas, cloróticas o necróticas, enchinamiento,

mosaico o cualquier otro.

3.5.2. Porcentaje de infección o daño (INFEC)

Se utilizó una escala convencional de 0 al 100, donde 0 significa una planta sin daño aparente y 100 equivale a daño severo como inhibición del crecimiento, distorsión o enchinamiento total del follaje y/o muerte de la planta. Estos datos porcentuales fueron sometidos directamente a un análisis de varianza y a sus valores promedios respectivos se les aplicó la prueba de comparación de medias de Tukey con $\alpha=0.05$.

3.5.3. Altura inicial de cada planta (ALINI)

La altura inicial (cm) de cada planta de *Physalis* fue medida un día antes de hacer la aplicación de tratamientos, tomándola a partir de la superficie del sustrato hasta la punta de la hoja de la rama más alta. Por ser sólo un dato básico de referencia para estimaciones posteriores de cambio de altura, la variable ALINI no fue objeto de análisis estadístico.

3.5.4. Altura final de la planta (ALFIN)

La altura final (cm) de las plantas se tomó un día antes de cortarlas. Ésta se consideró desde la superficie del sustrato hasta la punta de la hoja de la rama más alta. Esta variable como tal no fue analizada estadísticamente debido a que su respuesta directa no refleja sólo el efecto del tratamiento aplicado sino que también está influenciada por el tipo de crecimiento de cada material de

Physalis., únicamente se le considerará como dato básico para estimar primero, un porcentaje de incremento en altura ($INCA\text{LT} = \frac{ALFIN}{ALINI} \times 100$) respecto a la altura inicial (ALINI) de cada material y posteriormente comparar dicho INCA LT contra el dato respectivo obtenido por cada material en el tratamiento testigo para obtener un porcentaje de reducción de altura.

3.5.5. Porcentaje de reducción de altura (REDALT)

Para hacer mediciones de REDALT, primeramente se obtuvo un índice de porcentaje de incremento de altura final (INCA LT) para cada material declarando la altura inicial (ALINI) como cien por ciento y comparando con ésta la altura final (ALFIN) del material respectivo ($\frac{ALFIN}{ALINI} \times 100 = INCA\text{LT}$). Posteriormente el INCA LT de cada uno de los materiales de *Physalis* se transformó a porcentaje comparándolo por medio de una regla de tres simple contra el INCA LT respectivo obtenido en el tratamiento testigo, considerando a éste como cien por ciento [$(\frac{INCA\text{LT}}{INCA\text{LT del Testigo}} \times 100) - 100$]=REDALT. A esta nueva variable identificada como REDALT se aplicó el análisis de varianza y la prueba de Tukey con $\alpha=0.05$.

3.5.6. Peso seco de biomasa (PESE)

Para obtener el peso seco (en gramos) se cortó las plantas hasta el nivel del sustrato y se guardó por separado en bolsas de papel perfectamente etiquetadas (clave del material, tratamiento y número de repetición) y se sometió a secado en una estufa de laboratorio a 70 °C hasta obtener peso constante (tres

lecturas consecutivas). Posteriormente se registró el peso para cada una de las cinco repeticiones y se obtuvo un promedio de peso para cada material. A estos datos se les aplicó análisis de varianza y comparación de medias con Tukey por considerarse de interés.

3.5.7. Porcentaje de reducción de peso (REDPES)

A partir del peso de materia seca obtenido en cada repetición para cada material, se estimó el porcentaje de reducción en peso (REDPES). Para esto se tomó como cien por ciento el peso obtenido por cada material en el tratamiento testigo y por medio de una regla de tres simple se comparó contra el valor respectivo del mismo material obtenido en cada tratamiento (REDPES) se les aplicó el análisis de varianza y a los valores promedios la prueba de Tukey con $\alpha = 0.05$.

3.6. Diseño experimental y análisis estadístico

El diseño experimental empleado fue el de bloques completos al azar en parcelas divididas con cinco repeticiones. Los factores en estudio fueron: **a)** Factor Virus con 8 niveles (tres virus individuales más sus combinaciones y un tratamiento testigo, inoculación con agua destilada, equivalentes a los tratamientos considerando a este factor como parcela grande) y **b)** Factor Materiales de *Physalis* con 45 niveles (cada nivel correspondió a cada una de las colectas empleadas en el estudio, equivalentes a los subtratamientos y considerados como parcela chica). Las subparcelas estuvieron constituidas por una planta de cada material, de manera

que la parcela estuvo formada por 45 plantas. Se usó 5 repeticiones para cada tratamiento (Figura 1).

Los datos obtenidos de las variables INFEC, INCALT, REDALT, PESE y REDPES fueron analizados estadísticamente y para las comparaciones globales de medias de tratamientos y subtratamientos se utilizó la prueba de Tukey con 5 % de significancia.

El análisis de varianza correspondiente a esta investigación incluye un término de **error a** que es la interacción de bloque con el factor de parcela grande, cuyo cuadrado medio se usa para calcular el valor F para tratamientos (factor virus en este caso). Por otra parte, también se hace necesario comparar dos niveles de parcela grande en presencia de un nivel de parcela chica, cuando la interacción entre los factores A (de parcela grande) y de B (de parcela chica) es significativa. De esta manera se tendrá una desviación estándar de una diferencia de medias que incluirá tanto al error (a) como al error (b) y se calcula con la siguiente ecuación:

$$Sd = \sqrt{2 [(q-1) \text{ Error (b)} + \text{Error (a)}] / rq}$$

donde **r** es el número de repeticiones y **q** es el número de niveles de los subtratamientos.

La DMS que se empleó en la comparación de medias de dos niveles de parcela grande en presencia de un nivel de parcela chica, se obtiene con la siguiente ecuación:

$$DMS = t^* Sd;$$

$$t^* = \frac{[(q-1)(\text{error b}) t_b^{\alpha/2} + (\text{error a}) t_a^{\alpha/2}]}{[(q-1)(\text{error b}) + (\text{error a})]}$$

donde:

q = número de niveles de los subtratamientos

$t_b^{\alpha/2}$ = valor de tablas con los grados de libertad del **error b** y con $\alpha = 0.05/2$

$t_a^{\alpha/2}$ = valor de tablas con los grados de libertad del **error a** y con $\alpha = 0.05/2$

Para este caso en particular la regla de decisión estadística es la siguiente:

si $|\mu_1 - \mu_2| > t^* Sd$, en presencia de un nivel de parcela chica, entonces existe significancia estadística en la comparación.

3.6.1. Modelo lineal

El modelo lineal correspondiente al diseño experimental en bloques completos al azar en parcelas divididas es el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + V_i + B_k + (VB)_{ik} + M_j + (VM)_{ij} + e_{ijk} \text{ donde:}$$

μ = efecto de la media general

V_i = efecto del i-ésimo virus o tratamiento

M_j = efecto del j-ésimo material

B_k = efecto del k-ésimo bloque

$(VM)_{ij}$ = efecto de la interacción entre el i-ésimo virus y el j-ésimo material

$(VB)_{ik}$ = efecto de la interacción entre el i-ésimo virus y el k-ésimo bloque (**error a**)

e_{ijk} = término del error aleatorio [$e_{ijk} \sim NI(0, s^2 e)$]

Y_{ijk} = respuesta obtenida en el i-ésimo nivel de A y el j-ésimo nivel de B en el k-ésimo bloque

B I		B II		B III		B IV		B V	
2/45	8/45								
7/45	1/45								
5/45	6/45								
4/45	3/45								

NOTA: 1/45 = tratamiento 1 (parcela grande) aplicado a 45 materiales (parcela chica).
 BI, BII, BIII, BIV = bloques

Figura 1. Distribución de tratamientos inoculados en materiales de *Physalis spp.*

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los análisis de varianza para las variables INFEC, INCALT, REDALT, PESE y REDPES se muestran en el Apéndice (Cuadro 2A). Debido a que la interacción entre tratamientos por subtratamientos resultó significativa en todas las variables, se realizó una comparación de medias de las combinaciones de tratamientos con virus contra materiales de *Physalis spp.* Los resultados para las diferentes comparaciones se muestran en los Cuadros 2, 3, 4 y 5. Es importante señalar que la comparación entre las medias de dos niveles del factor virus (tratamientos) en presencia de un nivel del factor materiales (subtratamientos) de *Physalis*, que incluye al **error (a)** y al **error (b)**, utilizó los valores promedios de cada variable evaluada en cada material.

4.1. Efecto general de los tratamientos aplicados en *Physalis spp*

4.1.1. Síntomas inducidos por TMV

En general, los síntomas inducidos por TMV en las hojas inoculadas de plantas de *Physalis* fueron muy evidentes a los nueve días después de la inoculación, consistiendo de manchas circulares cloróticas locales como en el material 40-HGO-03 o sistémicas como en 02-JAL-02 tipo Tamazula, y posteriormente necrosis. Por otra parte, en etapas avanzadas del cultivo, la mayoría de las plantas inoculadas con TMV mostraron síntomas de enchinamiento

y acortamiento de entrenudos, particularmente en el material CHF1-Chapingo.

4.1.2. Síntomas inducidos por TEV

Las hojas inoculadas con TEV mostraron síntomas perfectamente visibles consistentes en mezclas de lesiones necróticas y sistémicas cloróticas en toda la lámina foliar en los materiales 102-JAL-26, 04-MICH-02, etc. En el material CHF1-Chapingo también se presentó enchinamiento, manchas irregulares amarillas y achaparramiento.

4.1.3. Síntomas inducidos por TSWV

A los 9 días de inocular el tratamiento TSWV, en los materiales 20121, CHF1-Chapingo y 40-HGO-03, principalmente, se observó pequeñas rayas (líneas) y manchas blancas de carácter local que, de acuerdo con la observación y descripción de síntomas típicos realizados para TSWV por German *et al.* (1992) y De la Torre (1996), corresponden a la expresión de dicho virus. Sin embargo, estos síntomas desaparecieron en el transcurso del desarrollo de las plantas. Los síntomas provocados por TSWV en particular no fueron observados con claridad y aproximadamente el 50% de los materiales de *Physalis* tuvieron al final una respuesta similar al testigo en las variables analizadas. De acuerdo con diversos estudios y pruebas realizados se ha determinado que TSWV es un virus muy inestable, siendo la temperatura un factor determinante que puede inducir la inhibición de los efectos del virus o inhibir al virus mismo. Considerando lo anterior, es explicable el hecho de que TSWV no haya inducido síntomas en los materiales

en estudio, ya que en el invernadero donde se instaló el ensayo hubo ocasiones en que registró temperaturas de 8 °C entre las 6 y las 7 de la mañana, lo que posiblemente inhibió o enmascaró la expresión del virus.

4.1.4. Síntomas inducidos por TMV+TEV+TSWV

Las hojas inoculadas con este tratamiento mostraron una mezcla de síntomas tales como lesiones sistémicas y locales, cloróticas o necróticas. Además, las hojas presentaron un enrollamiento no observado en los demás tratamientos, aunque posteriormente dichas hojas se desprendieron de la planta. El síntoma de enchinamiento fue evidente en general y en particular en el material CHF1-Chapingo. También fue notorio un moteado amarillo que se manifestó a los 30 días después de la inoculación con este tratamiento. En los materiales 56-JAL-129 y 187-JAL-70 fue típico el enrollamiento de hojas infectadas y un aspecto de mezcla de lesiones locales necróticas como en el material 20121.

4.1.5. Síntomas inducidos por TMV+TEV

La aplicación de este tratamiento en plantas de *Physalis spp* provocó síntomas de lesiones cloróticas sistémicas y necrosis local en las hojas inoculadas. Los materiales 63-JAL-15, 102-JAL-26 y 90-PUE-18 tiraron sus hojas infectadas (las que fueron inoculadas) pero no evitaron ser afectados en su desarrollo posterior.

4.1.6. Síntomas inducidos por TMV+TSWV

Las hojas inoculadas con este tratamiento mostraron mezclas de síntomas como lesiones cloróticas sistémicas, mosaicos, necrosis local, moteado clorótico y enchinamiento, como se observó claramente en el material CHF1-Chapingo.

4.1.7. Síntomas inducidos por TEV+TSWV

Los síntomas inducidos por este tratamiento fueron lesiones cloróticas y necróticas locales y enchinamiento; de esta manera se observó claramente clorosis en el material 40-HGO-03, necrosis severa en los materiales 187-JAL-70 y 38-PUE-07 y deformación y moteado amarillo en el material CHF1-Chapingo. El material 187-JAL-70 tiró las hojas que fueron inoculadas a los ocho días después de la inoculación; sin embargo, al final de las evaluaciones el mismo presentó un daño de 52%, el segundo de los más altos niveles de infección obtenidos con el tratamiento TEV+TSWV.

En el Cuadro 2 se muestra los resultados obtenidos con la prueba Tukey a un $\alpha=0.05$ para la respuesta general de las variables INFEC, INCALT, REDALT, PESE y REDPES, evaluadas en *Physalis spp.*, a cada tratamiento aplicado, cuya discusión respectiva se hace a continuación.

4.1.8. Porcentaje de infección (INFEC)

Con mayor porcentaje de infección se manifestó el tratamiento TEV (2) con 38.1%, aunque no es estadísticamente diferente al efecto de los tratamientos TMV (1) con 35.8%, TMV+TEV+TSWV (4) con 32.9% y TMV+TEV (5) con 31.6%. En

otro grupo que presenta igualdad estadística se ubican los tratamientos TMV+TSWV (6) con 21.1% y TEV+TSWV (7) con 20.5% de INFEC. Como resultado constante, nuevamente se observa que el tratamiento TSWV (3) mostró mucha similitud con el comportamiento del tratamiento testigo y por lo tanto no presentan entre ellos diferencias estadísticas significativas (Cuadro 2).

4.1.9. Índice de incremento en altura (INCALT)

En primer plano destaca la igualdad estadística que se observa entre el tratamiento Testigo (8) y el tratamiento TSWV (3), respuesta que era prevista ya que este último no causó efectos de infección evidentes en los materiales de *Physalis* evaluados; en éste sentido, en ambos tratamientos se manifestó el mayor porcentaje de INCALT, siendo además dichas respuestas diferentes estadísticamente a la obtenida en el resto de tratamientos. El menor porcentaje de INCALT fue inducido por el tratamiento TEV+TSWV (7) con 644.4% aunque, con la excepción del tratamiento testigo y TSWV, no es diferente estadísticamente a la respuesta obtenida en los demás tratamientos (Cuadro 2).

4.1.10. Porcentaje de reducción de altura (REDALT)

En esta variable el tratamiento con el virus TSWV (3) en lugar de causar reducción de altura produjo un incremento de 96.9%, y considerando que el único factor diferente en el estudio fueron los tratamientos a base de virus, el resultado sugiere que TSWV promovió el crecimiento de algunos materiales de *Physalis spp*; sin embargo, en la literatura consultada no se reporta algún caso que confirme este

efecto como respuesta de las plantas al ataque de virus. De cualquier manera es claro que dicho tratamiento no llegó a afectar la altura de las plantas de *Physalis*. Con un efecto más marcado en la variable REDALT se observan TMV+TEV (5) con -38% y TEV+TSWV (7) con -37.5% y, a excepción del tratamiento testigo y TSWV, no fueron diferentes estadísticamente al resto de tratamientos respecto a la respuesta de REDALT. De manera general, excepto TSWV y el tratamiento testigo, la mayoría de tratamientos causaron un REDALT ubicado en el intervalo de -33.36% a -38.05% (Cuadro 2).

4.1.11. Producción de biomasa (PESE)

El mayor promedio de peso seco se obtuvo en el tratamiento Testigo con 8.8 g, lo que se considera un resultado normal ya que las plantas de *Physalis* se desarrollaron libres de agentes patógenos. Con un valor promedio muy cercano al valor del tratamiento testigo, pero presentando diferencia estadística significativa, se observa a TSWV con 7.8 g. En un grupo de respuestas que no presenta diferencias estadísticas significativas se ubica un rango de promedios de PESE que varió de 4.1 g (TEV+TSWV) a 3.5 g (TMV+TEV) (Cuadro 2).

4.1.12. Porcentaje de reducción de peso (REDPES)

Nuevamente los tratamientos Testigo (8) y TSWV (3) se ubican en primer plano sin presentar diferencias significativas entre sí, aunque TSWV muestra -7.24% de REDPES. El grupo que presenta los mayores porcentajes de REDPES comprenden un rango de valores promedios de -50.6% (TEV+TSWV) a -58.8%

Cuadro 2. Efecto general de los tratamientos sobre cinco variables evaluadas en *Physalis spp.* Chapingo, Méx.1997.

INFEC			INCAIT			REDALT			PESE			REDPES		
VX	MEDIA	GPO	VX	MEDIA	GPO	VX	MEDIA	GPO	VX	MEDIA	GPO	VX	MEDIA	GPO
2	38.133	A	8	1066.92	A	3	96.925	A	8	8.852	A	8	00.00	A
1	35.867	A	3	1007.91	A	8	00.00	B	3	7.827	B	3	-7.249	A
4	32.978	A	4	690.97	B	4	-33.368	C	7	4.179	C	7	-50.628	B
5	31.600	A	1	671.73	B	1	-35.395	C	4	3.987	C	4	-52.707	B
6	21.111	B	6	667.57	B	2	-36.748	C	2	3.902	C	2	-54.898	B
7	20.578	B	5	648.78	B	6	-36.835	C	1	3.824	C	1	-55.147	B
3	1.644	C	2	647.55	B	7	-37.566	C	5	3.635	C	5	-57.159	B
8	0.000	C	7	644.44	B	5	-38.055	C	6	3.572	C	6	-58.883	B
NOTA: Resultados obtenidos con la prueba Tukey al 5 % de significancia														
NOTA: Valores con la misma letra son estadísticamente iguales (GPO)														
VX = número del tratamiento			MEDIA = valor promedio											
1 = tratamiento TMV			5 = tratamiento TMV+TEV											
2 = tratamiento TEV			6 = tratamiento TMV+TSWV											
3 = tratamiento TSWV			7 = tratamiento TEV+TSWV											

(TMV+TSWV), sin presentar diferencias estadísticas significativas entre sí ($\alpha = 0.05$). En este caso particular la respuesta de REDPES a los tratamientos aplicados guarda estrecha relación a la respuesta de PESE en cada tratamiento respectivo; así, el tratamiento TMV+TSWV que causó la menor producción de biomasa (PESE) también fue el que mostró el mayor porcentaje de REDPES (Cuadro 2).

4.2. Respuesta general de *Physalis spp* a los tratamientos aplicados

En el Cuadro 3 se muestra los resultados obtenidos con la prueba Tukey a un $\alpha=0.05$ para las variables INCALT, REDALT, PESE, REDPES e INFEC. Es adecuado aclarar que la respuesta de todas las variables en este caso es general; es decir, que dichas variables expresan el efecto promedio de todos los tratamientos sin considerar que en lo particular algunas tuvieron respuestas marcadamente diferentes en cada tratamiento.

4.2.1. Porcentaje de infección (INFEC)

Con menores porcentajes de INFEC aparecen los materiales siguientes: 22 (20-MICH-08) con 5.2%, 23 (41-MICH-17) con 8.7%, 21 (30-MICH-15) con 11.2%, 44 (20116) con 11.7% y 25 (84-GRO-07) y 19 (09-MICH-04) con 12% de INFEC; no obstante estas diferencias porcentuales, estadísticamente no existen diferencias significativas entre los resultados. Otros materiales con bajo porcentaje de INFEC son: 41 (05-MICH-03) con 12.7%, 29 (178-JAL-62) y 9 (44-NAY-02 T)

ambos con 13.2%, 34 (100-PUE-20) con 13.7% y 16 (102-JAL-25) y 27 (02-JAL-02 T) con 14.2% cada uno; sin embargo tampoco se observan diferencias estadísticas significativas entre ellos. Los materiales más afectados en esta variable por los tratamientos aplicados fueron: 33 (86-SLP-01) con 42.2%, 38 (187-JAL-70) con 40.2% y 24 (17-GRO-01) con 38.5%; el resto de materiales se ubicó en un rango de daño de 33.7% (material 2 = 73-JAL-12 T) a 16% (material 35 = 149-JAL-33). Es importante señalar que el nivel de INFEC no influye de forma directa en la altura y en el peso de las plantas; así por ejemplo, el material 86-SLP-01 que tuvo el mayor nivel de daño o INFEC (42.2%), no fue el más afectado en REDALT ni en REDPES. Por otra parte, el material 20-MICH-08 que presentó el menor porcentaje de INFEC, mostró ligera reducción en altura y tuvo una reducción de peso de -28.0%; el material 41-MICH-17 fue el segundo con menor nivel de INFEC y sin embargo tuvo un porcentaje de REDALT de -28% y -45.79% de REDPES; por último, el material 05-MICH-03 que mostró 12.7% de infección respondió con un REDALT de 6.7%, es decir, incrementó su altura respecto a la respuesta del mismo en el tratamiento testigo (Cuadro 3).

4.2.2. Índice de incremento en altura (INCALT)

Destacan con el mayor incremento en altura los materiales: 41 (05-MICH-03) con 1266.8%, 23 (41-MICH-17) con 1167.3%, 11 (12-NAY-05) con 1141.4%, 19 (09-MICH-04) con 1107.6%, 12 (48-JAL-08) con 1095.6% y 21 (30-MICH-15) con 1075.5%. En el extremo opuesto, con el menor incremento en altura, se ubica

principalmente el material 8 (91-PUE-11) con 501.18%. Como puede observarse, todos los materiales incrementaron su altura por lo menos cinco veces mas a partir de la altura inicial (ALINI). La alta respuesta de INCALT obtenida por los materiales 41-MICH-17, 09-MICH-04 y 30-MICH-15 es consecuente con el bajo porcentaje de INFEC obtenido tambien por dichos materiales. La gran heterogeneidad de altura que se observa dá una idea de la gran variabilidad que existe entre los materiales en estudio y en términos muy generales también nos indica la respuesta de los materiales que fueron en mayor o menor medida afectados en su desarrollo (Cuadro 3).

4.2.3. Porcentaje de reducción en altura (REDALT)

Es muy notorio el hecho de que los materiales 41 (05-MICH-03), 8 (91-PUE-11), 27 (02-JAL-02 T), 19 (09-MICH-04) y 22 (20-MICH-08) no muestran reducción de altura respecto a sus homólogos del tratamiento testigo y en cambio presentan incrementos; entre los cuatro primeros materiales no existen diferencias estadísticas en sus resultados ($\alpha = 0.05$). Destaca claramente el material 05-MICH-03, con 19.2% de incremento de altura, respecto al resultado obtenido en el tratamiento testigo, presentando además clara diferencia estadística significativa con la mayoría de materiales. Esta respuesta es consecuente con el mayor INCALT obtenido por el mismo y un bajo porcentaje de infección de 12.7%. En contraparte, el material con mayor porcentaje de reducción de altura fue el 34 (100-PUE-20) con -47.7%, independientemente de que manifestó un INCALT de

890.5%, lo que significa que el daño ejercido por los tratamientos aplicados no le impidió desarrollarse, aunque en menor porcentaje; los materiales 12 (48-JAL-08) y 4 (38-PUE-07) también presentaron altos porcentajes de INCALT y sin embargo fueron afectados en su altura con -25.6% y -32% de reducción, respectivamente. En otros resultados sobresalientes también es conveniente señalar que los materiales 37 (169-JAL-53) y 31 (171-JAL-75) con -0.42% y -2.2% de REDALT, respectivamente, fueron los que respondieron con mínima reducción de altura. En general, la mayoría de materiales fueron afectados en más de -10% de REDALT y en cuanto a las diferencias significativas el material 41 (05-MICH-03) es diferente a la mayoría, excepto para los materiales 8 (91-PUE-11), 27 (02-JAL-02) y 19 (09-MICH-04), que no presentaron reducción de altura; el material 34 (100-PUE-20), que presentó el máximo porcentaje de REDALT, es diferente estadísticamente a la respuesta de la mayoría de materiales siendo únicamente igual la respuesta del material 4 (38-PUE-07). El material 28 (CHF1-Chapingo) presentó un REDALT de -17.17% considerándose esta respuesta como de nivel medio de acuerdo a la posición que ocupa en la separación de medias que proporciona la prueba de Tukey (Cuadro 3).

4.2.4. Peso seco de biomasa (PESE)

La variable PESE refleja, en principio, la capacidad de respuesta de los materiales a los tratamientos aplicados, que está determinada por la expresión genética intrínseca de cada material y en este sentido PESE debe ser considerada

sólo como una información general, ya que no se compara contra la respuesta obtenida para cada material en el tratamiento testigo. En este sentido, se observa claramente que el material que obtuvo la mayor producción de biomasa fue 9 (44-NAY-02 tipo Tamazula) con 7.8 g en promedio; el cual, sin embargo no fue el que obtuvo el mayor incremento en altura y en contraste presentó una reducción de altura de -31.0 %. En el extremo opuesto se observan los materiales 34 (100-PUE-20) con 1.04 g y 29 (178-JAL-62) con 1.5 g. En cuanto a significancia estadística se presenta diversos grupos, los cuales en su mayoría se sobreponen, sepárandose con mayor claridad la respuesta del material 9 (44-NAY-02), que tuvo el mayor PESE y difirió estadísticamente de la mayoría de materiales excepto de 44 (20116), 45 (20121), 26 (40-HGO-03), 27 (02-JAL-02 T), 18 (04-MICH-02) y 14 (56-JAL-12), ($\alpha=0.05$); en el extremo opuesto los materiales 34 (100-PUE-20) y 29 (178-JAL-62) produjeron la menor cantidad de biomasa y estadísticamente su respuesta fue igual a la de los materiales 30 (177-JAL-61) y 33 (86-SLP-01) (Cuadro 3).

4.2.5. Porcentaje de reducción de peso (REDPES)

De manera evidente se observa que todos los materiales de *Physalis* evaluados presentan reducción de peso en mayor o menor porcentaje en relación a la respuesta de los materiales respectivos en el tratamiento estigo. Como puede observarse en el Cuadro 3, los materiales 16 (102-JAL-26), con -23.76% de REDPES y 27 (02-JAL-02 tipo Tamazula) con -24 % fueron los que respondieron

con menor reducción de peso a los tratamientos aplicados y además ambos son estadísticamente iguales a la respuesta de la mayoría de materiales; la respuesta de REDPES del material 02-JAL-02 es también consecuente con los bajos porcentajes de REDALT e INFEC obtenidos por el mismo. Con el mayor porcentaje de reducción de peso destaca el material 34 (100-PUE-20), -77.8% de REDPES, y es estadísticamente diferente a la respuesta de todos los demás materiales excepto para 24 (17-GRO-01) y 32 (68-JAL-17). Una menor reducción de peso no equivale necesariamente a una menor reducción de altura, ya que por ejemplo el material 16 (102-JAL-26), que tuvo el menor porcentaje de REDPES, mostró un porcentaje de REDALT de -26.7%, considerado alto. En términos generales, este comportamiento es atribuido al hecho de que los materiales con menor altura, ya sea por efecto de los tratamientos o por propia constitución genética, mostraron una abundante producción de follaje en contraste con los materiales de porte alto que produjeron menor follaje y por lo tanto tuvieron menor producción de biomasa. Por último, es también adecuado señalar que la respuesta de REDPES fue la más uniforme en comparación con las otras variables, ya que en este caso se obtuvieron sólo seis niveles de significancia con la prueba Tukey a un $\alpha=0.05$.

4.3. Comparación de medias de la combinación entre tratamientos (virus) y subtratamientos (materiales de *Physalis* spp)

La comparación de medias de las combinaciones entre tratamientos (virus) y subtratamientos (materiales de *Physalis*), proporcionó una gran masa de datos organizados en diversos grupos con y sin diferencias estadísticas significativas.

CUADRO 3. Comparación de medias de cinco variables de 45 materiales de *Physalis spp.* Chapingo, Méx. 1997

INFEC			INCALT			REDALT			PESE			REDPES		
MX	MEDIA	GRUPO	MX	MEDIA	GRUPO	MX	MEDIA	GRUPO	MX	MEDIA	GRUPO	MX	MEDIA	GRUPO
33	42.25	A	41	1266.8	A	41	19.224	A	9	7.845	A	16	-23.766	A
38	40.25	AB	23	1167.3	AB	8	5.25	AB	44	6.722	AB	27	-24.133	AB
24	38.5	ABC	11	1141.4	ABC	27	4.7	ABC	45	6.465	ABC	19	-27.375	ABC
2	33.75	ABCD	19	1107.6	ABC	19	3.823	ABCD	26	6.432	ABCD	22	-28.006	ABC
15	33	ABCD	12	1095.7	BC	22	1.704	BCDE	27	6.245	ABCDE	28	-28.646	ABC
45	32	ABCDE	21	1075.5	BC	37	-0.425	BCDEF	18	6.107	ABCDEF	21	-28.953	ABCD
32	32	ABCDE	30	994.67	CD	31	-2.267	BCDEFG	14	5.95	ABCDEFG	44	-29.024	ABCDE
26	32	ABCDE	34	890.5	DE	44	-6.796	BCDEFGH	36	5.725	BCDEFG	41	-30.932	ABCDE
12	31.5	ABCDE	15	870.88	DEF	14	-7.02	BCDEFGH	41	5.723	BCDEFG	18	-31.606	ABCDE
4	29.25	ABCDEF	4	844.38	DEFG	36	-7.63	BCDEFGHI	40	5.71	BCDEFG	25	-32.649	ABCDE
7	28.75	ABCDEF	22	829.84	DEFGH	15	-9.12	BCDEFGHIJ	11	5.648	BCDEFG	36	-34.14	ABCDE
13	28.5	ABCDEF	13	826.7	EFGH	21	-9.2	BCDEFGHIJ	1	5.647	BCDEFGH	4	-36.722	ABCDE
42	27.25	BCDEFG	32	821.18	EFGH	25	-10.8	BCDEFGHIJK	35	5.597	BCDEFGH	42	-36.814	ABCDE
11	27	BCDEFG	14	803.61	EFGHI	13	-11.04	CDEFGHIJKL	21	5.545	BCDEFGH	9	-36.833	ABCDE
43	26.75	BCDEFGH	17	800.17	EFGHI	17	-11.09	CDEFGHIJKL	12	5.44	BCDEFGH	39	-37.741	ABCDE
8	26.75	BCDEFGH	43	783.49	EFGHIJ	10	-12.005	DEFGHIJKL	31	5.393	BCDEFGHI	3	-39.43	ABCDE
39	26	CDEFGHI	31	782.79	EFGHIJ	18	-13.15	EFGHIJKLM	19	5.377	BCDEFGHI	31	-39.866	ABCDE
5	25.25	CDEFGHIJ	37	773.26	EFGHIJ	20	-13.56	EFGHIJKLM	16	5.353	BCDEFGHI	13	-40.563	ABCDE
37	25	CDEFGHIJ	20	768.43	EFGHIJ	16	-14.23	EFGHIJKLMN	42	5.312	BCDEFGHI	17	-42.044	ABCDE
40	24.75	CDEFGHIJ	33	764.21	EFGHIJK	6	-14.26	EFGHIJKLMN	23	5.305	BCDEFGHI	43	-42.05	ABCDE
1	24.75	CDEFGHIJ	3	743.92	EFGHIJKL	42	-14.36	EFGHIJKLMN	3	5.158	BCDEFGHI	1	-42.194	ABCDE
14	24.25	DEFGHIJ	16	738.7	EFGHIJKL	1	-15.45	FHGIJKLMNO	2	5.112	BCDEFGHI	7	-42.218	ABCDE
20	24	DEFGHIJ	40	733.72	EFGHIJKLM	35	-15.49	FHGIJKLMNO	15	5.103	BCDEFGHI	37	-43.007	ABCDE
6	23.5	DEFGHIJ	9	713.63	FHGIJKLMN	23	-15.52	FHGIJKLMNO	7	5.095	BCDEFGHI	5	-43.332	ABCDE
28	22.75	DEFGHIJK	42	700.02	GHIJKLMNO	33	-15.73	FHGIJKLMNO	25	5.08	BCDEFGHI	14	-43.724	ABCDE
3	22	DEFGHIJK	29	680.85	GHIJKLMNO	40	-16.81	GHIJKLMNOP	38	5.07	BCDEFGHI	45	-44.119	ABCDE
36	21.25	DEFGHIJK	39	676.62	HJKLMNO	28	-17.17	GHIJKLMNOP	4	5.052	BCDEFGHI	2	-45.196	ABCDE
31	20.25	DEFGHIJK	44	668.38	HJKLMNO	9	-18.569	HJKLMNOP	10	4.985	BCDEFGHI	20	-45.713	ABCDE
30	20.25	DEFGHIJK	2	666.21	HJKLMNOP	5	-18.666	HJKLMNOP	13	4.962	BCDEFGHI	23	-45.799	ABCDE
10	18.25	EFGHIJKL	25	646.77	IJKLMNOP	7	-19.282	HJKLMNOP	39	4.952	BCDEFGHI	6	-47.252	ABCDE
17	16.75	FHGIJKL	36	629.35	JKLMNOP	38	-19.349	HJKLMNOP	28	4.805	CDEFGHIJ	30	-47.796	ABCDE
18	16.25	FHGIJKL	1	619.28	JKLMNOP	43	-22.426	HJKLMNOP	32	4.69	CDEFGHIJ	12	-48.353	ABCDE
35	16	FHGIJKL	28	599.65	KLMNOP	30	-22.796	HJKLMNOP	6	4.54	DEFGHIJK	33	-48.449	ABCDE
27	14.25	GHUIJKL	24	599.45	KLMNOP	3	-23.339	IJKLMNOP	8	4.502	EFGHIJK	40	-48.475	ABCDE
16	14.25	GHUIJKL	38	593.29	LMNOP	11	-23.705	IJKLMNOP	22	4.465	EFGHIJK	29	-48.635	ABCDE
34	13.75	GHUIJKL	7	593.07	LMNOP	26	-23.75	IJKLMNOP	17	4.455	EFGHIJK	8	-49.067	BCDE
9	13.25	GHUIJKL	10	586.23	LMNOP	39	-24.47	JKLMNOP	5	4.398	EFGHIJK	26	-49.203	BCDE
29	13.25	GHUIJKL	35	583.07	LMNOP	24	-24.744	JKLMNOP	20	4.277	FHGIJK	35	-49.217	BCDE
41	12.75	HIJKL	26	569.08	MNOP	12	-25.614	KLMNOP	37	4.065	GHUIJK	10	-49.963	CDE
19	12	IJKL	6	568.75	MNOP	45	-27.051	LMNOP	24	3.732	HUIJK	11	-51.206	CDE
25	12	IJKL	45	558.12	NOP	29	-28.306	MNOP	43	3.523	IJK	15	-51.282	CDE
44	11.75	JKL	18	547.49	OP	32	-29.957	NOP	33	2.953	JKL	38	-52.446	CDE
21	11.25	JKL	5	544.68	OP	2	-30.555	OP	30	2.673	KL	32	-53.904	DEF
23	8.75	KL	27	538.11	OP	4	-32.013	PQ	29	1.525	L	24	-54.12	EF
22	5.25	L	8	501.18	P	34	-47.775	Q	34	1.042	L	34	-77.814	F

NOTA: Resultados obtenidos con la prueba Tukey al 5 % de significancia

MX = número de orden de materiales de *Physalis spp.* de acuerdo al Cuadro 1.

Sin embargo, por considerarse de mayor importancia, sólo se discutirá los resultados obtenidos para las variables INFEC, REDALT y REDPES, y dentro de éstas únicamente se incluye a los materiales que mostraron muy poco o nulo efecto negativo en respuesta a los tratamientos aplicados (Cuadro 4).

4.3.1. INFEC

De acuerdo con el Cuadro 4, el tratamiento TSWV (V3 en el Cuadro 4) no causó infección en la mayoría de materiales de *Physalis* (39 materiales sin infección; es decir, 0% de INFEC) y como se ha venido señalando anteriormente, dicho resultado puede ser atribuible a la inactivación del virus posiblemente por las bajas temperaturas registradas en el invernadero. En otros resultados de mayor relevancia es importante señalar la respuesta de los materiales que no fueron infectados por determinados tratamientos: 84-GRO-07 no infectado por TEV (70(v2m25)); 20-MICH-08 no infectado por TMV+TEV+TSWV (157(v4m22)), 100-PUE-20 (259(v6m34)) y 178-JAL-62 (254(v6m29)) no infectados por TMV+TSWV, y 20-MICH-08 no infectado por TEV+TSWV (292(v7m22)). De manera general, todos los resultados obtenidos de las comparaciones son significativamente diferentes entre si, de acuerdo a la prueba Tukey al 5% de significancia; sin embargo, todos son iguales en su respuesta dado que todos tienen cero como valor promedio de infección.

4.3.2. REDALT

Invariablemente el tratamiento TSWV (v3 en el Cuadro 4) no causó efectos negativos sobre la altura en todos los materiales de *Physalis*; y por el contrario, se observó incrementos de altura que van desde 40.3% hasta 152.4% sobre el resultado obtenido en el tratamiento testigo. En la literatura consultada no se encontró alguna referencia acerca de resultados donde se hayan reportado efectos promotores del desarrollo de plantas infectadas con TSWV. Otros tratamientos que muestran también incrementos de altura en algunos materiales son los siguientes: TMV con incrementos de altura en 76-MICH-12 (3(v1m3)) y en 91-PUE-11 (8(v1m8)), TEV con incremento de altura en 05-MICH-03 (86(v2m41)), TMV+TEV+TSWV con incrementos de altura en 91-PUE-11 (143(v4m8)) y 05-MICH-03 (176(v4m41)), y TEV+TSWV con incrementos de altura en 20-MICH-08 (292(v7m22)) y 05-MICH-03 (311(v7m41)). La mayoría de tratamientos restantes presentan gran diversidad en los porcentajes de reducciones de altura en los materiales de *Physalis spp* y todas las respuestas sin excepción muestran diferencias estadísticas significativas entre si (Cuadro 4).

4.3.3. REDPES

En el mismo Cuadro 4 se puede observar una menor respuesta favorable de los materiales de *Physalis* al tratamiento TSWV (v3) y sólo 15 de ellos muestran incrementos de peso que van desde 1.10% para 84-GRO-07 (115(v3m25)) hasta 48.40% para 86-SLP-01 (123(v3m33)). Con respuestas que no presentan

Cuadro 4. Comparación de medias de combinaciones de tratamientos (virus) con subtratamientos (materiales de *Physalis spp*). Chapingo, Mex. 1997.

INFEC			REDALT			REDPES		
COMBINAC	MEDIA	GPO	COMBINAC	MEDIA	GPO	COMBINAC	MEDIA	GRUPO
100(v3m10)	0	L	131(v3m41)	152.4	A	123(v3m33)	48.40	A
124(v3m34)	0	M	123(v3m33)	146.6	B	126(v3m36)	35.70	AB
70(v2m25)	0	N	112(v3m22)	143.3	C	131(v3m41)	29.74	ABC
127(v3m37)	0	O	130(v3m40)	136.4	D	109(v3m19)	27.21	BCD
132(v3m42)	0	P	109(v3m19)	135	E	132(v3m42)	23.72	BCD
131(v3m41)	0	Q	105(v3m15)	134.6	F	135(v3m45)	23.66	BCD
126(v3m36)	0	R	117(v3m27)	134	G	97(v3m7)	23.18	BCD
135(v3m45)	0	S	127(v3m37)	126.1	H	92(v3m2)	17.45	BCDE
128(v3m38)	0	T	110(v3m20)	123.6	I	120(v3m30)	17.38	BCDE
93(v3m3)	0	U	132(v3m42)	123.4	J	93(v3m3)	10.41	CDEF
134(v3m44)	0	V	128(v3m38)	123.3	K	106(v3m16)	9.65	CDEFG
259(v6m34)	0	W	98(v3m8)	122.5	L	129(v3m39)	8.55	DEFGH
92(v3m2)	0	X	104(v3m14)	118.1	M	121(v3m31)	8.46	DEFGH
125(v3m35)	0	Y	126(v3m36)	112.5	N	99(v3m9)	2.53	EFGHI
254(v6m29)	0	Z	116(v3m26)	103.1	O	115(v3m25)	1.10	EFGHIJ
95(v3m5)	0	A	107(v3m17)	101.9	P	322(v8m7)	0	EFGHIJK
96(v3m6)	0	B	103(v3m13)	95.5	Q	326(v8m11)	0	EFGHIJK
129(v3m39)	0	C	135(v3m45)	93.5	R	336(v8m21)	0	EFGHIJK
130(v3m40)	0	D	120(v3m30)	95.6	S	338(v8m23)	0	EFGHIJK
99(v3m9)	0	E	108(v3m18)	92.3	T	340(v8m25)	0	EFGHIJK
292(v7m22)	0	F	121(v3m31)	91.5	U	325(v8m10)	0	EFGHIJK
157(v4m22)	0	G	129(v3m39)	91.3	V	342(v8m27)	0	EFGHIJK
102(v3m12)	0	H	92(v3m2)	90.7	W	335(v8m20)	0	EFGHIJK
103(v3m13)	0	I	114(v3m24)	89.5	X	328(v8m13)	0	EFGHIJK
104(v3m14)	0	J	99(v3m9)	88.6	Y	329(v8m14)	0	EFGHIJK
105(v3m15)	0	K	106(v3m16)	86.9	Z	346(v8m31)	0	EFGHIJK
98(v3m8)	0	L	95(v3m5)	85.5	A	343(v8m28)	0	EFGHIJK
107(v3m17)	0	M	118(v3m28)	84.7	B	332(v8m17)	0	EFGHIJK
108(v3m18)	0	N	113(v3m23)	84.1	C	341(v8m26)	0	EFGHIJK
109(v3m19)	0	O	93(v3m3)	84	D	334(v8m19)	0	EFGHIJK
110(v3m20)	0	P	102(v3m12)	82.3	E	351(v8m36)	0	EFGHIJK
111(v3m21)	0	Q	115(v3m25)	81.9	F	352(v8m37)	0	EFGHIJK
112(v3m22)	0	R	96(v3m6)	80.2	G	337(v8m22)	0	EFGHIJK
97(v3m7)	0	S	100(v3m10)	79.8	H	354(v8m39)	0	EFGHIJK
114(v3m24)	0	T	101(v3m11)	78.6	I	331(v8m16)	0	EFGHIJK
115(v3m25)	0	U	122(v3m32)	78.5	J	356(v8m41)	0	EFGHIJK
116(v3m26)	0	V	125(v3m35)	77.6	K	357(v8m42)	0	EFGHIJK
117(v3m27)	0	W	97(v3m7)	77	L	358(v8m43)	0	EFGHIJK
118(v3m28)	0	X	111(v3m21)	76.2	M	359(v8m44)	0	EFGHIJK
119(v3m29)	0	Y	91(v3m1)	75.6	N	360(v8m45)	0	EFGHIJK
120(v3m30)	0	Z	134(v3m44)	74.1	O	345(v8m30)	0	EFGHIJK
121(v3m31)	0	A	133(v3m43)	60.5	P	330(v8m15)	0	EFGHIJK
106(v3m16)	0	B	119(v3m29)	59.6	Q	347(v8m32)	0	EFGHIJK
123(v3m33)	0	C	94(v3m4)	51.9	R	316(v8m1)	0	EFGHIJK
316(v8m1)	0	D	124(v3m34)	40.3	S	333(v8m18)	0	EFGHIJK
317(v8m2)	0	E	176(v4m41)	30.3	T	350(v8m35)	0	EFGHIJK
318(v8m3)	0	F	8(v1m8)	12.7	U	319(v8m4)	0	EFGHIJK
319(v8m4)	0	G	86(v2m41)	12.6	V	320(v8m5)	0	EFGHIJK
320(v8m5)	0	H	292(v7m22)	10.6	W	321(v8m6)	0	EFGHIJK
321(v8m6)	0	I	3(v1m3)	9.3	X	318(v8m3)	0	EFGHIJK
322(v8m7)	0	J	143(v4m8)	8.4	Y	339(v8m24)	0	EFGHIJK
323(v8m8)	0	K	311(v7m41)	2.5	Z	324(v8m9)	0	EFGHIJK
SIMBOLOGIA								
COMBINAC = combinación de tratamientos (virus) con subtratamientos (materiales)								
GPO = Niveles de agrupación obtenidos con la prueba Tukey al 5% de confiabilidad								
131(v3m41): 131= número de orden; v3 = TSWV; m41= material 05-MICH-03								
(v3m41) = combinación del tratamiento TSWV con el material 05-MICH-03								
v1= TMV, v2= TEV, v3= TSWV, v4= TMV+TEV+TSWV, v5= TMV+TEV								
v6= TMV+TSWV, v7= TEV+TSWV, v8= testigo (tratamiento con agua destilada)								

diferencias estadísticas significativas entre si se ubican los materiales 86-SLP-01 (123(v3m33)), 185-JAL-68 (126(v3m36)) y 05-MICH-03 (131(v3m41)), pero a la vez son diferentes estadísticamente a todos los demás.

4.4. Comparación de dos niveles de parcela grande (tratamientos) en presencia de un nivel de parcela chica (subtratamientos)

Las diferencias mínimas significativas (DMS) calculadas para obtener la significancia del resultado de las comparaciones de las medias entre dos niveles de parcelas grandes (tratamientos con virus), en presencia de un nivel de parcela chica (materiales de *Physalis spp*), con $\alpha=0.05$, para cada variable, son las siguientes:

$INFECD_{DMS} = 20.21$; $INCALT_{DMS} = 233.94$; $REDALT_{DMS} = 22.70$; $PESE_{DMS} = 2.66$; y $REDPES_{DMS} = 35.06$,

La comparación de medias, con el procedimiento descrito en materiales y métodos, arrojó una gran cantidad de efectos significativos; sin embargo, por cuestiones de interpretación práctica, para la discusión sólo se consideraron los resultados donde no fueron significativas por lo menos cuatro de las comparaciones de medias de tratamientos con virus contra el tratamiento testigo, en la variable INFECD, ya que el objetivo principal del estudio fue tratar de detectar los materiales de *Physalis spp* que mostraran resistencia o tolerancia ante el ataque de los virus, lo que se evaluó tomando como referencia comparativa el comportamiento de los materiales en el tratamiento testigo y con esta información se elaboró el Cuadro 5, donde se incluye 17 materiales que presentaron resultados sobresalientes considerando también las variables INCALT, REDALT, PESE Y REDPES.

4.4.1. INFEC

En el Cuadro 5 se observa que en el material 20-MICH-08 no hubo diferencias estadísticas significativas en los efectos de todos los virus individuales y sus diferentes combinaciones, siendo el tratamiento TMV+TSWV el que ejerció el menor efecto infectivo sobre el material en cuestión. También es muy notorio el hecho de que todas las comparaciones del tratamiento TSWV contra el testigo, en presencia de todos los materiales, no mostraron diferencias significativas debido a la aparente inactivación del virus. Por otra parte, sólo se presentó diferencias significativas en una de las comparaciones de los tratamientos aplicados en presencia de los materiales 30-MICH-15 (significativo para TEV), 41-MICH-117 (significativo para la mezcla TEV+TSWV), 84-GRO-07 (significativo para TMV), 178-JAL-62 (significativo para la mezcla TMV+TEV+TSWV) y 20116 (significativo para TEV); en este último el tratamiento TEV+TSWV causó el menor porcentaje de infección en comparación a los demás tratamientos. El material 44-NAY-02 mostró diferencias significativas en la comparación de los tratamientos TMV+TEV+TSWV y TMV+TEV; de manera similar para el material 09-MICH-04 sólo se observaron diferencias estadísticas significativas en los resultados de las comparaciones contra el testigo de los tratamientos TMV y TMV+TEV+TSWV. Las demás comparaciones contra el testigo, incluidas en el Cuadro 5, mostraron diferencias en cuatro de ellas en presencia de los materiales respectivos señalados en el mismo cuadro. En general los tratamientos que causaron un mínimo porcentaje de infección en determinados materiales, sin presentar diferencias estadísticas significativas, fueron: TMV+TSWV (en 20-MICH-08), TEV+TSWV (en 100-PUE-20,

05-MICH-03 y en 20116), TMV+TEV+TSWV (en 185-JAL-68) y TMV+TEV (en 05-MICH-03).

4.4.2. INCALT

El resultado de la mayoría de comparaciones de medias, entre los tratamientos y el testigo respectivo en presencia de los materiales de *Physalis spp*, fue significativo para la variable INCALT. Considerando sólo los resultados señalados en el Cuadro 5 destaca, sin presentar diferencias estadísticas significativas en ninguna de las comparaciones, el material 02-JAL-02. En presencia del material 75-NAY-09 sólo resultaron significativas las comparaciones contra el testigo de los tratamientos TMV+TSWV y TEV+TSWV; en este mismo sentido, en presencia del material 185-JAL-68 fueron significativos los resultados de las comparaciones para los tratamientos TMV+TEV y TMV+TSWV. En presencia de 09-MICH-04, 84-GRO-07 y 05-MICH-03 resultaron significativas cuatro diferentes comparaciones, siendo el tratamiento TMV+TEV+TSWV el que se muestra constante en los tres materiales. Resulta interesante señalar el resultado del tratamiento TSWV, que además de no presentar diferencias significativas tuvo mayores valores de INCALT que el tratamiento testigo en presencia de los materiales 03-MICH-01, 09-MICH-04, 20-MICH-08, 40-HGO-03, 02-JAL-02, 185-JAL-68 y 05-MICH-03; en situación similar se mostraron los tratamientos TMV+TSWV en presencia del material 20116 y TMV+TEV+TSWV en presencia de 05-MICH-03; aparentemente estos tratamientos estimularon el

crecimiento en los materiales referidos, ya que todos ellos estuvieron sometidos a las mismas condiciones de manejo, siendo precisamente los tratamientos aplicados el único factor diferente introducido en el estudio.

4.4.3. REDALT

En la variable REDALT se detectó cinco resultados sin significancia estadística sólo en presencia de dos materiales de *Physalis spp*: TMV, TEV, TMV+TEV+TSWV, TMV+TEV y TMV+TSWV en presencia de 09-MICH-04; TEV, TMV+TEV+TSWV, TMV+TEV, TMV+TSWV y TEV+TSWV en presencia de 02-JAL-02. El tratamiento TSWV nuevamente manifestó mayores valores que el tratamiento testigo en presencia de la mayoría de los materiales,;es decir, que no provocó reducciones de altura sino mas bién la incrementó. En esta misma forma se manifestaron los tratamientos TEV, TMV+TEV+TSWV y TEV+TSWV en presencia del material 05-MICH-03. El resultado de las demás comparaciones fue significativo en presencia de la mayoría de materiales de *Physalis spp*.

4.4.4. PESE

Para esta variable y en presencia del material 178-JAL-62, ningún resultado de las comparaciones de tratamientos contra el testigo fue significativo, aunque de manera totalmente diferente en INCALT y REDALT los resultados en todas las comparaciones sí fueron significativos, lo que se atribuye al hecho de que algunos materiales que no desarrollaron mayor altura en cambio produjeron muchos brotes,

en la mayoría de los casos deformes y con daños de enchinamiento. Otro resultado sobresaliente se observa en la comparación de medias en presencia de los materiales 20-MICH-08 y 02-JAL-02, donde sólo fue diferente significativamente el tratamiento TMV. El tratamiento TSWV, presentó valores mayores al testigo sólo en presencia de los materiales 102-JAL-26, 09-MICH-04, 41-MICH-17, 02-JAL-02, 185-JAL-68 y 05-MICH-03 (Cuadro 5).

4.4.5. REDPES

Para el caso de esta variable sólo se obtuvo un resultado que puede considerarse de importancia para los fines del estudio, éste fue observado en el material 02-JAL-02, donde la única comparación que arrojó diferencia significativa fue la del tratamiento TMV. El tratamiento TSWV sólo tuvo valores superiores al testigo en los resultados de las comparaciones de medias en presencia de los materiales 44-NAY-02, 09-MICH-04, 84-GRO-07, 185-JAL-68 y 05-MICH-03.

Desde un punto de vista general, las respuestas de las comparaciones de los tratamientos que **no** mostraron significancia estadística de manera constante en **todas** las variables evaluadas, en presencia de determinados materiales de *Physalis* fueron: TMV en presencia del material 20116 y 185-JAL-68; TEV en presencia del material 02-JAL-02; TMV+TSWV en presencia de los materiales 102-JAL-26, 20-MICH-08 y 02-JAL-02; y TEV+TSWV en presencia de los materiales 84-GRO-07 y 02-JAL-02. Contrastan los resultados del tratamiento TSWV, el cual, aunque siempre mostró mucha similitud con el tratamiento testigo,

no tuvo efectos constantes en cada uno de los materiales, de tal manera que siempre hubo algún resultado significativo en alguna de las variables, como se puede apreciar en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Comparación de los efectos en cinco variables, de los virus contra el testigo, para cada uno de 17 materiales de *Physalis spp.* Chapingo, Méx. 1997.

MATERIAL	COMP	INFE	INCALT	REDALT	PESE	REDPES	MATERIAL	COMP	INFE	INCALT	REDALT	PESE	REDPES
44-NAY-02	1*8	NS	SI	SI	SI	SI	84-GRO-07	1*8	SI	SI	SI	SI	SI
	2*8	NS	SI	SI	SI	SI		2*8	NS	NS	SI	SI	NS
	3*8	NS	NS	SI	NS	NS		3*8	NS	NS	SI	NS	NS
	4*8	SI	SI	SI	NS	SI		4*8	NS	NS	NS	SI	SI
	5*8	SI	SI	SI	SI	SI		5*8	NS	SI	SI	SI	SI
	6*8	NS	SI	SI	SI	SI		6*8	NS	SI	SI	SI	SI
	7*8	NS	SI	SI	SI	SI		7*8	NS	NS	NS	NS	NS
75-NAY-09	1*8	SI	NS	SI	SI	SI	40-HGO-03	1*8	SI	SI	SI	SI	SI
	2*8	NS	NS	SI	SI	SI		2*8	SI	SI	SI	SI	SI
	3*8	NS	NS	SI	SI	SI		3*8	NS	NS	SI	NS	NS
	4*8	SI	NS	NS	SI	SI		4*8	NS	SI	SI	SI	SI
	5*8	NS	NS	NS	SI	SI		5*8	SI	SI	SI	SI	SI
	6*8	SI	SI	SI	SI	SI		6*8	NS	SI	SI	SI	NS
	7*8	NS	SI	SI	SI	SI		7*8	NS	SI	SI	SI	SI
102-JAL-26	1*8	SI	SI	SI	SI	SI	02-JAL-02	1*8	SI	NS	SI	SI	SI
	2*8	SI	SI	SI	SI	SI		2*8	NS	NS	NS	NS	NS
	3*8	NS	NS	SI	NS	NS		3*8	NS	NS	SI	NS	NS
	4*8	NS	SI	SI	NS	NS		4*8	SI	NS	NS	NS	NS
	5*8	SI	SI	SI	NS	NS		5*8	SI	NS	NS	NS	NS
	6*8	NS	NS	NS	NS	NS		6*8	NS	NS	NS	NS	NS
	7*8	NS	SI	SI	SI	SI		7*8	NS	NS	NS	NS	NS
03-MICH-01	1*8	NS	NS	NS	SI	SI	178-JAL-62	1*8	NS	SI	SI	NS	SI
	2*8	SI	SI	SI	SI	SI		2*8	NS	SI	SI	NS	SI
	3*8	NS	NS	SI	NS	NS		3*8	NS	SI	SI	NS	NS
	4*8	SI	SI	SI	SI	SI		4*8	SI	SI	SI	NS	SI
	5*8	SI	SI	NS	SI	SI		5*8	NS	SI	SI	NS	SI
	6*8	NS	SI	SI	SI	SI		6*8	NS	SI	SI	NS	SI
	7*8	NS	SI	SI	SI	SI		7*8	NS	SI	SI	NS	SI
04-MICH-02	1*8	NS	NS	SI	SI	NS	100-PUE-20	1*8	SI	SI	SI	SI	SI
	2*8	SI	SI	SI	SI	SI		2*8	SI	SI	SI	SI	SI
	3*8	NS	NS	SI	NS	NS		3*8	NS	SI	SI	SI	SI
	4*8	SI	NS	NS	NS	NS		4*8	NS	SI	SI	SI	SI
	5*8	SI	SI	SI	SI	SI		5*8	SI	SI	SI	SI	SI
	6*8	NS	SI	SI	SI	SI		6*8	NS	SI	SI	SI	SI
	7*8	NS	SI	SI	SI	SI		7*8	NS	SI	SI	SI	SI
09-MICH-04	1*8	SI	NS	NS	SI	SI	185-JAL-68	1*8	NS	NS	NS	NS	NS
	2*8	NS	SI	NS	SI	SI		2*8	SI	NS	NS	SI	SI
	3*8	NS	SI	SI	NS	NS		3*8	NS	NS	SI	SI	SI
	4*8	SI	NS	NS	SI	SI		4*8	NS	NS	SI	SI	SI
	5*8	NS	NS	NS	SI	NS		5*8	SI	SI	SI	SI	SI
	6*8	NS	NS	NS	SI	SI		6*8	SI	SI	SI	SI	SI
	7*8	NS	SI	SI	SI	NS		7*8	NS	NS	SI	SI	SI
30-MICH-15	1*8	NS	SI	SI	SI	SI	05-MICH-03	1*8	SI	NS	NS	SI	SI
	2*8	SI	SI	SI	SI	SI		2*8	SI	NS	NS	SI	SI
	3*8	NS	SI	SI	NS	NS		3*8	NS	SI	SI	NS	NS
	4*8	NS	SI	SI	SI	NS		4*8	NS	NS	SI	SI	SI
	5*8	NS	SI	NS	NS	NS		5*8	NS	SI	SI	SI	SI
	6*8	NS	NS	NS	SI	SI		6*8	SI	SI	SI	SI	SI
	7*8	NS	SI	NS	SI	NS		7*8	NS	NS	NS	SI	SI
20-MICH-08	1*8	NS	SI	SI	SI	SI	20116	1*8	NS	NS	NS	NS	NS
	2*8	NS	NS	NS	NS	SI		2*8	SI	NS	NS	SI	NS
	3*8	NS	SI	SI	NS	NS		3*8	NS	SI	SI	SI	SI
	4*8	NS	SI	SI	NS	NS		4*8	NS	SI	SI	SI	SI
	5*8	NS	SI	SI	NS	SI		5*8	NS	SI	SI	SI	NS
	6*8	NS	NS	NS	NS	NS		6*8	NS	NS	NS	SI	SI
	7*8	NS	NS	NS	NS	NS		7*8	NS	SI	SI	SI	NS
41-MICH-17	1*8	NS	SI	SI	SI	SI	DESCRIPCIÓN: COMP = comparación 1*8 = comparación de TMV (1) contra el testigo (8). NS = no significativo SI = significativo alfa = 0.05						
	2*8	NS	SI	SI	SI	SI							
	3*8	NS	NS	SI	SI	NS							
	4*8	NS	SI	SI	SI	SI							
	5*8	NS	SI	SI	SI	SI							
	6*8	NS	SI	SI	SI	SI							
	7*8	SI	SI	SI	SI	SI							

NOTA: 1 = TMV, 2 = TEV, 3 = TSWV, 4 = TMV+TEV+TSWV, 5 = TMV+TEV, 6 = TMV+TSWV, 7 = TEV+TSWV, 8 = testigo

5. CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en que se evaluó a los 45 materiales de tomate de cáscara (*Physalis spp*), en relación con su respuesta a virus del mosaico del tabaco (TMV), virus del jaspeado del tabaco (TEV), virus de la marchitez manchada del tomate (TSWV) y sus diferentes combinaciones, se concluyó lo siguiente:

- ★ Todos los tratamientos con virus, inoculados mecánicamente, causaron el síntoma de “chino del tomate” en al menos un material de *Physalis spp*.
- ★ Los materiales de *Physalis spp* 20-MICH-08, 05-MICH-03, 91-PUE-11, 100-PUE-20, 102-JAL-26, 178-JAL-62, 02-JAL-02 tipo Tamazula y 41-MICH-17 fueron, en general, los menos afectados por los virus en las variables evaluadas.
- ★ Los tratamientos TMV+TEV, TMV+TSWV, TEV+TSWV y TEV fueron los más agresivos en los materiales de *Physalis spp* evaluados, y TSWV presentó un efecto similar al obtenido en el tratamiento testigo.

6. LITERATURA CITADA

- Agrios N., G. 1989. Fitopatología. Ed. LIMUSA. México. 756 p.
- Bawden, F. C. 1954. Inhibitors and plant viruses. *Advances in Virus Research* 2: 31-57.
- Benson, L. 1957. Plant classification. D.C. Heath and Co. Boston. 226 p.
- Brown, J. K. and M R. Nelson. 1988. Transmission, host range, and virus-vector relationships of chilo del tomate virus, a whitefly-transmitted geminivirus from Sinaloa, México. *Plant Disease* 72: 866-869.
- Bruening, G., F. Ponz, C. Glascock, L. M. Russell, A. Rowhani and C. Chay. 1987. Resistance of cowpea mosaic virus and to tobacco ringspot virus. *In: Plant resistance to viruses. Ciba Foundation Symposium* 133; Harrison, B. D. Wiley & Sons Ltd. Chichester. UK. pp: 23-32.
- Can, F., M. C. Rush, R. A. Valverde, J. L. Griffin, W. A. Story, W. A. Young, W. J. Blakmon and P. W. Wilson. 1992. Tomatillo: a potential new vegetable crop for Louisiana. *Louisiana Agriculture* 35: 21-24.
- Can, F. 1994. Pest identification and management in tomatillo in Louisiana. Thesis Dissertation. The Department of Plant Pathology and Crop Physiology. Louisiana State University. 52 p.
- Can F., A. Valverde R. y C. Rush M. 1991. Enfermedades virales del tomatillo en Louisiana. *Fitopatología* 26 (2): 48.
- Cárdenas A, M. 1991. Manual de Prácticas de Virología Agrícola. Departamento de Parasitología Agrícola U.A.Ch. Chapingo, Méx. 27 p.

- Cárdenas Ch., I. E. 1981. Algunas técnicas experimentales con tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa*, Brot.). Tesis de Maestría en Ciencias. Genética. Colegio de Postgraduados. Chapingo, Méx. 87 p.
- Cárdenas S., E. 1986. Diagnóstico de virus mediante inclusiones virales. C.P. Montecillos, México. 71 p.
- Cartujano E., F. 1984. Desarrollo y fenología del tomate de cáscara variedad "rendidora" en la región de Zacatepec, Morelos: desarrollo de la parte aérea en base a los muestreos destructivos. Tesis profesional. Chapingo, Méx. 149 p.
- Chávez M., F. 1984. El moteado del tomate de cáscara *Physalis ixocarpa* en Tecamachalco, Puebla. Agrociencia 56: 63-72.
- C. M. I. (Commonwealth Mycological Institute; Asociation of Applied Biologist). 1970-1983. Description of plant viruses, No 1, 39, 69, 151 y 258.
- D'Arcy, W. G. 1979. The clasification of the solanaceae. *in*: The biology and taxonomy of the solanaceae. Hawkes J. G., R.N. Lester and A. D. Skeiding. (eds). Academic London. Uk. pp: 3-47.
- De Avila, A. C., P. de Haan, R. Kormelink; R. de O. Resende, R. W. Goldbach and D. Peters. 1992. Characterization of a distinct isolate of tomato spotted wilt virus (TSWV) from Impatiens in the Netherlands. Journal of Phytopathology 134: 133-151.
- De Avila, A. C., P. de Haan, R. Kormelink, R. de O. Resende, R. W. Goldbach and D. Peters. 1993. Classification of tospoviruses based on phylogeny of nucleoprotein gene sequences. J. Gen. Virol. 74: 153-159.
- De la Torre A., R. 1987. Situación fitopatológica de las hortalizas en el Estado de Puebla. XIV Congreso Nacional de Fitopatología. Morelia, Mich. p 86 .
- De la Torre A., R., D. Téliz O., L. Barrón B., E. Cárdenas, E. Garcia L., M. Cárdenas and R. A. Valverde. 1995. Detection of a viral complex in tomatillo *Physalis ixocarpa* in the Central High Plateau of México.

- De la Torre A., R. 1996. Caracterización histológica y molecular de un complejo viral en tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) en los valles altos de México. Tesis de Doctor en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Montecillos, México. 93 p.
- Díaz B., V. y S. Alvarado B. 1991. Etiología, incidencia y cuantificación de daños de las enfermedades que atacan al tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) en el estado de Morelos. XVIII Congreso Nacional de Fitopatología. Puebla. p 46.
- EPPO and CABI (eds). 1994. Tomato spotted wilt virus. *In*: Quarantine pests for Europe: data sheets on quarantine pests for the European Communities Plant Protection Organization. CAB International. pp: 993-999.
- Fernández O., V. M. 1995. Comportamiento de colectas de tomate de cáscara (*Physalis* spp) al daño por plagas y enfermedades en Xichitepec, Mor. Tesis de Maestría en Ciencias en Protección Vegetal. Parasitología Agrícola. U.A.CH. Chapingo, Méx. 80 p.
- Francki, R. I. B. and Hatta, T. 1981a. Tomato spotted wilt virus. *In*: Handbook of Plant Virus Infections and Comparative Diagnosis. E. Kurstak (ed.). New York. Elsevier. pp: 491-512.
- Fraser, R. S. S. 1987. Genetic of plant resistance to viruses. *In*: Plant resistance to viruses. Harrison, B. D. (ed.) Ciba Foundation Symposium 133; Johnson Wiley & Sons Ltd. Chichester. UK. pp: 6-15.
- Fritig, B., S. Kauffmann, B. Dumas, P. Geoffroy, M. Kopp and M. Legrand. 1987. Mechanism of the hypersensitivity reaction of plants. *In*: Plant Resistance to Viruses. Ciba Foundation Symposium 133; Harrison, B. D. (ed.) Johnson Wiley & Sons Ltd. Chichester. UK. pp: 92-101.

- Fuentes F., J. 1974. Revisión de las enfermedades causadas por virus y bacterias en cultivos hortícolas de México. Memorias del II Simposio Nacional de Parasitología Agrícola. Mazatlán, Sinaloa, México. pp: 84-91.
- García S., F. 1975. El género *Physalis* (solanaceae) en el Valle de México. Tesis. I.P.N. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. México, D.F. 54 p.
- Galindo, A. J., D. R. Smith and T. O. Diener. 1982. Etiology of planta macho, a viroid disease of tomato. *Phytopathology* 72: 49-54.
- German, L., E. D. U. Thomas and W. J. Moyer. 1992. Tospovirus: Diagnosis, molecular biology, phylogeny, and vector relationships. *Ann. Rev. Phytopathology* 30: 315-348.
- Grimaldo J., O. 1997. Relación entre el grado de domesticación y las características citológicas y morfológicas del fruto de tomate de cáscara (*Physalis spp*). Tesis de Maestría en Genética. Colegio de Postgraduados. Montecillos, México. 71 p.
- Harrison, B. D. 1987. Plant Resistance to Viruses. Ciba Foundation Symposium 133. Johnso Wiley & Sons Ltd. Chichester. UK. 214 p.
- Hernández C., A. 1996. Caracterización de aislamientos del virus Marchitez Manchada del Tomate (TSWV). Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Montecillos, México. 97 pp.
- Horváth, J. 1988. Reaction of *Physalis* species to plant viruses XI. Additional data on the susceptibility of *Physalis ixocarpa*, *Physalis philadelphica* and *Physalis pruinosa*. *Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica* 23 (1-2): 137-141.
- Iwaki, M., Y. Honda, H. Tochiara, T. Hokama and T. Yokohoma. 1984. Silver mottle disease of watermelon caused by tomato spotted wilt virus. *Plant Dis.* 68: 1006-1008.

- Jones, R. K. and J. R. Baker. 1991. TSWV: Symptoms, host range and apread. *In*: Virus-thrips-plant interactions of TSWV. Hsu, H. T. and Lawson, R. H. (eds.). Proceedings of the USDA Workshop. Beltsville, USA. pp: 89-93.
- Jorda, C, M. Martin, R. García, M. J. Dfez, S. Rosello, F. Nuez and P. Abad. 1995. Spanish isolates of TSWV and genetic resistance. International Symposium on Tospoviruses and thrips of floral and vegetable crops. Program and Abstracts. Taiwan Agricultural Research. Taichung, Taiwan. 27 p.
- Kassanis, B. S. Gianinazzi and R. F. White. 1974. A possible explanation of the resistance of virus-infected tobacco plants to second infection. *Journal of General Virology* 23: 11-16.
- Krishnamurthy, L. y J. Sahagún C. 990. El Mejoramiento de los Cultivos Alimenticios (Estrategias de los Centros Internacionales). Dirección de Difusión Cultural. Depto., de Fitotecnia. UACH. pp: 19-23.
- López M., R., J. F. Santiaguillo H., A. Peña L., J. A. Cuevas S. y J. Sahagún C. 1994. Evaluación de 60 colectas de tomate de cáscara (*Physalis spp* Brot.) en Chapingo, Méx. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 2: 131-134.
- Martínez A., J., J. López C. y S. Valdéz C. 1986. Virosis del jitomate en Autlán, Jalisco. Memoria del XII Congreso Nacional de Fitopatología. Tuxtla Gutiérrez, Chis. México. 53 p.
- Matthews, R. E. F. 1992. *Fundamentals of Plant Virology*. Acad. Press, Inc. USA. 403 p.
- Moline, H. E. and R. E. Fries. 1974. A strain of belladonna mottle virus isolated from *Physalis heterophylla* in Iowa. *Phytopathology* 64: 44-48.
- Nishiguchi, M. and F. Motoyoshi. 1987. Resistance mechanisms of tobacco mosaic virus strains in tomato and tobacco. *In*: *Plant Resistance to Viruses*. Harrison, B. D. (ed.). Ciba Foundation Symposium. Johnson Wiley & Sons Ltd. Chichester. UK. pp: 38-46.

- Pandey, K. K. 1957. Genetics of Self-incompatibility in *Physalis ixocarpa* Brot., a new system. Amer. J. Bot. 44: 879-887.
- Peña L., A. y F. Márquez S. 1990. Mejoramiento genético del tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.). Revista Chapingo 71/72: 84-88.
- Peña L., A. 1998. Parámetros genéticos, respuesta a la selección y heterosis en tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.). Tesis de Doctor en Ciencias. Montecillo, Texcoco, estado de México. 151 p.
- Pérez G., M., F. Márquez S. y A. Peña L. 1997. Mejoramiento Genético de Hortalizas. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Méx. 380 p.
- Peters, D. and A. F. Derks. 1974. Host range and some properties of *Physalis* mosaic virus, a new virus of the turnip yellow mosaic virus group. Netherlands Journal of Plant Pathology 80(4): 124-132.
- Peters, D. 1991. Divergent evolution of rhabdoviridae and bunyaviridae in plants and animals. Seminars in Virology 2: 27-37.
- Pinto C., B. 1983. Resúmenes de enfermedades causadas por virus. Universidad Autónoma Chapingo. Departamento de Parasitología Agrícola. Chapingo, México. 70 p.
- Resh, H. M. 1992. Cultivos hidropónicos: nuevas técnicas de producción. Traducción de Carmen Jaren Ceballos. Tercera edición. Madrid Mundi-Prensa. 369 p.
- Rodríguez G., S. 1983. El virus X de la papa en tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot). Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Chapingo, Méx. 44 p.
- Rodríguez L., E. 1992. Virus que dañan al jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en México y métodos de control: Revisión de literatura. Tesis de Licenciatura. Chapingo, México. 102 p.

- Roque H., F. y A. Sifuentes J. 1974. Ensayo de resistencia del jitomate y del tomate de cáscara, al "chino" y a la mosquita blanca en el estado de Morelos. Agricultura Técnica en México Vol. III (8): 305-309.
- Roychoudhory, R. 1980. Effect of extracts of certain solanaceous plants on plant virus infection. Acta Bot. Indica, 8: 91-94. (Virology Abstracts 14 (12): 54. 1981).
- Sainz R., R. A. y J. Ramírez V. 1991. Principales enfermedades del cultivo de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa*) en Yurécuaro y Tanhuato, Michoacán. XVIII Congreso Nacional de Fitopatología. Puebla. 45 p.
- Sánchez del C., F., y E. Escalante R. 1988. Hidroponia: Un sistema de producción de plantas; principios y métodos. 3ª edición. U. A. Ch. Chapingo, México. 194 p.
- Santiaguillo H., J. F., R. López M., A. Peña L., J. A. Cuevas S. y J. Sahagún C. 1994. Distribución, colecta y conservación de germoplasma de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) en México. Revista Chapingo; Serie Horticultura 2: 125-129.
- Saray M., C. R. y J. Loya, R. 1977. El cultivo del tomate de cáscara en el estado de Morelos. Circular 57. INIA-CIAMEC. pp: 3-12.
- SARH. 1980-1993. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola de los Estados Unidos Mexicanos. Subdirección de Planeación. SARH, México.
- SAGAR. 1995. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola de los Estados Unidos Mexicanos. SAGAR. México.
- Strange, R. N. 1993. Plant disease control; towards environmentally acceptable methods. Chapman and Hall. London. U.K. 327 p.
- Valverde, R. A., F. Can and M. C. Rush. 1993. Yellow mottle of tomatillo (*Physalis ixocarpa*) caused by physalis mottle virus. Plant Pathology 42: 657-660.

- Van Regenmortel, M. H. V. 1981. Tobamovirus. *In*: Handbook of Plant Viruses: Infection: comparative diagnosis. Edouard Kurstak (ed.). Elsevier/North-Holland Biomedical Press. Amsterdam. New York. Oxford. pp: 541-564.
- Verdugo F., 1989. Etiología de una nueva enfermedad de tomate en Sinaloa: supervivencia. Memorias XVI Congreso Nacional de Fitopatología. Montecillo, estado de México. p 14.
- Wang, M. and D. Gonsalves. 1990. Elisa detection of various tomato spotted wilt virus isolate using specific antisera to structural proteins of the virus. Plant Dis. 74: 154-158.
- Watterson, J. C. 1993. Development and breeding of resistance to pepper and tomato viruses. *In*: Resistance to viral diseases of vegetables: genetics and breeding. M. M. K.yle (ed.). pp: 80-101.
- Zaitlin, M. and H. W. Israel. 1975. Tobacco mosaic virus (type strain). CMI/AAB (ed.). Descriptions of Plant Viruses, No., 151.
- Zamudio G., V., y J. Garzón T. 1989. Respuesta de variedades e híbridos de jitomate tipo industrial al síndrome del "Enchinamiento" en Valsequillo Puebla. Memorias del XVI Congreso nacional de Fitopatología. Montecillo, estado de México. p 108.

Cuadro 1A. Fórmula general para la elaboración de la solución nutritiva que fue aplicada a las plantas de *Physalis spp.* Chapingo, México. 1997.

Elemento	ppm
Nitrogeno	250
Fósforo	60
Potasio	300
Calcio	350
Azufre	200
Magnesio	75
Fierro	3
Manganeso	0.5
Boro	0.5
Cobre	0-1
Zinc	0.1

Cuadro 2A. Análisis de varianza para la respuesta general de las variables evaluadas en *Physalis spp* a los tratamientos aplicados. Chapingo, Mex. 1997.

Variable: INFEC					
F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Pr > F
BLOQ	4	6629.78	1657.44	1.47	0.2387
VX	7	351457.72	50208.24	44.44	0.0001
VX*BLOQ	28	31634.22	1129.79		
MX	44	134469.78	3056.13	11.79	0.0001
VX*MX	308	231109.78	750.35	2.90	0.0001
Error	1408	364896.00	259.16		
Total	1799	1120197.28			
Variable: INCALT					
BLOQ	4	102344441.6	25586110.4	219.85	0.0001
VX	7	48369757.2	6909965.3	59.37	0.0001
VX*BLOQ ¹	28	3258679.4	116381.4		
MX	44	63491602.3	1442991.0	41.10	0.0001
VX*MX	308	48284370.4	156767.4	4.47	0.0001
Error	1408	49430227.4	35106.7		
Total	1799	315179078.3			
Variable: REDALT					
BLOQ	4	90613.12	22653.28	34.34	0.0001
VX	7	3486563.31	498080.47	755.05	0.0001
VX*BLOQ	28	18470.65	659.66		
MX	44	246151.82	5594.36	16.68	0.0001
VX*MX	308	352718.53	1145.19	3.41	0.0001
Error	1408	472327.94	335.46		
Total	1799	4666845.33			
Variable: PESE					
BLOQ	4	2843.75	710.94	141.47	0.0001
VX	7	6979.60	997.10	198.41	0.0001
VX*BLOQ	28	140.71	5.02		
MX	44	2675.62	60.80	12.99	0.0001
VX*MX	308	2488.93	8.08	1.73	0.0001
Error	1408	6592.80	4.68		
Total	1799	21721.40			
Variable: REDPES					
BLOQ	4	83443.60	20860.90	27.58	0.0001
VX	7	903303.09	129043.30	170.60	0.0001
VX*BLOQ	28	21179.06	756.40		
MX	44	176681.64	4015.50	4.96	0.0001
VX*MX	308	318556.78	1034.30	1.28	0.0022
Error	1408	1139974.90	809.64		
Total	1799	2643139.08			

1 Se utilizó la interacción VX*BLOQ como término de error a