

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE  
GUATEMALA

Facultad de Ciencias y Humanidades

Manual de las enfermedades virales y viroidales más  
importantes en el cultivo de cítricos para Guatemala

María Inés Obiols de Gerendas

Guatemala  
2004



**Manual de las enfermedades virales y viroidales más importantes en el cultivo de cítricos para Guatemala**

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE  
GUATEMALA

Facultad de Ciencias y Humanidades

Manual de las enfermedades virales y viroidales más  
importantes en el cultivo de cítricos para Guatemala


María Inés Obiols de Gerendas

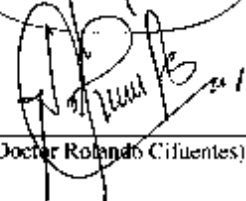
Guatemala  
2004

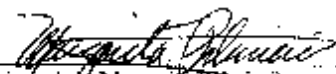
Vo.Bo.:

Asesor (1)   
(Licenciada Margarita Palmieri)

Tribunal Examinador:

(1)   
(Ingeniero Sergio Blanco)

(2)   
(Doctor Rolando Cifuentes)

(1)   
(Licenciada Margarita Palmieri)

Fecha de aprobación: Guatemala, 14 de junio de 2004.

## PREFACIO

El Manual de enfermedades virales y viroidales más importantes en el cultivo de cítricos para Guatemala está basado en la recopilación de información a nivel nacional e internacional sobre este tema. Este trabajo se realizó en conjunto con el proyecto de AGROCYT 027-2003 *Evaluación de especies cítricas cultivadas en Guatemala para determinar la ausencia/presencia de virus y viroides importantes, su saneamiento y caracterización previo a su propagación*. El objetivo principal de este estudio es elaborar un manual que contenga información concreta y útil sobre las enfermedades ya mencionadas. Además, que sirva de apoyo a los agricultores en los aspectos débiles de su formación y que pueda ser utilizado como recurso para capacitar al personal encargado en las plantaciones de cítricos del país. Este documento puede ser utilizado como base para estudios posteriores sobre este cultivo.

Se escogió este tema como trabajo de Tesis para optar al grado de Licenciado en Biología porque se observó la necesidad a nivel nacional de tener material informativo sobre los cultivos que en la actualidad están sustituyendo plantaciones de café u otros cultivos que ya no son tan rentables. Así mismo se conoce el impacto económico que representa la presencia de algunas enfermedades virales y viroidales en grandes plantaciones a nivel mundial. Esto nos lleva a vernos en la necesidad de informar sobre los síntomas y los métodos de transmisión de estas enfermedades para evitar su propagación en el país. Se espera cubrir un área importante del abismo informativo que existe en Guatemala sobre este tema.

Se agradece al personal que trabaja en el proyecto AGROCYT por su colaboración al realizar el análisis del laboratorio de las muestras colectadas, así como de la ayuda recibida durante la recolección de muestras y aplicación de la encuesta en el campo. Sin el trabajo que cada uno de ellos aportó, no hubiera podido realizarse este documento.

## CONTENIDO

	Página
Prefacio	v
Lista de tablas	vii
Lista de figuras	viii
Resumen	ix
Capítulos	
I.    Introducción	1
A.    Descripción e importancia de los cítricos	3
B.    Situación del cultivo de cítricos en Guatemala	13
C.    Enfermedades de cítricos	16
D.    Pruebas usadas para determinar presencia de enfermedades	28
F.    Hipótesis	33
G.    Objetivos	33
II.   Metodología	34
III.  Resultados	37
Manual de las enfermedades virales y viroidales más importantes en el cultivo de cítricos para Guatemala	51
IV.  Discusión	53
V.   Conclusiones	57
VI.  Recomendaciones	58
VII. Literatura citada	59
VIII. Literatura consultada	62
IX.  Anexos	
A.    Anexo I (Encuesta gráfica)	67
B.    Anexo II (Hoja de toma de datos)	94
C.    Manual de las enfermedades virales y viroidales más importantes en el cultivo de cítricos para Guatemala	

## LISTA DE TABLAS

Tabla	Página
1. Patrones utilizados en la citricultura mundial y su comportamiento a diferentes factores.	5
2. Patrones utilizados en Guatemala y sus características.	5
3. Condiciones de clima y suelo óptimas para el establecimiento de plantaciones de cítricos.	8
4. Influencia del clima en el desenvolvimiento de cítricos.	8
5. Distribución de cítricos por departamento.	14
6. Mercado y destino de cítricos en Guatemala.	15
7. Tolerancia y susceptibilidad de diferentes plantas de cítricos a enfermedades causadas por virus y viroides.	19
8. Insectos o ácaros vectores de enfermedades producidas por virus o viroides.	20
9. Enfermedades de cítricos transmitidas por injerto.	21
10. Virus de cítricos caracterizados o parcialmente caracterizados.	24
11. Viroides de cítricos caracterizados o parcialmente caracterizados.	24
12. Enfermedades de cítricos causadas por virus y viroides.	25
13. Síntomas observados en el campo de enfermedades causadas por virus y viroides.	26
14. Plantas indicadoras para la detección de virus y viroides de cítricos.	29
15. Técnicas para la detección de virus y viroides de cítricos.	32
16. Resultados generales de la encuesta a agricultores.	37
17. Resumen de los resultados de la encuesta por departamento.	39
18. Conocimiento de los agricultores sobre las enfermedades virales y viroidales y los métodos de transmisión.	41

Tabla	Página
19. Relación entre conocimiento de las enfermedades por parte de los agricultores y la presencia de las mismas en la plantación.	42
20. Enfermedades presentes por finca.	42
21. Conocimiento de los agricultores sobre las enfermedades y sus formas de transmisión y enfermedades presentes por finca.	43
22. Presencia de las enfermedades virales y viroidales por departamento.	44
23. Síntomas y cultivos en los que se obtuvo pruebas positivas para Tristeza.	46
24. Matrices utilizadas para hacer análisis de asociación de síntomas de Tristeza.	48
25. Síntomas y cultivos en los que se obtuvieron pruebas positivas para Leprosis.	49
26. Matrices utilizadas para hacer análisis de asociación de síntomas de Leprosis.	50
27. Relación entre el número de plantas que mostraron síntomas de las enfermedades y las muestras que presentaron resultados positivos.	50

## LISTA DE FIGURAS

Ilustración	Página
1. Algunos síntomas producidos por deficiencia de nutrientes	10
2. Área productora de cítricos en Guatemala	14
3. Regiones donde se aplicó encuesta a agricultores	36
4. Regiones donde se encontró Tristeza	45
5. Regiones donde se encontró Leprosis	45
6. Regiones donde se encontró la enfermedad bacteriana causada por <i>Xylella fastidiosa</i>	46

## RESUMEN

Es necesario estudiar las enfermedades virales y viroidales en el cultivo de cítricos, porque tienen un impacto económico importante. El manual de las enfermedades virales y viroidales más importantes en el cultivo de cítricos para Guatemala, tiene como finalidad, dar a conocer información que no está accesible para la mayoría de los agricultores que se dedican a este cultivo. Se realizaron muestreos en fincas localizadas en diez departamentos del país. Todas las plantas muestreadas presentaban síntomas de alguna de las enfermedades bajo estudio. Con el fin de determinar los síntomas observados en Guatemala para estas enfermedades, se tomó fotografías de las plantas enfermas y material vegetativo para aplicar las pruebas serológicas que se usan para determinar si la enfermedad estaba presente o no. Se observaron algunos síntomas asociados a las enfermedades de Tristeza (CTV) y de Leprosis (CiLV). Se elaboró el manual tratando de presentar de una forma ilustrada información útil, de fácil acceso y comprensión.

## I. INTRODUCCIÓN

El cultivo de cítricos es muy importante en los países tropicales y subtropicales y en Guatemala ha alcanzado un mayor potencial de desarrollo. En los últimos años se ha incrementado el área cultivada con este producto, ya que es una fuente de trabajo, de generación de divisas y una alternativa de diversificación de cultivos. Dada la diversidad climática de Guatemala, la producción de cítricos se encuentra distribuida por regiones y se producen alrededor de cuatro diferentes especies con alta aceptación en el mercado local y mundial (Blanco 1998).

Uno de los problemas que enfrentan los agricultores del país es la presencia de enfermedades en sus plantaciones. Esto disminuye la producción por temporada y desmejoran la calidad del producto. Muchas de estas enfermedades son de origen viral o viroidal. Desgraciadamente estos patógenos atacan las plantas y son muy difíciles de erradicar. En realidad no existen hasta la fecha formas de controlarlos una vez están establecidos en los tejidos de una planta.

Las enfermedades virales y viroidales se originaron en diferentes regiones del mundo. En Guatemala, las prácticas de cultivo se prestan a la dispersión de los patógenos y se ha reportado la presencia de los vectores de estas enfermedades. Con el incremento en la producción de cítricos, los agricultores comenzaron a importar material vegetativo de especies que tienen buenas características. Esto trajo consigo, el ingreso al país de material contaminado sin certificar o certificado para otras enfermedades.

La producción de cítricos en Guatemala ha aumentado en la última década. Se ha incrementado el área sembrada y se han mejorado las técnicas de producción. Existen aproximadamente 7,000 hectáreas con este producto en el país. Aproximadamente 4,000 ha de lima persa, 2,500 ha de naranja dulce y 500 ha de mandarina. La mayor parte de la producción se usa para el consumo interno como fruta fresca. Parte del producto obtenido, especialmente lima persa y lima mejicana, se exporta principalmente a los países de Centro América, México y en poca escala se ha comenzado a exportar a Estados Unidos y Europa. Estudios recientes indican que existe la posibilidad de incrementar la exportación de cítricos, especialmente lima persa, a las dos últimas regiones (Blanco 1998).

Para obtener una comercialización adecuada, una buena producción y así lograr mayores ganancias en el comercio de cítricos, es importante mejorar y asegurar la calidad del producto desde su inicio. La materia prima iniciadora (semillas, vástagos y los árboles productores) deben estar libres de enfermedades (Blanco 2000).

Los agricultores guatemaltecos, según Blanco (1999), en su mayoría poseen poco desarrollo tecnológico para la producción, utilizan material de propagación que no garantiza su fitosanidad y calidad genética y tienen poco conocimiento sobre las enfermedades que atacan a su plantación. Esto da como resultado cosechas de bajos volúmenes con producto de baja calidad. En la actualidad, a excepción de la enfermedad llamada tristeza de los cítricos y que es causada por un closterovirus (Reyes, 1994 y Palmieri 1998), no existe en la citricultura de Guatemala estudios sobre la distribución de las enfermedades causadas por virus y viroides, ni conocimiento exacto de cuáles son las enfermedades reportadas en el territorio guatemalteco.

Debido a la importancia que tienen las enfermedades virales y viroidales en el cultivo de cítricos, es necesario que las personas que trabajan en la producción de este cultivo en Guatemala, tengan conocimiento de sus formas de transmisión, de los vectores, de los síntomas observados en el campo, de los diferentes métodos de prevención para evitar su establecimiento y de los métodos de control para evitar su propagación. Por esto es importante hacer una evaluación de los conocimientos, así como de los métodos de propagación y control que los agricultores poseen para poder enfocar esfuerzos en los aspectos débiles de su formación.

A nivel nacional e internacional existe gran cantidad de información generada por los científicos especializados en cítricos así como por productores con experiencia. Es posible conocer sobre las principales enfermedades virales y viroidales que atacan este cultivo y el impacto económico que ellas conllevan, los síntomas que presentan las enfermedades en el campo, los vectores u otras formas de transmisión, diferentes métodos de detección, etc. Desgraciadamente esta información no está accesible a la mayoría de agricultores guatemaltecos.

En este trabajo se hizo una evaluación del conocimiento sobre las enfermedades virales y viroidales antes mencionada. Se revisó y organizó la información recabada en estudios presentados a nivel nacional e internacional y pláticas con personas especializadas en este tema. Se procesó el material recolectado en visitas al campo. Se

ordenó en forma de un manual todo el material recopilado. El documento que se preparó tiene como objeto proporcionar material informativo que ayude a divulgar esta información a técnicos y agricultores en general. Puede ser utilizado por las personas que en la actualidad se dedican al cultivo de cítricos o por las que están considerando la posibilidad de producirlo, por los técnicos de las diferentes instituciones que asesoran a los agricultores, por los técnicos de laboratorio que se encargan de detectar las enfermedades y por estudiantes interesados en este cultivo.

## A. DESCRIPCIÓN E IMPORTANCIA DE LOS CÍTRICOS

1. **Historia.** Los cítricos son plantas pertenecientes a la familia de las Rutáceas. Fueron usadas como plantas medicinales en la India y Persia, posteriormente fueron llevadas a Europa. Durante los viajes del descubrimiento de América fueron traídas al Nuevo Mundo por Cristóbal Colón. Los americanos les dieron una gran acogida hasta el punto de convertirlas en uno de los cultivos frutales más importantes. Los cítricos han acompañado a la especie humana, ya sea como alimento, medicina y fruta.

### 2. Características generales.

a. Descripción: Las plantas de cítricos son aromáticas y perennes, ofrecen una gran variedad. Dentro de las plantas maduras se pueden observar pequeños arbustos como el limón Meyer hasta árboles altos y robustos como los de algunas variedades de toronjas. El tamaño, color y sabor de sus frutos varía dependiendo de la especie.

Según Leal y Antoni (1986) la familia Rutaceae está formada por árboles, arbustos y hierbas de hojas alternas u opuestas, simples o palmadas, con flores bisexuales, de 3 a 5 pétalos. El fruto es una cápsula valvada, o una fruta especializada. El género *Citrus* es enteramente del Viejo Mundo y está limitado a los trópicos y subtropicos. Presenta las siguientes características: plantas espinosas de flores blancas muy fragantes, hojas compuestas con pecíolo alado, el fruto es una baya especializada llamada hesperidio, el interior del fruto está dividido en muchos segmentos, cada uno lleno de vesículas de jugo, la ocurrencia de mutación es frecuente y las especies del género y las de géneros afines se injertan con facilidad.

b. Métodos de propagación: Existen diferentes tipos de propagación. Los más utilizados son por semilla y por multiplicación vegetativa (injerto, estaca y acodo). En años recientes se ha utilizado la propagación *in vitro* o micropropagación (Blanco 2000).

1). Semilla: Las semillas de los cítricos (géneros *Citrus*, *Fortunella* y *Poncirus*) producen dos tipos de embriones: uno simple y cigótico llamado embrión sexual y varios no sexuales llamados embriones nucelares. Como resultado de este fenómeno las semillas producen 2 ó 3 plantitas. Una es el resultado de la polinización y produce un árbol con las características de ambos padres. Las otras, que no son resultado de la polinización, son idénticas a la planta madre.

Cada variedad de cítricos produce diferente número de embriones nucelares. Las especies que producen un alto porcentaje de estos embriones pueden ser producidas por semilla. Estas especies son utilizadas de dos formas: para producir plantas homogéneas útiles como portainjertos, y para producir plantas idénticas (clones nucelares) útiles como material vegetativo para injerto. Ambos tipos de plantas no sólo tendrán las características genéticas de la planta madre sino estarán libres de virus, viroides y otros patógenos (Bové 1995).

2). Multiplicación vegetativa: La mayoría de las especies de cítricos son reproducidas por injerto. Se obtienen yemas en forma de vástago o vareta y se coloca usando diferentes métodos sobre un portainjerto o patrón. Esto tiene las siguientes ventajas: la planta obtenida siempre tendrá las características de la planta madre, la producción de fruto se anticipará y se obtendrán los beneficios del patrón utilizado (resistencia a enfermedades, tolerancia a climas diversos, mejor calidad de fruto, adaptación a condiciones adversas de suelos y madurez temprana de los frutos, etc.) (Manual Ortho 1985 y Blanco 2000). En las Tablas 1 y 2 se muestran las especies usadas comúnmente como patrón a nivel mundial y nacional, así como algunas características importantes de las mismas.

Tabla 1. Patrones utilizados en la citricultura mundial y su comportamiento a diferentes factores.

Patrón	Mal drenaje	Sequía	Sales	Frío	Gomosis	Tristeza	Exocortis	Cachexia	Blight
Agrio	R	R	R	R	R	S	T	T	R
Cleopatra	S	R	R	R	R	T	T	S	R
Volkameriana	R	R	R	S	S	T	T	S	S
Trifoliados: Troyer y carrizo	S	S	S	R	R	T	S	T	S
<i>Citrus macrophylla</i>	R	R	R	S	R	S	T	S	S
Rangpur	S	R	R	S	S	T	S	S	S
Rugoso	R	R	R	S	S	T	T	T	S
<i>Citrumelo swingle</i>	R	R	R	R	R	T	T	T	S

R= Resistente, T= Tolerante y S= Susceptible.

Fuente: Blanco 2000.

Tabla 2. Patrones utilizados en Guatemala y sus características.

Especie usada como patrón	Varietades injertadas sobre ese patrón	Características del patrón
<i>Citrus macrophylla</i>	Limón y lima ácida	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se adapta a suelos pesados, soporta altas concentraciones de sales y boro solubles.</li> <li>• Árboles de buen vigor, con frutos de buena calidad y tamaño.</li> <li>• Poco tolerante a sequías.</li> <li>• Susceptible a tristeza, xiloporosis, y suelos con nemátodos.</li> <li>• Resistente o tolerante a gomosis y exocortis.</li> <li>• Tolerancia aceptable a psorosis.</li> </ul>
Citrango carrizo	Naranja dulce y mandarina	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Árboles de crecimiento vigoroso.</li> <li>• Produce frutos de calidad aceptable, no excelente y ligeramente ácido.</li> <li>• Adaptable a gran variedad de suelos.</li> <li>• Tolerante a tristeza y gomosis y nemátodos de género <i>Rodopholus</i>.</li> <li>• Alta susceptibilidad a exocortis.</li> </ul>

Continuación Tabla 2

Especie usada como patrón	Variedades injertadas sobre ese patrón	Características del patrón
Citrange troyer <i>Porcirus trifoliata</i> x <i>Citrus sinensis</i>	Naranja dulce y mandarina	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Produce frutos de buena calidad.</li> <li>• Tolerante a gomosis y tristeza.</li> <li>• Alta susceptibilidad a exocortis.</li> </ul>
<i>Citrus aurantium</i> Naranja agria  (En las plantaciones actuales no se utiliza por ser altamente susceptible a tristeza)	Naranja dulce y mandarina	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es el más utilizado.</li> <li>• Produce frutos de muy buena calidad y tamaño.</li> <li>• Tolerante a exocortis.</li> <li>• Altamente susceptible a tristeza.</li> <li>• Altamente resistente a gomosis.</li> </ul>
<i>Citrus taiwanica</i>  (En las plantaciones actuales no se utiliza)	Naranja dulce y mandarina	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Produce frutos de calidad regular.</li> <li>• Responde muy bien a suelos de textura fina.</li> <li>• Tolerante a tristeza.</li> <li>• Muy tolerante a exocortis y gomosis.</li> </ul>
<i>Citrus renshi</i> Mandarina cleopatra	Naranja dulce y mandarina	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menor rendimiento</li> <li>• Presenta problemas de gomosis en la línea del injerto.</li> </ul>
<i>Citrus limonia</i> Lima Rangpur  (En las plantaciones actuales no se utiliza debido a que da poca producción)	Naranja dulce y mandarina	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Susceptible a roña (enfermedad que se presenta en frutos de variedades injertadas).</li> <li>• Susceptible a exocortis (se distribuye internamente y produce quebraduras en las ramas de árboles de 10-12 años).</li> </ul>
Citrumelo Swingle Híbrido entre toronja Duncan y naranja trifoliada	Naranja dulce y toronja	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tolerante al frío.</li> <li>• Apropiado para casi toda clase de suelo excepto los calcareos</li> <li>• Resistente a nemátodos</li> <li>• Tolerante a tristeza, Exocortis y cachexia.</li> </ul>
Limón Volkameriana	Naranja dulce y limón persa	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tolerante a tristeza, exocortis y cachexia</li> <li>• Se adapta a una gran variedad de suelos, es susceptible a nemátodos</li> <li>• Vigor y productividad de árboles jóvenes muy usado en climas cálidos</li> <li>• Es susceptible a agalla leñosa</li> </ul>

Fuentes: Zaparolli 1991; Salguero 1992, Flores 1993 y Castle *et al* 1989.

c. Influencia de factores externos: El conjunto de los factores del clima (temperatura, humedad relativa, precipitación y vientos) y el suelo afectan marcadamente el desarrollo, crecimiento de las plantas y el aspecto externo y calidad interna de los frutos (Rosas Acevedo 1997 y Blanco 2000).

1). Latitud: El desarrollo de los cítricos se enmarca entre los 40° N y 40° S, pero la mayoría de las plantaciones comerciales se ubican entre los 20° y 40° norte y sur, que son condiciones subtropicales. Los efectos que causa la latitud en especies sembradas en zonas tropicales como Guatemala son: la fruta nunca alcanza la coloración (naranja) de las regiones como Estados Unidos y el Mediterráneo; la rugosidad de la corteza, el tamaño del fruto y el contenido de jugo son diferentes.

2). Altitud: En las zonas tropicales se pueden producir cítricos desde el nivel del mar hasta 1500 m SNM dependiendo de la especie que se cultive. Las especies cultivadas en condiciones de altura poseen una coloración más viva, corteza resistente y tienden a madurar con mayor lentitud, ver Tabla 3.

3). Temperatura: Es uno de los factores climáticos más importantes, influye en la brotación, floración, mantenimiento de los frutos jóvenes en el árbol y calidad del fruto. En condiciones tropicales como las de Guatemala, los árboles florecen escasamente, pero lo hacen varias veces al año. Cuando las temperaturas del día son mayores de 30° C y de noche son mayores de 21° C, los frutos de entre 8 a 10 mm de diámetro tienden a caer. Si la temperatura se mantiene alta y constante los frutos tienden a permanecer verdes (por los altos contenidos de clorofila), pero cuando desciende de los 15° C su coloración se torna anaranjada (por altos contenidos de caroteno). En conclusión el rango de temperaturas óptimas para el desarrollo de cítricos está entre 23° C y 34° C; siendo los valores máximos sin provocar daños secundarios entre 12° C y 40° C, ver Tabla 3 y 4.

4). Humedad relativa: Es un factor decisivo en la producción de cítricos. Influye en las etapas del desarrollo fenológico de la planta: brotación, floración, crecimiento y calidad de fruta, como se muestra en la Tabla 4. Si disminuye la humedad relativa en las primeras etapas del desarrollo del fruto, estos tienden a caer; y cuando esto sucede al tener frutos desarrollados, aparecen manchas y rajaduras en los mismos.

5). Lluvia: En condiciones ideales las lluvias en una plantación de cítricos deben estar bien distribuidas a lo largo del año y ser de entre 900 y 1200 mm/año.

Estas dos condiciones no se presentan en ningún lugar del territorio guatemalteco (Blanco 2000). La lluvia sólo puede ser sustituida por riego. Épocas de sequía seguidas por épocas de lluvia inducen la floración. Se ha determinado que se requieren aproximadamente 30 días de sequía total para poder inducir una floración aceptable. El tamaño del fruto es menor cuando en el momento intermedio del crecimiento existe un período de sequía. La acidez y el contenido de azúcares son bajos en el fruto cuando existen lluvias intensas, aproximadamente dos meses antes de la recolección. La presencia de mucha humedad en el suelo en la época de lluvia puede provocar problemas de asfixia en las raíces o susceptibilidad a hongos.

Tabla 3. Condiciones de clima y suelo óptimas para el establecimiento de plantaciones de cítricos.

Cítrico	Temperatura °C		Temperatura °C	Precipitación mm/año	Altitud m SNM	pH	Materia Orgánica %
	mínima	máxima	óptima				
Naranja Washington	12	38	25	900-1,200	900-1,800	6-7	2-4
Naranja Valencia	12	38	25	900-1,200	50-900	6-7	2-4
Limas Ácidas	12	38	30	900-1,200	50-1,500	6-7	2-4
Mandarinas	12	38	--	900-1,200	250-1,800	6-7	2-4

Fuente: Loussert 1992.

Tabla No. 4. Influencia del clima en el desenvolvimiento de cítricos.

CARACTERÍSTICA	CLIMA CALIENTE Y HÚMEDO	CLIMA FRÍO Y SECO
Inflorescencia	FloreCIMIENTO temprano	FloreCIMIENTO tardío
Madurez del fruto	Madurez temprana	Madurez tardía
Tamaño y forma del fruto	Fruta grande y larga	Fruta pequeña y aplanada
Desarrollo del árbol	Crecimiento rápido	Crecimiento lento
Características de la cáscara	Cáscara delgada y suave	Cáscara gruesa y rugosa
Color del fruto	Fruto pálido (color fuerte en región árida y caliente)	Fruto permanece verde
Contenido de jugo	Fruto más jugoso	Fruto menos jugoso
Sabor del fruto	Fruto más dulce	Fruto más ácido

Fuente: Manual Ortho. *Cítricos y plantas subtropicales*.

6). Calidad de luz solar: Los frutos que crecen en la parte externa del árbol presentan una mejor coloración. Los frutos que crecen en la parte el interior de los árboles poseen un desarrollo más lento.

7). Viento: Vientos mayores de 25 Km./h son potencialmente dañinos. Se caen las flores y frutos pequeños, hay rozaduras de las ramas con los frutos lo que afecta la apariencia física de los mismos (Blanco 2000 y Manual Ortho 1985).

8). Suelo: Es indispensable conocer las características del sustrato donde se sembrará la especie elegida. La cantidad de elementos nutritivos disponibles, el tipo de suelo, la acidez y la cantidad de materia orgánica determinarán el desarrollo y crecimiento de la planta.

La deficiencia de los elementos menores o micronutrientes presenta una sintomatología importante de conocer.

- Magnesio: Se presenta clorosis en forma de “V” desde el ápice de la hoja hasta la base, Figura 1(a).
- Zinc: Moteado clorótico en hojas jóvenes que a su vez son más pequeñas. Éstas presentan muerte regresiva, Figura 1(c).
- Hierro: Nervaduras de la hoja siempre verdes mostrando una especie de esqueleto Figura 1(d).
- Manganeso: Moteado clorótico como la deficiencia de zinc, pero mostrando espacios menos acentuados Figura 1(b).
- Cobre: Hojas anormalmente grandes de color verde oscuro, brotes largos y frágiles en forma de “S” con pústulas de color marrón en las ramas.
- Molibdeno: Manchas amarillas en las hojas y en casos severos defoliación Figura 1(f).
- Nitrógeno: Las hojas se presentan de color verde claro o amarillo y caen prematuramente, Figura 1(d) (Timmer *et al.* 2000).

Figura 1. Algunos síntomas producidos por deficiencia de nutrientes.  
(Manual Ortho 1985 y Pratt 1958)



1(a). Deficiencia de Magnesio



1 (b).Deficiencia de Manganeso



1 (c). Deficiencia de Zinc



1 (d). Deficiencia de Hierro



1 (e). Deficiencia de Nitrógeno



1 (f). Deficiencia de Molibdeno

3. Principales especies de consumo humano. Entre las principales especies de cítricos que se consumen en el mundo podemos mencionar: *Citrus sinensis*, naranjas y naranjas agrias; *Citrus latifolia* y *Citrus aurantifolia*, limas; *Citrus grandis*, pomelos; *Citrus reticulata* y *Citrus renshi*, mandarinas; *Citrus paradisi*, toronjas; *Citrus clementina*, clementinas y *Citrus limon*, limón (Reyes 1986 y Reece 1968). Se considera que varios de los cítricos en cultivo son resultado de cruces naturales entre especies originales, producidas tanto en su zona de origen como en los países a donde fueron llevadas (Morín 1980).

Según Blanco 1999, en Guatemala se han cultivado en plantaciones comerciales las siguientes especies y sus variedades:

a. *Citrus sinensis*. naranja dulce:

1). Naranja Navel: Se distinguen por la presencia de un pequeño fruto secundario incluido en el ápice del fruto primario. Su fruto no tiene semillas y es de buen tamaño. Se consume como fruta fresca. Son menos productivas y más específicas en su adaptación al clima.

En Guatemala se tiene la variedad Washington Navel, que es la más representativa de este grupo y se cultiva en las zonas de Alotenango, Sacatepéquez y en Cuilapa, Santa Rosa.

2). Naranjas comunes: Se utilizan tanto para consumo fresco como para la agroindustria. Dentro de este grupo se encuentran los clones de Valencia Late. Es la variedad que más se cultiva a nivel mundial. Tiene como características: maduración tardía, frutos de alta calidad, buen porcentaje de jugo y frutos que se mantienen por largo tiempo en el árbol. En Guatemala se cultiva esta variedad en los departamentos de Santa Rosa, Escuintla, Suchitepéquez y Retalhuleu. Otros clones conocidos mundialmente son Olinda, Frost, Cutre, 121, Campbell y Criolla.

b. Limas ácidas: En Guatemala se han cultivado dos variedades, limón criollo y lima persa.

1). *Citrus aurantifolia*. Limón criollo: Es una planta espinosa, muy productiva. Sus frutos presentan mucha semilla. Se utiliza como fruta fresca y en la agroindustria se usa deshidratada y procesada para extraer aceite esencial o en la fabricación de té. En Guatemala se cultiva en la costa sur y parte del oriente.

2). *Citrus latifolia*. Lima persa, Tahití o Limón persa: Posee frutos de mayor tamaño, sin semilla y de más fácil recolección. La planta tiene menos espinas y es altamente productiva. El cultivo de esta variedad, ha incrementado en los últimos años en Guatemala debido a su demanda en el mercado exterior (Estados Unidos y Europa). En Guatemala se cultiva en Escuintla, Santa Rosa, Alta Verapaz, Zacapa, Suchitepéquez y Retalhuleu.

4. **Importancia de los cítricos.** Los cítricos son un cultivo importante en regiones tropicales y subtropicales. Los países productores se pueden dividir en tres grupos principales: América del Sur y Asia (Brasil, Argentina, Sudáfrica, China y Japón) producen el 37% de la producción total. América del Norte y Central poseen un 36% de la producción total, y la región Mediterránea (Italia, España, Marruecos, Grecia, Chipre e Israel) tiene un 27% de la producción total. Estados Unidos es el mayor productor de cítricos, considerando principalmente naranjas y toronjas. La región Mediterránea produce la mayor cantidad de limones (Cano 1992). Según Pérez 2001, la producción mundial anual de cítricos en el año 2000 fue 90 millones de toneladas métricas (TM) distribuidas así: 67% de naranja, 18% mandarina, 10% limón y 5% toronja. De la producción total, 57 millones de TM (63.33%) se utilizó como fruta fresca y 33 millones de TM (36.66%) se utilizó en la agroindustria.

Los árboles de cítricos, en especial el naranjo y el limonero, son considerados entre los frutales más importantes del mundo; su cultivo y su consumo se realizan en los cinco continentes, siendo exportados en forma comercial a casi todos los países. Los frutos frescos tienen un amplio mercado en el consumo doméstico y local (Tabla No. 5). Fuera del consumo fresco, los cítricos presentan un alto grado de industrialización, a nivel mundial, siendo procesados en forma de jugos naturales, concentrados, mermeladas y enlatados (Morín 1980).

El crecimiento y la importancia socioeconómica de la industria de los cítricos radica en cuatro aspectos: es fuente generadora de empleo desde la siembra hasta la comercialización, ayuda a mejorar la dieta alimenticia como fuente de vitamina C, contribuye al aprovechamiento racional de los recursos naturales del país que los produce y contribuye una alternativa viable a la diversificación agrícola (Palmieri y Reyes 1998).

## B. Situación del cultivo de cítricos en Guatemala.

El cultivo de los cítricos en Guatemala se remonta a la época de la Colonia y su siembra fue restringida a ciertas áreas de pequeña extensión. Hasta mediados del siglo 20 (década 60-70) el gobierno conjuntamente con la Asociación Nacional del Café promueve la diversificación de cultivos en el área cafetalera (Zaparolli 1991).

Se establecen plantaciones de medianas a pequeñas (20-45 ha) con algún grado de tecnificación. Posteriormente se fomenta la plantación de naranja de valencia en la costa sur (Blanco 1998). En los últimos años se fomenta el cultivo de cítricos con potencial de exportación. La lima persa (*Citrus latifolia*), se perfila como uno de los cultivos con buen potencial de exportación para mercados de Estados Unidos y Europa. En la década de 1980 se comienza a cultivar este producto. La mayoría de las plantaciones son jóvenes con árboles entre 1 y 8 años, alcanzando un rendimiento de 10-15 TM/ha (Blanco 1998).

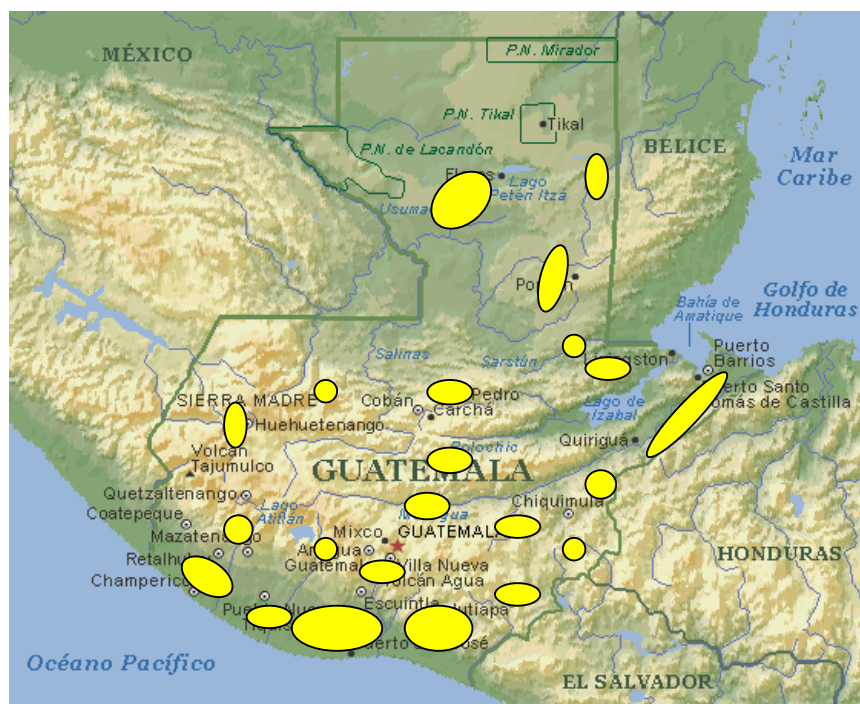
Los departamentos del país donde se producen cítricos están listados en la Tabla 5 y en la Figura 2. Los campos citrícolas de mayor importancia a nivel comercial se encuentran en Escuintla y Santa Rosa.

Tabla No. 5. Distribución de cítricos por departamento.

Departamento	Limón criollo Ha		Naranjas Ha		Limas persa Ha		Mandarinas Ha		Total Ha	
	1998	2004	1998	2004	1998	2004	1998	2004	1998	2004
Escuintla	--	--	1,100	8.5	2200	950.90	10	51.30	1,310	<b>1010.70</b>
Chimaltenango	--	--	17	4	15	41	5	10	37	<b>55</b>
Sacatepéquez	--	--	51	--	--	--	2	--	53	--
Suchitepéquez	--	--	200	6	75	440	--	48	275	<b>494</b>
Retalhuleu	--	11	100	--	140	493	284	156	524	<b>660</b>
Quetzaltenango	--	--	174	--	9	148	9	9	192	<b>157</b>
San Marcos	--	--	54	--	16	120	53	--	123	<b>120</b>
Quiché	--	--	--	--	--	10.22	--	0.56	--	<b>10.78</b>
Izabal	--	--	68	--	--	--	20	--	88	--
Zacapa	--	78.40	13	--	75	151.53	--	--	88	<b>229.93</b>
Progreso	--	154.40	--	--	52	62.60	--	--	52	<b>217</b>
Jutiapa	--	--	35	4.03	8	40.94	14	8.62	57	<b>53.59</b>
Santa Rosa	--	--	826	267	58	291.40	101	133.50	985	<b>691.90</b>
Chiquimula	--	1	17	17.65	--	3.96	--	9.15	17	<b>31.76</b>
Alta Verapaz	--	--	75	--	50	--	20	--	145	--
Baja Verapaz	--	--	--	13.38	--	46.48	--	19.54	--	<b>79.39</b>
Otros	--	--	255	--	--	--	--	--	255	--
<b>Totales</b>		<b>244.80</b>	<b>2,985</b>	<b>320.56</b>	<b>698</b>	<b>2760.03</b>	<b>518</b>	<b>445.66</b>	<b>4,201</b>	<b>3811.05</b>

Fuentes: Profruta, 1998 y 2004.

Figura No. 2. Áreas productoras de cítricos en Guatemala



Fuente: Zapparoli, 1991.

Existen aproximadamente 7,000 ha de cítricos en el país. De esta área de cultivo, 35 % (2,500 ha.) está dedicado a naranja dulce, 57 % (4,000 ha.) a limón criollo y a lima persa, 6 % (500 ha.) a mandarina. Además existen pocas áreas de cultivo dedicadas a otros cítricos como toronjas, tangelos, limas dulces y otros (Blanco 2000; Salguero 1992; Zaparolli 1991 y Profruta 2004).

Según los datos reportados por el Banco de Guatemala (BANGUAT), la producción total de cítricos en el año 1,999 fue de 40,359 TM. La mayoría de la producción es utilizada para el consumo interno como fruta fresca. El nivel de exportación es mínimo y se restringe a El Salvador, Honduras y el sur de México (Salguero 1992), ver Tabla 6.

Tabla No.6. Mercado y destino de los cítricos en Guatemala.

<b>PRODUCTO</b>	<b>CONSUMO INTERNO</b>	<b>EXPORTACIONES</b>
Naranjas	Como fruta fresca: naranja de mesa y jugo. Variabilidad de precios en función de la época de producción. Industria: producción de jugos y néctares.	Especialmente a países fronterizos con Guatemala: Honduras, El Salvador y parte de Méjico, como fruta fresca. Existen problemas para ampliar el mercado debido a la falta de coloración externa de la fruta y limitantes cuarentenarias por la mosca.
Limas ácidas (limón persa y criollo)	Como fruta fresca: para la obtención de jugo. Industria: en producción de aceites esenciales y deshidratado.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Como fruta fresca, se ha hecho estudios para exportar a Estados Unidos y Europa; con buenos resultados. Se exporta a Honduras, El Salvador y sur de Méjico</li> <li>• Como aceites esenciales: para la industria de refrescos y perfumería. Se exporta a Estados Unidos.</li> <li>• Como deshidratados: posee buena demanda en Méjico y Medio Oriente.</li> </ul>

Fuente: Zaparolli 1991.

Según Blanco 1999, la situación de la citricultura en Guatemala depende en gran escala de las características que identifican a los productores. Dentro de ellas se pueden mencionar:

- Son pequeños o medianos productores (posee cultivos desde 0.1 ha a 100 ha).
- Tienen bajo nivel de tecnología para producir.
- Utilizan material de propagación que no garantiza su fitosanidad y calidad genética.
- Su producción es estacional por no conocer clones y variedades así como tecnología para producir fuera de estación.
- Producen bajos volúmenes, lo que hace difícil exportar su producción y abastecer las demandas requeridas por los países potencialmente consumidores.
- Las características y la calidad que presentan los frutos que producen no son muy buenas y uniformes.
- Poseen poco financiamiento para la producción de plantitas (viveros); para la producción de fruta (huertos) y para la agroindustria.
- Poseen a su alcance poca información sobre el cultivo de cítricos, enfermedades, fitosanidad y manejo de huertos.

### C. Enfermedades de cítricos.

La historia de la producción mundial de cítricos ha tenido altibajos dramáticos a través de los años, atribuidos en gran medida a enfermedades de las plantaciones. A mediados del siglo XX se reportó una epidemia desastrosa causada por el hongo *Phytophthora* el cual ocasionó la muerte de casi todas las plantitas en los viveros de cítricos de todo el mundo. Posteriormente se presentaron otras enfermedades en plantaciones que también provocaron la muerte de muchos árboles, entre ellas podemos mencionar: tristeza en Asia, África y Australia que luego llega hasta Argentina y Brasil; y Greening Disease (por su nombre en inglés) que también se presentó en Asia, África y áreas del Pacífico (Roistacher 1991).

Así como todos los cultivos a nivel comercial, los cítricos están expuestos a una serie de problemas causados por pestes. Esto incluye insectos, ácaros, hongos,

bacterias, nemátodos, virus, viroides y otros, lo que puede causar diferentes grados de daño y afectar la calidad y cantidad de la cosecha por un lado y el vigor y longevidad de los árboles por el otro. La mayoría de estos problemas pueden ser resueltos en el campo usando medidas de control convencional como prácticas culturales, sanidad en el campo, quimioterapia. Son excepción los problemas causados por virus y organismos parecidos a virus en los que la única cura conocida es proveer material vegetativo sano (libre de virus) usualmente bajo el marco de programas fitosanitarios basados en diagnóstico, detección y eliminación de los agentes causales, así como del mantenimiento y distribución de material sano (Brader 1991).

En este trabajo se estudiarán las enfermedades causadas por virus y viroides y la forma de controlarlas. Las enfermedades virales son las más peligrosas y devastadoras de los cítricos. Sus efectos son graves y pueden diezmar o destruir por completo una plantación o mantenerla improductiva por muchos años. La detección de estas enfermedades ha tenido un desarrollo significativo a lo largo del último medio siglo. En la actualidad existe una gran variedad de métodos de detección de las mismas tales como plantas indicadoras y métodos de laboratorio, que tienen un rango amplio desde el cultivo del agente causal hasta técnicas variadas de biología molecular.

Se han descubierto nuevos virus, aunque se sospecha que existen desde hace muchos años. Actualmente se conocen alrededor de 27 enfermedades importantes causadas por virus y viroides (Castle *et al.* 1989).

## 1. Factores que influyen en la presencia de enfermedades.

a. Relación patógeno – huésped: Existe una gran variedad de agentes patógenos causantes de las enfermedades en los cítricos. Cuando estos patógenos alcanzan la superficie de la planta entran a las células por medio de las heridas causadas mecánicamente o por insectos. Entonces la planta está contaminada. Si las células no permiten la multiplicación de los patógenos, la planta es resistente y no actúa como huésped del agente. Estas plantas son libres de patógeno y no presentan síntomas. Si por el contrario, estos organismos se establecen en las células y se multiplican causando daño, la planta es susceptible. En este caso los

síntomas de la enfermedad son evidentes. Existen casos en los que los patógenos están presentes en las células de la planta huésped pero no se presentan síntomas, la infección es inaparente, está latente. Bajo estas condiciones, la planta es tolerante a la enfermedad (Bos 1983). La mayoría de las especies de cítricos que no presentan síntomas de enfermedad aún después de ser inoculadas, son tolerantes. Las especies resistentes son poco comunes y a veces es difícil de distinguir entre resistente y tolerante. Una planta puede ser resistente o tolerante dependiendo de la raza de virus que la infecta. Una misma raza de un virus puede presentar síntomas en una variedad de cítrico pero no presentarlos en otra. De la misma forma la diferencia entre tolerante y susceptible no siempre se puede definir. Dependiendo de la raza del virus, un huésped puede mostrar síntomas severos, moderados, suaves o ninguno (Bové 1995).

Cuando los patógenos entran a las células de la planta, atacan el tejido cercano a donde fueron introducidos, en ese caso la infección es local. Si la infección se ha esparcido por todos los tejidos de la planta, es sistémica. La severidad de la enfermedad depende de la patogenicidad del organismo causante y de la predisposición del huésped; y está determinada por la agresividad y la virulencia del patógeno; es decir, de la habilidad del patógeno de infectar o invadir un huésped y multiplicarse. La predisposición o la vulnerabilidad que tiene el huésped de recibir el patógeno, depende de la susceptibilidad (que tan listo está para recibir al patógeno) y de la sensibilidad (la reacción al patógeno). Una planta puede ser altamente susceptible, pero poco sensible (Bos 1983). En la tabla 7 se presentan las especies de cítricos de mayor importancia en Guatemala y sus características de susceptibilidad o tolerancia a algunas enfermedades virales o viroidales.

b. Formas de transmisión: La transmisión de las enfermedades virales se da por varios agentes: injerto, incluyendo el injerto natural por yuxtaposición de las raíces, por vectores, en forma mecánica, por parasitoides (otras plantas que parasitan), por semillas y por polen (Bos 1983).

Tabla No. 7. Tolerancia o susceptibilidad de diferentes plantas de cítricos a enfermedades causadas por virus o viroides.

Planta	ENFERMEDAD											
	Tristeza	Vein enation	Concavidad gomosa	Complejo Psorosis	Impietatur a	Cristacortis	Tatterleaf	Infección variegada	Leprosis	Satsuma dwarf	Exocortis	Cachexia
Citringe Carrizo	T		T	T		T				S	S	T
Citrangle Troyer	T		T	S T PA		T				S	S	T
Citron (Etrog)	S		T	S	T	T		S		T	S	T
<i>Citrus excelsa</i>	S			S			S			S		
<i>Citrus macrophylla</i>	S										T	S
<i>Citrus volkameriana</i>	T	S			S	T					T	S
Clementina	T		S	S	S	S		S		S	T	S
Toronja	T		S	S	S	S		S	S	S	T	T
Limones	T	S	T	S	S	T		S		S	T	T
Limas (Key, mejicana)	S	S	T	S		T		S		S	T	T
Mandarinas	T	S	S	S		S			S	S	T	
Mandarina Cleopatra	T								S		T	T
Mandarina Parson en <i>C. volkameriana</i>												S
<i>Porcirus trifoliata</i>	T		T	T	S	T		T		S	S	T
Pomelos	S			S				S			T	T
Lima Ragpur	T	S	T	S		S					S	S
Limón agrio	T	S	T	S T PA	S	S			S	S	T	T
Satsuma	T					S		S		S		S
Satsuma en <i>P. trifoliata</i>							S					
Naranja agria	S	S	T	S T PA	S	S	T	S	S	S	T	T
Lima dulce	S		T	T		S		S			S	S
Naranja dulce	S** T	S	S	S	S	S	T	S	S	S	T	T
Naranja dulce en <i>P. trifoliata</i>							S					
Naranja dulce en naranja agria	S											
Tangelo	T		S	S	S	S				S	T	S
Lima Persa	S									T	S	T

S: susceptible, T: tolerante, S\*\*: susceptible a cepas severas, T PA: Tolerante Psorosis A

Fuentes: Bové 1995 y Roistacher 1991.

1). Semilla: Según Bové, la mayoría de los virus y viroides no se transmiten por medio de la semilla, debido a la característica que presentan varias especies de rutáceas de producir líneas nucelares.

2). Injerto: Este método de transmisión es el más común. Este ha sido el responsable de la distribución de varias enfermedades en plantaciones de un continente a otro. La transmisión se da cuando se injerta material vegetativo contaminado a plantitas que se usan como patrón (Tabla No. 9). En algunos casos se ha reportado transmisión por medio de yuxtaposición de las raíces de dos árboles vecinos (Bos 1983).

3). Mecánica: La transmisión se da cuando el patógeno es llevado sin intención de un árbol infectado a uno sano por medio de los instrumentos usados para podar, injertar y otros. Esta técnica es muy utilizada en el laboratorio para inocular plantas indicadoras.

4). Vectores: Existen varios virus que son transmitidos por insectos o ácaros. Una plantación puede resultar infectada si existe el vector y el patógeno en la región. Dentro de los grupos de insectos más efectivos como vectores están los áfidos (pulgones) y los psílidos. Los ácaros tienen un papel importante en la transmisión de enfermedades como la leprosis (Tabla No. 8).

Tabla No. 8. Insectos o ácaros vectores de enfermedades producidas por virus viroides u otros patógenos.

Enfermedad	Especie	Tipo de vector	Tipo de agente
Leprosis (virus)	<i>Brevipalpus phoenicis</i> (Brasil) <i>Brevipalpus californicus</i> (Florida) <i>Brevipalpus obovatus</i> (Argentina y Venezuela)	Ácaro rojo, araña roja Ácaro plano de cítricos  Ácaro de la lepra explosiva	
Psorosis (virus)	No identificado pero hay evidencia de transmisión natural		
Satsuma dwarf (virus)	No identificado pero hay evidencia de transmisión natural		
Citrus chlorosis dwarf (virus)	<i>Parabemisia myricae</i>	Mosca blanca	
Citrus variegated chlorosis (bacteria <i>Xylella fastidiosa</i> )		Cicadélidos	
Stubborn (micoplasma <i>Spiroplasma citri</i> )	<i>Scaphytopius nitridus</i> <i>Circulifrer tanellus</i> <i>Neoliturus haemoceps</i>	Cicadélidos	

Continuación Tabla No. 8

Enfermedad	Vector	Tipo de vector	Tipo de agente
Tristeza (virus)	<i>Toxoptera citricida</i> (Afido) <i>Aphis gossypii</i> (Afido) <i>Aphis craccivora</i> (Afido) <i>Toxoptera aurantii</i> (Afido) <i>Dacynotus jaceae</i> (Afido)	Pulgón negruzco Pulgón del algodón Pulgón Pulgón negro Pulgón	Semi-persistente Semi-persistente Semi-persistente Semi-persistente Semi-persistente
Vein enation (virus)	<i>Toxoptera citricida</i> <i>Aphis gossypii</i> <i>Myzus persicae</i>	Pulgón negruzco Pulgón del algodón Pulgón verde	Persistente Persistente Persistente
Greening (bacteria <i>Liberobacte sp</i> )	<i>Spanioza erytrae</i> <i>Trioza erytrae</i> <i>Diaphorina citri</i>	Psílido Psílido Psílido	Persistente Persistente Persistente

Fuentes: Bové 1995, Garnsey 2002 y Schwarz 1968.

5). Otros: Se han reportado otros métodos de transmisión, por medio de nemátodos o por el polen (Bové 1995).

Tabla 9. Enfermedades de cítricos transmitidas por injerto.

Características	Enfermedades
Inducen pérdidas severas <ul style="list-style-type: none"> <li>Son transmitidas por vector</li> <li>Se cree que son transmitidas por vector</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>tristeza, greening y stubborn</li> <li>blight y enfermedades relacionadas</li> </ul>
Inducen pérdidas moderadas, son transmitidas mecánicamente por yema o no es conocido su vector	Exocortis, cachexia, satsuma dwarf, tatterleaf, infectious variegation y ringspot psorosis
Enfermedades que pueden ser controladas por el uso de yemas libres de virus y que son principalmente transmitidas por humanos al manipular las yemas	La familia de psorosis A, la familia del patrón de hoja de encino incluyendo concave gum, impietratura y cristacortis
Enfermedades que son transmitidas por vector pero con un menor impacto económico	Vein enation
Enfermedades misceláneas y las que no se conoce su etiología	Gummy bark y línea de injerto anormal

Fuente: Roistacher 1991.

c. Otras condiciones: Según Anderson, *et al.* 1994, existen varias condiciones que pueden dar oportunidad a que una enfermedad viral aparezca en plantas:

- Cambios ecológicos o sociales que traen al huésped en contacto con vectores o patógenos desconocidos.
- Han sido creados nuevos habitats que permiten a microorganismos raros o remotos convertirse en abundantes y en contacto con las plantas huésped.

- El patógeno es introducido a poblaciones donde no había sido expuesto.
- El movimiento poblacional trae a poblaciones no resistentes de plantas en contacto con poblaciones de patógenos que atacaban otras especies, que al estar en contacto con plantas nuevas las infectan.
- Las poblaciones de plantas se vuelven más vulnerables a las enfermedades a través de las drogas, mala nutrición o estrés ambiental.
- Los patógenos son transmitidos de otras especies.
- Los patógenos evolucionan a cepas más virulentas.
- Las comunidades mixtas de patógenos permiten la hibridización o recombinación creando nuevos tipos de patógenos.
- Organismos creados por biotecnología escapan o son liberados al ambiente y evolucionan.

2. Patógenos productores de enfermedades en cítricos. Varios virus y organismos parecidos a virus han sido caracterizados y se han clasificado en virus, viroides y procariotas restringidos al floema. Todos estos organismos pueden ser transmitidos por injerto y producen enfermedades en plantas susceptibles.

Los virus y viroides son parásitos obligados, pues sólo se pueden multiplicar en una célula viva. En la ausencia de esa célula ellos son inertes, incapaces de replicación autónoma y tampoco pueden ser cultivados en un medio libre de células. Estos organismos no poseen la estructura de la célula, pero tienen una estructura simple, son macromoléculas. En contraste, los procariotas restringidos al floema, tienen una estructura celular y algunos pueden ser cultivados en un medio libre de células. Las características comunes de estos dos tipos de organismos, virus – viroides y procariotas restringidos al floema son: se encuentran localizados dentro de las células de su huésped, son endocelulares y pueden ser transmitidos de una planta enferma a otra sana por multiplicación de yemas o injerto (Bové 1995).

a. Virus: Los virus se forman en la célula hospedera por la asociación de sus componentes. Los virus simples están formados de una molécula de ácido nucléico (genoma) contenido en una envoltura de proteína llamada cápside. La naturaleza de un virus es dada por el ácido nucléico, que puede ser ácido ribonucleico (ARN) o ácido desoxiribonucleico (ADN). Los virus no se dividen ni producen algún tipo de

estructura reproductora especializada, pero se propagan al inducir a las células hospedantes a que formen más partículas virales. No producen enfermedades mediante el consumo de células o matándolas con toxinas, sino utilizando las sustancias celulares, ocupando los espacios libres en la célula y alterando los componentes y procesos celulares, que a su vez alteran el metabolismo de la célula. Los virus hacen que su huésped produzca sustancias anormales y genere condiciones que influyen negativamente sobre las funciones y vida de la célula o del organismo que atacan. La mayoría de los virus que atacan las plantas tienen una cadena de ARN positiva que contiene al menos dos genes importantes no contenidos en una célula sana: uno encargado de codificar la enzima ARN replicasa, que es la responsable de la replicación de las nuevas moléculas de RNA y otro gen que codifica la proteína de la cápside. La formación de un nuevo virus, según Bové 1995, ocurre en los siguientes cuatro pasos:

- El ARN viral infeccioso codifica la ARN replicasa.
- La ARN replicasa sintetiza el nuevo ARN viral.
- El nuevo ARN viral codifica la nueva proteína de la cápside.
- Se combina el nuevo ARN y la proteína nueva de la cápside para formar el nuevo virus

Recientemente se ha descubierto que varios virus poseen un tercer gen importante que codifica la proteína de transporte responsable de la translocación del virus al resto de la planta (Bové 1995).

La cápside protege el ácido nucléico que está en el interior del ambiente extracelular y de la degradación producida por las nucleasas. Esta capa está hecha de un gran número de proteínas idénticas. En algunos casos las proteínas están ensambladas en forma de simetría helicoidal (H), lo que da como resultados partículas virales con una morfología filamentosa o de fila. En otros casos las proteínas están dispuestas en simetría icosaédrica (I). La cápside de algunos virus está rodeada de una envoltura membranosa derivada de la membrana celular de la célula huésped. La mayoría de los virus de plantas carecen de esa envoltura (Bové 1995 y Agrios 1999). En la Tabla 10 se muestran algunas características de los virus que causan enfermedades en cítricos.

Tabla No. 10. Virus de cítricos caracterizados o parcialmente caracterizados.

Enfermedad	Virus	Envoltura	Simetría	Componentes de la cápside del núcleo	Diámetro de los viriones isoméricos (nm)	Largo de viriones isoméricos (nm)	Grupo al que pertenecen
Infección variegada	CVV	no	I	4	25 - 32		Iarvirus
Leprosis	CLV	si	H	1		120	Rhabdovirus
Psorosis	CPV	no	H	1		654 - 680	Ophiovirus
Satsuma dwarf	SDV	no	I	2	26		Nepovirus
Tatterleaf	CTLV	no	H	1		650	Closterovirus
Tristeza	CTV	no	H	1		2000	Closterovirus
Vein enation	CVEV	no	I	1	28		Luteovirus

\* I = Icosahédrica

H = Helicoidal

Fuentes: Bové 1995 y Brunt *et al.* 1990.

2. Viroides: Los viroides difieren de los virus en su estructura y su forma de replicarse. Son partículas de ARN sin cápside. El ARN de los viroides es diez veces menor que el ARN de los virus más pequeños. Su replicación no involucra proteínas de codificación, depende de las enzimas del huésped.

Los viroides de cítricos se pueden clasificar en cinco diferentes grupos como se muestra en la Tabla 11. Han sido distribuidos en su mayoría por la introducción y propagación de material vegetativo infectado y posteriormente por transmisión mecánica. Las técnicas utilizadas para eliminar los viroides de plantas infectadas es por medio de injerto de meristemos o por plantas nucelares. Los viroides son extremadamente tolerantes al calor por lo que no han sido eliminados por termoterapia (Bové 1995 y Roistacher 1991).

Tabla 11. Viroides de cítricos caracterizados o parcialmente caracterizados.

Grupo	Descripción	Nucleótidos
CEV	Viroide más largo de los cítricos, asociado con la enfermedad exocortis	371 – 375
CV- I	Consiste de dos viroides de cítricos menores que CEV	
CV - I a		330 – 340
CV - I b	Más pequeño que CV – I a, puede ser una variante del mismo	330 – 340
CV - II	Movilidad electroforética cerca de III y IV. Alto grado de homología en sus secuencias	290 – 300
CV - II a		
CV - II b (CcaVd)	Agente causal de la enfermedad cachexia	
CV - III		
CV - III a	Movilidad electroforética cerca de II y IV.	290
CV - III b	Contenido en bajas concentraciones en citrones infectados.	290
CV - III c		
CV - III d		
CV – IV	Viroide más pequeño de los cítricos	275

Fuente: Durán-Vila *et al.* 1988.

3. Enfermedades producidas por virus y viroides. En la Tabla 12 se presentan las enfermedades reportadas frecuentemente y que son producidas por virus y viroides; en la Tabla 13 se enumeran los síntomas que presentan las plantas con estas enfermedades.

Tabla No.12. Enfermedades de cítricos causadas por virus y viroides.

Enfermedad	Clave	Agente	Grupo	Transmisión primaria	Otro tipo de transmisión	Distribución geográfica
Tristeza a)Acanalado del tallo b)Amarillamiento de plantitas c) Muerte súbita	CTV	Virus	Closterovirus	Vector (áfido)	Por injerto, mecánica	Argentina, Brasil, Venezuela, Estados Unidos, España, Israel. Se ha distribuido en todo el mundo.
Vein enation	CVEV	Virus	Luteovirus	Vector (áfido)	Por injerto, no transmisión mecánica o por semilla	Endémica en Perú, Japón y California. Sudáfrica, Australia. Turquía, España y posible en China.
Leprosis	CiLV	Virus	Rhabdovirus	Vector (ácaro)	Por injerto	Argentina, Brasil, Paraguay, Venezuela, Estados Unidos, Panamá, México, Filipinas, Japón, China, India, Egipto, África del Sur.
Infección variegada a) Crinckly leaf b) Leaf rugose	CVV	Virus	Iarvirus	Mecánica	Baja transmisión por semilla, no reportado vector	Estados Unidos, Mediterráneo, Japón. Australia, Argentina
Satsuma dwarf a) Navel infectiour mottle virus b) Citrus mosaic virus c) Natsudaidai dwarf virus	SDV NIMV  CiMV  NDV	Virus	Nepovirus	Mecánica	No evidencia de vector, por injerto	Japón, Turquía y posiblemente en China continental.
Tatterleaf	CTLV	Virus	Closterovirus	Mecánica	Por injerto	China, Japón, Sud-áfrica y California

Continuación Tabla No. 12.

Enfermedad	Clave	Agente	Grupo	Transmisión primaria	Otro tipo de transmisión	Distribución geográfica
Exocortis	CEV	Viroide	Grupo V	Mecánica	Por injerto	Australia ahora en todo el mundo
Cachexia	CV IIb	Viroide	Grupo II	Mecánica	Por injerto	En todo el mundo
Concavidad gomosa		Virus	Sobemovirus	Por injerto	Por injerto natural de raíces, no mecánica ni vector	Mediterráneo puede estar en otras partes del mundo
Impietratura		No aislado, posible virus		Por injerto	No por semilla, vector o mecánica	Mediterráneo, Irán, Palestina, India, Sudáfrica y Venezuela
Cristacortis		No aislado, posible virus		Por injerto	No por vector o mecánica	Mediterráneo. Su presencia en el resto del mundo es limitada
Psorosis a) Psorosis A b) Psorosis B c) Ringspot d) Argentina	CPV  CRSV	Virus	Ophiovirus	Por injerto	Ringspot (mecánica) Argentina (se cree hay vector)	Originaria de Oriente está distribuida mundialmente

Fuentes: Roistacher 1991; Bové 1995.

Tabla No. 13. Síntomas observados en el campo de enfermedades causadas por virus y viroides en cítricos.

Enfermedad	Síntomas	Cítricos susceptibles
Tristeza	<ul style="list-style-type: none"> <li>Las raíces e incluso el tallo no tienen ninguna reserva de almidón.</li> <li>Caída y muerte de las hojas.</li> <li>Los frutos se quedan en la planta hasta que se secan en ella.</li> <li>En árboles adultos: ausencia de retoños, pérdida de brillantez en las hojas y los frutos maduran prematuramente.</li> <li>En árboles jóvenes: floración abundante y alta fructificación que madura aceleradamente.</li> <li>Si se observa el tejido del floema en el microscopio existe la presencia de necrosis.</li> </ul> <p><u>Acanalado del tallo:</u> Se presentan hoyos alargados en la madera del tronco que corresponden a protuberancias en la parte interna de la corteza, que presenta una apariencia como de queso. Ahoyado severo en tronco está relacionado con clorosis en las hojas y crecimiento de los retoños en forma de "escoba de bruja".</p> <p><u>Amarillamiento de las plantitas:</u> Las plantitas en el vivero se ponen amarillas y se reduce su crecimiento.</p> <p><u>Muerte súbita:</u> Árboles adultos improductivos.</p>	<p>Naranja agria Naranja dulce Toronjas Lima Limón mejicano</p> <p>Acanalado del tallo se presenta en: Toronjas y sus híbridos, pomelo, tangelo, varios híbridos de cítricos y naranja dulce.</p> <p>Es raro en: naranja agria, naranja trifoliada y mandarina.</p>

Continuación Tabla No. 13.

Enfermedad	Síntomas	Cítricos susceptibles
Vein enation	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se forman protuberancias en el tallo llamadas agallas leñosas que crecen y luego se juntan formando una como coliflor. Estas protuberancias pueden crecer en las raíces también.</li> <li>• Se pueden observar estos abultamientos en las hojas de retoños vigorosos cuando las plantas están en condiciones de frío.</li> </ul>	Limón agrio, limón Volkameriana, lima mejicana y naranja agria. Agallas en hojas de limones y naranja agria
Leprosis	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Presencia de manchas cloróticas en las hojas a veces con un centro necrótico que son perceptibles en ambos lados de la hoja.</li> <li>• Aparecen manchas cloróticas y planas o un poco levantadas en el tallo y áreas planas o hundidas con zonas necróticas en el centro en los frutos.</li> <li>• Las lesiones pueden contener patrones concéntricos y a veces estar impregnadas de goma. Generalmente están rodeadas de manchas cloróticas. Si son abundantes las frutas y hojas se caen.</li> <li>• Las lesiones extensas en las ramas provocan la muerte de las mismas.</li> <li>• Las lesiones de la corteza puede formar hendiduras grandes parecidas a las de psorosis.</li> </ul>	Naranja dulce Toronja Limón agrio Mandarinas Naranja agria
Infección variegada	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Las hojas presentan manchas como de mosaico con abombado de algunos segmentos.</li> <li>• Acolochamiento de la hoja.</li> <li>• Se reduce el crecimiento de la planta.</li> <li>• Las razas suaves no inducen síntomas.</li> </ul>	Limón Naranja dulce Mandarina Toronja
Satsuma dwarf	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Crecimiento lento de árboles, quedan enanos.</li> <li>• Los retoños son cortos con hojas pequeñas y con forma de cuchara o barco. Son obvios en el crecimiento que se da en la primavera.</li> <li>• Los retoños se tornan cloróticos y los árboles son menos productivos.</li> </ul>	Mandarina Satsuma Natsudaidai, citrón, Dweet tangor, limón agrio
Tatterleaf	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aparecen manchas cloróticas en las hojas.</li> <li>• Hojas deformes con los márgenes irregulares</li> <li>• Los retoños tienen un tamaño reducido.</li> <li>• La unión del injerto presenta una hendidura que se va agrandando, si la herida es severa el tronco se rompe en esa área cuando hay viento fuerte.</li> </ul>	Mandarina Satsua Citrange Troyer Limón Meyer
Exocortis	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se presentan rajaduras en la corteza del patrón, que posteriormente se pela. Algunas veces se observa goma debajo de la corteza rajada. Si las lesiones llegan hasta la raíz principal ocasionan la muerte del árbol.</li> <li>• Las ramas y los retoños pueden mostrar puntos amarillos o manchas cloróticas.</li> <li>• El crecimiento de los árboles para y quedan enanos</li> <li>• Los frutos presentan forma de cono en uno de sus extremos.</li> </ul>	Citranges y lima Rangpur Naranja trifoliada Limón Volkameriana
Cachexia	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aparecen manchas de color café en la madera del tronco debido a la acumulación de goma.</li> <li>• Aparecen protuberancias o proyecciones en la corteza de la variedad que corresponden a depresiones en la madera, donde se localizan los puntos de goma.</li> </ul>	Tangelos Mandarinas Lima Rangpur <i>Citrus macrophylla</i>

Continuación Tabla No. 13.

Enfermedad	Síntomas	Cítricos susceptibles
Concavidad gomosa	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se observan depresiones en la madera y corteza del tronco y ramas principales con goma debajo.</li> <li>• Al hacer cortes transversales del tronco y ramas se pueden ver anillos concéntricos de goma. Este síntoma está asociado con las concavidades.</li> <li>• Las hojas jóvenes presentan manchas con un patrón como el de las hojas de encino.</li> </ul>	Naranja dulce, Mandarinas y Tangelos Anillos de goma se observan en Tangelos solamente
Impietratura	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aparecen muchos frutos pequeños que se ponen duros y caen al suelo, cuando son cortados muestran goma en la cáscara.</li> <li>• Las hojas jóvenes presentan manchas con un patrón como el de las hojas de encino.</li> <li>• Aparecen puntos circulares descoloridos en la cáscara de los frutos que corresponden a puntos de goma en el albedo.</li> <li>• Si se secciona el fruto los puntos de goma aparecen ocupando toda la cáscara y albedo.</li> </ul>	Naranja dulce Toronja Limón Volkameriana
Cristacortis	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se observan hundimientos pequeños y alargados (pitting) en la madera del injerto y del patrón con goma usualmente en la base, que corresponden a protuberancias en la corteza.</li> <li>• Las hojas jóvenes presentan manchas con un patrón como el de las hojas de encino.</li> </ul>	Naranja dulce, Mandarinas, Tangelos, Tangors, Toronjas, Naranja agria, Limón agrio, Lima y Limón
Psorosis	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El tronco y las ramas principales de la variedad presentan un descortezamiento en forma de escamas. Las escamas se caen y forman tejido nuevo que se vuelve a desprender.</li> <li>• La madera de los árboles presenta una coloración marrón por la acumulación de goma que se produce en las paredes de los vasos conductores.</li> <li>• Las hojas y los frutos presentan pequeñas estrías de color claro. Los síntomas de las hojas son observados fácilmente a contraluz.</li> </ul>	Naranja dulce Mandarina Toronja

Fuentes: principalmente Roistacher 1991; Wallace 1978 y Garnsey 1990.

## D. Pruebas usadas para determinar la presencia de enfermedades en cítricos

Cuando un patógeno se encuentra en una planta enferma, a veces puede ser identificado utilizando manuales especializados, si se sabe con certeza que el patógeno es la causa de la enfermedad. Si por el contrario no se tiene certeza del agente causal de la enfermedad, o se conoce que la infección es mixta (causada por varios patógenos), tendrán que considerarse los siguientes puntos:

- El patógeno debe encontrarse asociado con la enfermedad en todas las plantas enfermas que se examinen.
- El patógeno debe aislarse y desarrollarse en un cultivo puro y se deben describir sus características o bien debe permitirse que se desarrolle sobre

una planta hospedante susceptible (parásito obligado) y registrar su presencia y los efectos que produzca.

- El patógeno que se desarrolle en un cultivo puro debe ser inoculado en plantas sanas de la misma variedad o especie en que apareció la enfermedad y debe producir la misma enfermedad en las plantas inoculadas.
- El patógeno debe aislarse una vez más en un cultivo puro y sus características deben corresponder a las anotadas en el segundo punto.

En el caso de que los puntos mencionados, comúnmente conocidos como postulados de Koch, se cumplan, se tendrá la certeza de que el patógeno aislado es la causa de la enfermedad (Agrios 1999).

Existen diferentes técnicas utilizadas para determinar si una planta tiene determinado patógeno o enfermedad y las podemos clasificar así:

**1. Pruebas físicas:** Mediante técnicas de microscopía electrónica, como la tinción negativa de las partículas virales en frotis de laminillas de cobre o preparaciones purificadas. Mediante la observación al microscopio de luz de células infectadas para detectar inclusiones virales mediante coloraciones apropiadas.

**2. Pruebas biológicas:** Muchos virus y viroides causan síntomas característicos en sus hospedantes, y son estos síntomas los que permiten identificar rápidamente a la enfermedad y al virus o viroide. Pruebas de transmisión de virus a plantas hospedantes específicas mediante inoculación con la savia o a través de injerto y, a veces mediante vectores como insectos, nemátodos, hongos o ácaros (Tabla No. 14).

Tabla 14. Plantas indicadoras para la detección de virus y viroides de cítricos.

Enfermedad	Planta indicadora	Síntomas observados	Tipo de infección	Tiempo de expresión de síntomas	Temperatura ° C
Tristeza	<i>Citrus aurantifolia</i>  Lima mejicana	Aclaramiento en nervaduras de hojas, hojas en forma de cuchara, acanalado del tallo, disminución del crecimiento.  Flequeado intermitente en hojas jóvenes, necrosis en nervaduras de hojas adultas, acanaladura en ramas, enanismo y clorosis.	Sistémica	2 – 6 meses	24 – 26
Amarillamiento de plantitas	Toronja, limón, naranja agria	Disminución del crecimiento, amarillamiento de hojas en los retoños.		2 – 6 meses	24 – 27
Acanalado del tallo	Naranja dulce y toronja	Acanalado del tallo		2 – 6 meses	24 – 27

Continuación Tabla No 14.

Enfermedad	Planta indicadora	Síntomas observados	Tipo de infección	Tiempo de expresión de síntomas	Temperatura ° C
Vein enation	Lima mejicana Limón rugoso Naranja agria	Agallas en el tallo cerca de las espinas. Pequeños tumores en las nervaduras secundarias que corresponden con depresiones en el haz.	Sistémica	2 – 6 meses	24 - 27
Leprosis	<i>Citrus aurantifolia</i> <i>Citrus sinensis</i>	Manchas cloróticas que evolucionan a placas necróticas en hojas y brotes	Local	No determinado	18 - 26
Infección variegada	Etrog citrón	Acolochamiento de hojas, epinastía		2 – 6 meses	24 - 27
Satsuma dwarf	Mandarina Dweet, Citron, Limón	Enanismo, hojas con forma de cuchara o barco, epinastía.		Varios meses	12 -18
Tatterleaf	<i>Citrus excelsa</i> Citrange rusk Citrange Troyer	Hojas rasgadas y moteadas enanismo, crecimiento en zig-zag de retoños.	Sistémica	1 – 6 meses	24 – 26
Exocortis	Etrog citrón 861-S1	Epinastía foliar, arrugado y necrosis de pecíolo, grieta en el raquis, hoja y corteza. Enanismo, nervadura principal se pone café	Sistémica	1 - 6 meses	32 - 40
Cachexia	Parson s Special, mandarina, Orlando tangelo, limón agrio	Agujeros en la madera que corresponden con excrecencias de la corteza y gomosidad en la corteza y en la unión del injerto. Rotura de las uniones de las ramas jóvenes.	Sistémica	6 – 12 meses	32 - 40
Concavidad gomosa	Naranja dulce Tangor Dweet Mandarina	Clorosis tipo hoja de roble. Decoloración de la nervadura principal	Sistémica	2 – 6 meses	24 - 27
Impietratura	Naranja dulce Toronja	Decoloración de la nervadura principal, clorosis tipo hoja de roble, goma en el albedo del fruto.	Sistémica	2 - 6 meses	18 – 26
Cristacortis	Naranja dulce Mandarina	Decoloración de la nervadura principal, clorosis tipo hoja de roble en hojas jóvenes.	Sistémica	2 – 6 meses	24 – 27
	Orlando o Wekiwa tangelo	Acanalado del tallo.	Sistémica	1 – 2 años	
Psorosis	Naranja dulce Mandarina, Dweet, limón	Efecto de shock , clorosis tipo hoja de roble en hojas jóvenes.	Sistémica	2 – 6 meses	24 – 27
Ringspot	Naranja dulce	Efecto de shock (necrosis de los retoños), moteado clorótico en hojas jóvenes, patrón clorótico en hojas maduras, lesiones en el tallo	Sistémica	2 – 6 meses	21 – 27

Fuentes: Bové 1995, Roistacher 1991 y Brunt et al. 1990.

**3. Pruebas bioquímicas:** Estas pruebas varían según lo que se pretende determinar. Existen pruebas de diagnóstico serológico en el caso de los virus para los que existen antisueros específicos (ELISA, difusión en gel, prueba de microprecipitación y tinción con anticuerpos fluorescentes). Ver Tabla No. 15. Se pueden dividir en los siguientes grupos:

a. Pruebas para determinar las proteínas: Electroforesis (PAGE polycrilamide gel electrophoresis, CAGE cellulose acetate gel electrophoresis, AGE agar gel electrophoresis, SGE starch gel electrophoresis) y cromatografías. Pruebas de diagnóstico serológico en el caso de los virus para los que existen antisueros específicos (ELISA, difusión en gel, prueba de microprecipitación y tinción con anticuerpos fluorescentes).

b. Pruebas para determinar los ácidos nucleicos: Mediante pruebas electroforéticas, que se usan para detectar y diagnosticar viroides y ácido nucleico de los virus como hibridización (ADN complementario al ARN, ARN al ARN, ARN al cADN) de cierto viroide, en cuyo caso el ARN del viroide existe en la savia de la planta y se encuentra unido a un filtro membranoso. Esta técnica es un proceso cíclico, en el cual la enzima ADN-polimerasa hace copias de un ADN objetivo, para lo cual indicadores (oligonucleotidos “primers”) son establecidos. El número de copias es aumentado exponencialmente en cada ciclo. Otras técnicas usadas son: la amplificación y secuenciación de genes homólogos en organismos relacionados (PCR), en algunos casos, se usa una muestra de ARN genómico y es necesaria la síntesis de ADN complementario (ADNc), a través de la enzima transcriptasa reversa (RT-PCR), análisis de fragmentos y sitios restringidos y secuencia y clonación (Agrios 1999; Hillis *et al.* 1996 y Torres *et al.* 2001).

Tabla No. 15. Técnicas para la detección de virus y viroides en cítricos.

Enfermedad	Técnica	Agente o parte del agente detectada
Tristeza	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ELISA, DIBA (dot immuno binding assay), IEM (inmuno electrón microscopy) con anticuerpos monoclonales o policlonales</li> <li>• dsRNA PAGE</li> <li>• cDNA</li> <li>• Microscopía electrónico</li>   <li>• Microscopía de luz después de teñir el tejido con azure A</li> <li>• PCR</li> <li>• Inmunocaptura</li> <li>• Plantas indicadoras</li> </ul>	Proteínas de la cápside viral  Doble cadena de RNA RNA viral Uniones de los viriones en tejido del floema Agregados de viriones o cuerpos de inclusión
Vein enation	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Microscopía electrónica</li> <li>• PAGE</li> <li>• Plantas indicadoras</li> </ul>	Viriones Doble cadena de RNA
Infectious variegation	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ELISA</li> <li>• Plantas indicadoras</li> </ul>	Proteína de la cápside viral
Satsuma dwarf	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ELISA</li> <li>• Plantas indicadoras</li> </ul>	Proteína de la cápside viral
Tatterleaf	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PAGE</li> <li>• ELISA</li> <li>• Plantas indicadoras</li> </ul>	Doble cadena de RNA Proteína de la cápside viral
Exocortis	<ul style="list-style-type: none"> <li>• sPAGE</li> <li>• RT-PCR</li> <li>• Hibridación</li> <li>• Plantas indicadoras</li> </ul>	Viroide de exocortis
Cachexia	<ul style="list-style-type: none"> <li>• sPAGE y teñido de plata de las bandas de RNA</li> <li>• RT-PCR</li> <li>• Plantas indicadoras</li> </ul>	Viroide de cachexia
Psorosis	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PAGE</li> <li>• ELISA</li> <li>• RT-PCR</li> <li>• Plantas indicadoras</li> </ul>	Doble cadena de RNA Proteínas de la cápside
Leprosis	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Microscopía electrónica y de luz</li> <li>• RT-PCR</li> <li>• SDS-PAGE</li> <li>• Plantas indicadoras</li> </ul>	Cuerpos de inclusión (viroplasma)  Presencia de proteínas

Fuentes: Bové 1995, Roistacher 1991 y Wisler *et al.* 1996.

## E. HIPÓTESIS

Para realizar el estudio relacionado con el conocimiento de los productores sobre las enfermedades virales y viroidales en cítricos y sus formas de transmisión, se planteó la siguiente hipótesis:

Los agricultores que cultivan cítricos en Guatemala no tienen conocimiento sobre las enfermedades virales y viroidales que atacan este cultivo, los síntomas y las formas de transmisión de las mismas.

## F. OBJETIVOS

Se plantearon dos objetivos generales:

- Establecer el grado de conocimiento que los agricultores guatemaltecos que cultivan cítricos, tienen de los virus y viroides que atacan el cultivo y de las enfermedades que éstos causan.
- Elaborar un manual de las enfermedades virales y viroidales más importantes en el cultivo de cítricos para Guatemala.

Los objetivos específicos son:

- Recopilar la información bibliográfica y de campo de los virus y viroides que atacan los cítricos en Guatemala y las enfermedades que éstos causan.
- Diseñar y aplicar una encuesta gráfica a los agricultores de las diferentes zonas citrícolas de Guatemala, para determinar el grado de conocimiento que estos tienen sobre las enfermedades virales y viroidales que atacan el cultivo.
- Usando como base la información recopilada en la encuesta, determinar el contenido que debe incluirse en el manual, para que compense los aspectos débiles en la formación de los agricultores sobre el conocimiento de las enfermedades virales y viroidales más importantes en el cultivo de cítricos para Guatemala.

## II. METODOLOGÍA

La metodología que se utilizó se dividió en tres etapas:

### A. Recopilación de información bibliográfica.

Incluyó buscar información bibliográfica sobre:

- Generalidades de virus y viroides en plantas (estructura, cómo atacan a las plantas, clasificación, sintomatología, relación patógeno-planta).
- Patrones utilizados en el cultivo de cítricos y sus características.
- Enfermedades causadas por virus y viroides en cítricos.
- Plantas susceptibles.
- Sintomatología observada en otros países y en Guatemala.
- Métodos de detección: Bioquímicos, biológicos (plantas indicadoras), microscópicos y otros.

Se tuvo comunicación con las personas especializadas en el tema o que están trabajando en el campo, para determinar ocurrencia de las enfermedades en Guatemala, la sintomatología observada en el país y regiones donde se han observado plantas enfermas. Se hizo una recopilación del material bibliográfico más reciente sobre el tema para actualizar la información.

### B. Recopilación de datos sobre el conocimiento de los agricultores.

Esta etapa incluyó:

- Elaborar una encuesta gráfica que incluía fotos de los síntomas más característicos de cada enfermedad. La mayoría de las fotografías utilizadas se obtuvieron de estudios publicados en Internet en el sitio <http://www.ecoport.org/>. Esta se utilizó para averiguar cuánto conocimiento tienen los agricultores sobre el tema. También se usó para mostrar a los agricultores los síntomas que se buscaban y encontrar fácilmente las plantas enfermas en una plantación. Ver Anexo 1. A su vez, incluyó elaborar una hoja de recopilación de datos (Anexo 2).

- Aplicar la encuesta a los agricultores, tomar fotografías y tomar muestras de plantas que presentaron síntomas durante visitas al campo. Estas visitas se hicieron en conjunto con las visitas realizadas por el personal del proyecto AGROCYT 027-2003 “Evaluación de especies cítricas cultivadas en Guatemala que pretende determinar la ausencia/presencia de virus y viroides importantes, su saneamiento y caracterización previo a su propagación”. Se aplicó la encuesta a 29 agricultores. La distribución de las plantaciones visitadas incluía 10 departamentos del país (Figura 3). Se obtuvo un total de 295 muestras. Todas las muestras fueron tomadas en plantas que presentaban algún síntoma. Las fincas visitadas fueron seleccionadas porque allí se había reportado la presencia de síntomas de enfermedades posiblemente producidas por virus o viroides. En cada finca, se aplicó a la persona encargada, una encuesta gráfica que se utilizó como referencia para presentar los síntomas de las enfermedades, acompañada de la hoja de datos. Los agricultores, al observar los síntomas, indicaron si en su plantación habían visto algo similar. Se observaron los árboles enfermos. Seguido de la recolección de muestras de los mismos, se apuntó los síntomas observados, la presencia de plagas o de otros patógenos (hongos o bacterias) en la planta. Por último se efectuó un recorrido de reconocimiento por la plantación para determinar si había otro árbol enfermo.
- Analizar la información. Con el fin de determinar la veracidad de la hipótesis (Los agricultores que cultivan cítricos en Guatemala tienen muy poco o ningún conocimiento sobre los síntomas y los métodos de transmisión de las enfermedades virales y viroidales que acatan el cultivo) se utilizó la prueba de Chi cuadrado. Para determinar el conocimiento que tienen los agricultores sobre enfermedades específicas, se aplicó una mezcla de la Prueba de proporciones de distribución binomial con una Comparación de proporciones con Chi cuadrado.
- Aplicar las pruebas serológicas. Las 295 muestras se procesaron en el laboratorio de Virología de la Universidad del Valle de Guatemala con la ayuda del personal trabajando en el proyecto AGROCYT antes mencionado.
- Analizar la información y determinar la asociación entre síntomas y presencia de enfermedad. Para ello se utilizó la prueba estadística de Chi cuadrado

concorrección de Yates y cuando no era posible aplicarla por los parámetros de la muestra, se aplicó la Prueba exacta de Fisher.

Figura 3. Regiones donde se aplicó la encuesta a los agricultores



### C. Elaboración del manual.

Esta etapa incluyó:

- Selección del tipo de presentación que se dará al manual.
- Determinar a quién se dirige el manual.
- Organización de la información que se presenta por enfermedad para que fuera comprensible y de fácil acceso.
- Selección de fotos para el manual.
- Estructuración del manual.
- Edición del manual.

### III. RESULTADOS

Los resultados obtenidos de las 29 encuestas realizadas en 10 departamentos del país, se presentan en la Tabla 16.

Tabla 16. Resultados generales de la encuesta a agricultores

	Fecha	Código de finca	Departamanto	Cultivos	Edad (años)	Plagas	Posibles Enfermedades	Conoce Enfermedades	Conoce Transmisión
1	10/3/03	G	Escuintla	Naranja dulce/agria Persa/macrophila	25 3	Pulgón verde, escama nieve, minador, trips, hormiga, caracol y trisp	Exocortis Psorosis	no	no
2	10/3/03	H	Escuintla	Naranja dulce	15	Minador, escama nieve, Ácaros, psilidos	Psorosis Tristeza Agalla leñosa	no	no
3	27/3/03	I	Santa Rosa,	Naranja dulce/agria, mandarina en Swingle	20	Minador, Pulgón, escama nieve, escama nieve y escama lomo de tortuga	Exocortis Agalla leñosa	Sí Tristeza Leprosis Exocortis	Sí Mecánica Insectos
4	27/3/03	J	Escuintla	Naranja dulce/agria o carrizo Mandarina/ Macrophyla Limón persa	8 5 4	Minador, Pulgón café, escama nieve	Exocortis Tristeza en naranja dulce Leprosis en naranja y mandarina Cachexia Grupo III	no	No
5	31/3/03	K	Escuintla	Naranja dulce Limón persa Toronja	4 9 7	Minador, pulgones, Escama nieve, ácaros	Exocortis Cachexia Leprosis	Sí Tristeza, Leprosis Exocortis	Sí Mecánica Insectos
6	11/4/03	F	Escuintla	Naranja dulce/Carrizo, citromelo Limón persaen Volcameriana	4 2	Pulgones, ácaros	Leprosis	no	No
7	1/5/03	L	Retalhuleu	Naranja dulce/agria, macrophylla Limón criollo Mandarina Toronja Otros	15 15 10 15 10	Minador, Zomposos, Escama nieve, ácaros	Psorosis, Leprosis Tristeza en limón mandarina	Sí Tristeza Gomosis	Sí
8	1/5/03	M	Retalhuleu	Naranja dulce/carrizo Limón persa/macrophyla	25 4	Minador, escama nieve, zompoto	Leprosis Agalla leñosa Tristeza Exocortis Psorosis	Sí Tristeza	No
9	20/6/03	N	Guatemala	Naranja dulce Limón persa Mandarina Toronja	15 13 5 4	Minador,	Leprosis Tristeza Naranja agria Cachexia	no	No
10	23/6/03	P	Retalhuleu	Limón persa	2	Hormigas Psilidos áfidos	Exocortis Cachexia Tristeza Leprosis	Sí Tristeza	no

Continuación Tabla No. 16.

	Fecha	Código de finca	Departamento	Cultivos	Edad (años)	Plagas	Enfermedades	Conoce Enfermedades	Conoce Transmisión
11	24/6/03	R	Baja Verapaz	Naranja dulce/trifoliado Mandarinas/cleopatra	15 25	Minador, escama nieve, ácaros	Tristeza Leprosis Exocortis Cachexia	Sí Tristeza Leprosis	Sí Mecánica Insectos
12	24/6/03	Q	Baja Verapaz	Limón persa/Córcega y macrophyla	2	Minador, Escama nieve	Exocortis	no	Sí Mecánica
13	24/6/03	S	Baja Verapaz	Naranja dulce/trifoliado Mandarina/trifoliado	10 5	Pulgones, escama nieve, ácaros	Psoriasis Tristeza en naranja Cachexia	no	No
14	25/6/03	T	Alta Verapaz	Naranja dulce/Swingle y macrophyla Limón persa/Swingle y macrophyla Mandarina/Swingle y macrophyla	1 15 10 8 10	Minador, pulgones, Escama nieve, zompopos	Exocortis Psoriasis Tristeza en naranja	Sí Tristeza	Sí Sabe que se deben limpiar las herramientas
15	25/6/03	U	Alta Verapaz	Naranja dulce/trifoliado Limón persa/Swingle y macrophyla Mandarina/cleopatra	15	Minador, Escama nieve, Ácaro blanco Otros ácaros	Tristeza Exocortis Cachexia Leprosis	Sí Tristeza, Exocortis Leprosis	Sí Mecánica e insectos
16	7/2/04	D	Suchitepequez	Naranja dulce/limón-mandarina Limón persa	15 8	Zompopos Ácaros, Escama nieve	Leprosis Psoriasis Tristeza en naranja	no	no
17	7/2/04	E	Suchitepequez	Naranja dulce/carrizo Limón persa	10 5	Escamas Ácaros Escama nieve	Psoriasis Tristeza en naranja Leprosis	no	no
18	7/2/04	C	Suchitepequez	Naranja dulce Limón persa	5 2	Escama nieve hormigas	Tristeza en naranja Leprosis	Sí Tristeza, leprosis, Psoriasis	Sí Mecánica Insectos
19	12/2/04	W	Santa Rosa	Naranja dulce/agria Limón criollo/macro-phyla	15 12	Pulgón Escama nieve Escamas hormigas	Tristeza	Sí Tristeza Leprosis Gomosis	no
20	25/2/04		Santa Rosa	Naranja Limón criollo Limón persa mandarinas				Sí Tristeza Leprosis Psoriasis Exocortis Agalla leñosa gomosis	Sí Mecánica Insectos
21	26/3/04	Z	El Progreso	Limón criollo a pie franco	6	Escama nieve Hormigas Escamas pulgón	Tristeza Viroides (Exocortis)	No	No
22	26/3/04	Z	El Progreso	Limón criollo/macrofila Limón persa/macrofila	5	Escama nieve Hormigas Escamas Pulgón Minador	Tristeza Viroides (Exocortis)	No	No

Continuación Tabla No. 16.

	Fecha	Código de finca	Departamento	Cultivos	Edad (años)	Plagas	Enfermedades	Conoce Enfermedades	Conoce Transmisión
23	12/3/04	AA	Baja Verapaz	Limón persa/trifoliado	2	Minador Pulgón Escamas	Viroides (Exocortis) Tristeza en limón persa	No	No
24	13/3/04	T	Alta Verapaz	Naranja dulce/macrofila Limón criollo/macrofila Mandarina/macrofila	15	Minador Zompopos Escama nieve	Tristeza Viroides (Exocortis) Psorosis	No	No
25	18/3/04	AB	Sacatepéquez	Naranja Washington/naranja agria	15 25	Escama nieve Hormigas Escamas Pulgón Minador Zompopos	Tristeza Psorosis Agalla Leñosa	Sí Tristeza	Sí Material vegetativo
26	26/3/04	AZ	El Progreso	Limón criollo/Voléame-riana Limón Criollo/macrofila	5 15 20	Pulgón Minador Escama nieve Zompopos	Tristeza Viroides (Exocortis)	Sí Tristeza Gomosis	Sí Material vegetativo
27	26/3/04	AZ	El Progreso	Limón Criollo/macrofila	10 12	Pulgón Minador Escama nieve Zompopos	Tristeza Viroides (Exocortis)	Sí Tristeza Gomosis	Sí Material vegetativo
28	23/6/03	O	Quetzaltenango	Naranja dulce/agria Naranja Washington/trifoliado Limón Persa	20 25	Pulgón Minador Escama nieve Zompopos	Tristeza Leprosis Viroides	No	No
29	28/3/04	AD	Suchiytepéquez	Naranja valencia	15		Tristeza Leprosis	Sí Tristeza, leprosis, Psorosis	Sí Mecánica Insectos
						<b>Total</b>	<b>Conoce Conoce</b>	Sí = 15 No = 14	Sí = 13 No = 16

En la tabla 17, se presenta un resumen de los resultados de la encuesta por departamento. Todas las enfermedades allí mencionadas, fueron anotadas debido a que se observaron síntomas similares a los reportados en la literatura. Las enfermedades que aparecen en negritas, se detectaron utilizando pruebas bioquímicas (ELISA y PCR).

Tabla 17. Resumen de los resultados de la encuesta por departamento

DEPARTAMENTO	No. ENCUESTAS	CULTIVO	ENFERMEDADES	CONOCE SÍNTOMAS	CONOCE TRANSMISIÓN
Quetzaltenango	1	Naranja dulce en agria Naranja Washington en trifoliado Limón Persa	<b>Tristeza</b> <b>Leprosis (+)</b> Viroides	No (1)	No (1)

Continuación Tabla No. 17.

DEPARTAMENTO	Nº. ENCUESTAS	CULTIVO	ENFERMEDADES	CONOCE SÍNTOMAS	CONOCE TRANSMISIÓN
Retalhuleu	3	Naranja dulce en agria, Macrofila Limón criollo Mandarina Toronja Naranja dulce en carrizo Limón persa en macrofila	Exocortis y cachexia <b>Leprosis (+)</b> Agalla leñosa Tristeza Psorosis <b>Tristeza (+)</b>	Si (3)	Si (1) No (2)
Suchitepéquez	3	Naranja dulce en limón-mandarina Limón persa, Naranja dulce en carrizo, Mandarina en macrofila	<b>Leprosis (+) *</b> Psorosis Tristeza <b>Tristeza (+)</b>	Si (1) No (2)	Si (1) No (2)
Escuintla	6	Naranja dulce en agria Persa en macrofila, Naranja dulce, Mandarina en swingle, Naranja dulce en carrizo, Citromelo Limón persa en volkameriana	<b>Exocortis</b> Psorosis Tristeza agalla leñosa, leprosis <b>Tristeza (+)</b> <b>Leprosis (+)</b> <b>Cachexia</b> <b>Grupo III</b>	Si (2) No (4)	Si (2) No (4)
Santa Rosa	3	Naranja dulce en agria Limón criollo en macrofila, Naranja dulce Mandarina	Tristeza	Si (3)	Si(2) No (1)
Sacatepéquez	1	Naranja Washington en naranja agria	<b>Tristeza</b> , psorosis, Agalla leñosa, exocortis	Si (1)	Si (1)
El Progreso	4	Limón criollo en volkameriana Limón criollo en macrofila	Tristeza Viroides (Exocortis)	Si (2) No (2)	Si (2) No (2)
Baja Verapaz	3	Limón persa en trifoliado	Tristeza Viroides (Exocortis) <b>Tristeza (+)</b> <b>Leprosis</b> <b>Cachexia</b>	Si (1) No (2)	Si (2) No (1)
Alta Verapaz	2	Naranja dulce en macrofila Limón criollo en macrofila Mandarina en macrofila Naranja dulce en trifoliado Limón persa en swingle y macrophyla Mandarina en cleopatra	<b>Tristeza</b> <b>Viroides,</b> <b>(Exocortis,</b> <b>Cachexia)</b> Psorosis, <b>Leprosis (+)</b>	Si (1) No (1)	Si (1) No (1)
Guatemala	1	Naranja dulce Limón persa Mandarina Toronja	<b>Leprosis (+)</b> <b>Tristeza</b> <b>Cachexia</b>	No (1)	No (1)
		<b>Total</b>	<b>Conoce</b> <b>Conoce</b>	Si = 15 No = 14	Si = 13 No =16

Teniéndose como resultados esperados que de 29 encuestas, 14 de los encuestados tenía conocimiento de al menos alguna enfermedad. Los resultados de la prueba de Chi cuadrado indican que se obtuvo una correlación  $\chi^2 = 0.138$  y una  $P = 0.710$ . Esto sugiere que existe un nivel medio de conocimiento por parte de los agricultores sobre las enfermedades virales y viroidales de cítricos. Al hacer un análisis para determinar si existía alguna enfermedad que era más conocida, se obtuvo un resultado de la Prueba de Proporciones con Distribución Binomial y Comparación de Proporciones con Chi cuadrado = 11.6 con una  $P = 0.041$ . Lo que sugiere que hay una diferencia significativa entre el conocimiento sobre unas enfermedades y otras.

Para hacer el análisis del conocimiento de las formas de transmisión de las enfermedades se aplicaron las mismas pruebas estadísticas y se obtuvieron los siguientes resultados:  $\chi^2 = 0.352$  y  $P = 0.553$ . Lo que sugiere que existe algún conocimiento sobre los métodos de transmisión de las enfermedades virales y viroidales de cítricos. Al comparar el conocimiento entre las diferentes formas de transmisión, se obtienen los siguientes resultados:  $\chi^2 = 0.58$  y  $P = 0.748$ . Esto sugiere que no hay una diferencia significativa del conocimiento que los agricultores tienen entre un método de transmisión y otro. En la tabla 18 se presenta un resumen del conocimiento que tienen los agricultores de las diferentes enfermedades y las formas de transmisión mencionados.

Tabla 18. Conocimiento de los agricultores sobre las enfermedades virales, viroidales y los métodos de transmisión

Enfermedad	Conoce	Total de muestras	%	Tipo de transmisión	Conoce	Total de muestras	%
TRISTEZA	9	29	31.03	MATERIAL VEGETATIVO	3	29	10.34
LEPROSIS	5	29	17.24	INSECTOS	4	29	13.79
PSOROSIS	3	29	10.34	MECANICA	5	29	17.24
EXOCORTIS	2	29	6.89				
AGALLA LEÑOSA	1	29	3.46				

En la tabla 19, se puede observar una tendencia de relación entre el conocimiento de los agricultores sobre una enfermedad específica y la presencia de la misma en la plantación.

Tabla 19. Relación entre conocimiento de la enfermedad por parte de los agricultores y la presencia de las mismas en la plantación

Enfermedad	Número de agricultores que <b>conoce</b> la enfermedad	Número de fincas con plantas que tienen prueba positiva de la enfermedad
Tristeza	9	13
Leprosis	5	13
Exocortis	3	2
Cachexia	0	5
Grupo III	0	1
Psorosis	2	0

Se realizó una serie de tablas para presentar los resultados por finca y departamento. Las tablas 20, 21 y 22 presentan los datos antes mencionados.

Tabla 20. Enfermedades presentes por finca

Enfermedad	Fincas *															
	C	D	E	F	J	K	L	M	N	O	R	S	U	AA	AB	AD
Tristeza	+	+	+		+		+		+	+	+	+	+	+	+	+
Leprosis	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+			+
Exocortis					+								+			
Cachexia					+				+		+	+	+			
Grupo III					+											
Total enfermedades por finca	2	2	2	1	5	1	2	1	3	2	3	2	4	1	1	2

\* Total de fincas trabajadas 29 S = Si, N = No

Tabla 21. Conocimiento de los agricultores sobre las enfermedades y sus formas de transmisión y enfermedades presentes por finca.

Finca	Conoce enfermedad	Enfermedad	Conoce transmisión	Formas de transmisión	Enfermedades presentes
C	Sí	Tristeza Leprosis Psoriasis	Sí	Mecánica Insectos	Tristeza Leprosis
D	No		No		Tristeza Leprosis
E	No		No		Tristeza Leprosis
F	No		No		Leprosis
J	No		No		Tristeza Leprosis Exocortis Cachexia Grupo III
K	Sí	Tristeza Leprosis Exocortis	Sí	Mecánica Insectos	Leprosis
L	Sí	Tristeza	Sí	Mecánica	Tristeza Leprosis
M	Sí	Tristeza	No		Leprosis
N	No		No		Tristeza Leprosis Cachexia
O	No		No		Tristeza Leprosis
R	Sí	Tristeza Leprosis	Sí	Mecánica Insectos	Tristeza Leprosis Cachexia
S	No		No		Tristeza Cachexia
U	Sí	Tristeza Leprosis Ecocortis	Sí	Mecánica Insectos	Tristeza Leprosis Exocortis Cachexia
AA	No		No		Tristeza
AB	Sí	Tristeza	Sí	Material vegetativo	Tristeza
AD	Sí	Tristeza Leprosis Psoriasis	Sí	Mecánica Insectos	Tristeza Leprosis

Tabla 22. Número de muestras con resultado positivo por enfermedad según las pruebas de laboratorio aplicadas.

	No. muestras	Pruebas de ELISA		CTV	CTV Positivo con base a todas las pruebas	leprosis Sintomas	Leprosis	psoriasis	Esooritis	Grupo II (Cachera)	Grupo III	Total de enfermedades virales o viroidales encontradas
		CTV	CTV									
Santa Rosa	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Suchitepéquez	63	24	0	0	24	25	0	0	0	0	0	2
Escuintla	71	1	1	5	5	25	12	0	3	6	3	5
Retalhuleu	31	1	0	0	1	9	0	0	0	0	0	2
Guatemala	16	0	2	0	2	8	2	0	0	1	0	3
Quezaltenango	4	0	1	1	1	2	1	0	0	0	0	2
Baja Verapaz	31	6	0	3	6	2	0	0	0	2	0	3
Alta Verapaz	31	0	2	1	2	0	0	0	2	3	0	3
El Progreso	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sacatepéquez	8	5	0	0	5	0	0	0	0	0	0	1
total	293	37	6	9	41	71	15	0	5	12	3	5

En las figuras 4, 5 y 6 a continuación, se pueden observar las áreas de Guatemala donde se detectó tristeza y leprosis.

Figura 4. Regiones donde se encontró Tristeza

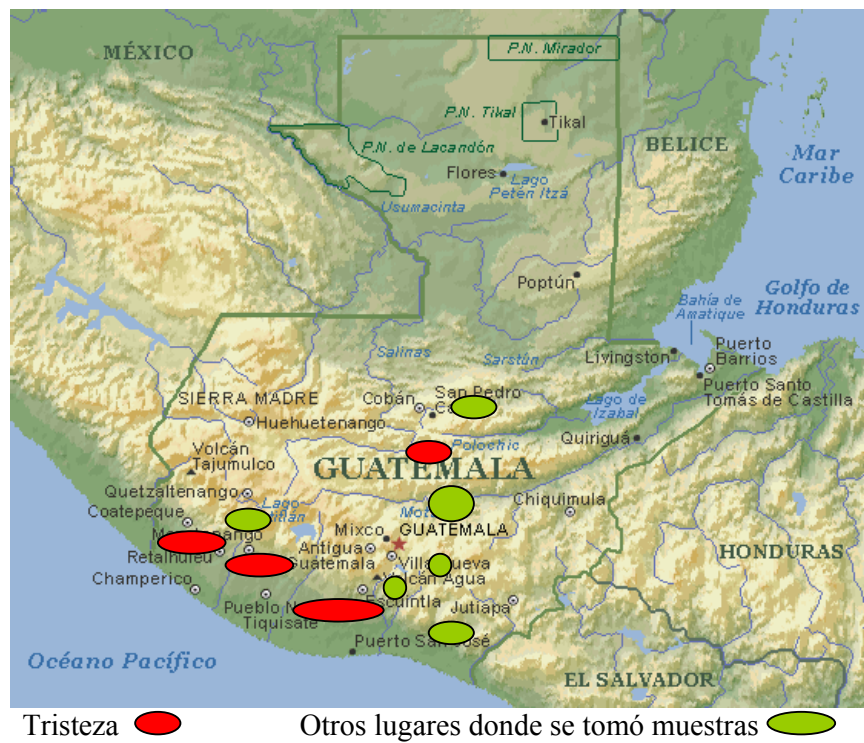


Figura 5. Regiones donde se encontró Leprosis



Según los resultados presentados en la tabla 22, se detectó tristeza en plantas de limón, mandarina, naranja valencia, naranja, limón persa y naranja cuyuta. La mayoría de los árboles de naranja enfermos tienen más de 10 años. En el caso de los limones, tienen menos de 5 años. Los síntomas más sobresalientes fueron: defoliación de hojas verdes, puntas de ramas secas, frutos secos en el árbol, tamaño reducido de la planta.

La leprosis se detectó en naranja valencia sobre naranja agria y en mandarina sobre un patrón de trifoliado. La mayoría de los árboles enfermos tenía más de 6 años. Se observaron los siguientes síntomas: manchas cloróticas anulares en hojas, manchas cloróticas y necróticas en frutos, pústulas en tallos, en naranja. Brotes secos, hojas con manchas cloróticas irregulares, en mandarina.

Los síntomas observados en limón persa para exocortis y viroides fueron: rajadura en el patrón que en algunos casos tenía goma, rajadura en corteza de ramas principales, planta enana, hojas amarillas. Para agalla leñosa en limón persa se observaron agallas en el tronco, nervaduras de las hojas engrosadas y enaciones en la hoja. Se observó únicamente un caso de agalla leñosa en naranja Washington sobre naranja agria. Los síntomas observados fueron: agallas en el tronco, árbol enano, hojas amarillas. No observamos plantas que mostraban síntomas de infección variegada, tatterleaf, impietratura o cristacortis.

Tabla 23. Síntomas y cultivos en los que se obtuvo pruebas positivas para Tristeza

<b>Departamento</b>	<b>Cultivo</b>	<b>Síntomas observados</b>	<b>No. de muestras tomadas</b>	<b>No. de muestras positivas</b>	<b>% de incidencia</b>
►Retalhuleu	Limón mandarina	Descascaramiento en brotes	3	1	33.33
►Escuintla	Naranja valencia	Manchas cloróticas anulares y pústulas en tallos.	17	1	5.88
►Suchitpequez	Naranja	Defoliación de hojas verdes, hojas acoloradas, frutos secos en el árbol, punta de ramas secas, fruto pequeño, puntos de goma, manchas foliares amarillas, árbol enano	46	25	54.34

Continuación Tabla No. 23.

<b>Departamento</b>	<b>Cultivo</b>	<b>Síntomas observados</b>	<b>No. de muestras tomadas</b>	<b>No. de muestras positivas</b>	<b>% de incidencia</b>
► Baja Verapaz	Limón persa	Hojas amarillas, aclaramiento de las nervaduras, rajadura en el tallo en forma de ampollas, árbol más pequeño, defoliación de hojas verdes.	7	4	57.14
	Naranja cuyuta	Descascaramiento del tronco, hojas amarillas, defoliación abundante, punta de ramas secas	3	1	33.33
► Sacatepéquez	Naranja Washington/ Naranja agria	Hojas amarillas, defoliación abundante, punta de ramas secas, aclaramiento de nervaduras	7	5	71.43

Debido a que se encontraron varias plantas que presentaron algunos síntomas, pero no mostraron un resultado positivo en las pruebas de laboratorio, se realizó una prueba estadística para determinar la asociación entre los síntomas y la presencia de la enfermedad en la planta. Para ello se tomaron los síntomas observados en el campo y se tabularon los resultados en una matriz, ver tabla 24.

El número total de muestras que se analizó fue de 132. Todas presentaban al menos un síntoma de la enfermedad Tristeza. Los resultados de las pruebas nos indican que solamente existe asociación entre el síntoma defoliación y la presencia de la enfermedad. Los otros síntomas no están asociados a la enfermedad Tristeza.

Tabla 24. Matrices utilizadas para hacer análisis de asociación de síntomas de Tristeza.

síntoma		Prueba lab.		
		positivo	negativo	
defoliación	positivo	12	3	$\chi^2 = 10.820$ P = 0.001
	negativo	38	79	

síntoma		Prueba lab.		
		positivo	negativo	
aclaramiento nervaduras	positivo	6	13	$\chi^2 = 0.044$ P = 0.833
	negativo	48	71	

síntoma		Prueba lab.		
		positivo	negativo	
frutos secos en árbol	positivo	0	2	P. Fisher P = 0.547
	negativo	45	85	

síntoma		Prueba lab.		
		positivo	negativo	
fruto pequeño	positivo	2	0	P. Fisher P = 0.130
	negativo	46	84	

síntoma		Prueba lab.		
		positivo	negativo	
planta enana	positivo	8	10	$\chi^2 = 0.253$ P = 0.615
	negativo	40	74	

síntoma		Prueba lab.		
		positivo	negativo	
hojas colochas	positivo	5	6	$\chi^2 = 0.107$ P = 0.201
	negativo	43	78	

síntoma		Prueba lab.		
		positivo	negativo	
hojas amarillas	positivo	31	60	$\chi^2 = 1.326$ P = 0.250
	negativo	19	22	

En los casos en que no era posible aplicar la prueba de Chi cuadrado con correlación de Yates debido a los parámetros de la muestra se aplicó la prueba de Fisher. Al aplicar esta prueba si P es menor que 0.05 existe asociación entre el síntoma y la enfermedad.

De la misma forma como se analizaron los síntomas de Tristeza, se analizaron los síntomas sobresalientes de Leprosis. En la tabla 25 se observan los síntomas de las muestras que tuvieron los resultados positivos en las pruebas de laboratorio.

Tabla 25. Síntomas y cultivos en los que se obtuvo pruebas positivas para Leprosis.

DEPARTAMENTO	CULTIVO	SÍNTOMAS OBSERVADOS	NO. DE MUESTRAS TOMADAS	NO. DE MUESTRAS POSITIVAS	% DE INCIDENCIA
► Escuintla	Naranja valencia	Manchas cloróticas anulares en hojas. Manchas cloróticas y necróticas en frutos. Pústulas en tallos.	19	6	31.58
	Mandarina	Brotos secos, hojas con manchas cloróticas irregulares.	4	4	100
► Retalhuleu	Naranja	Manchas cloróticas anulares en hojas. Manchas cloróticas y necróticas en frutos. Pústulas en tallos.	6	6	100
	Mandarina	Brotos secos, hojas con manchas cloróticas irregulares.	1	1	100
► Guatemala	Naranja/agria	Manchas cloróticas anulares en hojas. Manchas cloróticas en frutos. Pústulas en tallos.	5	3	60
	Mandarina en trifoliado	Manchas amarillas en hojas, punta de ramas secas.	3	1	33.33
► Baja Verapaz	Naranja/agria	Manchas cloróticas anulares en hojas. Manchas cloróticas en frutos.	12	1	8.33
	Mandarina	Pústulas en tallos, manchas amarillas en hojas, punta de ramas secas.	2	1	50
► Suchitepéquez	Naranja	Manchas cloróticas anulares en hojas. Manchas cloróticas en frutos.	11	2	18.18

Tabla 26. Matrices utilizadas para hacer análisis de asociación de síntomas de Leprosis.

síntoma	Prueba lab.		P. Fisher
	positivo	negativo	
<b>manchas</b>			
<b>anulares</b>	positivo	13	P = 1
<b>en hojas</b>	negativo	1	

síntoma	Prueba lab.		p. Fisher
	positivo	negativo	
<b>pústulas</b>			
<b>lepróticas en ramos</b>	positivo	6	P = 0.019
	negativo	8	

síntoma	Prueba lab.		P. Fisher
	positivo	negativo	
<b>manchas</b>			
<b>anulares en frutos</b>	positivo	6	P = 0.09
	negativo	8	

El número total de muestras que se analizó fue de 25. Todas presentaban al menos un síntoma de la enfermedad Leprosis. Los resultados de las pruebas nos indican que solamente existe asociación entre el síntoma pústulas lepróticas en el tallo y la presencia de la enfermedad. Los otros síntomas no están asociados a la enfermedad Leprosis.

En la tabla 27 se puede observar la relación que hay entre las muestras que tenían síntomas (para tristeza los observados en tabla 23, para leprosis los observados en tabla 25 y para las otras enfermedades los mostrados en tabla 13) y las que presentaron resultado positivo en el laboratorio.

Tabla 27. Relación entre el número de plantas que mostraron síntomas de las enfermedades y las muestras que presentaron resultados positivos.

	Pruebas de ELISA	Psoriasis	Leprosis	Exocortis	Grupo II (Cachexia)	Grupo III	CTV 150-151	CTV 488-491	CTV 150-151 y 488-491
	CTV tristeza								Con base a pruebas ELISA, 150-151 y 488-491
451No. de muestras con síntomas observados	137	63	24	16	16	16	10	10	137
No. de muestras positivas en pruebas de laboratorio	37	0	15	5	12	3	6	9	41
% de muestras que presentaron síntomas y tienen prueba positiva	27	0	62.5	31.25	75	18.75	60	90	29.92

## **MANUAL DE LAS ENFERMEDADES VIRALES Y VIROIDALES MÁS IMPORTANTES EN EL CULTIVO DE CITRICOS PARA GUATEMALA**

El Manual de las enfermedades virales y viroidales más importantes en el cultivo de cítricos para Guatemala se elaboró tomando en cuenta las siguientes características como se puede ver en el manual presentado en Anexo III:

- Está dirigido a técnicos agrícolas, estudiantes, personas que en la actualidad se dedican al cultivo de cítricos o las que están considerando la posibilidad de producirlo, técnicos extensionistas y otros.
- Presenta la mayoría de los síntomas reportados e importantes para las enfermedades virales y viroidales de cítricos en una forma ilustrada.
- Contiene información de enfermedades virales y viroidales en cítricos que se han reportado en América o en Guatemala.
- Presenta literatura citada que pueda servir de consulta.
- Su presentación es tamaño libro de bolsillo.

Los contenidos presentados en el Manual de las enfermedades virales y viroidales más importantes en el cultivo de cítricos para Guatemala se determinaron después de hacer comparaciones con otros manuales publicados sobre cítricos u otros cultivos, también se tomó en cuenta la información que se observaba faltar en el campo en el momento de pasar la encuesta. De esta forma se incluyó en el manual la siguiente lista de contenidos:

- Introducción
- Índice
- Información de enfermedades
  - Grupo al que pertenece el virus
  - Nombre en inglés
  - Tipo de ácido nucleico
  - Síntomas
  - Distribución geográfica

- Rango de hospederos
- Transmisión
- Modo de identificación del virus
- Manejo
- Tablas informativas
  - Especies susceptibles y tolerantes
  - Información sobre patrones utilizados en Guatemala
  - Plagas que atacan los cítricos
  - Estructuras de la planta que se deben colectar según la enfermedad
  - Tarjeta informativa para muestras
  - Plantas indicadoras
- Método de recolección y preservación de muestras.
- Fotografía de deficiencias nutricionales, insectos plaga y daño causado por hongos y algunas bacterias.
- ¿Qué hacer cuando se tiene una planta enferma?
- Literatura citada

## IV. DISCUSIÓN

La recopilación de la información de campo del presente trabajo se realizó en 10 departamentos del país con el fin de cubrir la mayoría del territorio nacional donde se cultivan cítricos. Los departamentos de Petén e Izabal no fueron muestreados por la limitación de la distancia. Es importante incluir estos departamentos en estudios posteriores.

Al observar los resultados de la encuesta (tablas 16 y 17) y los resultados de la prueba estadística (Pág. 41) se puede decir que el 50% de los agricultores cuestionados, tienen algún conocimiento sobre las enfermedades producidas por virus y viroides de cítricos. Este conocimiento, en la mayoría de los casos, se refiere al nombre de alguna enfermedad (generalmente tristeza) y alguno de los síntomas más impactantes de la misma como es el provocado por muerte súbita. Existe una diferencia significativa entre el conocimiento que se tiene sobre tristeza que sobre las otras enfermedades según lo sugiere la prueba estadística aplicada (Pág. 41). Las enfermedades más conocidas son: tristeza y leprosis. Como se ve en la tabla 19, existe una relación entre el conocimiento que tienen los agricultores sobre determinada enfermedad y la presencia de la misma en las plantaciones. Hubo más incidencia de tristeza y leprosis en las fincas visitadas aunque el conocimiento sobre esas enfermedades era mayor al de las demás. Eso es debido a que existe más información a nivel nacional sobre tristeza. En el caso de leprosis, en los últimos años, se ha propagado esta enfermedad en varias regiones del país, lo que ha hecho que los agricultores se informen. La gomosis, enfermedad causada por hongo, es también conocida. En la mayoría de las regiones visitadas los agricultores tienen problema con esta enfermedad. Las prácticas de riego que utilizan (generalmente por anegación), favorecen el establecimiento de la misma en la plantación.

Si se analizan los resultados referentes a los métodos de transmisión de enfermedades, alrededor de un 50% de los agricultores encuestados conoce al menos uno. A pesar de eso, no siempre se observó que en las plantaciones visitadas, se aplicaran medidas para evitar la transmisión, especialmente mecánica. Todos los métodos de transmisión eran conocidos por igual, no existe una diferencia significativa entre el conocimiento por parte de los agricultores sobre los diferentes métodos.

De las 29 fincas visitadas, existen algunas que presentaron varias enfermedades como se ve en la tabla 20, en la mayoría de estas fincas el conocimiento de los agricultores sobre las enfermedades y los métodos de transmisión era casi nulo. Esto puede traer consecuencias serias para la citricultura a nivel nacional debido a que estas fincas son foco de infección y no están siendo manejadas por personal capacitado. Es de suma importancia informar a las personas que trabajan con este cultivo sobre las enfermedades y cómo manejarlas. El Manual de las enfermedades virales y viroidales puede ser una herramienta importante en la transmisión de esta información.

En menos del 30% de los casos en los que se detectó tristeza, los síntomas observados en el campo fueron un indicador de la presencia de la enfermedad como se puede ver en la tabla 27. Para determinar cuáles síntomas están asociados a la enfermedad tristeza se hizo un análisis de asociación (ver tabla 23 y 24). Los síntomas analizados fueron los reportados en la literatura y los observados en las fincas visitadas. Se sugiere que únicamente la defoliación de hojas está asociada a la presencia de la enfermedad. Esto lleva a determinar cuales síntomas son importantes de tomar en cuenta en el momento de recolectar muestras. En algunos casos las plantas estudiadas presentaban un nivel inicial de la enfermedad, o bien una mezcla de enfermedades que apantallaban los síntomas puros de la enfermedad bajo estudio.

Arriba del 60% de los casos en los que se detectó leprosis, los síntomas observados en el campo fueron un indicador de la presencia de la enfermedad como se puede ver en la tabla 27. Se realizó un análisis de asociación de síntomas para leprosis (ver tablas 25 y 26). Los resultados de las pruebas sugieren que el único síntoma asociado a leprosis es la presencia de pústulas lepróticas en la corteza de ramas y tallos especialmente los jóvenes.

En ningún caso, los síntomas observados para psorosis, fueron determinantes para indicar la presencia de la enfermedad como se puede ver en la tabla 27. Según estudios recientes, los síntomas observados en las plantas con psorosis hasta los últimos años, no siempre están relacionados con la presencia de la enfermedad en la planta. Es posible que esos síntomas sean inducidos por un patógeno diferente al virus (CPsV) detectado por pruebas bioquímicas (Martín *et al.* 2004). Esto indica que es importante realizar pruebas biológicas o bioquímicas para determinar la presencia de la enfermedad en una plantación. La sintomatología puede ser utilizada como referencia para determinar que plantas de una parcela tienen posiblemente alguna enfermedad.

El Manual de las enfermedades virales y viroidales más importantes en el cultivo de cítricos para Guatemala está dirigido a técnicos agrícolas, estudiantes, propietarios de fincas, capacitadores y personas interesadas en este cultivo, por lo que la información presentada posee un grado de tecnificación. La presentación tiene un formato de media carta, para favorecer la manipulación del mismo en el campo, a diferencia de la mayoría de manuales publicados para otros cultivos o en otros países que poseen un formato más grande.

Se presenta información de 7 enfermedades producidas por virus, 2 producidas por viroides y 2 por patógenos desconocidos pero que se creen asociados a virus o viroides. Tres de las enfermedades producidas por virus se encontraron en el muestreo que se realizó para respaldar el manual, siendo ellas: tristeza, leprosis y agalla leñosa. Las dos enfermedades viroidales, exocortis y cachexia también fueron encontradas en el país. Las otras enfermedades están reportadas en territorios aledaños a Guatemala.

La información presentada por enfermedad fue seleccionada con base a información presentada en manuales para otros cultivos, en manuales de cítricos publicados en inglés y en lo que se detectó como deficiencia informativa de los agricultores durante el trabajo de campo. Se creyó indispensable incluir información general como nombre de la enfermedad, distribución geográfica y características biológicas de cada patógeno. El nombre que se le da en inglés tiene como fin permitir a los usuarios poder buscar en literatura de otros países. La información básica como síntomas, rango de hospederos, transmisión, métodos de identificación y manejo fue recopilada de varios estudios publicados a nivel nacional y mundial. La sintomatología se respalda con fotos características que permiten comparar los síntomas con los que se observan en el campo. Se cree que la mayoría de las personas percibe mejor una información en forma gráfica, por lo que se incluyen al menos 3 fotos por enfermedad.

En la parte media se presenta la metodología para recolectar las muestras y los datos importantes a anotar. Si no se toma y preserva la muestra de una forma adecuada, es muy difícil obtener resultados confiables en el laboratorio. Se incluye una tarjeta sugerida para anotar la información necesaria en cada muestra, esto facilita el trabajo de los técnicos que aplican las pruebas y permite mantener un orden en la información recabada. Están además incluidas una serie de tablas informativas que pueden servir de referencia para encontrar susceptibilidades o tolerancia de una especie determinada una enfermedad específica y plagas comunes de cítricos. Como el objetivo del Manual es

dar información clara e ilustrada, se presentan fotografías de los insectos plagas, de los síntomas presentados por deficiencias nutricionales, de daños causados por hongos y bacterias que pueden ser confundidos con síntomas de enfermedades virales o viroidales. Por último se presenta una lista de aspectos importantes a considerar antes de determinar que una planta tiene una enfermedad viral o viroidal. Es muy común creer que la planta está enferma y aplicar rápidamente un tratamiento sin observar que la deficiencia de factores externos como falta o exceso de agua y nutrientes, pueden estar presentando los síntomas observados. Esta sección es una herramienta útil que permite considerar todos los aspectos importantes antes de asegurar que se tienen enfermedades virales o viroidales en la plantación.

No fue posible tomar fotografías de síntomas de algunas enfermedades debido a que no se encontró en Guatemala. Este es el caso de psorosis, concavidad gomosa, cristacortis, impietratura y tatterleaf.

## V. CONCLUSIONES

1. Los agricultores de Guatemala tienen un conocimiento medio sobre cuáles son las enfermedades producidas por virus y viroides en plantas de cítricos y las formas de transmisión de las mismas.
2. Con base a la información de la encuesta, las enfermedades a incluir en el manual son las siguientes: tristeza, leprosis, exocortis, cachexia, agalla leñosa, tatterleaf, psorosis, impietratura, concavidad gomosa, cristacortis e infección variegada.
3. La información del Manual de enfermedades virales y viroidales debe estar presentada en una forma clara, ilustrada y detallada para informar a los usuarios sobre las enfermedades producidas por estos patógenos, su sintomatología y su transmisión. Debe incluir información relevante sobre temas afines como toma de muestras y manejo de la enfermedad.
4. La manifestación de síntomas en el campo requiere ser corroborada por las pruebas de laboratorio.

## VI. RECOMENDACIONES

1. Dar a conocer el *Manual de las enfermedades virales y viroidales más importantes en el cultivo de cítricos para Guatemala* como una herramienta útil en la capacitación del personal encargado de plantaciones, viveros y laboratorios de análisis de enfermedades.
2. Es importante hacer un monitoreo nacional para determinar las enfermedades presentes en el país, el grado de incidencia y las regiones más afectadas.
3. Hacer esfuerzos por establecer un programa de certificación a nivel nacional. Es indispensable mantener un control del material vegetativo que se utiliza en las plantaciones, ya que si está contaminado, posteriormente puede ser un foco de infección en el país.

## VII. LITERATURA CITADA

- Agrios, G. N. 1999. *Fitopatología*. Méjico, D.F. Uteha. 838 pp.
- Anderson, P. K. y F. J. Morales. 1994. *The emergence of new plant diseases: the case of insect-transmitted plant viruses*. Annals of the New York Academy of Science 740:181-194.
- Blanco, S. A. 1998. *El cultivo de los cítricos en Guatemala. Situación actual y oportunidades de mercado*. Revista Agricultura I (2):35-37.
- Blanco, S. A. 1999. *Situación actual de la citricultura en Guatemala y sus perspectivas*. En: Taller Fitosanitario de cítricos. Profruta. Guatemala. 61 pp.
- Blanco, S.A. 2000. *Perfil de proyecto Creación del vivero propagador de yemas certificadas de especies cítricas para la industria guatemalteca*. Profruta. Guatemala. 10 pp.
- \_\_\_\_\_; 2000a. *Manual de cítricos*. Profruta. Guatemala. 30 pp.
- Bos, L. 1983. *Introduction to plant virology*. New Cork, Longman Inc. 160 pp.
- Bové, J. M. 1995. *Virus and virus-like diseases of citrus in the near east region*. FAO, Rome. 54 pp.
- Brunt, A., K. Crabtree y A. Gibbs. 1990. *Viruses of tropical plants*. UK. Redwood Press Ltd. 707 pp.
- Castle, W. S., D. P. H. Tucker, A.H. Krezdorn y C. O. Youtsey. 1989. *Rootstock for Florida citrus. Rootstock selection: The first step to success*. Institute of Food and agricultural science. University of Florida. Geinsville. 47 pp.
- Chagas, C.M. 2000. *Leprosis and zonate chlorosis*. En: Timmer, L.W., S. M. Garnsey y J. A. Graham. 2000. Compendium of citrus diseases. 2d. ed. ASP Press. 99 pp.
- Da Graça, J.V. 2000. *Vein enation or woody gall*. En: Timmer, L.W., S. M. Garnsey y J. A. Graham. 2000. Compendium of citrus diseases. 2d. ed. ASP Press. 99 pp.
- Derrick, K.S. y G.A. Barthe. 2000. *Psorosis*. En: Timmer, L.W., S. M. Garnsey y J. A. Graham. 2000. Compendium of citrus diseases. 2d. ed. ASP Press. 99 pp.
- Durán-Vila, N. C., C. N. Roistacher, R. Rivera-Bustamante y J. S. Semancik. 1988. *A definition of citrus viroid group and their relationship to the exocortis*

- disease*. Gen. Virol. 69:3069-3080.
- Durán-Vila, N. C., J. S. Semancik y P. Broadbent. 2000. *Viroid diseases*. En: Timmer, L.W., S. M. Garnsey y J. A. Graham. 2000. Compendium of citrus diseases. 2d. ed. ASP Press. 99 pp.
- Flores, L. A. 1993. *Impacto económico ante la ocurrencia del virus de la tristeza (VTC) de los cítricos (Citrus sp.) en Guatemala*. Tesis Universidad Rafael Landívar para optar al grado de Ingeniero Agrónomo. 106 pp.
- Garnsey, S. M., C. M. Chagas y L. G. Chiavegato. 1990. *Leprosis and zonate Chlorosis*. En: Lovisolo, O., A. Colariccio, C. M. Chagas, V. Rossetti, E. W. Kitajima y R. Narakava. Proc. 13ª Conf. IOCV. IOCV, Riverside. págs. 43-47.
- Garnsey, S. M. 2000. *Ilarviruses*. En: Timmer, L.W., S. M. Garnsey y J. A. Graham. 2000. Compendium of citrus diseases. 2d. ed. ASP Press. 99 pp.
- Hillis, D. M., C. Moritz y B. K. Mable. 1996. *Molecular systematics*. 2ª. Ed. Sinauer Associates, Inc. 655 pp.
- Leal, F., M. G. Antoni. 1986. *Manual de prácticas de fruticultura*. Instituto Interamericano de cooperación para la agricultura. Costa Rica. 265 pp.
- Lee, R.F. y M. Bar-Joseph. 2000. *Tristeza*. En: Timmer, L.W., S. M. y J. A. Graham. 2000. Compendium of citrus diseases. 2d. ed. ASP Press. 99 pp.
- Loussert, R. 1992. *Los agrios*. En: Blanco, S. A. 2000. Manual de cítricos. Profruta. Guatemala. 30 pp.
- Martín, S., D. Aliato, R. G. Milne, S. M. Garnsey, M. L. García, O. Grau, J. Guerra y P. Moreno. 2004. *Detection of citrus psorosis virus by ELISA, molecular hybridization, RT-PCR and immunosorbent electron microscopy and its association with citrus psorosis disease*. European Journal of Pathology 00:1-11
- Miyakawa, T. y T. Ito. 2000. *Tatter leaf – Citrange stunt*. En: Timmer, L.W., S. M. y J. A. Graham. 2000. Compendium of citrus diseases. 2d. ed. ASP Press. 99 pp.
- Moreno, P. 2000. *Young leaf flecking diseases*. En: Timmer, L.W., S. M. Garnsey y J. A. Graham. 2000. Compendium of citrus diseases. 2d. ed. ASP Press. 99 pp.
- Morín, C. 1980. *Cultivo de cítricos*. 2d. Ed. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. Perú. 598 pp.
- Ortho Books. 1985. *All about citrus and subtropical fruits*. Ortho Books, California. 96 pp.
- Palmieri, M. y K. Reyes de Acevedo. 1998. *La tristeza de los cítricos y su*

- situación en Guatemala*. Revista Agricultura. Guatemala. I(5):49-52.
- Pratt, Robert M. 1958. *Florida guide to citrus insects, diseases and nutritional disorders in colour*. Agricultural Experiment Station, Gainesville, Florida. 191 pp.
- Pérez, M. 2001. *Principales amenazas de la agroindustria cítrica*. En: Conf. Curso taller sobre producción de material de propagación de cítricos. La Habana. 10 pp.
- Guatemala. 1998. Profruta. *Registro de plantaciones*. En: Blanco, S. A. 2000. Manual de cítricos. Profruta, Guatemala. 30 pp.
- Reece, P. C. 1968. *Classification of citrus species*. En: Indexing procedures for 15 virus diseases of citrus trees. Agriculture Handbook 333:91-95.
- Reyes, K. I. 1994. *Detección del virus de la tristeza de los cítricos en Guatemala*. Tesis Universidad del Valle de Guatemala para optar al grado de Licenciado en Bioquímica. 120 pp.
- Roberts, P.D., R.J. McGovern, R.F. Lee y C.L. Niblett. 1994. *Tristeza*. Plant Pathology Department, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences. University of Florida. 174 pp.
- Rocha-Peña, M.A., R.F. Lee, R. Lastra, C.L. Niblett, F.M. Ochoa-Corona, S.M. Garnsey y R.K. Yokomi. 1995. *Citrus tristeza virus and its aphid vector Toxoptera citricida: Threats to citrus production in the Caribbean and Central and North America*. Plant Dis. 79: 437-443.
- Roistacher, C. N. 1991. *Graft-transmissible disease of citrus. Handbook for detection and diagnosis*. FAO. Roma. 280 pp.
- Rosas Acevedo, J. L. y L. Sampedro. 2000. *Control biológico de Brevipalpus spp. en Citrus aurantifolia en Guerrero, Méjico*. [publicación en línea]. Disponible desde Internet en: [uepiuag@mpsnet.com.mx](mailto:uepiuag@mpsnet.com.mx) [con acceso abril 2003].
- Schwarz, R. E. 1968. *Greening disease*. En: Indexing procedures for 15 virus diseases of citrus trees. Agriculture Handbook 333:87-90.
- Torres *et al.* 2001. *Uso actual y futuro de la biología molecular en fitopatología, parte I, aplicaciones en fitopatógenos y vectores*. Revisión anual de patología de plantas. Brasil. 9 vols.
- Tsai, J. H., R. F. Lee, Y. Liu y C. L. Niblett. 1991. *Biology and control of brown citrus aphid (Toxoptera citricida Kirkaldy) and citrus tristeza*. National Integrated Pest Management Network. University of Minnesota. 11 pp.

- Wallace, J. W. 1978. *Virus and virus-like diseases*. The citrus industry IV:67-184.
- Wisler, G. C., L. G. Brown y C. L. Schoutties. 1996. *A manual for introduction of Citrus germplasm into Florida*. FDA. Gainesville. 30 pp.
- Yokomi, R.K., R. Lastra, M. B. Stoetzel, R.F. Lee, S.M. Gransey, T. R. Gottwald, M. A. Rocha-Peña y C.L. Niblett. 1994. *Establishment of the brown citrus aphid (Homoptera: Aphididae) en Central America and the Caribbean basin and transmission of citrus tristeza virus*. J. E. Econ. Entomol. 87: 1078-1085.
- Zaparolli, E. R. 1991. *Situación de la producción industrial y comercialización de cítricos en Guatemala*. Proyecto Desarrollo de Fruticultura. MOSCAMED. Guatemala. 45 pp.

## VIII. LITERATURA CONSULTADA

- Agostini, J.P. y T.J. Haberle. 2000. *Screening of 26 rootstocks for declination of tolerance in Misiones, Argentina*. En: Proc.14<sup>th</sup> Conf. IOCV, Riverside, CA. Pp. 304-310.
- Alvarado-Gómez. O.G., M.A. Rocha-Peña, S. Silva-Vara, J.P: Martínez-Soriano, R.F. Lee, Rivera-Bustamante y P. Ruíz-Beltrán. 2000. *Citrus exocortis and citrus Cachexia viroids in commercial groves of tahiti lime in Mexico*. En: Proc. 14<sup>th</sup> Conf. IOCV, Riverside, CA. Pp.289-293.
- Astridge, D., H. Fray y R. Elder. 2000. *False spider mite in rare fruit*. Queensland Horticulture Institute. [publicación en línea]. Disponible desde Internet en: <http://www.dpi.gld.gov.au>. [con acceso el 4-2003]
- Bar-Joseph, M. R., M. R. Marcus, y R. F. Lee. 1989. *The continuous challenge of citrus tristeza virus control*. Ann. Rev. Phytopathol. 27:291-316.
- Bové, E., E. C. Calavan, L. R. Fraser, L. C. Knorr, F. Tour-Eldin, A. A. Salibe, S. Tanaka, L. G. Weathers y J. F. L. Childs. 1968. *Indexing procedures for 15 virus diseases of citrus trees*. Unites States Department of Agriculture. Washington, D.C. 96 pp.
- Cambra, M., E. Camarasa, M. T. Gorris, S. M. Garnsey, D.J. Gumpf y M.C. Tsai. 1993. *Epitope diversity of citrus tristeza virus isolates in Spain*. En: Proc. 12<sup>th</sup> Cof. IOCV. Riverside, CA. Pp.33-38.
- Chagas, C. M. y V. Rossetti. 1994. *Transmission of leprosis by grafting*. En: Proc. 9<sup>th</sup>. Conf. IOCV, Riverside, CA. Pp.215-217.
- Chiavegato, L. G. y A. Salibe. 1990. *Transmissibility of leprosis symptoms by Brevipalpus phoenicis to young citrus plants under laboratory conditions*. En: Proc. 9<sup>th</sup>. Conf. IOCV. Riverside, CA. Pp.218-221.
- Childs, J. F. L. 1950. *The cachexia disease of orlando tangelo*. Plant Dis. Repts. 34:295-298.
- Colariccio, A., O. Lovisolo, C. M. Chagas, S. R. Galleti, V. Rossetti y E. W. Kitajima. 1995. *Mechanical transmission and ultra structural aspects of citrus leprosis disease*. Fitopatol. Bras. 20:208-213.
- Dickson, R. C., M. McD. Johnson, R. A. Flock, E. F. Laird Jr. 1956. *Flying aphids population in southern California citrus groves and their relation to the*

- transmission of the tristeza virus*. *Phytopathology* 46:204-210.
- Diener, T. O. 1996. *Origins and evolution of viroids satellite RNAs*. *Virus genes* 11:213, 119-131.
- Dolja, V. A., A. V. Darasev, E. V. Koonin. 1994. *Molecular biology and evolution of closterovirus*. *Ann. Rev. Phytopathol.* 32:261-285.
- Fauquet, C. M. 1999. *Taxonomy, classification and nomenclature of virus*. The Scripps Research Institute Division of Plant Biology. Academic Press, CA. 80 pp.
- Fauquet, C. M. 1999. *Abbreviation for flat virus names-1999*. *Arch. Virol.* 15:144-146.
- Ferguson, J. J. y S. M. Garnsey. 1993. *Citrus virus and virus-like diseases*. Horticultural Sciences Department. Florida. 19 pp. [publicación en línea]. Disponible desde Internet en: [http://edis.ifas.ufl.edu/BODY\\_CH088](http://edis.ifas.ufl.edu/BODY_CH088) [con acceso abril 2003].
- French, J. V. y M. A. Rakha. 1994. *False spider mite: damage and control of Texas citrus*. *Subtropical Plant Science.* 46:16-19.
- Garnsey, S. M., T. A. Permar, M. Cambra y C. T. Henderson. 1993. *Direct tissue blot immunoassay (DTBIA) for detection of citrus tristeza virus (CTV)*. En: Proc. 12<sup>th</sup> Conf. IOCV. Riverside, CA. Pp.39-50.
- Gottward, T.F., M. Cambra y P. Moreno. 1993. *The use of serological assays to monitor spatial and temporal spread of citrus tristeza virus in symptom less trees in eastern Spain*. En: Proc. 12<sup>th</sup> Conf. IOCV. Riverside, CA. Pp.51-61.
- Gottward, T. R., S. M. Garnsey, M. Cambra, P. Moreno, M. Irey y J. C. Borbón. 1997. *Differential effects of Toxoptera citricida vrs. Aphis gossypii on temporal and spatial patterns of spread of citrus tristeza*. En: Proc.13<sup>th</sup> Conf. IOCV. Riverside, CA.
- Gottwald, T. R., G. Hughes. 2000. *A new survey method for citrus tristeza virus disease assessment*. En: Proc. 14<sup>th</sup> Conf. IOCV. Riverside, CA. Pp.77-87.
- Gottwald, T. R., S. M. Garnsey y J. Borbón. 1998. *Increase and patterns of spread of citrus tristeza virus infections in Costa Rica and the Dominican Republic in the presence of the brown citrus aphid Toxoptera citricida*. *Phytopathology.* 88:621-636.
- Harper, D. R. 1988. *Molecular virology*. 2d. ed. Bios Scientific. UK. 188 pp.
- Herron, C. M. y M. Skaria. 2000. *Further studies on citrus tatterleaf virus in Texas*.

- En: Proc. 14<sup>th</sup> Conf. IOCV. Riversside, CA. Pp.185-194.
- Jagiello, C., P. Mooney, A. Harty. 1994. *New Zealand citrus bud wood scheme*.  
[publicación en línea] Disponible desde Internet en:  
<http://www.hortnet.co.nz/publicatins/science/kk0994.htm>. [con acceso el 4-2003].
- Jagiello, C., P. Mooney, T. Dawson, M. Aftab y M. Pearson. 1995. *Virus and virus-like diseases of citrus in New Zealand*. HortResearch Publication. 4 pp.  
[publicación en línea]. Disponible desde Internet en: <http://www.hortnet>. [con acceso mayo 2003].
- Kitajima, E. W., G. W. Müller, A. S. Costa y W. Yuk. 1972. *Short, rod-like particles Associated with citrus leprosis*. Virology. 50:254-258.
- Lee, R. F., P. S. Lehman y L. Navarro. 1999. *Nursery practices and certification programs for bud wood and rootstocks*. En: Citrus health management. The American Phytopatological Society.
- Lee, R. F., R. H. Brlalnsky, W. O. Dawson, P.D. Roberts y L. W. Timmer. 2003. *2003 Florida citrus pest management guide: tristeza*. Plan Pathology Department, Florida. 3 pp. [publicación en línea]. Disponible desde Internet en:  
<http://edis.ifas.ufl.edu>. [con acceso octubre 2003].
- Levy, L. y A. Hadidi. 1993. *Direct nucleotide sequencing of PCR amplified DNAs of closely related citrus viroids IIa and IIb*. En: Proc. 12<sup>th</sup> Conf. IOCV. Riverside, CA. Pp.180-186.
- Lovisolò, O., A. Colariccio, C. M. Chagas, V. Rossetti, E. W. Kitakima y R. Harakava. 1996. *Partial characterization of citrus leprosis virus*. En: Proc. 13<sup>th</sup> Conf. IOCV. Riverside, CA. Pp.179-187.
- Lovisolò, O., A. Colariccio y V. Masenga. 2000. *New experimental host and further information on citrus leprosis virus*. En: Proc. 14<sup>th</sup> Conf. IOCV. Riverside, CA. Pp.164-173.
- Mayo, M. A. y C. R. Pringle. 1998. *Virus taxonomy-1997*. Journal of General Virology. Great Britain. 79:649-657.
- Milne, R. G., K. Djelouah, M.L. García, E. DalBo y O. Grau. 1996. *Structure of citrus ringspot-psorosis-associated virus particles: implications for diagnosis and taxonomy*. En: Proc. 13<sup>th</sup> Conf. IOCV. Riverside, CA. Pp.189-197.
- Monteros, M. J. 2001. *Desarrollo de una metodología para la detección del viroide exocortis de cítricos (CEV)*. Tesis. Universidad del Valle de Guatemala para optar

- al grado de Licenciatura en Bioquímica. 73 pp.
- Moreno, P., J. Guerra, J. F. Ballester-Olmos, C. Fuertes-Polo, R. Albiach y M. Martínez. 1993. *Variations in pathogenesis and double-stranded RNA (dsRNA) patterns of citrus tristeza virus isolates induced by host passage*. En: Proc. 12<sup>th</sup> Conf. IOCV. Riverside, CA. Pp.8-15.
- Navarro, L. 1993. *Citrus sanitation quarantine and certification programs*. En: Proc.12<sup>th</sup> Conf. IOCV. Riverside, CA. 140 pp.
- Nogueira, N. de L., J. C. V. Rodríguez, C. P. Cabral y H. S. Prates. *Influence of Citrus leprosis on the mineral composition of Citrus sinensis leaves*. Scientia Agricola. 53:238-240
- Owens, R. A., S. M. Thompson, P. A. Feldstein y S. M. Garnsey. 2000. *Effects of sequence variation on symptoms induction by citrus viroid III*. En: Proc. 14<sup>th</sup> Conf. IOCV. Riverside, CA. Pp.254-264.
- Pagliano, G., M. Peyrou, R. Del Campo, L. Orlando, A. Gravina, R. Wettstein y M. Francis. 2000. *Detection and characterization of citrus viroid in Uruguay*. En: Proc. 14<sup>th</sup> Conf. IOCV. Riverside, CA. Pp.282-288.
- Palacio, A. y N. Duran-Vila. 2000. *Citrus cachexia disease: Molecular characterization of its viroid agent*. En: Proc. 14<sup>th</sup> Conf. IOCV. Riverside, CA. Pp.273-281.
- Price, M. L. 2002. *Citrus propagation and rootstocks*. Echo Development Notes. [publicación en línea] Disponible desde Internet en: <http://www.ultimatecitrus.com/pdf/tncitrus.htm>. [con acceso el 4-2003].
- Rocha-Peña, M. y J. E. Padrón-Chávez. 1992. *Precauciones y usos de porta injertos de cítricos tolerantes al virus de la tristeza*. INIFAP/SARH. Campo Experimental Terán, México. 48 pp.
- Rodríguez, J. C. V., M. A. Machado, E. W. Kitajima y G. W. Müller. 2000. *Transmission of citrus leprosis virus by Brevipalpus phoenicis (Acari: Tenuipalpidae)*. En: Proc. 14th Conf. IOCV. Riverside, CA. Pp.174-177.
- Roistacher, C. N. y P. Moreno. 1991. *The world wide treats for destructive isolates of citrus tristeza virus – a review*. En: Proc. 11<sup>th</sup> Conf. IOCV. Riverside, CA. Pp.7-19.
- Roistacher, C. N., J. A. Bash y J. S. Semancik. 1993. *Distinct disease symptoms in Porcinus trifoliata induced by tree citrus viroids form three specific groups*. En:

- Proc. 12<sup>th</sup> Conf. IOCV. Riverside, CA. Pp.173-179.
- Roistacher, C. N., A. M. D'Onghia y K. Djelouah. 2000. *Defining psorosis by biological indexing and ELISA*. En: Proc. 14<sup>th</sup> Conf. IOCV. Riverside, CA. Pp.144-151.
- Steel, R. G. D. y J. H. Torrie. 1960. *Principles and procedures of statistics*. McGraw-Hill Book Company, Inc. New York. 481 pp.
- Yokomi, R. K. y G. N. Oldfield. 1991. *Seasonal fluctuations of alate aphid activity in California citrus groves*. En: Proc. 11<sup>th</sup> Conf. IOCV. Riverside, CA. Pp.71-76.
- Zaparolli, E. R. 1991. *Situación de la producción, industria y comercialización de cítricos en Guatemala*. Conferencia. 39 pp.

## ANEXO I

### ENCUESTA VIRUS Y VIROIDES DE CITRICOS

#### TRISTEZA

1. Amarillamiento de las hojas. Ausencia de retoños



Foto: Lee, R.F. ID 1851. Tomado de <http://www.ecoport.org>



Foto: Lee R.F. ID 1316. Tomado de <http://www.ecoport.org>



Foto: Roistacher C.N. ID 15408. Tomado de <http://www.ecoport.org>

## 2. Aclaramiento de nervaduras de las hojas.



Foto: Lee R.F. ID 1861. Tomado de <http://www.ecoport.org>



Foto: Roistacher C.N. ID 1336. Tomado de <http://www.ecoport.org>

### 3. Ahoyado en el tronco y/o patrón



Foto de Lee, R.F. ID 1325. Tomado de <http://www.ecoport.org>



Foto: Lee, R.F. ID 1853. Tomado de <http://www.ecoport.org>



Foto: Lee, R.F. ID 1855. Tomado de <http://www.ecoport.org>



Foto: Bove J.M.; Roistacher C.N.; Vogel R. ID 18605. Tomado de <http://www.ecoport.org>



Foto de Lee R.F. 1854. Tomado de <http://www.ecoport.org>

4. Acolochamiento del borde de las hojas y crecimiento de retoños en forma de escoba de bruja. Plantas enanas.



Foto: Roistacher C.N. ID 15507. Tomado de <http://www.ecoport.org>



Foto: Roistacher C.N. ID 15508. Tomado de <http://www.ecoport.org>



Foto: Roistacher C.N. Tomado de <http://www.ecoport.org>

5. Fruto pequeño comparado con el de otros árboles sanos.



Foto: Roistacher C.N. ID 14376. Tomado de <http://www.ecoport.org>



Foto: Muller G. ID 14375. Tomado de <http://www.ecoport.org>

## LEPROSIS

### 1. Manchas circulares en las hojas y ramas.



Foto: Roistacher C.N. ID 3628. Tomado de <http://www.ecoport.org>



Foto:Roistacher C.N. ID 3629. Tomado de <http://www.ecoport.org>



Foto: Roistacher C.N. ID 19594. Tomado de <http://www.ecoport.org>



Foto: Lee R. 2003. ID 41793. Tomado de <http://www.ecoport.org>

## 2. Manchas en frutos.



Foto: Roistacher C.N. ID 3633. Tomado de <http://www.ecoport.org>



Foto: Roistacher C.N. ID 19596. Tomado de <http://www.ecoport.org>



Foto: Roistacher C.N. ID 19592. Tomado de <http://www.ecoport.org>

## TATTERLEAF

### 1. Herida en la unión del injerto



Foto: Lee R. ID 1203. Tomado de <http://www.ecoport.org>



Foto: Calavan E.C. ID 5555. Tomado de <http://www.ecoport.org>



Foto: Lee R. ID 1204. Tomado de <http://www.ecoport.org>



Foto: Roistacher C.N. ID 5557. Tomado de <http://www.ecoport.org>

2. Orilla de las hojas irregular.



Foto: Roistacher C.N. ID 5565. Tomado de <http://www.ecoport.org>.



Foto: Roistacher C.N. ID 5562. Tomado de <http://www.ecoport.org>

3. Retoños pequeños y en forma de escoba de bruja.



Foto: Roistacher C.N. ID 5582. Tomado de <http://www.ecoport.org>

## EXOCORTIS

### 1. Árboles de crecimiento retardado o enanos



Fotos: Roistacher C.N. ID 1393 y 6189. Tomado de <http://www.ecoport.org>

### 2. Rajaduras en la corteza del patrón



Foto: Roistacher C.N. ID 1382. Tomado de <http://www.ecoport.org>



Foto: Roistacher C.N. ID 6180. Tomado de <http://www.ecoport.org>



Foto: Roistacher, C.N. ID 6227. Tomado de <http://www.ecoport.org>



Foto: Roistacher C.N. ID 1381. Tomado de <http://www.ecoport.org>



Foto: Valenzuela M. ID 19686. Tomado de <http://www.ecoport.org>

3. Manchas amarillas en la corteza de las ramas.



Foto: Roistacher C.N. ID 1383. Tomado de <http://www.ecoport.org>



Foto: Muller G. ID 6184. Tomado de <http://www.ecoport.org>

4. Frutos en forma de cono.



Foto: Roistacher C.N. ID 1384. Tomado de <http://www.ecoport.org>.

## CACHEXIA

1. Se observa goma debajo de la corteza en la unión del injerto.



Fotos: Roistacher, C.N. ID 1386 y 1396. Tomado de <http://www.ecoport.org>



Foto: Roistacher C.N. ID 1402. Tomado de <http://www.ecoport.org>

## 2. Protuberancias en el tronco donde se ha acumulado goma.



Fotos: Roistacher C.N. ID 1395 y 6344. Tomado de <http://www.ecoport.org>

## 2. Amarillamiento de hojas, árboles de bajo crecimiento

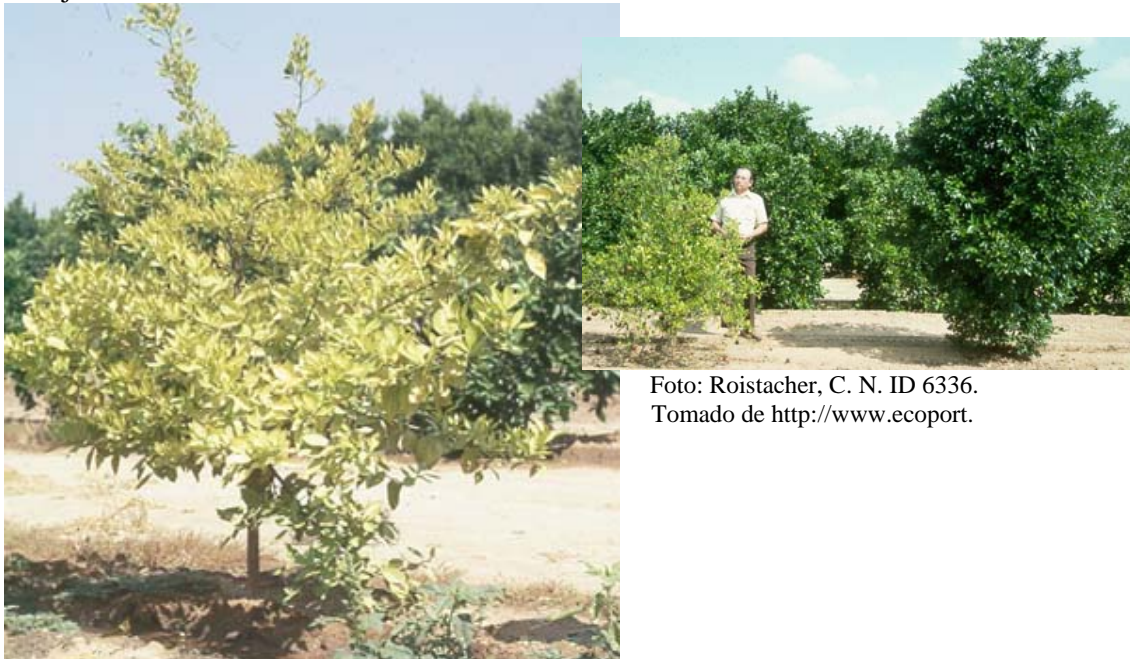


Foto: Roistacher, C. N. ID 6336.  
Tomado de <http://www.ecoport.org>.

Foto: Roistacher, C. N. ID 6337. Tomado de <http://www.ecoport.org>

## IMPIETRATURA

### 1. Manchas en los frutos (cáscara y albedo).



Foto: Roistacher, C. N. ID 1450.  
Tomado de <http://www.ecoport.org>



Foto: Roistacher, C. N. ID 1451. Tomado de  
<http://www.ecoport.org>



Foto Roistacher C.N. ID 1449.  
Tomado de <http://www.ecoport.org>



Foto: Roistacher C. N. ID 1452. Tomado de <http://www.ecoport.org>



Foto: Monteverde M. ID 3230. Tomado de <http://www.ecoport.org>

## 2. Hojas jóvenes con manchas en patrón de hoja de roble.



Foto: Roistacher, C. N. ID 1453. Tomado de <http://www.ecoport.org>



Foto: Roistacher C. N. ID 3250.  
Tomado de  
<http://www.ecoport.org>

## PSOROSIS

### 1. Tronco y ramas con descortezamiento como escamas.



Foto Klotz L.J. ID 1308. Tomado de <http://www.ecoport.org>



Foto: Roistacher C.N. ID 1427. Tomado de <http://www.ecoport.org>



Foto: Roistacher C.N. ID 1426. Tomado de <http://www.ecoport.org>



Foto Moreno, P. ID 3693. Tomado de <http://www.ecoport.org>



Foto: Nichel O. ID 19631. Tomado de <http://www.ecoport.org>



Tomado de <http://www.ecoport.org>

2. La madera tiene color marrón.



Foto: Klotz L. J. ID 1428. Tomado de <http://www.ecoport.org>

3. Hojas con manchas amarillas.



Foto: Roistacher C.N. ID 3738. Tomado de <http://www.ecoport.org>



Foto: Klotz L.J. ID 3735. Tomado de <http://www.ecoport.org>



Foto: Roistacher, C. N. ID 1439.  
Tomado de <http://www.ecoport.org>



Foto Klotz L.J. ID 3703. Tomado de <http://www.ecoport.org>

4. Lesiones como ampollas en la parte posterior de la hoja



Foto: Roistacher C.N. ID 1441. Tomado de <http://www.ecoport.org>

5. Frutos con manchas verdes y/o estrías.



Foto: Roistacher, C. N. ID 1429. Tomado de <http://www.ecoport.org>



Foto: Roistacher C.N. ID 1430. Tomado de <http://www.ecoport.org>



Foto: Roistacher C.N. ID 3696. Tomado de <http://www.ecoport.org>



Foto: Moreno P. ID 3695. Tomado de <http://www.ecoport.org>

## CRISTACORTIS

1. Hojas jóvenes con manchas en patrón de hoja de roble.



Foto: Roistacher C.N. ID 1461. Tomado de <http://www.ecoport.org>

2. Hundimientos pequeños y alargados en el tallo, al levantar la corteza tiene protuberancias hacia la madera.



Foto: Vogel R. ID 1947. Tomado de <http://www.ecoport.org>



Foto: Roistacher C.N. ID 1949. Tomado de <http://www.ecoport.org>

## AGALLA LEÑOSA



Foto: Rossetti, V. ID 3494. Tomado de Tomado de <http://www.ecoport.org>



Foto: Bove J.M. ID 3495. Tomado de <http://www.ecoport.org>



Foto: Roistacher C.N. ID 3499. Tomado de <http://www.ecoport.org>

## INFECCIÓN VARIEGADA

1. Hojas abombadas o acolochadas con manchas amarillas.



Foto: Roistacher, C. N. ID 1417. Tomado de <http://www.ecoport.org>



Foto: Roistacher, C.N. ID 3609. Tomado de <http://www.ecoport.org>



Foto: Garnsey S.M. ID 3613. Tomado de <http://www.ecoport.org>

## CONCAVIDAD GOMOSA

1. Depresiones en la corteza del tronco y ramas principales con acumulaciones de goma



Foto: Vogel, R. ID. 1443. Tomado de <http://www.ecoport.org>



Foto: Roistacher C.N. ID 3369. Tomado de <http://www.ecoport.org>

2. Al hacer cortes transversales se miran anillos concéntricos.



Foto: Vergel R. ID 1445. Tomado de <http://www.ecoport.org>



Foto: Vogel R. ID 1444. Tomado de <http://www.ecoport.org>

**ANEXO II**  
**ENCUESTA CONOCIMIENTO DE VIRUS Y VIROIDES**

Encuesta No. \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_  
 Nombre de finca: \_\_\_\_\_ Departamento: \_\_\_\_\_  
 Dueño de la finca: \_\_\_\_\_  
 Nombre y cargo del encuestado: \_\_\_\_\_  
 Dirección de la finca: \_\_\_\_\_

Cultivo	Extensión cultivada	Edad de plantación				Patrón
		1-8 años	8-15 años	15-25 años	Más de 25 años	
Naranja dulce		1-8 años	8-15 años	15-25 años	Más de 25 años	
Limón criollo		1-8 años	8-15 años	15-25 años	Más de 25 años	
Limón persa		1-8 años	8-15 años	15-25 años	Más de 25 años	
Mandarina		1-8 años	8-15 años	15-25 años	Más de 25 años	
Toronja		1-8 años	8-15 años	15-25 años	Más de 25 años	
Otros		1-8 años	8-15 años	15-25 años	Más de 25 años	

Principales plagas en la plantación

Minador	Pulgón café	Escama nieve	Ácaro cremoso
Trips	Pulgón verde	Escama negra	Ácaro blanco
Psílidos (payasitos)	Pulgón amarillo	Escama coma	Ácaro rojo
Otros		Escama lomo de tortuga	Ácaro amarillo

Última fumigación: \_\_\_\_\_ ¿Con qué fin? \_\_\_\_\_  
 Producto utilizado: \_\_\_\_\_

Síntomas	Cultivo y patrón	No. planta	Tratamiento ¿funcionó?	Sugerido por
<b>TRISTEZA</b> 1. Amarillamiento de hojas y ausencia de retoños. 2. Hojas con aclaramiento en nervaduras. 3. Ahoyado en el tronco. 4. Acolochamiento de hojas crecimiento de retoños en forma de escoba. 5. Plantas enanas. 6. Fruto pequeño.				
<b>LEPROSIS</b> 1. Manchas circulares en las hojas y tallos. 2. Manchas en frutos.				
<b>TATTERLEAF</b> 1. Herida en la unión del injerto. 2. Hojas deformes con orillas irregulares. 3. Retoños pequeños, amarillos y en forma de escoba de bruja.				
<b>EXOCORTIS</b> 1. Árboles enanos. 2. Rajaduras en la corteza del patrón. 3. Manchas amarillas en hojas y corteza de las ramas. 4. Frutos con forma de cono.				
<b>CACHEXIA</b> 1. Goma debajo de la corteza en la unión del injerto. 2. Protuberancias en el tronco donde se ha acumulado goma. 3. Amarillamiento de hojas y árboles de bajo crecimiento.				
<b>IMPIETRATURA</b> 1. Manchas en la cáscara de los frutos (cáscara y albedo). 2. Hojas jóvenes con manchas con patrón de hoja de roble.				
<b>PSOROSIS</b> 1. Tronco y ramas con descortezamiento como escamas. 2. La madera tiene un color marrón. 3. Las hojas tienen manchas amarillas. 4. Lesiones como ampolla en la parte posterior de la hoja. 5. Los frutos presentan estrías y manchas verdes.				

Síntomas	Cultivo patrón	No. planta	Tratamiento ¿funcionó?	Sugerido por
<b>CRISTACORTIS</b> 1. Hojas jóvenes con manchas en patrón de hoja de roble. 2. Hundimientos pequeños y alargados en el tallo. Al levantar la corteza tiene protuberancias hacia madera.				
<b>AGALLA LEÑOSA</b> Se forman protuberancias en el tallo y a veces en la raíz.				
<b>INFECCION VARIEGADA</b> Hojas abombadas o acolochadas con manchas amarillas.				
<b>CONCAVIDAD GOMOSA</b> 1. Depresiones en la corteza del tronco y ramas principales con goma. 2. Al hacer cortes transversales se miran anillos concéntricos de goma.				

¿Qué enfermedades de cítricos conoce? \_\_\_\_\_

¿Cómo cree usted que se transmiten las enfermedades virales? \_\_\_\_\_

¿Se ha hecho algún diagnóstico de enfermedades en su plantación? \_\_\_\_\_

¿Quién dio el diagnóstico? \_\_\_\_\_

¿Qué enfermedades diagnosticaron? \_\_\_\_\_

¿Dónde obtuvieron las plantas que tiene en la plantación? \_\_\_\_\_

#### Observaciones del recolector de datos

Cultivos alrededor: \_\_\_\_\_

Tipo de riego: \_\_\_\_\_

Presencia de vectores: Pulgón                      Ácaros                      Psílicos                      Trips

Enfermedades observadas:

Enfermedad	No. Plantas	No. Fotos	Muestra	Cultivo	Patrón
Tristeza					
Leprosis					
Tatterleaf					
Exocortis					
Cachexia					
Impietratura					
Psorosis					
Cristacortis					
Agalla leñosa					
Infección variegada					
Concavidad gomosa					

## PRINCIPALES PLAGAS PRESENTES EN CULTIVOS DE CÍTRICOS

NOMBRE	CARACTERÍSTICAS
<b>ÁFIDOS</b> 1. Pulgón café 2. Pulgón verde 3. Pulgón amarillo	1. Color pardo oscuro las colonias son densamente pobladas. 2. Color desde verde hasta amarillo. En el envés de hojas tiernas. 3. Color amarillo limón. Causa malformaciones en hoja.
<b>CÓCCIDOS</b> 1. Escama coma 2. Escama nieve 3. Escama negra 4. Escama loma de tortuga	1. Color púrpura. En vena central en el envés de hojas jóvenes y en sombra. 2. Color blanco. En tallos, hojas y frutos. 3. Color negro. En envés de la hoja. 4. Color rojizo, forma oval. En ramas y raíces.
<b>ALEYRÓDIDOS</b> 1. Mosca blanca 2. Mosca prieta	1. Color cremoso. Se alimenta de la savia en tejido tierno. 2. Color negro. En los brotes.
<b>LEPIDÓPTEROS</b> Minador de la hoja	Adulto color blanco plateado, larva color amarillo cremoso. Próximo a formar pupa se dobla al filo de la hoja.
<b>ÁCAROS</b> 1. Ácaro de las yemas 2. Ácaro blanco 3. Ácaro rojo 4. Ácaro del tostado	1. Tamaño pequeño, en forma de cuña o cono. Color amarillo. 2. Color blanco con sus cuatro pares de patas atrofiadas. 3. Color rojo con pelos o setas en el cuerpo. 4. Color cremoso diminuto.

## MATERIAL VEGETATIVO QUE SE DEBE RECOLECTAR PARA PRUEBAS DE LABORATORIO

ENFERMEDAD	MATERIAL VEGETATIVO	PRUEBAS DE CAMPO
Tristeza	Hojas nuevas, tallos de retoños, pecíolos.	Levantar corteza para ver ahoyado
Leprosis	Hojas, frutos, (lesiones).	Buscar pústulas en fruto y hojas
Exocortis	Hojas y tallos de retoños, corteza del patrón enfermo.	Ver descascamiento de patrón o rajaduras en ramas de limón, presencia de goma
Cachexia	Hojas y tallos de retoños, corteza de tronco.	Hacer cortes en el tronco para ver acumulación de goma, levantar corteza en unión del injerto para ver herida
Psorosis	Hojas y tallos jóvenes, flores	Observar frutos, hojas y descascamiento de troncos de la variedad

TOLERANCIA Y SUSCEPTIBILIDAD DE LOS CÍTRICOS MÁS CULTIVADOS DE  
GUATEMALA

Especie o variedad	Susceptible	Tolerante
Carrizo	Exocortis	Cachexia, concavidad gomosa, cristacortis, gomosis, tristeza, psorosis
Troyer	Exocortis, psorosis ringspot	Cachexia, concavidad gomosa, cristacortis, gomosis, tristeza, psorosis
<i>C. macrophyla</i>	Cachexia, tristeza, gomosis	
<i>C. volkameriana</i>	Cachexia, impietratura, agalla leñosa	Cristacortis
Toronja	Concavidad gomosa, cristacortis, impietratura, infección variegada, leprosis, gomosis, psorosis, tristeza (sp)	Cachexia, exocortis
Limones	Impietratura, infección variegada, psorosis, agalla leñosa (ve)	Cachexia, concavidad gomosa, cristacortis, exocortis, tatterleaf, tristeza
Mandarinas	Cachexia, Concavidad gomosa, cristacortis, leprosis, gomosis, psorosis, tristeza (sp), agalla leñosa (ve)	Exocortis, tristeza
Cleopatra (mandarina)	Infección variegada	
<i>Poncirus trifoliata</i>	Exocortis, psorosis ringspot	Cachexia, concavidad gomosa, cristacortis, infección variegada, gomosis, tristeza
Naranja agria	Cristacortis, impietratura, infección variegada, leprosis, psorosis, agalla leñosa (ve)	Cachexia, coancavidad gomosa, exocortis
Naranja dulce	Concavidad gomosa, cristacortis, impietratura, infección variegada, leprosis, gomosis, psorosis, tristeza (sp y vc), agalla leñosa (ve)	Cachexia, exocortis, tatterleaf, tristeza
Limón persa	Exocortis, gomosis, tristeza	Cachexia

**UNIVERSIDAD DEL VALLE DE  
GUATEMALA**

**Manual de las enfermedades virales y  
viroidales más importantes en el cultivo  
de cítricos para Guatemala**

**Maria Inés Obiols de Gerendas**

**Guatemala  
2004**

## ÍNDICE

Introducción	1
Tristeza	3
Leprosis	11
Exocortis	15
Psoriasis	19
Agalla leñosa	24
Cachexia o Xiloporosis	28
Impietratura	32
Tatterleaf	35
Cristacortis	39
Concavidad gomosa	42
Infección variegada	46
Tablas informativas	49
Literatura citada	65
Anexo I Información para la recolección de muestras	68
Anexo II Insectos y ácaros presentes en cítricos.	70
Anexo III Síntomas causados por deficiencias nutricionales.	74
Anexo IV Daño causado por bacterias y hongos.	77
Anexo V ¿Qué hacer cuando se tiene una planta enferma?	81



## INTRODUCCIÓN

El cultivo de cítricos es muy importante en los países tropicales y subtropicales y en Guatemala ha alcanzado un mayor potencial de desarrollo a nivel local. En los últimos años se ha incrementado el área cultivada con este producto, ya que es una fuente de trabajo, de generación de divisas y una alternativa de diversificación de cultivos.

Dada la diversidad climática de Guatemala, la producción de cítricos se encuentra distribuida por regiones y se producen alrededor de cuatro diferentes especies con alta aceptación en el mercado local y mundial.

Uno de los problemas que enfrentan los agricultores del país es la presencia de enfermedades en sus plantaciones. Esto disminuye la producción por temporada y desmejoran la calidad del producto. Muchas de estas enfermedades son de origen viral o viroidal. Desgraciadamente estos patógenos atacan las plantas y son muy difíciles de erradicar. En realidad no existe hasta la fecha formas de controlarlos una vez están establecidos en los tejidos de una planta. Las formas de evitar la propagación de estas enfermedades es utilizar plantas libres de enfermedad, mantener un control de las plantas enfermas, los vectores y los hospederos alternos, así como realizar prácticas agrícolas adecuadas que eviten la transmisión de los virus y viroides.

Las enfermedades virales y viroidales se originaron en diferentes regiones del mundo. En Guatemala existen condiciones climáticas similares a esos países. Las prácticas de cultivo se prestan a la dispersión de los patógenos y además se ha reportado la presencia de los vectores de estas enfermedades. Por ello, es factible el establecimiento de las mismas en el país. Con el incremento en la producción de cítricos, los agricultores comenzaron a importar material vegetativo de especies que tienen buenas características. Esto trajo consigo la entrada al país de material contaminado sin certificar.

La producción de cítricos en Guatemala ha aumentado en la última década debido al incremento del área sembrada y al mejoramiento de las técnicas de producción. La mayor parte se usa para el consumo interno como fruta fresca. Parte del producto obtenido es exportado principalmente a los países de Centro América, México y en poca escala se ha comenzado a exportar a Estados Unidos y Europa.

Estudios recientes indican que existe la posibilidad de incrementar la exportación de cítricos, especialmente lima persa, a las dos últimas regiones.

Para obtener una comercialización adecuada, una buena producción y así lograr mayores ganancias, en el comercio de cítricos, al igual que con cualquier otro producto, es importante mejorar y asegurar la calidad del producto desde su inicio. La materia prima iniciadora (semillas, vástagos, acodo, etc.) y los árboles productores, deben estar libres de enfermedades.

Es importante que las personas que trabajan en la producción de cítricos en Guatemala tengan conocimiento sobre las enfermedades producidas por virus y viroides, sus formas de transmisión, los vectores, los síntomas observados en el campo, los diferentes métodos de diagnóstico y de prevención, para evitar su establecimiento, así como los métodos de control, para evitar su propagación. Los agricultores guatemaltecos, según Blanco 1999, en su mayoría poseen poco desarrollo tecnológico para la producción, utilizan material de propagación que no garantiza su fitosanidad y calidad genética y tienen poco conocimiento sobre las enfermedades que atacan a su plantación. Esto da como resultado cosechas de bajos volúmenes con producto de baja calidad. En la actualidad, a excepción de la enfermedad llamada tristeza de los cítricos y que es causada por un closterovirus (Reyes 1994 y Palmieri 1998), no existe en la citricultura de Guatemala estudios sobre la distribución de las enfermedades causadas por virus y viroides, ni conocimiento exacto de cuáles son las enfermedades reportadas en el territorio guatemalteco.

A nivel internacional existe gran cantidad de información generada por los científicos especializados en cítricos así como por productores con experiencia. Es posible conocer sobre las principales enfermedades virales y viroidales que atacan este cultivo y el impacto económico que ellas conllevan, los síntomas que presentan las enfermedades en el campo, los vectores u otras formas de transmisión, diferentes métodos de detección, etc. Desgraciadamente esta información no está accesible a la mayoría de agricultores guatemaltecos.

El documento que se preparó tiene como objeto proporcionar material informativo que puede ser utilizado por las personas que en la actualidad tienen estos cultivos, las que están considerando la posibilidad de producirlo, por los técnicos de las diferentes instituciones que asesoran a los agricultores, por los técnicos de laboratorio que se encargan de detectar las enfermedades y por estudiantes interesados en este cultivo.

## TRISTEZA

**Grupo al que pertenece el virus:** Closterovirus

**Nombre en inglés:** Citrus Tristeza, CTV

**Tipo de ácido nucleico:** ARN de cadena simple que tiene una envoltura de proteínas de simetría helicoidal. Es el virus más grande conocido en plantas. Mide aproximadamente 11 X 2,000 nm.

**Síntomas:** Existen diferentes cepas del virus, lo que contribuye a una gran diversidad de síntomas. Cepas moderadas no producen sintomatología o muy poco reconocible o visible. Cepas severas producen un rango de síntomas que incluyen:

Amarillamiento de las plantitas: Las plantitas en el vivero se ponen amarillas y se reduce su crecimiento (Roistacher, 1991 y Tsai *et al.* 1999).

Muerte súbita: Se muere el tejido del floema en la unión del injerto. Esto provoca: crecimiento exagerado en el tejido de esa área, degeneración de las raíces alimenticias, enanismo, amarillamiento de las hojas, reducción del tamaño de los frutos, poco crecimiento de retoños y la muerte de la planta. Árboles en patrón de naranja agria con muerte súbita, presentan un ahoyado en la parte interna de la corteza o una coloración café en la unión del injerto. (Roberts, *et al.* 1994).

Acanalado del tallo: Se presentan depresiones en la madera del tallo debajo de protuberancias formadas en la corteza. Esto provoca enanismo en la planta y reducción en la producción. Las ramas nuevas se quiebran con facilidad. El acanalado es visible cuando se remueve un pedazo de la corteza. Se puede observar en la corteza del tallo, marcas en forma de lazo (Roberts, *et al.* 1994).

**Distribución geográfica:** Se originó en Asia. En la actualidad se encuentra distribuida en todo el mundo. Se han observado casos severos en Argentina, Brasil, Venezuela, Estados Unidos, España e Israel. En Guatemala se han encontrado plantas con cepas moderadas de tristeza (Palmieri 1998).

**Rango de hospederos:** La cepa presente en el cultivo depende de la susceptibilidad del hospedero. Ver Tabla 1.

Amarillamiento de las plantitas: toronja, limón, naranja agria (S).

Muerte súbita: Especies en patrón de naranja agria (S).  
Especies en patrón de Carrizo, cleopatra y swingle (T).



Defoliación. Retalhuleu, Guatemala. Foto: Obiols M.I. 2003.



Muerte súbita. Foto: Lee R.F. ID 1351. Tomado de <http://www.ecoport.org>.

## Acanalado del tallo



Además del acanalado en naranja dulce, toronja y pomelo, algunas cepas de tristeza pueden provocar acanalado en el patrón de especies considerados tolerantes. La foto muestra acanalado en patrón de limón agrio. Foto: Lee R.F. ID 1325.



Acanalado del tallo en naranja dulce variedad pera, ocurrido en Brasil. Foto: Lee RF. ID 1854.

Acanalado del tallo: Toronjas y sus híbrido, pomelos, tangelos, limas y naranjas dulces (S). Las mandarinas son generalmente tolerantes (T) (Tsai *et al.* 1999).

**Transmisión:** La transmisión del virus de tristeza ocurre por medio de áfidos y por material vegetativo infectado. La cepa del virus que infecta una planta depende de la transmisibilidad del vector y de la susceptibilidad para adquirir la enfermedad (Rocha-Peña *et al.* 1995). Las especie *Toxoptera citricida* conocido como áfido café, es el vector más eficiente, seguido por *Aphys gossypii* o áfido del melón (Yokomi *et al.* 1994). Existen otras especies como *Aphys spiraeicola* de color verde claro y *Toxoptera aurantii* o áfido negro de los cítricos. Los áfidos negros y cafés tienen ninfas de color café y son negros cuando son adultos se distinguen por el color de las antenas y la forma de las venas en las alas (Roberts, *et al.* 1994). Ver Tabla 3 y Anexo 2.

**Modo de identificación del virus:** Existen algunos métodos utilizados directamente en el campo que pueden dar una idea de la presencia de tristeza, sin embargo, es importante hacer pruebas de laboratorio para comprobar la existencia de la enfermedad.

Método de yodo es comúnmente usado para determinar la cantidad de almidón presente en las células de la raíz. Si la planta tiene tristeza, la concentración de almidón en las células disminuye considerablemente. Para aplicar este método es importante preparar una solución de yodo disolviendo 1.5 g. de yoduro de potasio y 0.3 g de yodo en 100 cc de agua. Mantenga la solución en un frasco de vidrio café para que no entre en contacto con la luz. Excave hasta encontrar una raíz de aprox. ¼ de pulgada de diámetro. Haga un corte a la raíz de manera de dejar expuesta la madera en el interior. Vierta una gota de la solución de yodo sobre la madera. Si la madera se torna negra o azul oscuro, la concentración de yodo es normal.

En caso contrario, la concentración de yodo es baja, esto indica la posible presencia de tristeza en la planta (Roistacher 1991).



Se muestra el acanalado con protuberancias en la corteza y hoyos en el tronco de un árbol de naranja agria a Belice. Este síntoma es común en árboles que se están muriendo por tristeza. Foto: Roistacher C.N. (04/01/1995) ID 13802.



*Toxoptera citricida* transmite la enfermedad Tristeza. Foto: Palmieri M. 2003.

Levantado de corteza: para determinar la presencia de acanalado en el tallo, levante con una cuchilla o navaja “limpia” (lavada con cloro) un pedazo de la corteza que incluya un sector del patrón y un sector del injerto.

Métodos de laboratorio: Existe una gran variedad de métodos bioquímicos como ELISA (Enzyme-linked immunosorbent assay), que es el más rápido para determinar la presencia de tristeza en tejido vegetal. El uso de anticuerpos monoclonales ha permitido la detección de diferentes cepas del virus (Roberts *et al.* 1994). Además de ELISA existen otras técnicas como: DIBA (dot immuno binding assay), IEM (inmuno eletron microscopy) con anticuerpos monoclonales o policlonales, dsRNA PAGE, cDNA, PCR e inmunocaptura. En Guatemala ya existe la tecnología para determinar la presencia de tristeza en plantas enfermas con varios métodos bioquímicos. También es posible utilizar microscopio de luz para encontrar cuerpos de inclusión en las células del floema de la planta infectada. Bioensayos de plantas indicadoras: Existen métodos biológicos en los que se inocula el virus a material vegetativo de especies susceptibles a la enfermedad (plantas indicadoras) y se observa la presencia de síntomas. Estas pruebas se hacen con un estricto control en invernaderos. Para detectar la presencia de tristeza es recomendado utilizar como planta indicadora lima mexicana (Lee *et al.* 2000). Ver Tabla 5.

Toma de muestras: Recolectar hojas nuevas, tallos de retoños y pecíolos. Es importante tomar material de regiones del árbol que apunten a los cuatro puntos cardinales. Seguir los procedimientos de la toma de muestras Anexo I y Tabla 4.

**Manejo:** Las estrategias de manejo de tristeza están basadas en la presencia e incidencia del virus y sus vectores.

Control de virus: Es importante mantener en cuarentena plantitas importadas o provenientes de regiones donde se ha reportado presencia de tristeza para evitar la transmisión de la enfermedad. Se recomienda aplicar pruebas de ELISA u otra prueba de laboratorio disponible a todas las plantitas para asegurar que se está trabajando con material limpio.

Si se desea propagar las variedades por medio de injerto, asegurarse que la planta madre no esté contaminada. Sustituir los árboles enfermos, especialmente si están injertados en naranja agria, por plantas injertadas en patrones tolerantes (Roberts *et al.* 1994). Ver Tabla 2.

Utilizar protección cruzada inoculando material de árboles que presentan cepas moderadas de tristeza, ya que estos son tolerantes a cepas severas. Es necesario un estudio previo para asegurar la estabilidad del inóculo (Curti-Díaz 1998).

Control del vector: Se ha estudiado a fondo las relaciones del vector principal *Toxoptera citricida* con el medio (temperatura, variedad de la planta huésped, edad de la planta hospedera, etc.) con el fin de dar un manejo utilizando métodos biológicos. Se han observado varios enemigos naturales para el vector: insectos (*Coelophora inaequalis*) parasitoides (*Lysiphlebus testaceipes*) y hongos (Tsai *et al.* 1999). Todos estos métodos están aún bajo estudio y pueden ser una fuente importante para el manejo integrado de plagas del vector en el futuro. Se recomienda utilizar métodos químicos de control del vector utilizando insecticidas para mantener baja la población de áfidos.



Afido café *Toxoptera citricida* en Guatemala. Foto: Palmieri M. 2003.



Note la reducción severa del tamaño del fruto de toronja debido a la presencia de una sepa severa de tristeza. Foto tomada en 1979. Foto: Roistacher C.N. ID 14373.



Frutos pequeños de naranja navel. Observados en huertos visitados en las costas de Perú en 1987. Foto: Roistacher C.N. ID 15506.

## LEPROSIS

**Grupo al que pertenece el virus:** Rhabdovirus

**Nombre en inglés:** Leprosis virus, CiLV

**Tipo de ácido nucleico:** ARN que forma partículas baciliformes cortas hasta de 300 nm de largo. Posee una envoltura de simetría helicoidal.

**Síntomas:** Dentro de los síntomas más característicos observados en plantas con leprosis se pueden mencionar: presencia de manchas cloróticas en forma de anillos en las hojas. Aparecen manchas cloróticas en el tallo en la etapa inicial y luego se convierten en un tipo de ampollas o pústulas que crecen formando hendiduras similares a las provocadas por psorosis. Manchas cloróticas en forma de anillo que luego se tornan necróticas y hundidas en el centro en los frutos. Los retoños se tornan secos sin hojas. Las ramas que presentan gran infestación no tienen muchas hojas ni frutos pues éstos se caen (Wallace 1978 y Garnsey 1990).

**Distribución geográfica:** Se han observado plantas enfermas en Asia (China, India, Japón y Filipinas), África del sur y Egipto y en América (Argentina, Brazil, Paraguay, Venezuela, Panamá, México y Estados Unidos) (Roistacher 1991; Bové 1995; Lee *et al.* 2000; Chagas 2000). También se ha observado en Guatemala.

**Rango de hospederos:** Naranja dulce, naranja agria, limón agrio, mandarina cleopatra, mandarinas y toronja (Roistacher 1991; Bové 1995). Ver Tabla 1.

**Transmisión:** Se transmite por ácaros de género *Brevipalpus*. En Brasil el vector es *Brevipalpus phoenicis*, en Florida *Brevipalpus californicus* y en Argentina y Venezuela *Brevipalpus obovatus* Ver Tabla 3. La enfermedad aparece cuando están presentes plantas enfermas y ácaros de los géneros mencionados (Bové 1995). Se ha observado que larvas de *B. phoenicis* son más eficientes que las ninfas o los adultos en la transmisión de la enfermedad (Children 1994).



Manchas circulares en los frutos de plantas con leprosis.  
Retalhuleu, Guatemala, 2003. Foto: Obiols M.I.



Manchas circulares en los frutos de plantas con leprosis.  
Retalhuleu, Guatemala, 2003. Foto: Obiols M.I.



Manchas circulares en hojas de plantas con leprosis. Retalhuleu, Guatemala, 2003. Foto: Obiols M.I.



Pústulas lepróticas en tallos y ramas de plantas con leprosis. Escuintla, Guatemala, 2003. Foto Palmieri M.



Descortezamiento de las ramas causado por leprosis en plantas enfermas. Escuintla, Guatemala. 2003. Foto: Obiols M.I.

**Modo de identificación del virus:**

Métodos de laboratorio: Microscopía electrónica y de luz, PCR, SDS-PAGE, plantas indicadoras. Ver Tabla 5. Toma de muestras: tomar hojas jóvenes, tallos y frutos que presenten lesiones o síntomas. Estas muestras deben ser preservadas y marcadas como se indica en los procedimientos de la toma de muestras, ver Tabla 4 y Anexo 1.

**Manejo:**

Prácticas culturales: Realizar las podas y manejo de material vegetativo con herramientas libres de contaminantes, para ello se deben lavar con una solución de cloro o vanodine. Podar en forma severa las ramas que presentan síntomas, o si es necesario, eliminar los árboles altamente contaminados. Manejo de ácaros: Utilizar aceites de petróleo como orchex o spreitex mezclados con acaricidas para reducir la población de los mismos (Childers 1994), o si es posible, un buen control biológico con técnicas de manejo integrado de plagas (Chagas 2000).

## EXOCORTIS

**Grupo al que pertenece el virus:** De la familia Pospiviroidae, género *Pospiviroids*. Viroide del grupo V.

**Nombre en inglés:** Exocortis viroid, CEVd

**Tipo de ácido nucleico:** Es el viroide más largo de los cítricos. Posee entre 371 y 375 nucleótidos (Durán-Vila, *et al.* 1988).

**Síntomas:** Se observan rajaduras en la corteza del patrón, que posteriormente se pela. Algunas veces se observa goma debajo de la corteza rajada. Si las lesiones llegan hasta la raíz principal ocasionan la muerte del árbol. En algunas especies de limón se han observado rajaduras en las ramas principales. Las ramas y retoños pueden mostrar puntos amarillos o manchas cloróticas. El crecimiento de los árboles disminuye y quedan enanos. En Limón Volkameriana los frutos presentan forma de cono en uno de sus extremos (Roistacher 1991; Wallace 1978 y Garnsey 1990).

**Distribución geográfica:** Se originó en Australia, en la actualidad se han observado plantas enfermas en todo el mundo (Bové 1995). Se han observado casos en Guatemala.

**Rango de hospederos:** Citranges, Lima Rangpur, Naranja trifoliada, Limón Volkameriana. Ver Tabla 1.

**Transmisión:** Mecánica al utilizar instrumentos contaminados. Este viroide puede permanecer activo por mucho tiempo en tejido seco o superficies contaminadas. También es transmitido al utilizar material vegetativo contaminado (Duran-Vila *et al.* 2000).

**Modo de identificación del virus:**

Métodos de laboratorio: sPAGE, PCR, hibridación.

Bioensayos: Etrog citron, ver Tabla 5.



Distribución geográfica de exocortis. Ilustración: Roistacher C.N. ID 6392. Tomado de <http://www.ecoport.org>.



Rajaduras en la corteza del patrón provocada por exocortis.  
Foto: Roistacher C.N. ID 6227. Tomado de <http://www.ecoport.org>.



Rajadura en la corteza del patrón de carrizo con injerto de valencia. Foto: Roistacher, C.N. ID6223. Tomado de <http://www.ecoport.org>.



Manchas amarillas en la corteza de las ramas. Foto: Muller G. ID 6184. Tomado de <http://www.ecoport.org>.



Tallos de lima persa muestras rajaduras provocadas por exocortis y/o una mezcla de viroides. 2003. Foto: Palmieri M.

Toma de muestras Para hacer las pruebas de laboratorio es importante tomar las hojas nuevas, los tallos de los retoños o yemas nuevas y secciones de la corteza del patrón enfermo. Estas muestras deben ser preservadas y marcadas como se indica en los procedimientos de la toma de muestras Tabla 4 y Anexo I.

**Manejo:**

Prácticas culturales: Realizar las podas y manejo de material vegetativo con herramientas libres de contaminantes, para ello se deben lavar con una solución de cloro. No debe ser utilizado material vegetativo para la propagación de plantitas nuevas, si no ha sido examinado con procedimientos de laboratorio. (Duran-Vila *et al.* 2000).

Prácticas agrícolas: Cultivar patrones tolerantes a la enfermedad. Ver Tablas 1 y 2.

## PSOROSIS

**Grupo al que pertenece el virus:** Ophiovirus

**Nombre en inglés:** Psorosis virus o Citrus Ring Spot virus, CPV o CRSV por sus iniciales.

**Tipo de ácido nucleico:** ARN de una cadena envuelto en una capa de proteína. Las partículas del virus tienen formas de filamentos espirales (Derrick y Barthe 2000).

**Síntomas:** El tronco y las ramas principales de la variedad presentan un descortezamiento en forma de escamas. Estas se caen y forman tejido nuevo que se vuelve a desprender. La madera de los árboles presenta una coloración marrón por la acumulación de goma que se produce en las paredes de los vasos conductores. Las hojas y los frutos presentan pequeñas estrías. Los síntomas de las hojas son observados fácilmente a contraluz en las hojas nuevas (Garnsey 1990 y Derrick *et al.* 2000).

**Distribución geográfica:** Originaria de Oriente está distribuida mundialmente, pero presenta mayores problemas en Argentina, Uruguay e India (Derrick y Barthe 2000).

**Rango de hospederos:** Naranja dulce, mandarinas y toronjas. Ver Tabla 1.

**Transmisión:** Por injerto, al utilizar material vegetativo contaminado. Se ha observado que Ring Spot Psorosis es transmitida mecánicamente por herramientas contaminadas. La variedad presente en Argentina se cree que es transmitida por vector, posiblemente áfidos (Derrick y Barthe 2000). Se ha observado transmisión de psorosis por medio de semilla en especies trifoliadas y sus híbridos (Lee, *et al.* 1999).

**Modo de identificación del virus:**

Métodos de laboratorio: ELISA, PCR y PAGE

Bioensayos: Plantas indicadoras naranja dulce, mandarina, Dweet limón. Ver Tabla 5.



Escalamiento del tronco de la variedad provocado por psorosis. Foto: Lee R. ID 1308. Tomado de <http://www.ecoport.org>.



Lesiones en la corteza causadas por psorosis en tronco de naranja dulce. Foto: Moreno P. ID 3693. Tomado de <http://www.ecoport.org>.



Mancha marrón en la madera del tronco de plantas infectadas con psorosis. Foto: Klotz, L.J. Tomado de <http://www.ecoport.org>.



Manchas cloróticas en hojas de limón agrio que tiene el virus psorosis. Foto: Roistacher C. N. ID 1439. Tomado de <http://www.ecoport.org>.



Manchas cloróticas en la parte apical de la hoja. Foto: Roistacher CN. ID 3717. Tomado de <http://www.ecoport.org>.



Foto: Roistacher C.N. ID 3738. Tomado de <http://www.ecoport.org>.



Diferente tipo de manchas provocadas por psorosis.  
Foto: Klotz L.J. ID 3703. Tomado de <http://www.ecoport.org>.



Manchas en fruto provocadas por psorosis. Foto:  
Klotz, L.J. ID 3705. Tomado de <http://www.ecoport.org>.



Estrillas provocadas en algunos frutos por psorosis.  
Foto: Roistacher CN. ID 1429. Tomado de  
<http://www.ecoport.org>.

**Toma de muestras:** Para hacer las pruebas de laboratorio es importante tomar las hojas, los tallos de los retoños o yemas nuevas y flores (ver Tabla 4). Estas muestras deben ser preservadas y marcadas como se indica en los procedimientos de la toma de muestras en Anexo I.

**Manejo:** Utilizar material vegetativo libre de virus para la propagación de plantitas. Utilizar semillas certificadas como fuente para patrones, ya que existen tipos de psorosis en los que las naranjas trifoliadas y citranges son susceptibles. Desinfectar las herramientas para podar e injertar con solución de cloro (Derrick y Barthe 2000).

## AGALLA LEÑOSA

**Grupo al que pertenece el virus:** Luteovirus

**Nombre en inglés:** Woody gall o Vein Enation, CVEV por sus iniciales.

**Tipo de ácido nucleico:** Partículas similares a virus de forma esférica de aproximadamente 25 nm de diámetro han sido observadas en el floema de plantas enfermas (J.V. da Graça 2000).

**Síntomas:** Se forman protuberancias en el tallo llamadas agallas leñosas que crecen y luego se juntan formando una como coliflor. Estas protuberancias pueden crecer en las raíces también, generalmente se localizan cerca de las espinas y heridas en el tronco. Se pueden observar abultamientos o enaciones en las hojas de retoños vigorosos cuando las plantas están en condiciones de frío. Esta enfermedad no se ha considerado comercialmente importante (Roistacher 1991 y da Graça 2000).

**Distribución geográfica:** Endémica en Perú, Japón y California. Presente en Sudáfrica, Australia, Turquía, España y Brasil, posiblemente presente en China (Roistacher 1991; Bové 1995 y da Graça 2000). Se han reportado casos en Guatemala.

**Rango de hospederos:** Agallas en tronco: Limón agrio, limón Volkameriana, lima Mexicana y naranja agria. Enaciones en hojas: limones, lima Mexicana y naranja agria (Roistacher 1991; Wallace 1978 y Garnsey 1990). Ver Tabla 1.

**Transmisión:** La transmisión del virus de agalla leñosa ocurre por medio de áfidos y por material vegetativo infectado. Las especies de áfidos *Toxoptera citricida*, *Myzus persicae* y *Aphis gossypii* son los vectores conocidos (Bové 1995 y da Graça 2000). Ver Anexo 2.



Agalla leñosa en Guatemala. Foto: Obiols M.I. 2003.



Agalla leñosa observada en árboles de naranja agria. Sacatepéquez, Guatemala. 2003. Foto: Obiols M.I.



Enación en las venas de las hojas de Lima Mejicana provocadas por agalla leñosa. Foto: Newcomb D.A. Tomado de <http://www.ecoport.org>.



Enación en las venas provocada por el virus. 2003.  
Foto: Palmieri M.



Agalla en tronco de limón persa. Guatemala. 2003.  
Foto: Obiols M.I.

**Modo de identificación del virus:**

Métodos de laboratorio: PAGE, microscopía electrónica.

Toma de muestras: Se deben recolectar las hojas (Ver Tabla 4).

Bioensayos: Plantas indicadoras lima mexicana, limón rugoso y naranja agria. Ver Tabla 5.

**Manejo:** Evitar el uso de material vegetativo contaminado. En lugares donde la enfermedad es endémica, evitar el uso de patrones susceptibles (da Graça 2000).

## CACHEXIA

**Grupo al que pertenece el virus:** De la familia Pospiviroidae, género *Hostuviroids*. Viroide del grupo CVd II b y grupo CVd II c (Duran-Vila *et al.* 2000).

**Nombre en inglés:** Cachexia viroid, CVd II b y CVd II c por sus iniciales.

**Tipo de ácido nucleico:** Es un variante de la secuencia específica de los viroides cítricos del grupo II, que a su vez son variantes para cítricos del grupo de viroides *hop stunt HSVd*

**Síntomas:** Aparecen manchas color café en la madera del tronco debido a la acumulación de goma. Se observan protuberancias o proyecciones no dentadas en la corteza de la variedad que corresponden a depresiones en la madera, donde se localizan los puntos de goma. Una gran cantidad de árboles enfermos paran su crecimiento, sus hojas se ponen amarillas, declinan y luego mueren. En climas cálidos estos síntomas se acentúan. Estos síntomas se pueden confundir con los de tristeza, pero la diferencia es que las protuberancias causadas por tristeza son más puntiagudas y poseen menos goma (Durán-Vila *et al.* 2000 y Roistacher 1991).

**Distribución geográfica:** Esta enfermedad está dispersa por todo el mundo.

**Rango de hospederos:** Mandarinas y algunos híbridos de mandarinas (tangors y tangelos) alremow, lima Rangpur, *Citrus macrophylla*, y *Citrus volkameriana* (Roistacher 1991; Bové 1995 y Durán-Vila *et al.* 2000). Ver Tabla 1.

**Transmisión:** Es transmitida cuando se manipula material vegetativo contaminado y cuando se utilizan herramientas contaminadas.



Acumulaciones de goma debajo de la corteza causado por cachexia. Foto: Roistacher C.N. ID 6342. Tomado de <http://www.ecoport.org>.



Dentro de los primeros síntomas observados acumulación de goma en la unión del injerto. Foto: Roistacher C.N. ID 1396. Tomado de <http://www.ecoport.org>.



Pitting observado debajo de la corteza de la variedad en plantas infectadas con cachexia. Foto: Ochoa F. ID 6339. Tomado de <http://www.ecoport.org>.



Síntomas muy severos en mandarina Parsosn's Special, después de quitar la corteza. Foto: Roistacher, C.N. ID 1401. Tomado de <http://www.ecoport.org>.



Amarillamiento de hojas y estancamiento de crecimiento de Orlando Tangelo con cachexia. Foto: Roistacher, C.N. ID 6337. Tomado de <http://www.ecoport.org>.

**Modo de identificación del virus:**

Métodos de laboratorio: sPAGE y teñido de plata de las bandas de ARN, PCR. Bioensayos: Plantas indicadoras Parsons especial, mandarina, Orlando tangelo y limón agrio. Ver Tabla 5.

Toma de muestras: Para hacer las pruebas de laboratorio es importante tomar las hojas nuevas, los tallos de los retoños o yemas nuevas y secciones de la corteza del tronco enfermo. Ver Tabla 4. Estas muestras deben ser preservadas y marcadas como se indica en los procedimientos del Anexo I.

**Manejo:**

Prácticas culturales: Realizar las podas y manejo de material vegetativo con herramientas libres de contaminantes, para ello se deben lavar con una solución de cloro. No debe ser utilizado material vegetativo para la propagación de plantitas nuevas, si no ha sido examinado con procedimientos de laboratorio. (Duran-Vila *et al.* 2000).

## IMPIETRATURA

**Grupo al que pertenece el virus:**

**Nombre en inglés:** Impietratura

**Tipo de ácido nucleico:** desconocido.

**Síntomas:** Aparecen manchas verdes circulares en la cáscara de los frutos inmaduros que corresponden a puntos de goma en el albedo (parte blanca interna de la cáscara). Cuando maduran, estas manchas se ponen de color café. Al pelar los frutos o cortarlos por la mitad, muestran goma en la cáscara y en el albedo. Muchos frutos pequeños se ponen duros y caen al suelo. Las hojas jóvenes muestran manchas en un patrón como el de las hojas de encino (Roistacher 1991). Esta enfermedad reduce la cosecha y la calidad del fruto pero no causa la muerte de la planta. Los síntomas se pueden confundir con deficiencia de boro o daño causado por algunos insectos (Moreno 2000).

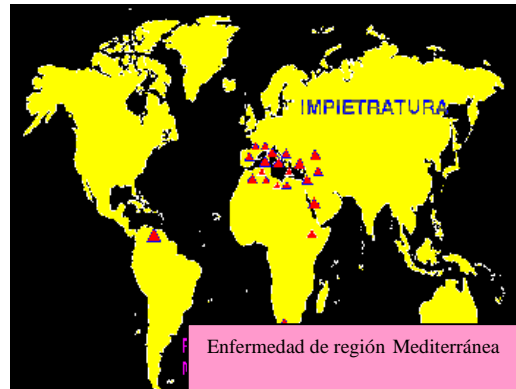
**Distribución geográfica:** Se reportó por primera vez en el Mediterráneo y se han reportado plantas enfermas en Irán, Palestina, India Sudáfrica, Nepal y Venezuela (Roistacher 1991 y Moreno 2000).

**Rango de hospederos:** Existen muchas variedades susceptibles a esta enfermedad pero produce más daño en naranja dulce y toronja (Moreno 2000). Ver Tabla 1.

**Transmisión:** Por injerto, no se han reportado transmisión mecánica o por vector (Roistacher 1991 y Moreno 2000).

**Modo de identificación del virus:** Por simple observación de los frutos y utilizando plantas indicadoras. El limón agrio es recomendado para este tipo de bioensayos (Moreno 2000). Ver Tabla 5.

**Manejo:** Utilizar material vegetativo libre del virus en la producción de plantitas nuevas por medio de injertos.



Distribución geográfica de impietratura. Ilustración: Roistacher C.N. ID 3224. Tomado de <http://www.ecoport.org>.



Patrón de hoja de encino alrededor de la nervadura principal de hojas en naranja dulce con impietratura. Foto: Roistacher C.N. ID 1443. Tomado de <http://www.ecoport.org>.



Manchas en la cáscara y puntos de goma en el albedo de frutos con impietratura. Fotos: Roistacher C. N. ID 1450 y 1451. Tomado de <http://www.ecoport.org>.

## TATTERLEAF

**Grupo al que pertenece el virus:** Closterovirus

**Nombre en inglés:** Tatterleaf virus, CTLV por sus iniciales.

**Tipo de ácido nucleico:** ARN rodeado de proteínas que forman una envoltura de simetría helicoidal. Sus partículas alcanzan un largo de 650 nm.

**Síntomas:** Aparecen manchas cloróticas en las hojas, que presentan bordes irregulares parecidos a los que tienen las plantas atacadas por trips u otros insectos. Los retoños tienen un tamaño reducido. En la unión de injerto se presenta una hendidura que se va agrandando, si la herida es severa el tronco se rompe en esta área cuando hay viento fuerte (Roistacher 1991; Miyakawa *et al.* 2000).

**Distribución geográfica:** Se han observado plantas enfermas en China, Japón, África del Sur y California (Roistacher 1991).

**Rango de hospederos:** Mandarina Satsuma, Citrange Troyer y Limón Meyer. Ver Tabla 1.

**Transmisión:** La transmisión es mecánica, por medio de instrumentos contaminados o cuando se maneja material vegetativo de plantas que tienen la enfermedad (Miyakawa *et al.* 2000).

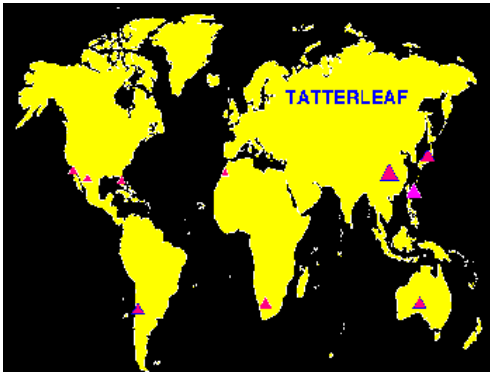
**Modo de identificación del virus:**

Métodos de laboratorio: ELISA, PAGE. Se han desarrollado algunos métodos de laboratorio pero a nivel experimental (Miyakawa *et al.* 2000).

Toma de muestras: Recolectar hojas con síntomas. Ver Anexo I.

**Manejo:**

Prácticas culturales: Realizar las podas y manejo de material vegetativo con herramientas libres de contaminantes, para ello se deben lavar con una solución de hipoclorito de sodio al 1% (Roistacher 1991).



Distribución geográfica de tatterleaf. Ilustración: Roistacher C.N. ID 5549. Tomado de <http://www.ecoport.org>.



Orilla irregular de hojas en plantas infectadas con tatterleaf.  
Foto: Roistacher C.N. ID 5565. Tomado de <http://www.ecoport.org>.



Foto: Roistacher. C.N. ID 5577. Tomado de <http://www.ecoport.org>.



Herida en la unión del injerto provocada por tatterleaf. Foto: Roistacher C.N. ID 5557. Tomado de <http://www.ecoport.org>.



Cuando la enfermedad está avanzada la herida en la unión del injerto es más profunda provocando que el tallo se rompa en esa parte. Foto: Roistacher C.N. ID 5560.  
Tomado de <http://www.ecoport.org>.

## CRISTACORTIS

**Grupo al que pertenece el virus:** desconocido, puede estar relacionado con concavidad gomosa.

**Nombre en inglés:** Cristacortis

**Tipo de ácido nucleico:** desconocido.

**Síntomas:** Se observan hundimientos pequeños y alargados en la madera del injerto y del patrón con goma usualmente en la base, que corresponden a protuberancias en la corteza. Conforme el tronco crece estos hundimientos tienden a desaparecer pero se pueden observar cuando se hace un corte transversal del tronco. Las hojas jóvenes presentan manchas con un patrón como el de las hojas de encino (Roistacher 1991; Garnsey 1990 y Moreno 2000).

**Distribución geográfica:** Mediterráneo, Sudamérica, Yemen y Vietnam. Existen reportes de la enfermedad de América del Sur (Moreno 2000).

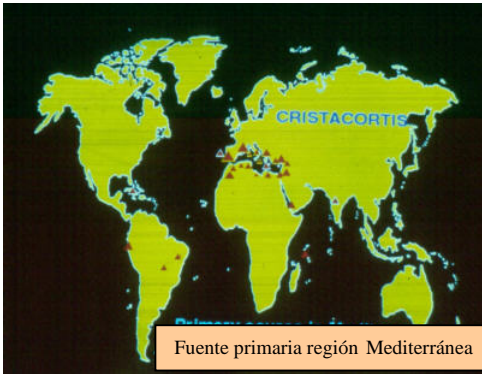
**Rango de hospederos:** Produce hundimientos en la corteza en tangelo Orlando y naranja agria pero no en lima Mexicana. Son susceptibles naranja dulce, mandarinas, tangelos, tongors, toronjas, limón agrio, lima y limón. (Roistacher 1991; Wallace 1978 y Garnsey 1990). Ver Tabla 1.

**Transmisión:** Por medio de material vegetativo contaminado. Se ha reportado transmisión por medio de polen a nivel experimental (Moreno 2000).

**Modo de identificación del virus:** Observación de los síntomas en las plantas enfermas.

**Bioensayos:** Plantas indicadoras naranja dulce, mandarina, Orlando o Wekiwa tangelo. Ver Tabla 5.

**Manejo:** Utilizar material vegetativo libre de virus en la propagación del cultivo (Moreno 2000).



Distribución de la enfermedad a nivel mundial.  
Ilustración: Roistacher C.N. ID 1944. Tomado de <http://www.ecoport.org>.



Ahoyado típico de cristacortis en el patrón y la variedad  
Foto: Vogel R ID 1457. Tomado de <http://www.ecoport.org>.



Corte transversal del tronco indicando al ahoyado causado por cristacortis. Foto: Vogel R. ID 1459. Tomado de <http://www.ecoport.org>.



Manchas cloróticas en las hojas provocadas por cristacortis. Foto: Lee R.F. ID 1213. Tomado de <http://www.ecoport.org>.

## CONCAVIDAD GOMOSA

**Grupo al que pertenece el virus:** Sobemovirus

**Nombre en inglés:** Concave gum

**Tipo de ácido nucleico:** desconocido.

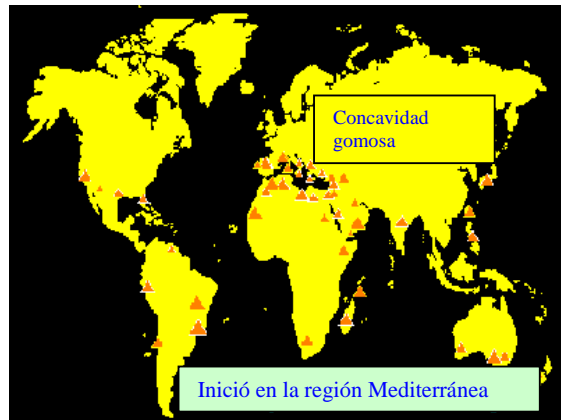
**Síntomas:** Se observan depresiones en la madera y corteza del tronco y ramas principales con goma debajo. Al hacer cortes transversales del tronco y ramas se pueden ver anillos concéntricos de goma. Este síntoma está asociado con las concavidades. Algunas veces la goma se acumula y fluye hacia fuera de la corteza a través de pequeñas rajaduras localizadas al lado o debajo de la concavidad. Las hojas jóvenes presentan manchas con un patrón como el de las hojas de encino. Esta enfermedad es común en árboles viejos, puede reducir el vigor y la productividad de la planta (Roistacher 1991 y Moreno 2000).

**Distribución geográfica:** Se han observado plantas enfermas en el Mediterráneo puede estar en otras partes del mundo (Roistacher 1991 y Bové 1995).

**Rango de hospederos:** Mandarinas, naranja dulce, toronjas y tangelos. Ver Tabla 1. (Roistacher 1991 y Moreno 2000).

**Transmisión:** Es comúnmente transmitida por injerto. Existe reporte de casos de transmisión por injerto natural, es decir cuando las raíces de dos árboles se tocan en el suelo. También ha sido reportada la transmisión por semilla especialmente en naranjas trifoliadas, carrizo y citrange Troyer (Roistacher 1991 y Moreno 2000).

**Modo de identificación del virus:** Está basado en la observación de las plantas enfermas. Bioensayos con plantas indicadoras. Las plantas de Dweet tangor inoculadas deben presentar manchas con patrón de hojas de encino. Las mandarinas y naranjas dulces son también usadas como indicadoras. Ver Tabla 5.



Distribución de concavidad gomosa a nivel mundial.  
 Ilustración: Roistacher C. N. ID 3367. Tomado de <http://www.ecoport.org>.



Concavidades en el tronco de naranja dulce asociadas al virus.  
 Foto: Vogel R. ID 1443. Tomado de <http://www.ecoport.org>.



Patrón de hoja de encino desarrollado alrededor de la nervadura principal en hojas de plantas infectadas  
Foto ID.1447: Roistacher C.N. Tomado de <http://www.ecoport.org>.



Anillos concéntricos de goma en las ramas y tallos de mandarina. Síntoma característico de la enfermedad. Foto: Vogel R. ID 3474. Tomado de <http://www.ecoport.org>.

Es importante hacer una relación entre los síntomas del campo y los de laboratorio, pues las manchas en hojas se presentan también en hojas de plantitas inoculadas con cristicortis, impietratura y psorosis (Moreno 2000).

**Manejo:** Utilizar material vegetativo libre de virus. El virus se puede eliminar del material vegetativo con micro injertos y termoterapia (Moreno 2000).

## INFECCIÓN VARIEGADA

**Grupo al que pertenece el virus:** Iarvirus

**Nombre en inglés:** Citrus variegation virus, CVV; Citrus crinklu leaf virus, CCLV o Citrus leaf rugose virus, CLRV.

**Tipo de ácido nucleico:** Es un típico ilarvirus con cuatro componentes de nucleoproteínas. Las partículas oscilan entre 26 y 32 nm (Garnsey 2000).

**Síntomas:** Las hojas presentan manchas como de mosaico con abombado de algunos segmentos, lo que hace que parezcan colochas, se reduce el crecimiento de la planta (Garnsey 1990).

**Distribución geográfica:** Estados Unidos, Mediterráneo, Japón, Australia y Argentina (Roistacher 1991 y Bové 1995).

**Rango de hospederos:** Se observan síntomas CVV en limón, naranja agria, citrón y toronja. CLRV produce mosaico en hojas de limón, acolochamiento de la hoja en lima Mexicana. Se observan síntomas más suaves de CVV, CCLV y de CLRV en mandarinas (Garnsey 2000). Ver Tabla 1.

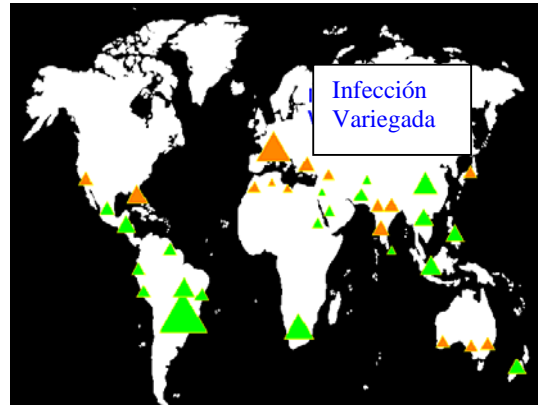
**Transmisión:** Es transmitida fácilmente por injerto o por utilizar herramientas contaminadas. Existe baja transmisión por semilla, no se ha reportado vector (Roistacher 1991; Bové 1995 y Garnsey 2000).

**Modo de identificación del virus:**

Métodos de laboratorio: Anticuerpos monoclonales y policlonales han sido producidos y este virus puede ser detectado con ELISA. También existen disponibles ensayos de PCR (retrotranscripción y cadena de polimerasa) (Garnsey 2000). Bioensayos: Plantas indicadoras Etrog citrón. Ver Tabla 5.

Toma de muestras: Colectar las hojas que presenten síntomas. Ver Tabla 4.

**Manejo:** Utilizar material vegetativo libre de virus en la propagación del cultivo. Desinfectar las herramientas para podar e injertar con solución de hipoclorito de sodio al 1% (Garnsey 2000).



Distribución geográfica de infección variegada.  
Ilustración: Roistacher C.N. ID 3605. Tomado de  
<http://www.ecoport.org>.



Síntomas en hojas de naranja navel con infección variegada.  
Foto: Roistacher C.N. ID 1417. Tomado de  
<http://www.ecoport.org>.



Síntomas en hojas de limón con infección variegada, se observa el acoloramiento entre las nervaduras. Foto: Roistacher C.N. Tomado de <http://www.ecoport.org>.



Síntomas parecidos a los de psoriasis en planta de limón que fue inoculada con infección variegada. Foto: Roistacher C.N. Tomado de <http://www.ecoport.org>.

Tabla 1(a). Tolerancia o susceptibilidad de diferentes plantas de cítricos a enfermedades causadas por virus o viroides.

Planta	Tristeza	Veien enation	Concave gumm	Complejo Psorosis	Impietratura	Cristacortis	Tatterleaf	Infectius variegation	Leprosis	Satsuma dwarf	Exocortis	Cachexia
Citrinje Carrizo	T		T	T		T				S	S	T
Citrinje Troyer	T		T	S		T				S	S	T
Citrinje (Eitrog)	S		T	T PA	T	T		S		T	S	T
<i>Citrus excelsa</i>	S			S			S			S		S
<i>Citrus macrophylla</i>	S										T	S
<i>Citrus volkameriana</i>	T	S			S	T					T	S
Clementina	T		S	S	S	S		S		S	T	S
Toronja	T		S	S	S	T		S		S	T	T
Limones	T	S	T	S	S	T		S		S	T	T
Limones (Key, mejicana)	S	S	T	S		T		S		S	T	T

S: susceptible, T: tolerante, S\*\* : susceptible a cepas severas, T PA: Tolerante Psorosis

Tabla 1(b). Tolerancia o susceptibilidad de diferentes plantas de cítricos a enfermedades causadas por virus o viroides.

Planta	Tristeza	Veien enation	Concave gumm	Complejo Psorosis	Impietratura	Cristacortis	Tatterleaf	Infectius variegation	Leprosis	Satsuma dwarf	Exocortis	Cachexia
Naranja agria	S	S	T	S T PA	S	S	T	S	S	S	T	T
Lima dulce	S		T	T		S		S			S	S
Naranja dulce ***	S	S	S	S	S	S	T	S	S	S	T	T
Naranja dulce en <i>P. trifoliata</i>							S					
Naranja dulce en naranja agria	S											
Tangelo	T		S	S	S	S				S	T	S
Lima Persa	S									T	S	T

S: susceptible, T: tolerante, S\*\*: susceptible a cepas severas, T PA: Tolerante Psorosis A

Tabla 1(c). Tolerancia o susceptibilidad de diferentes plantas de cítricos a enfermedades causadas por virus o viroides.

Planta	Tristeza	Veien enation	Concave gumm	Complejo Psorosis	Impietratura	Cristacortis	Tatterleaf	Infectius variegation	Leprosis	Satsuma dwarf	Exocortis	Cachexia
Naranja agria	S	S	T	S T PA	S	S	T	S	S	S	T	T
Lima dulce	S		T	T		S		S			S	S
Naranja dulce	S **	S	S	S	S	S	T	S	S	S	T	T
Naranja dulce en <i>P. trifoliata</i>												
Naranja dulce en naranja agria	S						S					
Tangelo	T		S	S	S	S				S	T	S
Lima Persa	S									T	S	T

S: susceptible, T: tolerante, S\*\*: susceptible a cepas severas, T PA: Tolerante Psorosis A

Tabla 2. Patrones utilizados en Guatemala y sus características (Zaparolli 1991; Salguero 1992 y Flores 1993)

Especie usada como patrón	Variedades injertadas sobre ese patrón	Características del patrón
<i>Citrus macrophylla</i>	Limón y lima ácida	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se adapta a suelos pesados, soporta altas concentraciones de sales y boro solubles.</li> <li>• Árboles de buen vigor, con frutos de buena calidad y tamaño.</li> <li>• Poco tolerante a sequillas.</li> <li>• Susceptible a tristeza, xiloporosis, y suelos con nemátodos.</li> <li>• Resistente o tolerante a gomosis y excortis.</li> <li>• Tolerancia aceptable a psorosis.</li> </ul>

Cont. Tabla 2. Patrones utilizados en Guatemala y sus características (Zaparolli 1991; Salguero 1992 y Flores 1993)

Especie usada como patrón	Variedades injertadas sobre ese patrón	Características del patrón
Citrange carrizo	Naranja dulce y mandarina	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Árboles de crecimiento vigoroso.</li> <li>• Produce frutos de calidad aceptable, no excelente y ligeramente ácido.</li> <li>• Adaptable a gran variedad de suelos.</li> <li>• Tolerante a tristeza y gomosis y nemátodos de genero <i>Radopholus</i>.</li> <li>• Alta susceptibilidad a exocortis.</li> </ul>
Citrange troyer <i>Porcirus trifoliata</i> x <i>Citrus sinensis</i>	Naranja dulce y mandarina	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Produce frutos de buena calidad.</li> <li>• Tolerante a gomosis y tristeza.</li> <li>• Alta susceptibilidad a exocortis.</li> </ul>

Cont. Tabla 2. Patrones utilizados en Guatemala y sus características (Zaparolli 1991; Salguero 1992 y Flores 1993)

Especie usada como patrón	Variedades injertadas sobre ese patrón	Características del patrón
<i>Citrus aurantium</i> Naranja agria	Naranja dulce y mandarina	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es el más utilizado.</li> <li>• Produce frutos de muy buena calidad y tamaño.</li> <li>• Tolerante a exocortis.</li> <li>• Altamente susceptible a tristeza.</li> <li>• Altamente resistente a gomosis.</li> </ul>
<i>Citrus taiwanica</i>	Naranja dulce y mandarina	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Produce frutos de calidad regular.</li> <li>• Responde muy bien a suelos de textura fina.</li> <li>• Tolerante a tristeza.</li> <li>• Muy tolerante a exocortis y gomosis.</li> </ul>

Cont. Tabla 2. Patrones utilizados en Guatemala y sus características (Zaparoli 1991; Salguero 1992 y Flores 1993)

Especie usada como patrón	Variedades injertadas sobre ese patrón	Características del patrón
<i>Citrus renschi</i> Mandarina cleopatra	Naranja dulce y mandarina	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Su rendimiento es menor.</li> <li>• Presenta problemas de gomosis en la línea del injerto.</li> </ul>
<i>Citrus limonia</i> Lima Rangpur	Naranja dulce y mandarina	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Susceptible a roña (enfermedad que se presenta en frutos de variedades injertadas).</li> <li>• Susceptible a exocortis (se distribuye internamente y produce quebraduras en las ramas de árboles de 10-12 años).</li> </ul>

3(a). Principales plagas presentes en cultivos de cítricos. Insectos conocidos como vectores de enfermedades virales.

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	ENFERMEDAD	CARACTERÍSTICAS
<p>ÁFIDOS</p> <p>Pulgón negro</p> <p>Pulgón verde</p> <p>Pulgón amarillo</p> <p>Pulgón del melón /algodón</p>	<p><i>Toxoptera citricida</i></p> <p><i>Aphis spiraeicola</i></p> <p><i>Toxoptera aurantii</i></p> <p><i>Aphis gossypii</i></p> <p><i>Dacynotus jaceae</i></p> <p><i>Myzus persicae</i></p>	<p>Tristeza, agalla leñosa</p> <p>Tristeza</p> <p>Tristeza, agalla leñosa</p> <p>Tristeza</p> <p>Agalla leñosa</p>	<p>Color pardo oscuro, colonias densamente pobladas.</p> <p>Color de verde a amarillo. En envés de hojas tiernas.</p> <p>Color amarillo limón. Malformaciones en hoja.</p>
<p>ÁCAROS</p> <p>Ácaro de las yemas</p> <p>Ácaro blanco</p> <p>Ácaro rojo</p>	<p><i>Brevipalpus phoenicis</i> (Brasil)</p> <p><i>Brevipalpus obovatus</i> (Argentina y Venezuela)</p> <p><i>Brevipalpus californicus</i> (USA)</p> <p><i>Phyllocoptruta oleivora</i></p>	<p>Leprosis</p> <p>Leprosis</p> <p>Leprosis</p>	<p>Tamaño pequeño, en forma de cuña o cono.</p> <p>Color amarillo.</p> <p>Color blanco con sus cuatro pares de patas atrofiadas.</p> <p>Color rojo brillante con manchas pardas y oscuras en el dorso. Con pelos o setas en el cuerpo. Huevos elípticos y anaranjados.</p>
<p>Acaro tostado</p>			<p>Color cremoso diminuto.</p>

Tabla 3(b). Principales plagas presentes en cultivos de cítricos.

NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	ENFERMEDAD	CARACTERISTICAS
COCCIDOS Escama coma Escama nieve Escama negra Escama loma de tortuga	<i>Lepidosaphes beckii</i> <i>Unaspis citri</i> <i>Saissetia oleae</i>		Color púrpura. En vena central en el envés de hojas jóvenes y en sombra. Color blanco. En tallos, hojas y frutos. Muchas veces produce rajadura de la corteza. Color negro. En envés de la hoja. Color rojizo, forma oval. En ramas y raíces.
ALEYRODIDOS Mosca blanca Mosca prieta	<i>Parabemisia myricae</i>	Clorotic Dwarf	Color cremoso. Se alimenta de la savia en tejido tierno. Color negro. En los brotes.
LEPIDOPTEROS Minador de la hoja	<i>Phyllocnistis citrella</i>	Favorece la penetración de (bacterias) en la hoja.	Adulto color blanco plateado, larva color amarillo cremoso. Próximo a formar pupa dobla el filo de la hoja.
PSILIDOS	<i>Trioza erythrae</i> <i>Diaphorina citri</i>	Greening (HLB)	
CICADELIDOS Y CERCOPIDOS	<i>Acrogonia gracilis</i> <i>Oncometopia fasciatales</i> <i>Dilobopterus costalimai</i> <i>Plexistommatia corniculata</i> <i>Bucephalagonia xanthopis</i>	Enfermedad bacteriana Clorosis variegada ( <i>Xylella fastidiosa</i> )	

Tabla 4: Material vegetativo que se debe recolectar para pruebas de laboratorio

ENFERMEDAD	MATERIAL	CANTIDAD	PRUEBAS DE CAMPO
Tristeza	Hojas nuevas, tallos de retoños, peciolo.	2 ramitas de 5 hojas	Levantar corteza para ver apoyado
Leptosia	Hojas, frutos y partes de ramas con lesiones.	10 a 20 hojas	Buscar pustulas en fruto, hojas y tallos. Descortezamiento en ramas.
Escoortis	Hojas y tallos de retoños, corteza del patrón enraizado.	4 o 8 ramas jóvenes	Ver descortezamiento de patrón o rajaduras en ramas de lirón, presencia de goma.
Cachexia	Hojas y tallos de retoños, corteza de tronco.	4 o 8 ramas jóvenes	Hacer cortes en el tronco para ver acumulación de goma, levantar corteza en unión del injerto para ver herida.
Ponosis	Hojas y tallos jóvenes, flores, frutos en caso de tener manchas o estrías.	4 ramas	Hojas con manchas cloróticas y descortezamiento del troncos de la variedad.
Agalla leñosa	Hojas y	4 ramas	Agalla en el tronco. Protruberancias como piquitos en las nervaduras de hojas.
Infección variegada	Hojas	2 ramitas de 5 hojas	Hojas se presentan colochas, con abultamientos entre las nervaduras.
Cristacortis	Corteza en region de hundimientos	2 ramitas de 5 hojas	Hundimientos pequeños en corteza de patrón y variedad.
Impietratura	Frutos dañados	2 ramitas	Puntos circulares descoloridos en fruto. Goma en la cáscara.
Talterleaf	Hojas con síntomas	2 ramitas	Hojas deformes, rajadura en la unión del injerto.
Concavidad gomosa	Corteza donde están las depresiones	10 ramitas	Depresiones en el tronco con goma debajo. Anillos circulares de goma el hacer corte transversal de rama o tronco.

**Tarjeta informativa para muestras**

Muestra No. \_\_\_\_\_ Edad de la planta \_\_\_\_\_  
Variedad/Patrón \_\_\_\_\_  
Nombre de finca \_\_\_\_\_  
Dirección de la finca \_\_\_\_\_  
Fecha de recolecta \_\_\_\_\_  
Nombre y teléfono de persona que desea los resultados \_\_\_\_\_  
Síntomas observados en la planta \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
Insectos presentes en la planta \_\_\_\_\_

Tabla 5. Plantas indicadoras para la detección de virus y viroides de cítricos. (Bové 1995; Roistacher 1991 y Brunt et al. 1990)

Enfermedad	Planta indicadora	Síntomas observados	Tipo de infección	Tiempo para la expresión de síntomas	Temp. ° C
Tristeza	Cítricos <i>subsp. trifoliata</i> Lima mejicana	Aclaramiento en nervaduras de hojas, hojas en forma de cuchara, acanalado del tallo, disminución del crecimiento. Flechado intermitente en hojas jóvenes, necrosis en nervaduras de hojas adultas, acanaladura en ramas, enanismo y clorosis. Disminución del crecimiento, amarillamiento de hojas en los refolios. Acanalado del tallo	Sistémica	2 - 6 meses	24 - 26
Amarillamiento de plantas Acanalado del tallo	Toronja, limón, naranja agria Naranja dulce y toronja			2 - 6 meses	24 - 27
Vein anaranjado	Lima mejicana Limón rugoso Naranja agria	Agallas en el tallo cerca de las espinas. Pequeños tumores en las nervaduras secundarias que coexisten con depresiones en el haz.	Sistémica	2 - 6 meses 2 - 6 meses	24 - 27 24 - 27

Continuación Tabla 5. Plantas indicadoras para la detección de virus y viroides de cítricos. (Bové 1995;

Enfermedad	Planta indicadora	Síntomas observados	Tipo de infección	Tiempo para la expresión de síntomas	Temp. ° C
Leprosis	<i>Citrus aurantifolia</i> <i>Citrus sinensis</i>	Manchas cloróticas que evolucionan a placas necróticas en hojas y brotes	Local Local	No determinado	18 - 26
Infección variegada	Ettrog citrón	Acolochamiento de hojas, epinastia		2 - 6 meses	24 - 27

Continuación Tabla 5. Plantas indicadoras para la detección de virus y viroides de cítricos. (Bové 1995,

Enfermedad	Planta indicadora	Síntomas observados	Tipo de infección	Tiempo para la expresión de síntomas	Temp. °C
Satsuma dwarf	Mandarina Dweet, Citron, Limón	Enanismo, hojas con forma de cuchara o barco, epinastía.		Varios meses	12 - 18
Tatterleaf	<i>Citrus excelsa</i> Citremón Citrange Rusk Citrange Troyer	Hojas rasgadas y moteadas enanismo, crecimiento en zig-zag de retoños.	Sistémica	1 - 6 meses	24 - 26
Exocortis	Etiop citrón 861-51	Epinastía foliar, arrugado y necrosis de peciolo, grieta en el raquis, hoja y corteza. Enanismo, nervadura principal se pone café		1 - 6 meses	32 - 40

Continuación Tabla 5. Plantas indicadoras para la detección de virus y viroides de cítricos. (Bové 1995,

Enfermedad	Planta indicadora	Síntomas observados	Tipo de infección	Tiempo para la expresión de síntomas	Temp. °C
Cachexia	Parson s Especial, mandarina, Orlando tangelo, limón agrio	Agujeros en la madera que corresponden con excrecencias de la corteza y gomosisidad en la corteza y en la unión del injerto. Rotura de las uniones de las ramas jóvenes.		6 - 12 meses	32 - 40
Concavidad gomosa	Naranja dulce Tangor Dweet Mandarina	Clorosis tipo hoja de roble. Decoloración de la nervadura principal.		2 - 6 meses	24 - 27
Impietratura	Naranja dulce Toronja	Decoloración de la nervadura principal, clorosis tipo hoja de roble, goma en el albedo del fruto.		2 - 6 meses	18 - 26

Continuación Tabla 5. Plantas indicadoras para la detección de virus y viroides de cítricos. (Bové 1995,

Enfermedad	Planta indicadora	Síntomas observados	Tipo de infección	Tiempo para la expresión de los síntomas	Temp. °C
Cristacortis	Naranja dulce Mandarina	Decoloración de la nervadura principal, clorosis tipo hoja de roble en hojas jóvenes. Acanalado del tallo.		2 - 6 meses 1 - 2 años	24 - 27
Psorosis Ringspot	Orlando o We-kiwa tangelo Naranja dulce Mandarina, Dweet, limón Naranja dulce	Efecto de shock, clorosis tipo hoja de roble en hojas jóvenes. Efecto de shock (necrosis de los retoños), moteado clorótico en hojas jóvenes, patrón clorótico en hojas maduras, lesiones en el tallo		2 - 6 meses 2 - 6 meses	24 - 27 21 - 27

## LITERATURA CITADA

- Bové, J. M. 1995. *Virus and virus-like diseases of citrus in the near east region*. FAO, Rome. 54 pp.
- Brunt, A.; K. Crabtree y A. Gibbs. 1990. *Viruses of tropical plants*. UK. Redwood. Press Ltd. 707 pp.
- Chagas, C.M. 2000. *Leprosis and zonate chlorosis*. En: Timmer, L.W.; S. M. Garnsey y J. A. Graham. 2000. *Compendium of citrus diseases*. 2d. ed. ASP Press. 99 pp.
- Childers, C. C. 1994. *Feeding injury to Robinson tangerine leaves by Brevipalpus mites (Acari: Tenuipalpidae) in Florida and evaluation of chemical control on citrus*. Florida Entomologist Online. 77(2):265-271.
- Da Graça, J.V. 2000. *Vein enation or woody gall*. En: Timmer, L.W.; S. M. Garnsey y J. A. Graham. 2000. *Compendium of citrus diseases*. 2d. ed. ASP Press. 99 pp.
- Derrick, K.S. y G.A. Barthe. 2000. *Psorosis*. En: Timmer, L.W., S. M. Garnsey y J. A. Graham. 2000. *Compendium of citrus diseases*. 2d. ed. ASP Press. 99 pp.
- Durán-Vila, N. C.; C. N. Roistacher, R. Rivera-Bustamante y J. S. Semancik. 1988. *A definition of citrus viroid group and their relationship to the exocortis disease*. Gen. Virol. 69:3069-3080
- Durán-Vila, N. C., J. S. Semancik y P. Broadbent. 2000. *Viroid diseases*. En: Timmer, L.W., S. M. Garnsey y J. A. Graham. 2000. *Compendium of citrus diseases*. 2d. ed. ASP Press. 99 pp.

- Garnsey, S. M.; C. M. Chagas y L. G. Chiavegato. 1990. *Leprosis and zonate Chlorosis*. En: Lovisolio, O., A. Colariccio, C. M. Chagas, V. Rossetti, E. W. Kitajima y R. Narakava. Proc. 13<sup>a</sup> Conf. IOCV. IOCV, Riverside. 43-47.
- Garnsey, S. M. 2000. *Ilarviruses*. En: Timmer, L.W., S. M. Garnsey y J. A. Graham. 2000. Compendium of citrus diseases. 2d. ed. ASP Press. 99 pp.
- Garnsey, S. M. 2002. *Virological aspects to an integrated management of vector-borne virus diseases of citrus*. Food y Fertilizers Technology Center. 7 pp. [Publicado en línea] Disponible desde Internet en: <http://www.agnet.org/library/data/eb/eb416/eb416t1.jpg> [con acceso mayo 2003]
- Lee, R.F. y M. Bar-Joseph. 2000. *Tristeza*. En: Timmer, L.W.; S. M. y J. A. Graham. 2000. Compendium of citrus diseases. 2d. ed. ASP Press. 99 pp.
- Miyakawa, T. y T. Ito. 2000. *Tatter leaf – Citrange stunt*. En: Timmer, L.W., S. M. y J. A. Graham. 2000. Compendium of citrus diseases. 2d. ed. ASP Press. 99 pp.
- Moreno, P. 2000. *Young leaf flecking diseases*. En: Timmer, L.W., S. M. Garnsey y J. A. Graham. 2000. Compendium of citrus diseases. 2d. ed. ASP Press. 99 pp.
- Pratt, Robert M. 1958. *Florida guide to citrus insects diseases and nutritional disorders in color*. Agricultural Experiment Station, Gainesville, Florida. 191 pp.
- Roberts, P.D.; R.J. McGovern, R.F. Lee y C.L. Niblett. 1994. *Tristeza*. Plant Pathology Department, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences. University of Florida. 174 pp.
- Roistacher, C. N. 1991. *Graft-transmissible disease of citrus. Handbook*

*for detection and diagnosis.* FAO. Roma. 280 pp.

- Rocha-Peña, M.A.; R.F. Lee, R. Lastra, C.L. Niblett, F.M. Ochoa-Corona, S.M. Garnsey y R.K. Yokomi. 1995. *Citrus tristeza virus and its aphid vector Toxoptera citricida: Threats to citrus production in the Caribbean and Central and North America.* Plant Dis. 79: 437-443.
- Tsai, J. H.; R. F. Lee, Y. Liu y C. L. Niblett. 1991. *Biology and control of brown citrus aphid (Toxoptera citricida Kirkaldy) and citrus tristeza.* National Integrated Pest Management Network. University of Minnesota. 11 pp.
- Wallace, J. W. 1978. *Virus and virus-like diseases.* The citrus industry IV:67-184.
- Yokomi, R.K.; R. Lastra, M. B. Stoetzel, R.F. Lee, S.M. Gransey, T. R. Gottwald, M. A. Rocha-Peña y C.L. Niblett. 1994. *Establishment of the brown citrus aphid (Homoptera: Aphididae) en Central America and the Caribbean basin and transmission of citrus tristeza virus.* J. E. Econ. Entomol. 87: 1078-1085.

## ANEXO I

### INFORMACIÓN IMPORTANTE PARA LA RECOLECCIÓN DE MUESTRAS

#### Descripción de los síntomas presentes en la planta.

Es importante realizar una descripción clara de los síntomas presentes en la planta enferma.

- Características presentes en las hojas: manchas (indicar forma, tamaño aproximado y color), abultamientos, decoloración, clorosis en las nervaduras de las hojas.
- Características presentes en el tallo o ramas: descortezamiento (indicar si se presenta en el patrón o en la variedad), manchas en la corteza, abultamientos, presencia de goma en heridas de la corteza o debajo de la corteza, ahoyado en el tronco (indicar la forma que tiene).
- Características presentes en los frutos: tamaño, decoloración, manchas en la cáscara, manchas en el albedo, forma irregular, presencia de estrías.
- Tamaño de la planta en comparación con plantas sanas.

#### Insectos o plagas presentes en la planta.

La descripción de los insectos o plagas presentes en la planta deben ser reportados para que las personas que realizan el análisis en el laboratorio tengan una idea general del estado de la planta en el campo, tabla 1. También es importante conocer estos datos para poder determinar la presencia de vectores de enfermedades virales.

#### Recolección de muestras:

Para poder determinar los virus o viroides que atacan una planta es importante tener suficiente material vegetativo, alrededor de 400 g., para procesar en el laboratorio. Para hacer la recolecta del material, es necesario tomar ramas nuevas con hojas jóvenes de aproximadamente 20 cms. de largo. Las muestras deben ser de regiones el árbol que apuntan a los cuatro puntos

cardinales. Este material debe ser guardado en una bolsa plástica cerrada con un nudo sin aire interior o en una bolsa ziploc.

Se debe guardar el material de cada planta enferma en una bolsa por separado. Es importante marcar el árbol que se esta muestreando con un número que también se colocará en la bolsa. En el caso de estar haciendo un muestreo general de la plantación, con el fin de determinar la presencia de un virus o viroide en plantas que no presentan síntomas, es posible juntar el material de 5 plantas en una misma bolsa. En algunos casos es necesario tomar muestra de flores que se deben guardar en botecitos con alcohol. Dependiendo de los síntomas observados es importante tomar en cuenta qué partes de la planta hay que recolectar, en qué forma y la cantidad, tabla 4.

#### Preservación de muestras.

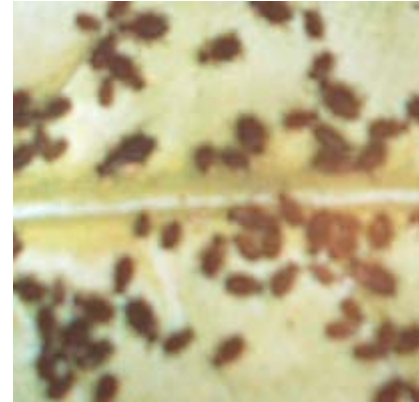
Para preservar el material que se llevará al laboratorio es necesario mantenerlo a una temperatura baja, alrededor de 4° C. Es importante transportarlo en hieleras con suficiente hielo y entregarlo en el laboratorio en el transcurso del día. Si no es posible entregar el material el mismo día, es necesario guardarlo por la noche en el refrigerador, no en el congelador.

#### Datos a poner adjunto a la muestra

A continuación se presenta una tarjeta con los datos básicos que son necesarios adjuntar a cada muestra. Es posible pegar la tarjeta con cinta adhesiva a la bolsa. Ver tarjeta página 60.

## ANEXO II

### INSECTOS Y ACAROS PRESENTES EN CÍTRICOS



Afido café, *Toxoptera aurantii* (Pratt 1958)



Afido verde, *Aphis spiraecola* (Pratt 1958)



Afido negro, *Toxoptera citricida*  
Marajuma, El Progreso 2003. Foto: Ma. Inés Obiols



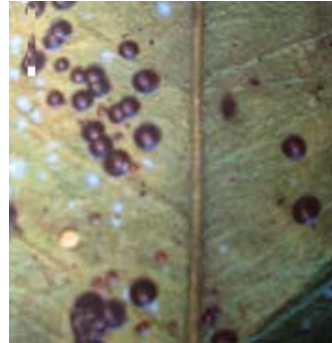
Araña roja (ácaro) *Metatetranychus citri* (Pratt 1958)



Escama lomo de tortuga, *Saissetia oleae* (Pratt 1958)



Escama púrpura *Lepidosaphes beckii* (Pratt 1958)



Escama roja *Chrysomphalus aonidum* (Pratt 1958)



Escama nieve *Unaspis citri*

Marajuma, El Progreso. 2003. Ma. Inés Obiols

### ANEXO III

#### SÍNTOMAS CAUSADOS POR DEFICIENCIAS NUTRICIONALES



Deficiencia de magnesio (Pratt 1958)



Deficiencia de zinc (Pratt 1958)



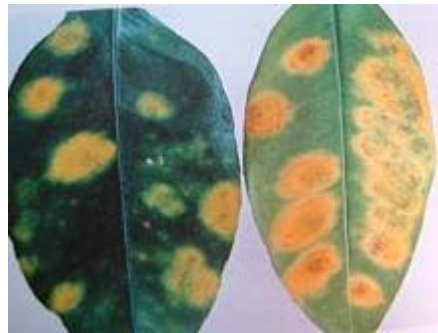
Deficiencia de manganeso (Pratt 1958)



Deficiencia de hierro (Pratt 1958)



Deficiencia de nitrógeno (Pratt 1958)



Deficiencia de molibdeno (Pratt 1958)

## ANEXO IV

DAÑO CAUSADO POR BACTERIAS Y HONGOS  
EN CÍTRICOS

Antracnosis causada por un hongo  
*Colletotrichum gloeosporioides* (Pratt 1958)



Antracnosis en limón causada por hongo *Colletotrichum*  
*limeticolum* (Pratt 1958)



Mancha grasienta causada por hongo *Mycosphaerella citri* (Pratt 1958)



Hongo negro *Capnodium citri* (Pratt 1958)



Scab causado por hongo *Elsinoe fawcetti* (Pratt 1958)



Gomosis causada por hongo *Phytophthora citrophthora*  
(Pratt 1958)



Hongo que ataca los árboles de limón persa, causado  
por hongo *Diplodia natalensi* (Pratt 1958)



Cáncer de cítricos causado por bacteria  
*Xanthomonas* (Pratt 1958)





## ANEXO V

### ¿Qué hacer cuando se tienen una planta enferma?

Si se observa un árbol enfermo es importante antes de indicar que tiene una enfermedad producida por virus o viroides revisar lo siguiente:

- I. Planta secándose en la punta de las ramas, se le caen las hojas.
  - A. Se le ha dado suficiente riego.
  - B. Existe alguna plaga que lo está atacando y provoca ese daño.
    1. Nemátodos
    2. Caracol
    3. Zompopos
  - C. Especies susceptibles a Tristeza. Ver si presenta otros síntomas. Si es así, recolectar muestras para hacer análisis de laboratorio.
  - D. Especies de mandarina susceptibles a Leprosis. Ver si presenta otros síntomas. Si es así, recolectar muestras para hacer análisis de laboratorio.
  
- II. Tiene manchas cloróticas o amarillas en las hojas
  - A. Tiene alguna deficiencia nutricional provocada por falta de minerales.
    1. zinc
    2. nitrógeno
    3. hierro
    4. magnesio
    5. manganeso
    6. molibdeno
    7. otros

B. Existe algún hongo o bacteria que provoca daño en las hojas.

1. mancha gracieta

2. scab

3. antracnosis

4. Si son manchas pequeñas y son de color beige puede tener Xanthomona citri.

Recolectar muestras para hacer análisis de laboratorio.

5. Si son manchas anulares y también aparecen en los frutos

a. Revisar especies susceptibles para Leprosis.

b. Ver si existen otros síntomas. Si es así, recolectar muestras para hacer análisis de laboratorio.

III. Existe algún tipo de rajaduras, descamamiento o presencia de goma en la corteza.

A. Tiene alguna plaga que provoca ese síntoma

1. escama nieve

2. caracol

B. Tiene goma acumulada alrededor de la rajadura.

1. Revisar sistema de riego. Ha tenido el tronco contacto prolongado a agua.

a. Revisar plantas susceptibles a Gomosis.

b. Ver otros síntomas.

2. Tiene abultamientos que al levantar la corteza tienen goma.

a. Revisar plantas susceptibles a Cachexia.

- b. Ver otros síntomas. Recolectar muestras para hacer análisis de laboratorio.
    - 3. Tiene depresiones en el tronco con goma acumulada.
      - a. Revisar plantas susceptibles a Concavidad gomosa.
      - b. Ver otros síntomas. Recolectar muestras para hacer análisis de laboratorio.
  - C. El descamamiento está localizado en el patrón.
    - 1. Revisar plantas susceptibles a Exocortis.
    - 2. Ver otros síntomas. Recolectar muestras para hacer análisis de laboratorio
  - D. El descamamiento está localizado en la variedad.
    - 1. Revisar plantas susceptibles a Psorosis
    - 2. Ver otros síntomas. Recolectar muestras para hacer análisis de laboratorio
  - E. Tiene descamamiento con pústulas o ampollas en las ramas.
    - 1. Revisar plantas susceptibles a Leprosis.
    - 2. Ver otros síntomas. Recolectar muestras para hacer análisis de laboratorio
- IV. Tiene el crecimiento reducido
- A. Revisar riego
  - B. Existen deficiencias nutricionales
  - C. Es el clima y altitud adecuado para la especie.

- D. Revisar especies susceptibles para Tristeza, viroides (exocortis y cachexia)
- E. Revisar otros síntomas. Recolectar muestras para hacer análisis de laboratorio