



**COLEGIO DE POSTGRADUADOS**

INSTITUCION DE ENSEÑANZA E INVESTIGACION EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

**CAMPUS MONTECILLO**

**POSTGRADO DE RECURSOS GENÉTICOS Y PRODUCTIVIDAD  
FRUTICULTURA**

**COMPORTAMIENTO DEL NARANJO 'VALENCIA'  
(*Citrus sinensis* L. Osbeck) INJERTADO EN CUATRO  
PORTAINJERTOS TOLERANTES AL VTC**

**HÉCTOR SALVADOR BAUTISTA**

TESIS

PRESENTADA COMO UN REQUISITO PARCIAL  
PARA OBTENER EL GRADO DE:

**MAESTRO EN CIENCIAS**

MONTECILLO, TEXCOCO, ESTADO DE MÉXICO  
2008

La presente tesis, titulada: “**Comportamiento del naranjo ‘Valencia’ (*Citrus sinensis* L. Osbeck) injertado en cuatro portainjertos tolerantes al VTC**”, realizada por el alumno: **Héctor Salvador Bautista**, bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como un requisito parcial para obtener el grado de:

## **MAESTRO EN CIENCIAS**

### **RECURSOS GENÉTICOS Y PRODUCTIVIDAD FRUTICULTURA**

#### **CONSEJO PARTICULAR**

CONSEJERO:

---

Dr. Gregorio Arellano Ostoá.

ASESOR:

---

Dr. Ángel Villegas Monter.

ASESOR:

---

M.C. Teresa Cervantes Martínez.

Montecillo, Texcoco, estado de México., junio de 2008

**COMPORTAMIENTO DEL NARANJO 'VALENCIA' (*Citrus sinensis* L. Osbeck)  
INJERTADO EN CUATRO PORTAINJERTOS TOLERANTES AL VTC**

**Héctor Salvador-Bautista, M.C.**

**Colegio de Postgraduados, 2008**

La investigación se llevó a cabo en el municipio de Cazonces de Herrera, Veracruz, México, en una huerta comercial de naranjo 'Valencia' injertado en cuatro portainjertos: limón 'Volkameriano' (*C. volkameriana* Ten. & Pasq.) y los mandarinos 'Cleopatra' (*C. reshni* Hort. ex Tan.), 'Amblicarpa' (*C. Amblicarpa* (Hassk.) Ochse) y 'Común' (*C. reticulata*), tolerantes al Virus de la Tristeza de los Cítricos (VTC). Durante dos ciclos de producción (2005-2007), se evaluó crecimiento del árbol, producción, calidad de la fruta y anatomía de la madera. Se utilizó un diseño experimental completamente al azar, con cuatro tratamientos, diez repeticiones y dos árboles por unidad experimental. Los resultados indican que, el naranjo 'Valencia' es afectado por el portainjerto. El mayor crecimiento del árbol se presentó en las plantas injertadas en limón 'Volkameriano'. La mayor cantidad de frutos en madurez comercial y mayeros, el mayor rendimiento e índice de productividad, se produjo con limón 'Volkameriano'. Los frutos de mayor tamaño y peso provienen de árboles injertados en limón 'Volkameriano' y mandarino 'Amblicarpa'. El mayor grosor de albedo-flavedo se presentó en las plantas injertadas en mandarino 'Común', además, en todos los materiales el grosor disminuye de un ciclo a otro. Los frutos de naranjo 'Valencia' con mayor cantidad de sólidos solubles totales provinieron de los mandarinos 'Cleopatra' y 'Amblicarpa' y los frutos más ácidos de plantas injertadas en mandarino 'Común'. En los cortes transversales, se observó parénquima: paratraqueal, porosidad difusa y forma ovalada. En disociaciones de tejido, las fibras muestran dirección entrelazada y ordenación irregular, los elementos de vasos presentaron placas de perforación simple.

**Palabras clave:** *Citrus sinensis* L., anatomía de la madera, portainjertos, VTC.

**BEHAVIOR OF ORANGE 'VALENCIA' (*Citrus sinensis* L. Osbeck)  
GRAFTED IN FOUR ROOTSTOCKS TOLERANT TO CVT**

**Héctor Salvador-Bautista, M.C.**

**Colegio de Postgraduados, 2008**

The investigation was carried in Cazonos de Herrera, Veracruz, Mexico, in a commercial orchard of orange 'Valencia' (*Citrus sinensis* L. Osbeck) grafted in four rootstocks: lemon 'Volkamer' (*C. volkameriana* Ten. & Pasq.) and mandarins 'Cleopatra' (*C. reshni* Hort. ex Tan.), 'Amblicarpa' (*C. amblicarpa* (Hassk.) Ochse) and 'Common' (*C. reticulata*), tolerant to Citrus Tristeza Cloestrovirus (CTV). During two cycles of production (2005-2007), evaluate growth of the tree, production, quality of the fruit and wood anatomy. The used experimental design is totality at random, with four treatments, ten repetitions and two trees by experimental unit. Orange 'Valencia' is affected by rootstocks. The greater growth of the tree appeared in the plants grafted in lemon 'Volkamer'. The greater amount of fruits in commercial maturity and mayeros, the greater yield and index of productivity, induces with the lemon 'Volkamer'. The fruits of greater size and weight come from trees grafted on lemon 'Volkamer' and mandarin 'Amblicarpa'. The greater thickness of albedo-flavedo appears in the plants grafted in mandarin 'Common', in addition, in all the materials the thickness diminishes from a cycle to another one. The fruits of orange 'Valencia' with a greater amount of solids solvable totals come from the mandarins 'Cleopatra' and 'Amblicarpa' and the most acid fruits come from plants grafted with mandarin 'Common'. In cross sections, parenchyma is observed: paratraqueal, diffuse porosity and form made oval. In weave dissociations, the fibers show an interlaced direction and an irregular arrangement, the elements of glasses present display plates of simple perforation.

**Key words:** *Citrus sinensis* L. Osbeck., rootstocks, VTC, wood anatomy.



## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios, por regarle una hermosa familia, buenos amigos y por hacer de mí vida la cosa más maravillosa que pudiera imaginar.

Al pueblo de México, que a través del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) me otorgaron la beca para poder realizar mis estudios de postgrado, sin la cual no habría sido posible realizar este gran sueño.

Al Colegio de Postgraduados, por la oportunidad brindada para realizar mis estudios de Maestría en Ciencias.

A la Orientación en Fruticultura, por permitirme ser parte de ella.

Al Departamento de Fitotecnia y la División de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma Chapingo, por los apoyos en la fase de laboratorio.

Al Dr. Gregorio Arellano Ostoia, por su amistad, apoyo y paciencia que me brindó durante todo el postgrado.

Al Dr. Ángel Villegas Monter, por el apoyo en la fase de campo y las sugerencias brindadas para mejora de este trabajo.

A la M.C. Teresa Cervantes Martínez, una gran mujer, por su amistad, sinceridad, consejos y apoyo en los momentos más ingratos de mis estudios.

A los Sres: Guillermo Arellano, Isidro Villegas, Bernardo, Abdón Espindola, por su amistad y apoyo en el trabajo de campo en Veracruz.

Al Tec. Alberto Zaragoza Zarco, por brindarme su amistad y apoyarme de forma desinteresada en las fases de campo y laboratorio.

Al Tec. Francisco, por las sugerencias y apoyo bibliográfico de anatomía de la madera.

Al M.C. Emigdio De la Cruz De la Cruz, por el apoyo brindado en la estancia de campo y por ser un buen colega.

A quienes de forma desinteresada colaboraron en la mejora de esta tesis.

A quienes no confiaron en mí, por que me hicieron más fuerte y mejor persona, porque su envidia es mi bendición.

**Fraternalmente**

*Los Agrónomos somos como las plantas,  
nos debemos a la tierra.*



## DEDICATORIA

A mi mamá: Alfreda Bautista Reyes, mi ángel de la guarda, por regalarme la vida y formarme día a día y que sin importar adversidades me ha apoyado siempre. Esta tesis y grado, fruto de días de estudio y desveladas, se la dedico, gracias por todo, Dios la bendiga siempre.

A mis hermanitos: Omar y Nallely, por el amor que nos tenemos, por apoyarme en todo momento y comprenderme, gracias por ser la alegría me empuja a seguir adelante día a día.

A mis abuelitos: Francisca Reyes, Epifanio Salvador y Ma. del Carmen Vite, por todo el cariño que me dan y por sus oraciones que me protegen.

A todos mis tíos, tías, primos y primas por darme su cariño y apoyo, pero sobre todo, por el amor que nos une haciendo de nosotros una gran familia.

A mi primo: Emmanuel Hdez., mi hermano y amigo, con quien he compartido grandes aventuras, alegrías y penas durante nuestra corta vida.

A los peques, Fam. Salvador: Jesus, Meredith, Josué, Leonardo, Axel, Gaby, Ariadna y Kinich Badid, por su alegría de niño que me inspira.

A mis amigos: Leonardo Pelayo, Julia del Carmen Rupit, Noé López, Mauricio Orozco, Ivan Bravo, Emmanuel (Chabelo), Eveliel Martínez, Feliciano Acevedo, Cristina Rojas, Mario Barrios, Mario Moranchel, Yurixhi Atenea, Guadalupe Elizondo, quienes a pesar de la distancia me brindaron su apoyo, cariño y comprensión.

A los Ingenieros Rosario Caballero y Felipe Caballero, y Fam. Caballero Arroyo de Peribán, Michoacán. Excelentísimas personas, quienes merecen mi respeto y admiración.

A mis pepé-lones de Chapingo: Rolando, Rodiberto Salas, quienes no me defraudaron y ahora son unos grandes inges.

A los cuates del Huerto San José del CP: José Luís (güero), José Guadalupe, Abundio, Joel (coco-drilo), Eliseo, Eduardo García, Guillermo Calderón, Manuel Arcos y todo aquel que pertenece a tan selecto club.

A todos aquellos que sin querer tuve que omitir pero que siempre los he considerado parte de mí.

**Con mucho cariño**

*No puedo dejar de vivir sin hacer ciencia pero.....*

*tanta ciencia, me apendeja.*



## CONTENIDO

I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1. La citricultura mexicana.....	4
2.2. Enfermedades de los cítricos.....	6
2.3. El pulgón café de los cítricos en México.....	15
2.4. Importancia del uso de los portainjertos tolerantes al VTC.....	17
2.5. Influencia de los portainjertos tolerantes al VTC.....	18
2.5.1. Crecimiento.....	19
2.5.2. Producción.....	21
2.5.3. Calidad de la fruta.....	23
2.6. Anatomía del tallo en angiospermas.....	26
2.6.1. Planos de la madera.....	27
2.6.2. Vasos.....	27
2.6.3. Rayos.....	31
2.6.4. Parénquima.....	32
2.6.5. Fibras.....	34
2.6.6. Anatomía y morfología del tallo en cítricos.....	35
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	41
3.1. Localización del experimento.....	41
3.2. Características del área de estudio.....	41

3.3. Material vegetal.....	44
3.4. Manejo agronómico del huerto.....	46
3.5. Variables agronómicas de respuesta y método de evaluación.....	47
3.5.1. Crecimiento del árbol.....	47
3.5.2. Producción.....	49
3.5.3. Calidad de la fruta.....	49
3.5.4. Tratamientos en campo.....	52
3.5.5. Diseño experimental en campo.....	53
3.6. Variables anatómicas de respuesta y método de evaluación.....	55
3.6.1. Toma de muestras de madera.....	55
3.6.2. Conservación de muestras de madera.....	56
3.6.3. Ablandamiento del tejido.....	56
3.6.4. Microtecnica y elaboración de preparaciones semi-permanentes.....	57
3.6.5. Descripción anatómica de la madera.....	58
3.6.6. Tratamientos en el laboratorio.....	58
3.6.7. Diseño experimental para el laboratorio.....	61
3.7. Análisis estadístico general.....	61
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	62
4.1. Crecimiento del árbol.....	62
4.2. Producción.....	68
4.3. Calidad externa de la fruta.....	77

4.4. Calidad interna de la fruta.....	82
4.5. Descripción anatómica de la madera del naranjo ‘Valencia’ y cuatro portainjertos tolerantes al VTC.....	91
4.6. Correlación entre caracteres anatómicos de los portainjertos con el crecimiento, producción y calidad de la fruta del naranjo ‘Valencia’.....	112
V. DISCUSIÓN GENERAL.....	119
VI. CONCLUSIONES.....	124
VII. LITERATURA CITADA.....	126

## LISTA DE CUADROS

Cuadro 1.	Superficie sembrada, rendimiento y producción obtenida de naranjo en condiciones de riego y temporal, en los principales estados productores de México.....	5
Cuadro 2.	Grado de tolerancia/susceptibilidad a enfermedades de cinco portainjertos para cítricos.....	18
Cuadro 3.	Características del suelo en el área de estudio.....	43
Cuadro 4.	Combinaciones cultivar/portainjerto utilizadas como tratamientos de estudio.....	52
Cuadro 5.	Tratamientos para el estudio anatómico de la madera del naranjo 'Valencia' y cuatro portainjertos tolerantes al VTC.....	59
Cuadro 6.	Altura del naranjo 'Valencia' injertado en cuatro portainjertos tolerantes al VTC, durante dos ciclos de producción en Cazonas, Veracruz, México.....	62
Cuadro 7.	Diámetro y volumen de la copa del naranjo 'Valencia' injertado en cuatro portainjertos tolerantes al VTC, durante dos ciclos de producción en Cazonas, Veracruz, México.....	65
Cuadro 8.	Diámetro del portainjerto e injerto, cultivar 'Valencia' injertado en cuatro portainjertos tolerantes al VTC, durante dos ciclos de producción en Cazonas, Veracruz, México.....	67
Cuadro 9.	Número de frutos en madurez comercial y mayeros por árbol en naranjo 'Valencia' injertado en cuatro portainjertos tolerantes al VTC, durante dos ciclos de producción en Cazonas, Veracruz, México.....	68
Cuadro 10.	Peso total de frutos por árbol, rendimiento de fruto por área transversal de tallo y rendimiento promedio estimado del naranjo	



	'Valencia' injertado en cuatro portainjertos tolerantes al VTC, durante dos ciclos de producción en Cazones, Veracruz, México.....	73
Cuadro 11.	Peso promedio del fruto y grosor de albedo-flavedo en naranja 'Valencia' injertada en cuatro portainjertos tolerantes al VTC, durante dos ciclos de producción en Cazones, Veracruz, México.....	78
Cuadro 12.	Diámetro ecuatorial y polar del fruto de naranja 'Valencia' injertada en cuatro portainjertos tolerantes al VTC, durante dos ciclos de producción en Cazones, Veracruz, México.....	80
Cuadro 13.	Peso del jugo y de la cáscara de naranja 'Valencia' injertada en cuatro portainjertos tolerantes al VTC, durante dos ciclos de producción en Cazones, Veracruz, México.....	82
Cuadro 14	Porcentaje de jugo y cáscara de la naranja 'Valencia' injertada en cuatro portainjertos tolerantes al VTC, durante dos ciclos de producción en Cazones, Veracruz, México.....	84
Cuadro 15.	Cantidad de sólidos solubles totales, acidez titulable y relación °Brix/Acidez del fruto del naranjo 'Valencia' injertado en cuatro portainjertos tolerantes al VTC, durante dos ciclos de producción en Cazones, Veracruz, México.....	87
Cuadro 16.	Cantidad de vitamina C y pH del jugo del fruto del naranjo 'Valencia' injertado en cuatro portainjertos tolerantes al VTC, durante dos ciclos de producción en Cazones, Veracruz, México.....	89
Cuadro 17.	Longitud y diámetro tangencial de los elementos de vaso, observados en disociaciones de tejido, evaluados en naranjo 'Valencia' injertado en portainjertos tolerantes al VTC, en Cazones, Veracruz, México.....	91
Cuadro 18.	Área total y perímetro del elemento de vaso, observados en corte transversal, evaluados en naranjo 'Valencia' injertado en portainjertos tolerantes al VTC, en Cazones, Veracruz, México.....	95

Cuadro 19.	Tipo de parénquima, observado en corte transversal, evaluado en naranjo ‘Valencia’ injertado en portainjertos tolerantes al VTC, en Cazones, Veracruz, México.....	97
Cuadro 20.	Longitud y ancho de los rayos, observados en corte tangencial, evaluados en naranjo ‘Valencia’ injertado en portainjertos tolerantes al VTC, en Cazones, Veracruz, México.....	101
Cuadro 21.	Longitud de las fibras, observadas en disociaciones de tejido, evaluadas en naranjo ‘Valencia’ injertado en portainjertos tolerantes al VTC, en Cazones, Veracruz, México.....	105
Cuadro 22.	Coefficiente de correlación entre caracteres anatómicos del naranjo ‘Valencia’ injertado en cuatro portainjertos tolerantes al VTC, en Cazones, Veracruz, México.....	113
Cuadro 23.	Coefficiente de correlación entre caracteres anatómicos y el crecimiento del naranjo ‘Valencia’ injertado en cuatro portainjertos tolerantes al VTC, en Cazones, Veracruz, México.....	114
Cuadro 24.	Coefficiente de correlación entre caracteres anatómicos y la producción del naranjo ‘Valencia’ injertado en cuatro portainjertos tolerantes al VTC, en Cazones, Veracruz, México.....	116
Cuadro 25.	Coefficiente de correlación entre caracteres anatómicos y la calidad de la fruta del naranjo ‘Valencia’ injertado en cuatro portainjertos tolerantes al VTC, en Cazones, Veracruz, México.....	117

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Zonas de incidencia del pulgón café en el mundo.....	16
Figura 2.	Ejes y planos estructurales de la madera.....	28
Figura 3.	Comportamiento mensual de las temperaturas máximas, mínimas y medias mensuales en el norte de Veracruz, México, en el periodo enero de 2005 a febrero de 2007.....	42
Figura 4.	Distribución de la precipitación y humedad relativa en el norte de Veracruz, México, en el periodo enero de 2005 a febrero de 2007.....	42
Figura 5.	Croquis de ubicación dentro de la huerta.....	54
Figura 6.	Toma de muestras de madera.....	55
Figura 7.	Disociaciones de tejido de naranjo ‘Valencia’ injertado en portainjertos tolerantes al VTC.....	93
Figura 8.	Características de los poros (elementos de vaso), en corte transversal.	98
Figura 9.	Características de los poros (elementos de vaso), en corte transversal.	99
Figura 10.	Características de los poros (elementos de vaso), en corte transversal.	100
Figura 11.	Cortes tangenciales de naranjo ‘Valencia’ injertado en cuatro portainjertos tolerantes al VTC.....	103
Figura 12.	Cortes tangenciales de cuatro portainjertos tolerantes al VTC.....	104
Figura 13.	Disociaciones de tejido de naranjo ‘Valencia’ injertado en cuatro portainjertos tolerantes al VTC.....	108
Figura 14.	Cortes radiales de naranjo ‘Valencia’ injertado en cuatro portainjertos tolerantes al VTC.....	109
Figura 15.	Cortes radiales de cuatro portainjertos tolerantes al VTC.....	110

## INTRODUCCIÓN

La citricultura representa una actividad importante dentro de la fruticultura nacional. La superficie establecida con cítricos hasta agosto de 2007 superaba las 507,000 ha, con producción anual de 4'402,000 toneladas de fruta, lo que sitúa a nuestro país en el cuarto lugar mundial en producción de cítricos (SIAP-SAGARPA, 2007).

A pesar de lo anterior, la citricultura nacional se encuentra inmersa en un proceso de estancamiento, manifestado por diversos factores de orden económico, climatológico, de insuficiencia y oportunidad en la aplicación de los avances tecnológicos, así como la falta de planeación, creando una crisis severa para los productores que ha hecho prácticamente incosteable y ruinosa esta actividad (Hernández-Baeza, 2003). Si a lo antes expuesto, añadimos los problemas fitosanitarios, en particular, la amenaza del Virus de la Tristeza de los Cítricos (VTC) y su vector el Pulgón Café de los Cítricos (*Toxoptera citricida* Kirkaldy) presentes en México (DGSV-SENASICA, 2007), los cuales a nivel mundial han ocasionado la muerte a millones de árboles en los principales países productores (Bar-Joseph *et al.*, 1989); además actualmente existe la presencia de leprosis en el sureste de México (NOM-EM-046-FITO-2006); esto sin tomar en cuenta la presencia del huanglongbing (ex-greening), enfermedad devastadora en algunas zonas cítricas del mundo (CABI, 2005); lo antes mencionado podría provocar un giro en las investigaciones al buscar portainjertos tolerantes a más enfermedades. Por lo tanto, esto se debe considerar como una oportunidad para

incluir otros objetivos, ya que si bien nos resulta imprescindible, forzoso y obligatorio reconvertir nuestra citricultura por causa del VTC, leprosis y otras enfermedades, estos objetivos no generan mayor costo, pero si traen verdaderos beneficios para los productores (Hernández-Baeza, 2003).

El VTC es una enfermedad de origen viral, que afecta a los géneros *Citrus* sp. y otros relacionados (*Fortunella* sp.) que ha ocasionado la muerte en millones de árboles en países citrícolas como: España, Brasil, Estados Unidos, Venezuela, Argentina, entre otros. Se trata de una enfermedad que afecta a todos los cítricos que se encuentran injertados en naranjo agrio (*Citrus aurantium*) (Rocha-Peña *et al.*, 1995).

Naranjo agrio, conocido en la región como naranjo “cucho”, el cual se considera un excelente portainjerto por varias características: tolerancia a la sequía y amplia adaptación a cualquier tipo de suelo, produce árboles precoces y longevos, promueve cosechas de excelente calidad interna, con altos contenidos de sólidos solubles totales y acidez, es tolerante a enfermedades como gomosis, psorosis, xiloporosis y exocortis (Durón-Noriega *et al.*, 1999; Monteverde *et al.*, 1999), ampliamente distribuidas en las zonas citrícolas de México.

En México se cultivan alrededor de 507,000 hectáreas de cítricos, de las cuales el 61% corresponde al naranjo, 25% a lima ácida mexicana, incluida la lima persa, 9% a pomelo, y el resto a otros cítricos (SIAP-SAGARPA, 2007).

Existen portainjertos tolerantes al VTC, pero cuyo comportamiento en las regiones tropicales y subtropicales se encuentra en proceso de estudio. Sin embargo, debido a la imperiosa necesidad de utilizar portainjertos tolerantes al

VTC en las futuras plantaciones o replantes en las huertas, es necesario darles seguimiento durante varios años en cada zona productora de cítricos para observar su evolución y poder seleccionar el más adecuado. En México, se han evaluado portainjertos tolerantes al VTC en el trópico seco, y actualmente Hernández en 2003 y 2004 los ha evaluado en el trópico húmedo. Aunado a esto, los estudios anatómicos en cítricos son escasos, en donde se relacionen los caracteres anatómicos con los de crecimiento, producción y calidad de la fruta.

Por ello, la presente investigación planteó como objetivos: dar seguimiento al estudio que ha realizado Hernández, con portainjertos tolerantes al VTC en Cazones, Veracruz., hasta 2004 en el trópico húmedo mexicano.

Con base en lo anterior se plantearon los objetivos específicos siguientes:

1. Evaluar y comparar durante el sexto y séptimo año de establecida la plantación: el crecimiento vegetativo, la producción y la calidad de la fruta del naranjo 'Valencia' injertado en limón 'Volkameriano' y los mandarinos 'Cleopatra', 'Amblicarpa' y 'Común'.
2. Caracterizar la anatomía de la madera del naranjo 'Valencia' injertado en limón 'Volkameriano' y los mandarinos 'Cleopatra', 'Amblicarpa' y 'Común'.
3. Estudiar la correlación entre los caracteres anatómicos con el crecimiento, la producción y la calidad de la fruta del naranjo 'Valencia' injertado en: limón 'Volkameriano' y los mandarinos: 'Cleopatra', 'Amblicarpa' y 'Común', portainjertos tolerantes al VTC.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. La citricultura mexicana.

La citricultura mexicana aporta el 15 por ciento de la producción mundial. En naranjo, México ocupa el cuarto lugar después de Brasil, Estados Unidos y China, y es el productor número uno de lima ácida mexicana y lima persa. Los cítricos se cultivan en 26 estados, de los 31 que tiene la República Mexicana, cubren 507 mil hectáreas y producen 4.4 millones de toneladas (SIAP-SAGARPA, 2007). De las cuales el 75% se destina al mercado fresco, 15% a la industria y 10% a la exportación.

Actualmente, en la citricultura se encuentran 67 mil productores que generan alrededor de 70 mil empleos directos, 25 mil indirectos y 27.8 millones de jornales al año; los cosechadores ganan en promedio cinco salarios mínimos por jornal, que es uno de los más altos a nivel nacional. El valor de la producción asciende a seis mil millones de pesos (ASERCA, 2006).

En México, los cítricos ocupan el 53.3% de la superficie plantada con frutales tropicales y subtropicales, siendo los más importantes el naranjo y lima ácida mexicana que a su vez, representan el 81.8% de la superficie cítrica nacional; lo que muestra la importancia que tiene este grupo de frutales (Villegas y Curti-Díaz, 2006).

La mayor producción de naranjo se concentra en la zona del golfo de México, en los estados de: Veracruz, Tamaulipas, San Luís Potosí (Cuadro 1). El 72% de la superficie plantada con naranjo se encuentra establecida en

condiciones de temporal, obteniendo rendimientos promedio de 11.5 t·ha<sup>-1</sup> y de 15.2 t·ha<sup>-1</sup> con riego (SIAP-SAGARPA, 2007). En ambas condiciones más del 90% de las plantaciones comerciales de naranjo y cítricos en general, están injertadas en naranjo agrio, portainjerto considerado altamente susceptible al Virus de la Tristeza de los Cítricos, cuando se encuentra injertado con cualquier cultivar.

Cuadro 1. Superficie sembrada, rendimiento y producción obtenida de naranjo en condiciones de riego y temporal, en los principales estados productores de México.

ESTADO	Superficie sembrada (ha)		Rendimiento obtenido (ton·ha <sup>-1</sup> )		Producción obtenida (ton)	
	Temporal	Riego	Temporal	Riego	Temporal	Riego
CAMPECHE	955	3,980	11.2	18.3	4,369	10,036
HIDALGO	5,556	7	10.0	10.0	52,789	70
NUEVO LEÓN	6,064	19,599	7.1	14.4	29,999	173,500
PUEBLA	16,970	60	10.7	8.0	72,945	480
SAN LUIS POTOSÍ	37,347	7,532	8.1	13.5	284,520	27,011
SONORA	-----	9,204	-----	19.5	-----	127,283
TABASCO	7,939	55	6.4	10.0	51,047	550
TAMAULIPAS	4,573	30,516	9.7	14.3	15,342	210,150
VERACRUZ	152,400	3,596	13.1	19.3	1,875,177	67,774
YUCATÁN	1,009	13,278	5.5	11.2	1,437	20,825
<b>TOTAL</b>	<b>243,371</b>	<b>95,737</b>	<b>11.5</b>	<b>15.2</b>	<b>2,435,686</b>	<b>696,474</b>

*Fuente: Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SIAP-SAGARPA). 2007.*

El Sistema-Producto Cítricos lo integran 16 Consejos Citrícolas Estatales que agrupan el 96% de los productores de cítricos del país; lo componen además 138 emparadoras, 14 jugueras de las 28 establecidas, 5 gajeras y 10 viveros certificados (ASERCA, 2006).



## 2.2. Enfermedades de los cítricos.

Las huertas de cítricos son atacadas por diversas enfermedades, sin embargo, no todas causan daños importantes económicamente (Garnsey, 1999). Algunas de ellas se encuentran en todas las zonas citrícolas, mientras que otras están restringidas a ciertas áreas citrícolas (Rosen, 2000).

Existen enfermedades causadas por nematodos (*Tylenchulus semipenetrans* Cobb.), hongos (antracnosis, mal seco, gomosis, mancha grasienta), bacterias (clorosis variegada de los cítricos, cancro, mancha bacteriana, huanglongbing), virus (concauidades gomosas, impietratura, leprosis, psorosis, tristeza), viroides (exocortis, xiloporosis), fitoplasmas (escoba de bruja), espiroplasmas (stubborn), desordenes fisiológicos (clareta o colapso del albedo, rajado, bufado) y las que son causadas por agentes desconocidos (bligth,). Entre estas enfermedades se pueden observar de forma más evidente en campo y otras en postcosecha. En México existe presencia de algunas de las enfermedades mencionadas, por lo que existen campañas preventivas y de control de estas (DGSV-SENASICA, 2007).

Enfermedades producidas por hongos:

- 1) Gomosis, agente causal *Phytophthora parasítica* y *P. citrophthora*, estas especies se encuentran en todas las zonas citrícolas y causan serios problemas en la producción. La sintomatología se presenta con abundante exudación de goma del tronco y la raíz, además los árboles infectados muestran hojas con venas amarillas. La enfermedad se desarrolla con exceso

de humedad en el suelo y humedad del aire, la baja oxigenación del suelo y temperaturas entre 24-28 °C para *P. citrophthora* y entre 30-32 °C para *P. parasítica*. Una forma de control es con el uso de portainjertos, por ejemplo, *Poncirus trifoliata* y citrumelo 'Swingle', son resistentes; naranjo agrio y citrange 'Carrizo', son tolerantes; naranjo dulce y pomelo, son susceptibles. Además se recomienda injertar 15 cm arriba del suelo, evitar inundaciones prolongadas, moderar la fertilización nitrogenada y no provocar heridas en tronco y raíces (Taylor y Francis, 2002). El método de control químico a través de fosetil-al y ácido fosforoso, al follaje; fosetil-al y metalaxil, al suelo.

- 2) Antracnosis de la fruta, agente causal *Colletotricum gloesporoides* y antracnosis de la lima ácida mexicana, causada por *C. acutatum*, que induce caída de frutos pequeños, fue descrita por primera vez en Belice en 1979. En Florida, afecta al naranjo 'Navel' y 'Valencia', además de los tangelos. En Brasil, afecta al naranjo natal, y en otros lugares afecta limas y limones. Los factores que la favorecen la presencia de esta son: humedad superior a 80% y lluvias durante la floración (Taylor y Francis, 2002). El método de control es con aplicaciones de Benomilo (Metil 1-(butilcarbamoil) bencimidazol-2-il carbamato) durante la floración.

Enfermedades causadas por bacterias:

- 3) Cancro de los cítricos, agente causal *Xanthomonas axonopodis* pv. citri y *X. campestris* pv. citri. Es originaria del sudeste asiático, es endémico en India, China y Japón. La especie cítrica más susceptible es el pomelo, además de las que presentan brotaciones frecuentes y de larga duración. Por

otra parte, *Poncirus trifoliata* y los mandarinos son resistentes (Taylor y Francis, 2002). El mejor método de control es el preventivo, evitando la introducción de material sin certificado sanitario; además de colocar barreras rompevientos, erradicación de árboles en un radio de 25 m y químicamente con la aplicación de oxiclورو de cobre.

- 4) Clorosis variegada de los cítricos (CVC), su agente causal es *Xillela fastidiosa*. Se detecto por primera vez en Brasil en 1987, causando para 1997 la infección de 50 millones de árboles. La sintomatología se localiza en los vasos del xilema. Las especies cítricas tolerantes son: mandarinos, limones verdaderos y lima ácida mexicana, además de los portainjertos mandarina 'Sunki' y 'Cleopatra'. Por otra parte, todos los cultivares de naranja dulce son susceptibles, injertados sobre cualquier portainjerto. Una forma de control es podando 50 cm debajo de la última hoja que muestre síntomas o eliminación del árbol si es pequeño o presenta daños severos (Taylor y Francis, 2002). De forma química se pueden hacer aplicaciones quincenales de productos fosfatados durante el periodo de brotación.
- 5) Huanglongbing (ex Greening), enfermedad del dragón amarillo, en chino, su agente causal es la bacteria *Candidatus Liberobacter* sp. (CABI, 2005). Es una de las enfermedades más importantes de la citricultura mundial y estaba circunscripta al territorio asiático y africano hasta que, en 2004, Brasil informó de su presencia en el estado de Sao Paulo. Afecta a todas las variedades cítricas y a todas las combinaciones cítricas (variedad/portainjerto). Su transmisión es a través del injerto (yemas contaminadas) o por insectos

vectores: psílidos (*Diaphorina citri*) conocidos como chicharritas, capaces de portar en el cuerpo la bacteria causante de la enfermedad. Entre los síntomas de esta severa enfermedad se mencionan: amarillamiento de las hojas (generalmente aparece en una rama o gajo distinguiéndose de las demás no afectadas). El fruto queda deformado y asimétrico y se reduce su tamaño, con semillas abortadas. Internamente el fruto puede presentar diferentes grados de maduración (lados oscuros y amarillos y otros verdes); en la cáscara pueden aparecer pequeñas manchas circulares verde-claras en contraste con el verde del fruto y en algunos casos, el albedo (la parte blanca de la cáscara), se presenta con espesura mayor de la normal (FUNDECITRUS, 2004a).

Enfermedades causadas por viroides:

- 6) Exocortis, su agente causal es el viroide Citrus Exocortis Viroid (CEVd), agente patógeno mucho más pequeño que los virus (Durán-Vila, 2004). Esta enfermedad existe en muchos países, se presenta en las huertas cuando material infectado es injertado en portainjertos susceptibles *Poncirus trifoliata* y sus híbridos, además de lima 'Rangpur'. Los árboles infectados se enanizan, raramente mueren y la calidad de la fruta no es afectada. Los árboles infectados de naranja dulce, pomelo y mandarina son asintomáticos cuando están injertados en portainjertos tolerantes. El síntoma más visible es el desprendimiento de corteza arriba del portainjerto hacia la copa del árbol y como consecuencia el impedimento del crecimiento del árbol completo (Garnsey y Barkley, 1988).

7) Xiloporosis, también conocida como Cachexia, causada por el Citrus Xiloporosis Virus (CXD) o Citrus cachexia viroid II b (CcvIIb) (Herrera, *et al.* 1996). El viroide de la CcvIIb se disemina, fundamentalmente a través del material de injertación y mediante las herramientas de poda. Los síntomas típicos son achaparramiento no muy pronunciado y formación de un callo en el punto de injerto, los árboles se vencen hacia un costado por una disminución de la resistencia de los tejidos de sostén; sin embargo, el síntoma más característico se aprecia al extraer un trozo de corteza de la zona afectada observándose un fuerte punteado en cuyo interior se encuentran gomas (Besoain, *et al.* 2000). La introducción del viroide a un huerto debe evitarse utilizando material probadamente sano. Por otro lado, cuando se presentan plantas infectadas dentro del huerto, la diseminación debe evitarse descontaminando las herramientas de poda sumergiéndolas en hipoclorito de sodio al 2% (Sanchez y Wheathers, 1971).

Enfermedades causadas por fitoplasmas:

8) Escoba de bruja, agente causal *Phytoplasma aurantifolia*, que se localiza en el floema, al igual que los espiroplasmas es transmitido por insectos vectores (cicaditas). Se detectó en 1989 en los Emiratos Árabes Unidos y posteriormente en Irán. Sus huéspedes naturales son la lima ácida mexicana, cidro y lima dulce de Palestina (Taylor y Francis, 2002).

Enfermedades causadas por espiroplasmas:

9) Stubborn, agente causal *Spiroplasma citri* organismo procarionte localizado en los tubos cribosos, pudiendo ser tan pequeño como una bacteria común y tan

grande como un virus. Esta enfermedad es importante en zonas cálidas y húmedas. Los árboles infectados muestran enanismo, ramas con entrenudos cortos, clorosis, frutos pequeños y con semillas abortadas. Entre las especies cítricas e híbridos más susceptibles encontramos: naranja dulce, pomelo, mandarina e híbridos de mandarina (Garnsey y Gumpf, 1988).

Enfermedades causadas por desordenes fisiológicos:

10) Bufado, se caracteriza por la separación entre la corteza y los carpelos. Se presenta desde el inicio de la maduración, se puede corregir con la aplicación de ácido giberélico ( $10 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ) un mes antes del inicio del cambio de color. Los cultivares de mandarina son más sensibles y puede causar la pérdida del 30% de la cosecha (Taylor y Francis, 2002).

11) Colapso del albedo, también llamado clareta, se desde el inicio de la maduración en naranja 'Valencia', 'Washington navel', 'Navelina' y clementinas. La fertilización con nitrógeno y potasio permiten a veces, controlar esta alteración. La aplicación foliar de ácido giberélico ( $12 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ) solo o en combinación con sales de nitrógeno o potasio (2%) (Taylor y Francis, 2002).

12) Rajado, se presenta después del periodo de lluvias de verano precedido de un periodo de sequía, se presenta en todos los cultivares de cítricos. Las causas del rajado son múltiples, atribuyéndose a causas enzimáticas, desequilibrios térmicos, cambios bruscos de humedad relativa, condiciones edáficas, deficiencias nutricionales. Para aminorar este problema, es a través

del manejo del riego, fertilización potásica al suelo y nitrato de calcio vía foliar (Taylor y Francis, 2002).

Enfermedades causadas por agentes desconocidos:

13) Blight, cuyo agente causal no está definido. Es también conocido como declinamiento joven del árbol o declinio. Esta enfermedad se ha extendido en Australia, Brasil, Argentina, Florida, Hawaii y Sudáfrica. Se observa en la copa del árbol con marchitez y enrollamiento de las hojas; simula síntomas de deficiencia de zinc. Entre los portainjertos más susceptibles encontramos: limón 'Rugoso', 'Volkameriano', naranjo trifoliado e híbridos y lima 'Rangpur'. El tipo de suelo, prácticas culturales y desórdenes nutricionales se han relacionado a la incidencia de blight (Marais, 1990).

Enfermedades causadas por virus:

14) Leprosis, agente causal virus basiliforme (rhabdoviridae) transmitido por el acaro *Brevipalpus* sp. Se observó por primera vez en Florida en 1911, afecta los cultivares de naranjo temprano y de media estación, además de naranjo agrio. Causa pérdidas económicas por el manchado y caída prematura de frutos hasta 50% (Taylor y Francis, 2002). La leprosis de los cítricos afecta a las hojas, ramas y frutos, ocasionando la pérdida de valor comercial de la fruta para consumo en fresco. Asimismo, el ataque en ramas provoca el debilitamiento gradual del árbol, llegando a causar su muerte (FUNDECITRUS, 2004b). En México, es una de las enfermedades que causan más daños económicamente, por ello el gobierno mexicano ha implementado el Dispositivo Nacional de Emergencia, con el objeto de

confinar, erradicar y prevenir la dispersión de la leprosis de los cítricos (NOM-EM-046-FITO-2006). Además, mediante acciones de vigilancia fitosanitaria se detectó la presencia de síntomas de leprosis de los cítricos en huertos de traspatio y viveros de naranja dulce (*Citrus sinensis*) y mandarina (*Citrus reticulata*) de los municipios de Acacoyahua, Cacahoatán, Ciudad Hidalgo, Copainalá, Frontera Hidalgo, Huehuetán, Huixtla, Mazatán, Metapa de Domínguez, Motozintla, Tapachula, Tecpatán, Tuxtla Chico, Tuzantán y Unión Juárez, en el estado de Chiapas. La leprosis de los cítricos es una plaga de interés cuarentenario para los países citrícolas con los que México mantiene intercambio comercial, lo que puede ocasionar el establecimiento de regulaciones fitosanitarias a la naranja y mandarina de México; la movilización de plantas y varetas de cítricos (*Citrus* sp.) y fruta de naranja dulce (*Citrus sinensis*) y de mandarina (*Citrus reticulata*), que sean originarios, empacados, almacenados o que transiten por el estado de Chiapas hacia el resto del país, representa un riesgo de diseminación, por lo que es necesario establecer disposiciones regulatorias para preservar la sanidad en otras zonas del país (DGSV-SENASICA, 2007).

- 15) Psorosis, este complejo incluye mancha anular necrótica de los cítricos, psorosis A, psorosis B aislado. En este complejo, probablemente son diferentes los agentes causales con varias sintomatologías, cuya transmisión ocurre a través de yemas infectadas. Las especies afectadas son cultivares de naranjo dulce, pomelos y mandarinos, rara vez se observan síntomas en



naranja agrio y limón. El control de esta enfermedad es con el uso de yemas certificadas libres del complejo psorosis-mancha anular (Garnsey, 1999).

- 16) Tristeza, es la enfermedad viral más importante a nivel mundial, debido a que en los últimos 13 años ha causado la muerte de más de 20 millones de árboles en Argentina, Brasil, Venezuela, Estados Unidos, Israel y España (Rocha-Peña *et al.*, 1995). El Citrus Tristeza Closterovirus (Virus de la Tristeza de los Cítricos, VTC) se transmite principalmente por el áfido *Toxoptera citricida* Kirkaldy, y por material vegetal infectado (injertos) (Roistacher y Bar-Joseph, 1987), afecta en diferente grado a plantas del género *Citrus* (familia Rutaceae), es capaz de infectar a la mayoría de sus especies, variedades e híbridos (Müller y Garnsey, 1984).

El VTC, es un patógeno de tipo viral del género *Closterovirus*, se encuentra sólo en las células del floema de los árboles (Bar-Joseph *et al.*, 1992). Afecta a los cítricos causando entre otros síntomas, decoloración, enrollamiento, marchites y caída de hojas, así como por la producción de frutos de baja calidad que pierden valor comercial y finalmente la muerte de los árboles de cítricos injertados en naranja agrio (*C. aurantium*), con excepción de *C. limon* (Villareal-García, 2001).

En México, alrededor de 90% de las plantaciones comerciales están injertadas en naranja agrio portainjerto considerado altamente susceptible al virus tristeza de los cítricos cuando está injertado con cualquier variedad (Curti-Díaz *et al.*, 2003).

En 1983, se detectó por primera vez la presencia del VTC en el estado de Tamaulipas y en 1986 en Veracruz, ambos brotes fueron eliminados oportunamente. Posteriores detecciones en 1992 y 1993 en el estado de Veracruz, fueron destruidas por incineración. Actualmente se ha detectado en todas las zonas citrícolas de México, por lo que deben de ser consideradas como zonas bajo control fitosanitario (DGSV-SENASICA, 2007). Debido a lo anterior, se han implementado los Programas Nacionales de Reconversión Citrícola y Programa Nacional de Certificación de Material Propagativo de Cítricos para coadyuvar en la producción y uso de material libre de virus y viroides, mediante la certificación de viveros, huertos productores de semilla, lotes productores de yemas, lotes fundación, bancos de germoplasma y en la reconversión de la citricultura mexicana a material tolerante al VTC (NOM-031-FITO-2000).

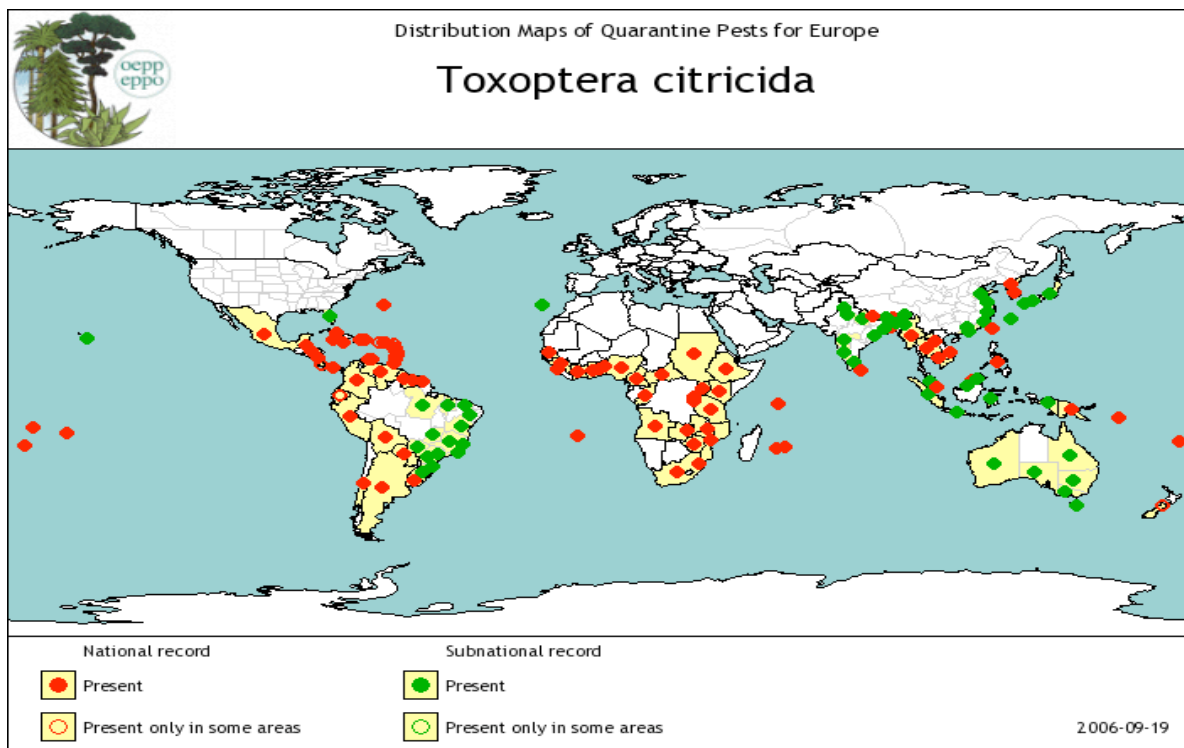
Además, en México existe el Control legal a través de la inspección de plantas y fruta de cítricos que se pretenden movilizar de las zonas afectadas por el pulgón café; así como la regulación de material propagativo de importación (NOM-079-FITO-2002).

### **2.3. El pulgón café de los cítricos en México.**

El pulgón café de los cítricos *Toxoptera citricida* Kirkaldy, es un insecto de la familia *Aphididae*, que se alimenta de la savia de los cítricos y es el principal vector del virus de la tristeza de los cítricos (Yokomi *et al.*, 1994).

Cuando el insecto es alado, se caracteriza por ser de color café oscuro a negro brillante, las alas anteriores con vena media bifurcada y pterostigma claro, y el tercer artejo antenal con pigmentación oscura, contrastando con el resto de los artejos; cuando es áptero, presenta color café oscuro, tercer artejo antenal de color pálido, sedas conspicuas largas en fémures y cónicas en tibias posteriores (Lee *et al*, 1992).

Figura 1. Zonas de incidencia del pulgón café en el mundo.



**Fuente:** <http://pqr.eppo.org/datas/TOXOCI/TOXOCI.png>, 2007.

El vector de la enfermedad *Toxoptera citricida* K., es catalogado como el más eficiente a nivel mundial (Bar-Joseph, 1977), como se muestra en la figura 1, en Norteamérica se presentó inicialmente en Belice y en Florida, Estados Unidos (Lee *et al.*, 1992). Posteriormente; se detectó por primera vez en México, en los

estados de Yucatán, Quintana Roo y Campeche en el 2000, y actualmente también esta presente en los estados de Chiapas, Oaxaca, Tabasco y Veracruz (DGSV-SENASICA, 2007).

#### **2.4. Importancia del uso de los portainjertos tolerantes al VTC.**

La elección del portainjerto constituye una difícil e importante decisión que debe estar basada en las características y cualidades que presentan los portainjertos tanto en fase de vivero, como en condiciones de campo (Monteverde *et al.*, 1996).

Existen portainjertos tolerantes al VTC, pero su comportamiento en las regiones tropicales se encuentra en proceso de estudio. Sin embargo, debido a la imperiosa necesidad de utilizar portainjertos tolerantes al VTC en las futuras plantaciones o replantes, en el cuadro 2, se citan algunos de ellos, los cuales han mostrado comportamiento igual o superior al naranjo agrio en cuanto a crecimiento, producción y calidad de fruta y tolerancia a enfermedades en las zonas productoras del mundo. Sin embargo, del cuadro 2, se difiere de lo mencionado por el autor en lo siguiente: 1) el naranjo agrio en México es utilizado ampliamente por su tolerancia a gomosis; 2) todos los materiales trifoliados e híbridos son susceptibles a blight y exocortis; 3) naranjo agrio\* es susceptible a tristeza (VTC) únicamente cuando se encuentra injertado con cualquier variedad cítrica.

Cuadro 2. Grado de tolerancia/susceptibilidad a enfermedades de cinco portainjertos para cítricos.

PORTAINJERTO	TOLERANCIA A ENFERMEDADES						ÁRBOL	
	Tristeza	Psoriasis	Exocortis	Cachexia	Gomosis	Bligth	Vigor	Tamaño
Naranja agrio*	+++	-	-	-	+	+	M	M
Mandarino 'Cleopatra'	-	-	-	-	++	-	M	M
Limón 'Volkameriano'	-	-	-	-	++	+++	A	G
Citrango 'Carrizo'	-	-	-	-	-	-	M	M
Citrango 'Swingle'	+	-	++	-	-	++	M	M

Donde: (-) tolerante, (+) susceptible, (++) moderadamente susceptible, (+++) extremadamente susceptible, M = mediano, A= alto, G = grande.

**Fuente:** Monteverde *et al.*, 1999.

## 2.5. Influencia de los portainjertos tolerantes al VTC.

Los portainjertos de características enanizantes son ampliamente utilizados en frutales de clima templado como la manzana (Ayala *et al.* 1978). Se ha comprobado que los portainjertos tienen influencia directa en el crecimiento, tamaño del árbol, precocidad, producción, época de maduración, peso de los frutos, coloración de la cáscara, contenido de azúcares o ácidos, permanencia de los frutos en la planta, conservación, transpiración de hojas, capacidad de absorción, síntesis y utilización de nutrientes, tolerancia a la salinidad y resistencia a sequía o frío (Sanches *et al.*, 1996).

Las naranjas y mandarinas son de cáscara delgada y lisa, además de jugosas cuando el portainjerto es naranja agrio (*C. aurantium*) o naranja dulce

(*C. sinensis* L. Osbeck), pero son lo contrario en limón rugoso (*C. jambhiri* Lush) (Bitters, 1967).

Una forma de alterar la composición de una variedad es a través de la absorción selectiva de iones. El limón 'Eureka' acumula boro en la copa hasta niveles tóxicos, mientras que el naranjo 'Box' es tolerante y casi no acumula boro; este naranjo aun cuando no es utilizado como portainjerto reduce el nivel de boro en el limón hasta evitar la toxicidad, mientras que, cuando el limón se usa como portainjerto aumenta el nivel de boro en el naranjo hasta ser ligeramente toxico, lo que demuestra la selectividad de la raíz (Eaton y Blair, 1935).

Los portainjertos modifican varias características de la variedad injertada, entre ellas: a) Adelantan la fructificación; b) Uniformizan el tamaño de los árboles; c) Mejoran la producción y calidad del fruto; d) Inducen tolerancia a condiciones desfavorables de suelo como salinidad, pH y drenaje deficiente (Ayala *et al.*, 1978; Nuñez, 1990).

### **2.5.1. Crecimiento.**

En Cazonas, Veracruz, México, se evaluó el crecimiento, rendimiento y calidad de la fruta del naranjo 'Valencia' injertado en cuatro portainjertos tolerantes al VTC; después de dos años de evaluación se observó que cuando el portainjerto fue limón 'Volkameriano', los árboles incrementaron la altura en 6%, diámetro y volumen de la copa en 6% y 20% respectivamente, en relación a los injertados en mandarino 'Cleopatra' (Hernández, 2006). Resultados semejantes se observaron en Colima, México, al evaluarse durante tres años el naranjo

'Valencia' injertado en 16 portainjertos tolerantes al VTC, en donde el limón 'Volkameriano' y mandarina 'Amblicarpa' indujeron mayor altura del árbol (6% ambos), diámetro de copa (6% y 8%, respectivamente) y volumen de copa (20% y 26%, respectivamente) con relación a los árboles injertados en naranjo agrio (Pérez *et al.*, 2002). Los mismos autores indican que los árboles injertados en mandarina 'Cleopatra', siempre presentaron valores inferiores a los injertados en naranjo agrio; con lo cual concluyeron que mandarina 'Cleopatra' induce problemas durante el crecimiento y se adapta difícilmente a suelos calcáreos.

En contraste, al evaluar el naranjo 'Folha Murcha' en seis portainjertos, en el norte de Paraná, Brasil, Colauto *et al.* (2005) observaron que los mejores resultados, en cuanto a crecimiento del árbol, diámetro y volumen de la copa, se obtuvieron en plantas injertadas en naranjo 'Caipira', comparado con aquellas injertadas en limón 'Volkameriano'. Aunado a esto, lima 'Rangpur' y mandarina 'Sunki', presentaron menor diferencia entre los diámetros del portainjerto e injerto.

Montilla y Gallardo (1994a) al evaluar en Lara, Venezuela, el comportamiento del naranjo 'Valencia' injertado en 13 portainjertos tolerantes al VTC, revelaron que la lima 'Rangpur' y mandarina 'Cleopatra', presentaron menor altura de la planta, con menor vigor y crecimiento más lento cuando crecieron en suelos arcillosos.

Por otra parte, en Cuba en condiciones de suelo franco-arcilloso, al evaluarse árboles de naranjo 'Valencia' injertados en limón 'Volkameriano' y mandarina 'Amblicarpa', mostraron mayor altura, volumen de copa y rendimiento que los injertados en naranjo agrio (Valle *et al.*, 1981). Esta característica del

limón 'Volkameriano' de promover árboles vigorosos, también fue observada cuando se utilizó como portainjerto de lima 'Persa' (Valbuena, 1996) y limón 'Siliciano' (Koller, 1986), sin embargo, aunque promueve mayor altura, dificulta la cosecha y aplicación de tratamientos fitosanitarios.

En cuanto a tamaño de copa, Fallahi *et al.* (1992) mencionan que limón 'Volkameriano' indujo copas grandes (5 m) en mandarino 'Fairchild'; mientras que citrange 'Carrizo', limón 'Rugoso' y mandarino 'Batangas', desarrollan copas intermedias (4 m); con *Citrus macrophylla* se producen copas pequeñas (3 m).

### **2.5.2. Producción.**

En Cazones, Veracruz, México, se evaluó el naranjo 'Valencia' injertado en cuatro portainjertos tolerantes al VTC durante el segundo y tercer año de producción de la planta, en donde los árboles injertados en limón 'Volkameriano', presentaron mayor rendimiento (52%), respecto de los árboles injertados en los mandarinos 'Amblicarpa', 'Cleopatra' y 'Común', aunado a esto el último portainjerto no produjo durante el segundo ciclo de producción (Hernández, 2006). Sin embargo, Pérez *et al.* (2003) al evaluar los mismos portainjertos en Colima, México, reportan que árboles injertados en limón 'Volkameriano' y mandarino 'Amblicarpa' presentaron mayor rendimiento (52% y 14%, respectivamente) que en naranjo agrio. Además, con mandarino 'Cleopatra', los árboles redujeron el rendimiento en 53%, con respecto al naranjo agrio. En lima 'Persa', el portainjerto 'Volkameriano' indujo mayor producción que cuando se utilizó al mandarino



'Cleopatra' (Valbuena, 1996), citrange 'Carrizo' y citrumelo 'Swingle' (Davies y Zalman, 2001).

Divergiendo de los resultados anteriores, Colauto *et al.* (2005) al evaluar el naranjo 'Folha Murcha' en seis portainjertos, en el norte de Paraná, Brasil, observaron que la mayor producción se presentó en los árboles injertados en lima 'Rangpur' y naranjo 'Caipira', sin mostrar diferencias estadísticas entre ellos, además, los menores rendimientos se presentaron en árboles injertados en mandarino 'Cleopatra' y limón 'Volkameriano'. También encontraron que la eficiencia de producción no estuvo influida por los portainjertos estudiados.

Kredzorn (1970) señaló que mandarino 'Cleopatra' induce crecimiento lento y la producción se normaliza cuando las plantas alcanzan de 15 a 20 años. Concordando con lo anterior, Montilla y Gallardo (1994b), al evaluar en Lara, Venezuela, el comportamiento del naranjo 'Valencia' injertado en 13 portainjertos tolerantes al VTC, revelaron que los portainjertos mandarino 'Cleopatra' y lima 'Rangpur', presentaron menor rendimiento que con naranjo agrio, además los árboles injertados en lima 'Rangpur' se presentaron daños por gomosis.

En Zulia, Venezuela, Valbuena (1996) al evaluar naranjo 'Valencia' injertado en limón 'Volkameriano', menciona que este portainjerto induce precocidad en los árboles. Por otro lado, Fallahi y Rodney (1992) cuando injertaron mandarino 'Fairchild' en *Citrus macrophylla*, observaron que la producción inició a los cuatro años, mientras que, con limón 'Volkameriano', citrange 'Carrizo', citrange 'Taiwanica' y limón 'Rugoso', se presentó hasta los seis años.

La eficiencia productiva, estimada por el cociente rendimiento y volumen de copa, también fue mayor con limón 'Volkameriano', comparado con los mandarinos 'Cleopatra', 'Amblicarpa' y 'Común', durante el cuarto año de producción de la naranja 'Valencia' (Hernández, 2006), sin embargo, ésta se estabiliza después del quinto año de producción. Resultados similares, se observaron en naranjo 'Valencia' injertado en limón 'Volkameriano', comparado con naranjo agrio (Pérez, 2004); mandarino 'Cleopatra' y lima 'Rangpur' (Valbuena, 1996).

### **2.5.3. Calidad de la fruta.**

Se entiende por calidad, a las especificaciones de las normas exigidas para un determinado producto o sea la combinación de atributos y características del mismo, que tienen importancia en la determinación del grado de aceptabilidad por el consumidor final. Se consideran como las principales características fisicoquímicas del fruto para determinar su calidad: sólidos solubles totales (SST), acidez titulable (AT), relación SST/AT, peso y porcentaje de jugo, color, contenido de vitamina C, fructosa, glucosa, prolina y potasio (Sanches, *et al.*, 1996).

Del Valle (1990) señala que los portainjertos tienen efecto significativo en el desarrollo del fruto, la mayor parte de esa influencia se debe a la capacidad de absorción de agua y nutrientes en las raíces. Árboles vigorosos, son mejores en extraer agua del suelo y mantener hidratado el árbol, siendo la razón, por la que muchos portainjertos inducen baja concentración de SST en los frutos.

Por su parte, Salem *et al.* (1994) mencionan que no es claro como los portainjertos ejercen influencia en la calidad de los frutos. Sin embargo, parecen relacionados con el tamaño del fruto (frutos grandes, tienen porcentajes menores de SST) o con la nutrición del árbol (el potasio aumenta el tamaño del fruto y la acidez). El efecto puede variar de un año a otro, de un lugar a otro y dependiendo de las prácticas culturales que se lleven a cabo. Los mismos autores añaden que las razones determinantes en la modificación de la calidad de los frutos, son debidas a la mayor o menor compatibilidad anatómica entre el portainjerto y el cultivar.

Árboles injertados en mandarina 'Cleopatra', produjeron frutos de buena calidad, pero el rendimiento se normalizó hasta que dichos materiales alcanzaron de 15 a 20 años (Krezdorn, 1970). De igual forma Monteverde *et al.* (1996) al evaluar en los Valles Altos de Carabobo-Yaracuy, Venezuela, naranja 'Valencia' en seis portainjertos, observaron que árboles injertados en mandarina 'Cleopatra' produjeron frutos de buena calidad a los seis años; resultados similares encontraron Laborem *et al.* (1998). Sin embargo, los frutos presentaron más daños y enfermedades en postcosecha cuando se usó este portainjerto (Valbuena, 1996).

En Cazonas, Veracruz, México, al evaluar la calidad externa de los frutos de naranja 'Valencia' injertada en cuatro portainjertos tolerantes al VTC, observaron que los frutos con mayores diámetros ecuatorial y polar, provinieron de las plantas injertadas en limón 'Volkameriano' y mandarina 'Amblicarpa', que superaron a las injertadas en mandarina 'Cleopatra' (Hernández, 2006).

Por su parte, Colauto *et al.* (2005) contrastan con lo anterior, al evaluar la calidad externa de los frutos de naranja 'Folha Murcha', en el norte de Paraná, Brasil, observaron que los de mayor tamaño se encontraron en árboles injertados con mandarina 'Sunki', comparados con lima 'Rangpur', limón 'Rugoso de Florida' y limón 'Volkameriano'.

En cuanto a calidad interna del fruto, según Salem *et al.* (1994) los árboles de naranjo 'Valencia' injertados en limón 'Volkameriano' desarrollaron frutos con menor contenido de sólidos solubles totales y acidez que con naranjo agrio. Tales resultados difieren de lo observado por Valbuena (1996) en Zulia, Venezuela, y en México por Pérez *et al.* (2003). Sin embargo, Monteverde *et al.* (1996) señalaron que los portainjertos limón 'Volkameriano', citrange 'Swingle', citrange 'Carrizo' y naranjo agrio, inducen frutos con menor porcentaje de SST en naranjo 'Valencia', que con mandarina 'Cleopatra'.

Al evaluar la calidad interna de naranja 'Folha Murcha' injertada en seis portainjertos, en el norte de Paraná, Brasil, observaron que en limón 'Volkameriano' y lima 'Rangpur' mostraron altos contenidos de sólidos solubles totales, acidez titulable, relación SST/AT y color de jugo, sin mostrar diferencias significativas entre ellos, por lo que, lima 'Rangpur' y limón 'Volkameriano' promovieron alta calidad de la fruta en relación a naranjo 'Caipira', mandarina 'Sunki', limón 'Rugoso de Florida' y mandarina 'Cleopatra'. Los parámetros evaluados de calidad de jugo mostraron estándares aceptables para naranja 'Folha Murcha', Colauto *et al.* (2005).

En Cuba, Nuñez (1981) observó que cuando usó mandarino 'Cleopatra' como portainjerto de naranjo 'Valencia', los frutos presentaron porcentaje de jugo, sólidos solubles totales (SST) y acidez titulable (AT), similares a los obtenidos con naranjo agrio. Sin embargo, Wagner *et al.* (2002) observó que la relación SST/AT fue mayor con limón 'Volkameriano' que con mandarino 'Cleopatra'.

## **2.6. Anatomía del tallo en angiospermas.**

Chaffey *et al.* (2002) indican que el xilema secundario es el principal tejido que conduce agua y sales minerales en las plantas vasculares. Consiste en traqueidas, elementos de vaso, fibras y parénquima. Mencionan también que, el tejido responsable de la formación del xilema y floema secundarios es el cámbium vascular por la división y diferenciación de las células cambiales, fusiformes e iniciales de radio.

Por otra parte, se dice que en las angiospermas los elementos de vaso responsables del transporte de agua y elementos minerales están interconectados lateralmente por medio de punteaduras, formando así, un camino continuo para el flujo ascendente de agua. Los elementos de vaso cortos son eficientes en el transporte de agua bajo condiciones de sequía extrema y heladas o cuando existen daños mecánicos. Generalmente, la longitud del elemento de vaso se correlaciona con el diámetro del mismo (Nijse, 2004).

### **2.6.1. Planos de la madera.**

Debido a la naturaleza de la madera y a su estructura peculiar existen tres direcciones o ejes principales, que forman ángulos rectos entre sí. Según Fahn (1981) el eje longitudinal o axial (L) que corre paralelamente a lo largo del tronco, el radial (R) paralelo a los rayos, los cuales están orientados de la medula de la corteza y el tangencial (T) que es tangente a los anillos de crecimiento o a la circunferencia del tronco (figura 2).

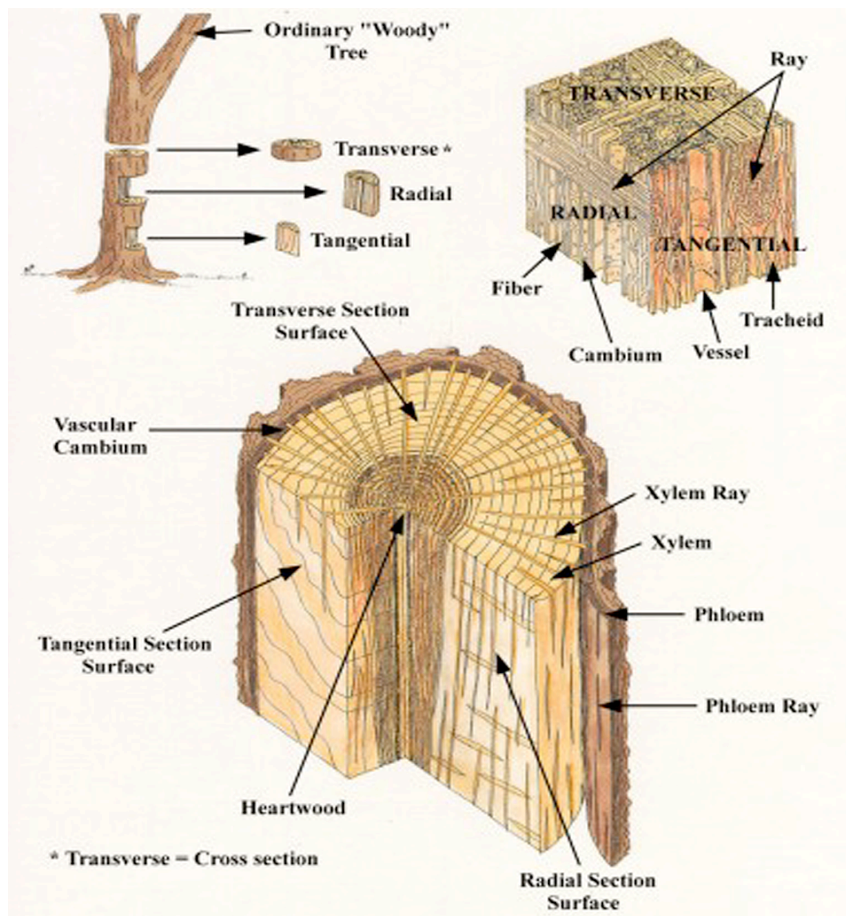
Estos ejes definen tres planos: el transversal (TR), que contiene los ejes tangenciales (T) y radial (R); el radial (RL), que contiene los ejes radial (R) y longitudinal (L) y el tangencial (TL) que contiene los ejes tangenciales (T) y longitudinal (L). En cada uno de los planos, la estructura de la madera se observa de manera diferente, por lo que es importante reconocer siempre el plano de la madera que se está examinando, por lo que siempre se debe especificar el eje o plano a que se hace referencia.

### **2.6.2. Vasos.**

Son células muertas lignificadas, formadas como resultado de la unión de varios elementos vasculares orientados axialmente. Sus funciones principales son conducción, almacenamiento de agua y aereación; las puntuaciones entre los miembros vasculares son areoladas. Los elementos vasculares son las células longitudinales de mayor diámetro. Son células de paredes delgadas con los extremos total o parcialmente abiertos, dispuestas longitudinalmente, una seguida de otra, formando tubos llamados vasos (Harada, 1965b), además el tamaño y

forma dependen del sitio en la madera y especie de árbol de donde proviene; sin embargo, la mayoría de las veces es posible distinguir entre vasos de madera temprana y tardía, pueden existir elementos vasculares de aproximadamente 100 mm (*Quercus* sp.) hasta 700 mm (*Fagus sylvatica* L.); y vasos de unos centímetros hasta varios metros (Haygreen y Bowyer, 1982).

Figura 2. Ejes y planos estructurales de la madera.



**Fuente:** [http://www.ualr.edu/botany/wood\\_sec.jpg](http://www.ualr.edu/botany/wood_sec.jpg), 2007.

Los poros o vasos, se observan en el corte transversal de un vaso o de una traqueida y su forma puede ser redonda, oval ó angular: a) Forma redonda: poros

de madera temprana de *Robinia Pseudacacia* L.; b) Forma ovalada: poros de madera temprana de *Castanea sativa* M.; y c) Forma angular: *Tilia* sp. (Echenique, 1993).

Por otra parte, el diámetro del vaso o poro respectivamente, al observarse en dirección tangencial; se distingue entre diámetro del lumen (DL) y diámetro total (DT): 1) Diámetro total muy pequeño menor de 50  $\mu\text{m}$ , en *Populus tremula* L.; 2) Diámetro total pequeño de 50 a 100  $\mu\text{m}$ , en *Platanus acerifolia* W.; 3) Diámetro total mediano entre 100 a 150  $\mu\text{m}$ , en poros de madera temprana de *Fraxinus excelsior* L.; 4) Diámetro total grande entre 150 a 200  $\mu\text{m}$ , en *Terminalia superba*; 5) Diámetro total muy grande, mayor de 200  $\mu\text{m}$  en *Musanga cecropioides* B. (Echenique, 1993).

La densidad de vasos, se puede medir u observar en cortes transversales, al medir la acumulación ó número de vasos en un  $\text{mm}^2$ . Se pueden evaluar, poros solitarios, grupos de poros y partes de poros que entran en los límites del cuadro de referencia: a) Poco abundante: menos de  $10/\text{mm}^2$ , en *Triplochiton sckerixylon*; b) Abundante: 10 a  $20/\text{mm}^2$ , en *Dumoria heckelii* A.; c) Muy abundante: mayor de  $20/\text{mm}^2$ , en *Betula* sp. (Echenique, 1993).

La ordenación de los vasos, en cortes transversales y de acuerdo a Harada (1965b) se distingue diferentes tipos de porosidades:

1) Porosidad anular, la madera temprana empieza con un anillo de grandes vasos, a los cuales siguen vasos de madera tardía marcadamente más pequeños.

a) Latifoliadas de porosidad anular con ordenación radial de los poros de madera tardía: *Quercus borealis* Mich.; b) Latifoliadas de porosidad anular con ordenación



tangencial de los poros de madera tardía: *Ulmus* sp.; c) Latifoliadas de porosidad anular con ordenación dispersa de los poros de madera tardía: *Fraxinus excelsior*.

2) Porosidad difusa, los vasos tienen tamaño aproximadamente igual y distribución homogénea a través del anillo anual o zona de crecimiento, pueden también estar irregular, oblicua o radialmente ordenados. Los vasos se presentan solitarios, en partes o en grupos: a) Homogéneamente distribuidos: *Acer* sp. y numerosas latifoliadas tropicales; b) Irregularmente distribuidos: *Prunus avium* L.; c) Oblicuamente distribuidos: *Eucalyptus* sp.; d) Radialmente distribuidos: *Baillonella taxisperma* P.

3) Porosidad semianular, los vasos de la madera temprana son un poco mayores que los de la madera tardía ó están ordenados densamente en esta zona de crecimiento: a) Diámetro vascular decreciente: *Cedrela* sp.; b) Acumulación en la madera temprana: *Prunus avium* L.

4) Poro solitario, es un poro solitario rodeado por otros elementos celulares: *Parinariaceae excelsum* S.

5) Cadena de poros, es una línea de poros vecinos, en su mayoría radialmente ordenados: *Brachylena hutchinsii* H.

6) Rayo de poros, poros múltiples ordenados radialmente; los que están aplanados en las áreas de contacto provocan la impresión de un poro solitario varias veces subdividido: *Dyera costulata* H.

7) Nido de poros, agrupación irregular de grupos de poros: *Robinia pseudacacia* L.

### 2.6.3. Rayos.

Los rayos de las latifoliadas están compuestos de células de parénquima. Pueden ser uniseriados o multiseriados, es decir, de ancho de una célula o más de una, vistos en el plano tangencial. El tamaño, disposición y abundancia de rayos, de cierta manera es tomada en cuenta en una clasificación propuesta por Kribs (1968), la cual es de utilidad al anatomista de la madera para la identificación de especies.

La ordenación de los rayos se observa en cortes tangenciales. Según Harada (1965b) son de forma irregular cuando la altura de los rayos es diferente y cuando la altura es casi homogénea, muchas veces en forma estratificada (opuesta). Rayos de ordenación estratificada: *Dicorynia guianensis* A.

La forma de los rayos, se observa en corte tangencial y existen: predominantemente fusiforme, simétrica y también asimétrica. En corte transversal en forma de banda, a veces ensanchándose en el límite del anillo anual. En el límite del anillo anual ensanchándose: *Fagus sylvatica* L.

La densidad de los rayos se mide en cortes tangenciales, contando el número de los rayos que cortan una línea de medición tangencial de 1 mm de largo: a) Densidad baja = menos de 7 en 1 mm; b) Densidad media = entre 7 y 15 en 1mm; c) Densidad alta = más de 15 en 1 mm (IAWA,1989).

El tamaño de los rayos se observa en corte tangencial. La altura y ancho de los rayos se determina contando las células radiales ó mediante medición microscópica en milímetros. Presentación de la altura de los rayos, en  $\mu\text{m}$ , y ancho de células (ó la seriación respectiva, caracterizando por ejemplo, un rayo

con un ancho de 2 células como multiseriado) medidas o contadas en la parte más ancha del rayo (Harada, 1965b).

La composición del rayo se observa en cortes longitudinales (radial y tangencial). La estructura del rayo de latifoliadas, según la forma de las células radiales son: compuestos homogénea o heterogéneamente; según la forma y seriación de las células se distinguen en 3 tipos: 1) Rayos homogéneos (compuestos solamente de rayos colocados en forma horizontal): *Quercus* sp.; 2) Rayos heterogéneos, compuestos de células radiales intermedias (horizontales) y laterales ó cuadradas: *Carpinus betulus* L.; 3) Rayo agregado (en corte transversal), es un grupo de rayos xilemáticos pequeños y angostos los cuales, a simple vista u observados con un lente de poco aumento, dan la impresión de ser un solo rayo de bastante anchura: *Alnus glutinosa* G. (Harada, 1965b).

#### **2.6.4. Parénquima.**

La ordenación del parénquima longitudinal, según Harada (1965b) se observa en cortes transversales y existen dos tipos: apotraqueal y paratraqueal.

Apotraqueal. Parénquima axial típicamente independiente de los poros o vasos.

a) Difuso, células parenquimáticas solitarias o en grupos irregularmente distribuidas entre las fibras: *Pirus communis* L.

b) Difuso en agregados, células parenquimáticas apotraqueales que tienden a agruparse en cortas líneas tangenciales que se extienden de rayo a rayo, según se ve en la sección transversal: *Carpinus betulus* L.

c) Escalariforme, semejante a una escalera que forman en la sección transversal los rayos y las bandas o líneas regularmente espaciadas de parénquima axial: *Ceiba pentandra* G.

d) Reticular, semejante a una red en la sección transversal; los rayos y las bandas o líneas regularmente espaciados de parénquima axial, son aproximadamente de la misma anchura y el espacio entre ellas es casi igual: *Calophyllum brasiliense* C.

e) Marginal (terminal), son células en líneas o bandas parenquimáticas, producido hacia el final de la época de crecimiento: *Carapa guianensis* A.

f) Concéntrico, en líneas o bandas parenquimáticas más o menos continuas que siguen las capas de crecimiento: *Parinariium excelsium* S.

Paratraqueal. Parénquima longitudinal en contacto con los vasos.

a) Escaso, células parenquimáticas que no rodean los vasos completamente o que esporádicamente hacen contacto con ellos en: *Castanea sativa* M.

b) Vasicéntrico, rodea totalmente un vaso; de ancho variable y de contorno circular o ligeramente ovalado, en sección transversal de: *Terminalia ivorensis* A.

Formas de transición, Vasicéntrico-confluente: en *Afromosia elata* H; Vasicéntrico-conglomerado: en *Brachylaena hutchinsii* H.

c) Aliforme, presenta extensiones laterales que asemejan alas: *Berlinia* sp.  
Formas de transición: Aliforme-confluente, en *Chlorophora excelsa* B.

d) Confluente, parénquima aliforme coalescente que forma bandas irregulares tangenciales o diagonales: *Terminalia superba* E.

e) En bandas, parénquima axial que forma líneas o bandas concéntricas: *Tectona grandis* L.

f) Unilateral, su presencia está restringida al lado más extremo de los vasos (lado más alejado de la médula, abaxial) o al lado más interno de los vasos (lado más cercano a la médula, adaxial). Unilateral-aliforme: *Piratinera guianensis* A.; Unilateral-vasicéntrico: *Lovoa trichilioides* H; Unilateral confluyente: *Guarea cedrata*.

#### **2.6.5. Fibras.**

Término de conveniencia que en anatomía de maderas se emplea en relación con cualquier célula larga y delgada del leño o de la corteza interna que no sea un vaso o parénquima (IAWA, 1964). Sirven predominantemente para el sostén mecánico del árbol (Haygreen y Bowyer, 1982).

Existen fibras xilemáticas (leñosas): traqueidas de coníferas, traqueidas de latifoliadas y fibras libriformes; por otra parte, las fibras floemáticas: distribuidas en el floema y corteza, (Fahn, 1981)

La ordenación de las fibras, se observa en cortes transversales como lo menciona Harada (1965b). La ordenación de fibras libriformes o fibrotraqueidas puede ser regular o irregular. a) Ordenación irregular: *Acer* sp.; b) Ordenación radial: *Virola* sp.; c) Ordenación tangencial: *Ceiba pentandra* G.

El largo de fibras, se mide en material disociado o en cortes tangenciales delgados. Los largos son variables dependiendo de la especie, de su posición en el tronco y dentro del anillo de crecimiento. Largos de fibras de coníferas: 1,700 a 9,000 mm. Largos de fibras de latifoliadas: 150 a 6,600 mm (Echenique, 1993).

La dirección de las fibras, es la ordenación de las células en el sentido longitudinal del tronco. Desviaciones de la orientación normal y recta pueden resultar específicamente con desviaciones combinadas de fibra en texturas marcadas. Esto dificulta la docilidad en carpintería y es considerada como defecto de la madera (Haygreen y Bowyer, 1982).

#### **2.6.6. Anatomía y morfología del tallo en cítricos.**

En el género *Citrus* la porción funcional del sistema de conducción de productos alimenticios (floema) corresponde al estrato húmedo, suave y translucido de tejido con grosor de 1 mm, situado en la zona interna de la corteza junto con él se pueden distinguir otros tres tejidos: el floema en desarrollo, en degeneración y no funcional. El floema en desarrollo, se localiza junto al cámbium vascular y su presencia es transitoria terminando su diferenciación a la madurez; las células madres del floema derivadas del cámbium vascular se diferencian en elementos cribosos, células acompañantes, células parenquimáticas, idioblastos y fibras floemáticas. El floema colapsado no funcional se localiza en la zona externa, cerca de la epidermis. El primer síntoma de su envejecimiento es la aparición de cantidades apreciables de calosa en las placas cribosas (Metcalf y Chalk 1950).

Finalmente, el floema colapsado no funcional se encuentra extendido por el tronco y las ramas maduras, consiste en fibras abundantes, células parenquimáticas vivas, elementos de tubo criboso colapsado y muertas, al igual que las células acompañantes (Schneider, 1968).

Metcalf y Chalk (1950) mencionan que en la familia de las Rutáceas los vasos están clasificados por su tamaño como: muy pequeños y moderadamente pequeños (25-100  $\mu\text{m}$  de diámetro medio tangencial) y algunas veces como extremadamente pequeños (menores de 25  $\mu\text{m}$ ). El parénquima paratraqueal predomina en la mayoría de las especies; mientras que, en los géneros *Citrus* y *Poncirus* se caracterizan por la presencia de parénquima apotraqueal difuso y con frecuencia contiene células cristalíferas; la familia Rutácea también tiene madera con rayos homogéneos que miden menos de 1 mm.

Por otra parte, Mireles (2006) al estudiar seis portainjertos tolerantes al VTC y el naranjo 'Valencia', menciona que los portainjertos influyen en la longitud de vasos y fibras del naranjo 'Valencia'. Además el citrange 'Carrizo' tiene mayor amplitud tangencial y longitud de los elementos de vaso. En los portainjertos 'Troyer', 'Carrizo', 'Valencia' y 'Sheckwasha' es característico el parénquima paratraqueal escaso, mientras que en naranjo agrio y mandarinos 'Chanwasha' y 'Cleopatra' el parénquima observado es confluyente en bandas.

En cuanto a la morfología del tallo en cítricos, Agusti (2000) menciona que los tallos jóvenes de cítricos son verdes y de forma triangular, consecuencia de la presencia de acanaladuras que se extienden varios centímetros de longitud desde la base del pecíolo de cada hoja. Esta forma desaparece con el crecimiento

secundario. En sección transversal, el cilindro provascular del tallo en crecimiento es más o menos triangular formando los ángulos de dicho triángulo las trazas de cada tres hojas, cada una de las cuales se encuentra, para un corte dado, en diferente estado de desarrollo. Entre el cilindro vascular y el protoderma (continuación de la túnica de la zona apical) se encuentra una zona meristemática que eventualmente da lugar al córtex.

Este mismo autor señala, que a medida que los entrenudos se alargan, los elementos del protofloema se estiran y son sustituidos por los elementos de tubo criboso del metafloema. El floema primario se organiza en haces de forma elíptica separado por células parenquimáticas. Algunas células del procámbium se diferencian en células parenquimáticas que separan el metafloema del metaxilema y son células procambiales.



## CONCLUSIONES DE LA LITERATURA

Los cítricos se cultivan en más del 70% del territorio nacional, lo que representa un aporte del 15% de la producción mundial. Destacando por superficie productiva el naranjo y la lima ácida mexicana. El 72% de la superficie plantada con naranjo se encuentra establecida en condiciones de temporal, obteniendo rendimientos de  $11.5 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$  y de  $15.2 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$  con riego, concentrándose la mayor producción de naranjo en la zona del golfo de México, en los estados de: Veracruz, Tamaulipas y San Luís Potosí. Sin embargo, el 90% de estos frutales se encuentran injertados en naranjo agrio, portainjerto que injertado con cualquier cultivar es susceptible al virus de la tristeza de los cítricos. Aunado a esto, en México existe la presencia del pulgón café de los cítricos *Toxoptera citricida* K., insecto considerado como el principal vector del virus.

En la actualidad la presencia de otras enfermedades pone en estado de alerta a la citricultura mexicana debido a que pueden causar graves pérdidas económicas. Algunas de las enfermedades más importantes que podemos encontrar en las huertas son: antracnosis, gomosis, mancha grasienta, psorosis, tristeza, exocortis y bligth, que se pueden observar en campo o en postcosecha. Sin embargo, durante los últimos años la leprosis, que causa severos daños en la producción se detectó en el sureste del país (Tabasco y Chiapas), por ello se implementaron medidas emergentes para su erradicación y con ello evitar que se disemine en todo el territorio nacional. Además, en México existen campañas preventivas y de control a través de Sanidad Vegetal, aunado a las normas

oficiales mexicanas para la producción y movilización de material vegetal libres de VTC y otros patógenos.

Dado lo anterior, se deben replantear los objetivos en la utilización de los portainjertos tolerantes a enfermedades, ya que durante las últimas décadas se ha enfocado solamente a VTC, sin embargo, en la actualidad existe la presencia de enfermedades como leprosis (en México) y huanglongbing (otros países) que causan severos daños en la producción. Por lo que, se debe poner en estado de alerta fitosanitario a investigadores e instituciones agrícolas y fitosanitarias, para que en las próximas investigaciones y paquetes tecnológicos ofrezcan a los productores mexicanos alternativas con el uso de portainjertos tolerantes a diversas enfermedades y que además induzcan precocidad, mayor productividad y calidad de la fruta.

A nivel mundial al existir problemas de plagas, enfermedades, adaptación de suelos, producción, entre otros, en las huertas citrícolas se ha optado por la utilización de portainjertos como una alternativa viable, sin embargo, se debe estudiar su comportamiento en la zona productiva que se planea utilizar. En México la evaluación de portainjertos tolerantes al VTC y otras enfermedades ha sido poco estudiado, por lo que, si se quiere lograr una reconversión citrícola exitosa se debe poner énfasis en este aspecto. En general, algunos investigadores mexicanos al evaluar portainjertos mencionan al portainjerto limón 'Volkameriano' como excelente inductor del crecimiento al incrementar la altura del árbol, el diámetro y volumen de la copa. En cuanto a productividad, concuerdan también que limón 'Volkameriano' promueve mayores rendimientos,

además de proporcionar buenas características de calidad de la fruta en postcosecha. Sin embargo, no se puede generalizar esta información debido a que los estudios que se realizan son de dos años y para tener una perspectiva real se deben evaluar por como mínimo 10 años, ya que los portainjertos no se expresan de igual forma, también se debe considerar que las condiciones meteorológicas y edáficas de cada región son distintas.

Por otra parte, también se debe estudiar a los cítricos desde el punto de vista anatómico, ya que de esta forma se podrá dar mejor interpretación de la influencia del portainjerto en el cultivar, debido a que internamente existen movimientos de agua, sales minerales y otros compuestos que pueden variar entre portainjertos, cultivares y que podría ser afectado por factores ambientales.

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. Localización del experimento.**

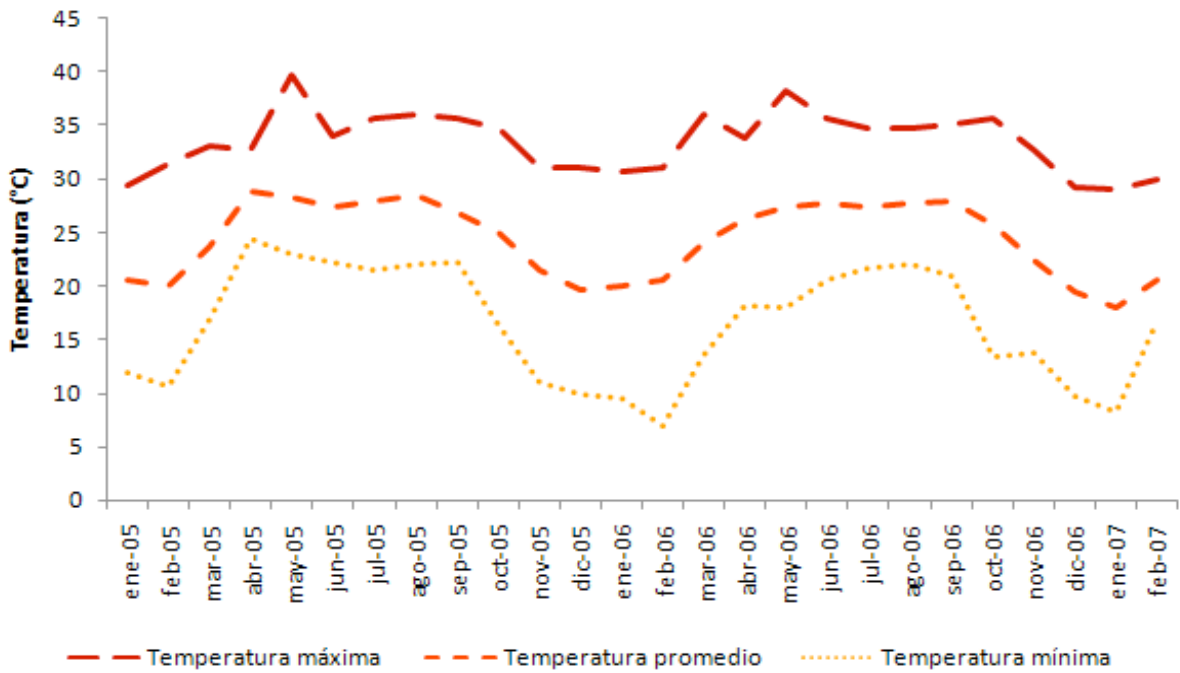
El experimento fue conducido en condiciones de temporal en una huerta comercial de naranjo 'Valencia' de seis años de edad, ubicada en la localidad de los Migueles del municipio de Cazonces de Herrera, Veracruz, México, localizado a 20° 42' latitud norte, 97° 18' longitud oeste y a una altitud de 10 metros. El presente trabajo es la continuidad en la evaluación del comportamiento de cuatro portainjertos en condiciones de trópico húmedo, desde el año 2000.

#### **3.2. Características del área de estudio.**

El clima de la región de acuerdo a Köpen modificado por García (1981) corresponde a un tipo AW'' 1 (e), el cual se describe como tropical lluvioso, cálido subhúmedo con régimen de lluvias en verano. Presenta precipitación media anual de 1200 mm y temperatura media anual de 25 °C, con media en el mes más frío de 18 °C.

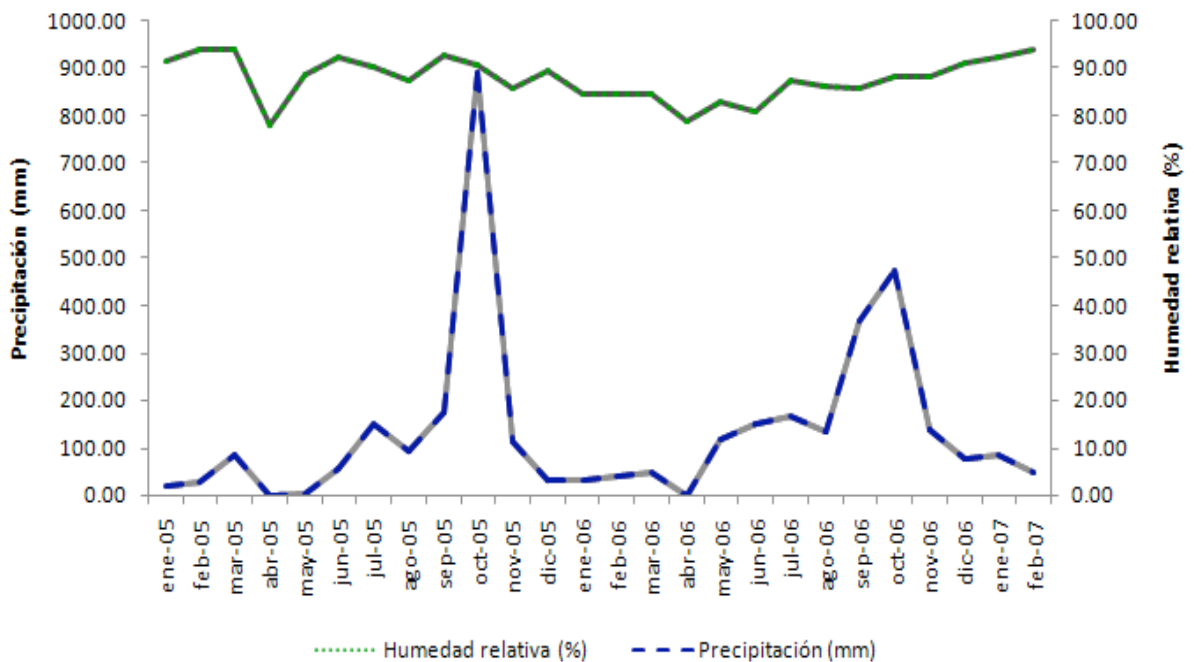
Las condiciones de temperatura, humedad relativa y precipitación prevalecientes durante el desarrollo del experimento 2005-2007 se muestran en las figuras 3 y 4, dichos datos fueron obtenidos de los registros de la estación meteorológica artificial ubicada en Tuxpan, Veracruz, a cargo del Servicio Meteorológico Nacional y Comisión Nacional del Agua.

Figura 3. Comportamiento mensual de las temperaturas máximas, mínimas y medias mensuales en el norte de Veracruz, México, en el periodo enero de 2005 a febrero de 2007.



Fuente: estación meteorológica artificial de Tuxpan, Ver., Servicio Meteorológico Nacional (EMA's-SMN), 2007.

Figura 4. Distribución de la precipitación y humedad relativa en el norte de Veracruz, México, en el periodo enero de 2005 a febrero de 2007.



Fuente: estación meteorológica artificial de Tuxpan, Ver., Servicio Meteorológico Nacional (EMA's-SMN), 2007.

El suelo donde se localiza la plantación según el estudio realizado por Hernández (2006) presentó las siguientes características: textura arcillosa o arcillo-limosa, pH ligeramente alcalino. El contenido nutrimental en los estratos de 0 a 30 y 30 a 60 cm, y otras características del suelo se indican en el cuadro 3.

Cuadro 3. Características del suelo en el área de estudio.

Característica	Valor a diferente profundidad	
	0-30 cm	30-60 cm
Textura	Arcillosa	Arcillo-limosa
pH	7.49	7.87
CE (dS·m <sup>-1</sup> )	0.31	0.25
CC (% de humedad)	33.40	28.10
PMP (% de humedad)	20.50	15.70
Densidad aparente (g·cm <sup>-3</sup> )	1.62	1.73
N total (%)	0.20	0.08
P (mg·kg <sup>-1</sup> )	6.16	1.03
K (cmol·kg <sup>-1</sup> )	0.42	0.19
Ca (cmol·kg <sup>-1</sup> )	31.50	42.70
Mg (cmol·kg <sup>-1</sup> )	18.10	7.30
Mn (mg·kg <sup>-1</sup> )	10.00	9.00
Na (cmol·kg <sup>-1</sup> )	0.19	0.26
Fe (mg·kg <sup>-1</sup> )	20.00	8.00
Cu (mg·kg <sup>-1</sup> )	2.10	1.10
Zn (mg·kg <sup>-1</sup> )	1.10	0.50

Fuente: Hernández (2006).

### 3.3. Material vegetal.

Se utilizaron árboles de naranjo 'Valencia' (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck.) de seis años de establecidos, injertados en cuatro portainjertos: limón 'Volkameriano' (*C. volkameriana* Ten. & Pasq.), y los mandarinos 'Cleopatra' (*C. reshni* Hort. ex Tan.), 'Amblicarpa' (*C. Amblicarpa* (Hassk.) Ochse.) y 'Común' (*C. reticulata*), tolerantes al Virus de la Tristeza de los Cítricos.

A continuación se describen las características del cultivar y los portainjertos.

**Naranja 'Valencia'**. Especie nativa probablemente de China. El fruto presenta buenas cualidades organolépticas, es resistente al manejo postcosecha, presenta maduración tardía y se puede mantener en el árbol en buenas condiciones durante mucho tiempo; es de tamaño mediano a grande (6 a 8 cm de diámetro), tiene forma redondeada a oblonga, cáscara ligeramente delgada, lisa o finamente rugosa; alto contenido de jugo y sabor ligeramente ácido, contiene de dos a cuatro semillas por carpelo. El árbol es resistente a diferentes condiciones ecológicas, es compatible con varios portainjertos, registra altos rendimientos, es vigoroso, con crecimiento erecto, buena talla, prolífico y tiende a la alternancia (Saunt, 1990; Borroto y Borroto, 1991).

**Limon 'Volkameriano'**. Es originario de Italia y considerado como un híbrido entre limón (*C. limonia*) y naranjo agrio (*C. aurantium*). Crece rápidamente en climas cálidos (Castle, 1987). Sus semillas son poliembriónicas, con altos porcentajes de germinación. En vivero tiene crecimiento rápido y origina plantas

uniformes, vigorosas y precoces (Jiménez, 1987). Es compatible con todos los cultivares de cítricos. El árbol presenta tallos rectos, poco ramificados. En campo propicia crecimiento rápido y desarrolla un sistema radical extenso, presenta tolerancia a *Phytophthora parasitica*, *Alternaria citri*, al VTC, a salinidad y crece bien en suelos calcáreos (Saunt, 1990).

**Mandarino 'Cleopatra'**. Especie nativa de Filipinas y sureste de Asia. De los mandarinos, 'Cleopatra' es el portainjerto más utilizado. En Florida, se utiliza para mandarinos, tangelos, naranjo y pomelos. En vivero crecen lentamente y su manejo es más difícil que otros portainjertos (Wustcher, 1979). Los árboles que tienen como portainjerto a mandarina 'Cleopatra' son muy tolerantes a la clorosis, sin embargo, acumulan boro en el follaje (Cooper, 1961). El naranjo 'Valencia' injertado sobre mandarina 'Cleopatra', presentan valores de SST intermedios, al compararlos con naranjo agrio y limón 'Rugoso', además, este portainjerto es tolerante al VTC, exocortis, xiloporosis, CVC, muerte súbita y blight, pero es susceptible al nemátodo de los cítricos (*Tylenchulus semipenetrans*) (Baines *et al.*, 1969; Castle, 1987).

**Mandarino 'Amblicarpa'**. Los árboles injertados sobre mandarina 'Amblicarpa', se adaptan bien a suelos arcillosos (Valle *et al.*, 1981; Valdez y Medina, 1981). El crecimiento en vivero es más lento que mandarina 'Amblicarpa' (Bitters, 1967; Mc Carty *et al.*, 1979). La calidad del fruto que se produce con este portainjerto es comparable con la que se obtiene cuando el portainjerto es naranjo agrio (Del Valle, 1990).



**Mandarino 'Común'**. Es un segregante de mandarina 'Reyna'. En vivero tiene crecimiento rápido y genera plantas uniformes, poco ramificadas. El árbol es erecto con ramificación cerrada. Los frutos maduran en febrero y tienen cáscara gruesa. Esta planta se seleccionó por sus características de rusticidad y por crecer en suelos húmedos sin mostrar daños por gomosis (Hernández, 2006).

### **3.4. Manejo agronómico del huerto.**

Los árboles se encuentran establecidos en un sistema de plantación 6 x 6 m en tres bolillo, con orientación norte-sur.

El manejo del huerto consistió en control de malezas con chapeadora (dos por año) y aplicación de herbicidas a base de glifosato en las calles, líneas y cajete del árbol.

Se realizó una poda de saneamiento en los meses de febrero y marzo, previo a la floración para disminuir la incidencia de enfermedades y favorecer la ventilación de la copa, además se eliminaran los chupones del árbol.

El control de plagas y enfermedades, se hizo con productos químicos de acuerdo a la incidencia de estas en la huerta.

La fertilización consistió en la aplicación de un fertilizante foliar (20-30-10) en el mes de mayo, aproximadamente 50 días después de la floración; posteriormente, se aplicó una fertilización al suelo a base de urea (46-00-00) a razón de 250 g por árbol, tres semanas después de la primera fertilización, aunado a la aplicación del fertilizantes al suelo, se realizó una aplicación de

micronutrientes vía foliar, para contrarrestar las deficiencias observadas en la huerta.

El manejo de riegos se efectuó al momento de realizar la aplicación del fertilizante al suelo. Además se realizaron otros de acuerdo a las necesidades hídricas de la planta en el tiempo de sequía (marzo-junio).

Para favorecer la retención de humedad en el suelo durante la época de estiaje se colocó alrededor del cajete del árbol, una cobertera vegetal a base de pasto seco, ramas y chupones provenientes de la poda.

La cosecha se realizó el día 10 de febrero de 2006 y 2007 para los árboles muestreados en esta investigación, el restante de la huerta se cosechó después del día 10 de febrero.

### **3.5. Variables agronómicas de respuesta y método de evaluación.**

En la evaluación de este estudio se dio seguimiento a variables como son: crecimiento del árbol, producción y calidad de la fruta; que ayudaron a dar mejor entendimiento del efecto que causan los portainjertos tolerantes al VTC en el naranjo 'Valencia'.

#### **3.5.1. Crecimiento del árbol.**

Se evaluaron las variables: altura del árbol, diámetro de copa, se determinó volumen de copa, diámetro de portainjerto e injerto. Las mediciones se realizaron al final de los ciclos de producción 2005-2006 y 2006-2007 en el mes de

diciembre. La **altura del árbol**, se midió con el apoyo de una regla de madera de cuatro metros de longitud, tomando como base el cuello del árbol hasta la máxima altura de la copa. El **diámetro de la copa**, se midió al colocar de manera transversal a la copa del árbol una regla de madera, de cuatro metros de longitud en orientación este-oeste. El **volumen de la copa**, se calculó con los valores obtenidos de la altura del árbol y diámetro de la copa, para los ciclos de producción 2005-2006 y 2006-2007, mediante la siguiente ecuación propuesta por Teofilo-Sobrinho *et al.*, 2003. Sin embargo, dado que la forma de la copa de los árboles no es la misma se puede interpretar de diferente forma.

$$V = 2/3 \pi (D/2)^2 H$$

Donde: V = Volumen en metros cúbicos;  $\pi = 3.1416$ ; D = Diámetro de la copa;

H = Altura de la copa (tomada de la altura total del árbol, hasta la altura de la unión).

**Diámetro del portainjerto e injerto** se midió empleando para ello un vernier digital marca Truper. En el portainjerto, el lugar de medición fue el punto situado a la mitad de longitud entre el cuello de la planta (portainjerto) y la unión con el cultivar (injerto), el cual fue marcado para que todas las evaluaciones se realizaran en el mismo lugar. Por otra parte, en el cultivar el punto de medición fue 3 cm arriba de la unión con el portainjerto. Ambos puntos de medición, fueron marcados para que todas las evaluaciones se realizaran en el mismo lugar.

### 3.5.2. Producción.

Se evaluó el día 10 de febrero de 2006 y 2007, ya que esta fecha se había establecido en investigaciones anteriores y para dar mejor seguimiento al experimento en general. Se cosecharon todos los frutos por árbol que se encontraban en madurez comercial (frutos de tiempo, como los denomina el productor), los cuales se contabilizaron para obtener el **número de frutos con madurez comercial por árbol**; estos se pesaron en una bascula al momento de la cosecha en campo para obtener el **peso total de frutos por árbol**. Por otra parte, se contabilizaron en el árbol los frutos restantes (mayeros) que aún no alcanzaban la madurez fisiológica, para obtener la variable **número de frutos mayeros por árbol**. En cuanto al **rendimiento promedio**, se calculó con base en los datos obtenidos del peso total de frutos por árbol, realizando un promedio entre todos los árboles muestreados y extrapolando los resultados a una hectárea, tomando en cuenta el sistema de plantación. En cuanto, al **rendimiento de fruto por área transversal del tallo**, se calculó en  $\text{kg}\cdot\text{cm}^{-2}$ , utilizando los datos del peso total de frutos por árbol, dividido entre el área de la sección transversal del tallo, que se estima con los valores de diámetro del tallo por  $\pi$  (3.1416), al considerar a dicha relación como un círculo.

### 3.5.3. Calidad de la fruta.

Se realizó en el laboratorio, con frutos en madurez comercial, un día después de la cosecha obtenida en campo, para los dos ciclos de producción: 2005-2006 y 2006-2007.

Se recolectaron al azar 54 frutos por unidad experimental, con estos se formaron 18 submuestras de tres frutos cada una, para cada combinación variedad/portainjerto en estudio.

En la evaluación de la **calidad externa de la fruta** se realizaron los siguientes procedimientos: para la obtención del **peso promedio del fruto**, se pesaron tres frutos de cada submuestra en una balanza electrónica, el resultado se dividió entre tres para obtener el peso promedio del fruto por submuestra. Posteriormente, se midió el diámetro ecuatorial y polar en tres frutos de cada submuestra, con ayuda de un vernier digital marca Truper, para obtener el **diámetro y longitud del fruto**. Por último, los tres frutos de cada submuestra, fueron cortados transversalmente y en dos puntos paralelos de una de las mitades, se midió con una regla graduada en mm, el **grosor del albedo-flavedo**.

Para la evaluación de la **calidad interna de la fruta**, se realizó lo siguiente: se extrajo con un extractor Turmix Modelo especial, el jugo de los tres frutos de cada submuestra, el cual se pesó en una balanza electrónica, para obtener el **peso del jugo**, el resultado de este se dividió entre el peso del fruto, multiplicándolo por 100 dando como producto el **porcentaje de jugo**.

Una vez extraído el jugo, las cáscaras resultantes de los tres frutos de cada submuestra, fueron pesadas en una balanza electrónica, para obtener el **peso de la cáscara**, lo obtenido de esto se dividió entre el peso del fruto y se multiplicó por 100, con lo cual se calculó el **porcentaje de cáscara**.

Los **sólidos solubles totales (SST)** se midieron con un refractómetro digital "Bausch and Lomb", se obtuvo el jugo de tres frutos de cada submuestra,

se depositó una gota del jugo de cada repetición en el sensor y se registró el valor. Los datos se expresaron en % de SST.

La **acidez titulable** se determinó mediante la metodología propuesta por la Assotiation of Oficial Agricultural Chemist (1990), la cual se basa en la titulación de una alícuota del jugo. La alícuota se coloca en matraz erlenmeyer de 125 mL, se le agregan 40 mL de agua destilada y se neutraliza con hidróxido de sodio al 0.1 N, utilizando fenoftaleína como indicador. Para obtener el valor en porcentaje de acidez titulable se emplea la fórmula siguiente:

$$\% \text{ de acidez titulable} = \frac{\text{mL NaOH gastados} \times N (0.1) \times PE (0.064) \times 100}{\text{mL de jugo}}$$

Donde: N = Normalidad de NaOH; PE = Peso equivalente del ácido cítrico.

La **relación °Brix/Acidez**, se obtuvo al dividir los grados Brix entre el valor de la acidez titulable en cada una de las submuestras para las diferentes combinaciones variedad/portainjerto evaluados.

El **pH del jugo**, se determinó tomando una muestra de 20 mL de jugo de cada una de las submuestras evaluadas y se leyó el pH con un potenciómetro marca CORNING (Scientific instrument).

Para obtener la cantidad de **vitamina C**, se utilizó la metodología del ácido oxálico, para ello de cada submuestra se tomaron 5 mL de jugo y se colocaron en 50 mL de ácido oxálico: de esta mezcla se tomaron 5 mL, los cuales se titularon con 2,6-diclorofenol,indofenol. Para efecto de cálculos, se tomó una cantidad

conocida de ácido ascórbico, se diluyó en agua destilada, y se tituló con 2,6-diclorofenol, indofenol, de esa manera por regla de tres se obtuvo el contenido de ácido ascórbico en las submuestras de los frutos. El valor obtenido se extrapoló a 100 mL de jugo. Con los valores obtenidos por submuestra, se obtuvo el promedio por unidad experimental.

### 3.5.4. Tratamientos en campo.

Dentro de la huerta se formaron bloques de cada una de las combinaciones variedad/portainjerto; los árboles fueron seleccionados con base a la evaluación previa realizada por Hernández en 2003 y 2004. Además, fueron marcados con colores de pintura de aceite, en la base del tronco, dependiendo del portainjerto (figura 5).

La evaluación se llevó a cabo durante dos ciclos de producción del naranjo 'Valencia': 2005-2006 y 2006-2007, utilizando cuatro combinaciones cultivar/portainjerto como tratamientos (cuadro 4).

Cuadro 4. Combinaciones cultivar/portainjerto utilizadas como tratamientos de estudio.

<b>Cultivar</b>	<b>Portainjerto</b>	<b>Tratamiento</b>	<b>No. de árboles</b>
Naranja 'Valencia'	Limón 'Volkameriano'	1	20
	Mandarino 'Cleopatra'	2	20
	Mandarino 'Amblicarpa'	3	20
	Mandarino 'Común'	4	20

### **3.5.5. Diseño experimental en campo.**

Se empleó un diseño experimental completamente al azar con cuatro tratamientos y diez repeticiones. Se consideró dos árboles como unidad experimental y se evaluaron 20 árboles por tratamiento dando en total 80 árboles (figura 5).



Figura 5. Croquis de ubicación dentro de la huerta

Huerta: "Los Migueles".

Propósito: evaluación de portainjertos tolerantes al Virus Tristeza de los Cítricos (VTC).

Cazones de Herrera, Veracruz, México.

20° 42' LN y 97° 18 LW; 10 msnm

Precipitación media anual=1200 mm y T° promedio=25 °C

Dens. de pob= 474 árboles en la segunda sección de la huerta

Dist.= 6x6 tres bolillo, orientación N-S.

DCA <sup>c</sup>/4 tratamientos y 10 repeticiones; U.E.=2 árboles

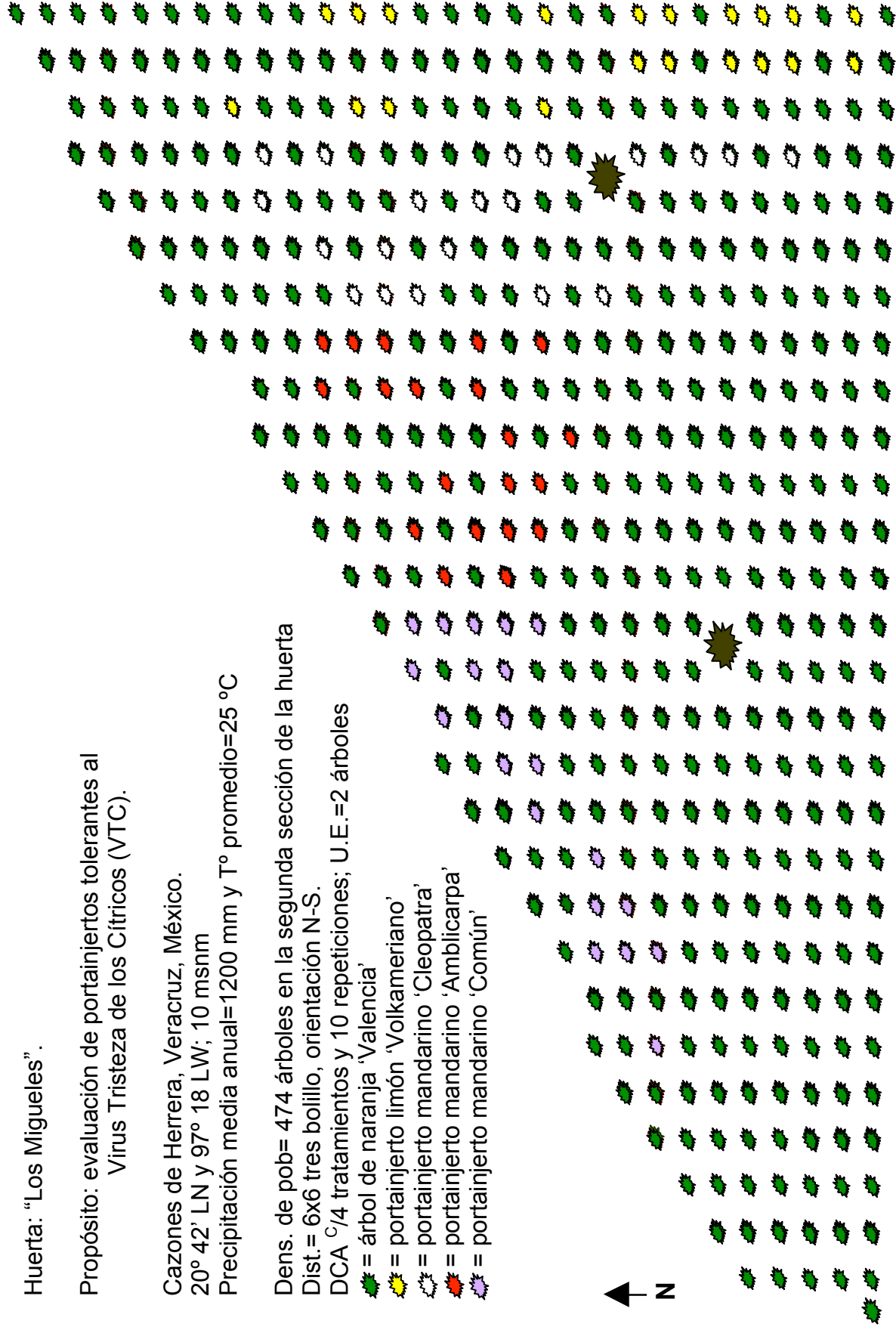
🌿 = árbol de naranja 'Valencia'

🌻 = portainjerto limón 'Volkameriano'

🌸 = portainjerto mandarino 'Cleopatra'

🌺 = portainjerto mandarino 'Amblicarpa'

🌼 = portainjerto mandarino 'Común'



### 3.6. Variables anatómicas de respuesta y método de evaluación.

#### 3.6.1. Toma de muestras de madera.

El muestreo se realizó solo en una ocasión durante el mes de febrero de 2006. De cada combinación cultivar/portainjerto, se utilizaron 10 árboles. Las muestras se obtuvieron con la ayuda de un martillo y un sacabocados de 1½ pulgadas de diámetro, el cual se golpeó contra el tronco del árbol en forma recta y con mucha precaución, esto con el propósito de evitar la separación de la corteza y la madera, al momento del muestreo o al extraer del tronco el sacabocados. El lugar de muestreo en el tronco fueron aproximadamente: 10 cm por encima y 10 cm por debajo del punto de unión del injerto (figura 6).

Figura 6. Toma de muestras de madera.



Con el fin de obtener tejido de xilema y floema, tanto del injerto como del portainjerto en forma independiente, se tomaron muestras de un volumen aproximado de 70.68 cm<sup>3</sup> de tallo, a razón de 1½ pulgada de diámetro por 3 pulgadas de profundidad. Se consideraron en total 80 muestras, tanto del cultivar y portainjertos en estudio.

### **3.6.2. Conservación de muestras de madera.**

Las muestras se fijaron directamente en FAA (50 mL ETOH al 96% + 5 mL ácido acético glacial + 10 mL formaldehído al 37% + 35 mL agua destilada) (Curtis, 1986). Se dejaron reposar durante 15 días, posteriormente para ablandar las mismas se realizó un cambio de solución de FAA, conservándose durante dos meses en refrigeración a una temperatura de 4 °C. En aquellos casos cuando el tiempo de preservación excedió los dos meses, únicamente fue necesario substituir la solución de FAA.

### **3.6.3. Ablandamiento del tejido.**

Después de la conservación de las muestras, cada una se lavó con agua destilada y, se colocó en una solución ablandadora (a base de glicerina al 30% + ETOH al 96% + agua destilada, en una relación 1:1:1 v/v/v), durante ocho días en refrigeración a 4 °C. Posteriormente, para obtener mejores resultados, se colocaron las muestras por separado en la autoclave con la misma solución durante cinco minutos a 10 lb/cm<sup>3</sup> de presión.

#### **3.6.4. Microtecnica y elaboración de preparaciones semi-permanentes.**

Al considerar la dureza de las muestras a tratar, así como la cantidad y características muy particulares de las mismas, se optó por la elaboración de preparaciones semi-permanentes a partir de cortes transversales (12  $\mu\text{m}$  de espesor), tangenciales (18  $\mu\text{m}$  de espesor) y radiales (18  $\mu\text{m}$  de espesor), obtenidos con la ayuda de un micrótopo de rotación. Posteriormente se procedió a realizar la deshidratación y tinción de acuerdo a la técnica de Jensen (1962) con algunas modificaciones, utilizando un vidrio de reloj en el que se procesó un corte a la vez. Los tiempos de deshidratación y tinción que se usaron fueron los siguientes: 1) Deshidratación con ETOH al 50% durante 5 minutos; 2) Tinción con safranina (solución acuosa al 1.0% en ETOH al 50%) durante 20 minutos; 3) Eliminación del exceso de colorante con ETOH al 70%; 4) Tinción con verde rápido o fast green (solución acuosa al 0.5% en ETOH al 95%) durante 30 segundos; 5) Eliminación del exceso de colorante con ETOH al 96%; 6) Enjuague con ETOH al 99.99%; 7) Enjuague con la solución 1:1 v/v de ETOH-XILOL; 8) Enjuague con la solución 1:1 v/v FENOL-XILOL; y 9) Ultimo enjuague con XILENO.

Finalmente, se montaron las preparaciones semi-permanentes colocando el tejido ya teñido sobre el portaobjetos, al que se le agregó una gota del medio montaje denominado Permout<sup>®</sup>, posteriormente se le colocó el cubreobjetos. Por último, se pusieron las preparaciones en una plancha a 25 °C de temperatura durante 72 horas, para secarlas.

Para poder obtener valores más exactos al momento de la medición de los elementos de vaso y las fibras, se realizaron disociaciones de tejido, con la finalidad de disolver la lamina media entre las células. El procedimiento fue el siguiente: de cada muestra de madera y en cada combinación (cultivar/portainjerto), se fragmentaron pequeños trozos de madera (astillas) de aproximadamente 5 cm de longitud por 1 mm de grosor, los cuales se colocaron en frascos individuales previamente identificados con una solución denominada Gifford (peróxido de hidrógeno: ácido acético: agua destilada, en relación 2:6:2 v/v/v). Posteriormente, se colocaron en la estufa a 60 °C durante 72 horas; después, se enjuagó cada dos horas, en cinco ocasiones, para quitar el exceso de la solución disociadora. Una vez disociado el tejido, se sometió al mismo proceso de deshidratación, tinción, aclaramiento y montaje, que se utilizó para los cortes transversales y longitudinales, anteriormente mencionado, exceptuando el proceso de tinción con verde rápido.

### **3.6.5. Descripción anatómica de la madera.**

La descripción anatómica de la madera se realizó basándose en las recomendaciones de la Asociación Internacional de Anatomistas de la Madera (IAWA Comité, 1989), de Carlquist (1988) y de Wheeler y Bass (1998).

### **3.6.6. Tratamientos en el laboratorio.**

En el laboratorio se formaron ocho tratamientos de las combinaciones cultivar/portainjerto, para la evaluación anatómica de la madera (cuadro 5).

Cuadro 5. Tratamientos para el estudio anatómico de la madera del naranjo 'Valencia' y cuatro portainjertos tolerantes al VTC.

Tratamiento	Lugar de muestreo
1.	Portainjerto mandarino 'Común'*
2.	Portainjerto limón 'Volkameriano*'
3.	Naranjo 'Valencia' injertado en mandarino 'Cleopatra'
4.	Naranjo 'Valencia' injertado en mandarino 'Común'
5.	Naranjo 'Valencia' injertado en limón 'Volkameriano'
6.	Naranjo 'Valencia' injertado en mandarino 'Amblicarpa'
7.	Portainjerto mandarino 'Amblicarpa'*
8.	Portainjerto mandarino 'Cleopatra'*

\* Se encontraba injertado con el cultivar 'Valencia'.

Todas las muestras se observaron usando un microscopio compuesto AXIO Imagen D1 marca Carl Zeiss®; así como, la captura de imágenes, las cuales se obtuvieron por medio de una cámara digital modelo Carl Zeiss® AXIO Cam MRC5. Todas las imágenes fueron electrónicamente procesadas mediante el software Adobe® Photoshop® 7.0. En cada muestra preparada se realizaron mediciones cuantitativas y cualitativas de los siguientes caracteres anatómicos:

*En cortes transversales:*

- 1) Área total del elemento de vaso ( $\mu\text{m}^2$ )
- 2) Perímetro del elemento de vaso ( $\mu\text{m}$ )

- 3) Forma del poro
- 4) Tipo de parénquima
- 5) Dirección de las fibras
- 6) Arreglo de las fibras

*En cortes tangenciales:*

- 1) Longitud de rayos ( $\mu\text{m}$ )
- 2) Ancho de rayos ( $\mu\text{m}$ )
- 3) Densidad de rayo
- 4) Forma de los rayos
- 5) Arreglo de los rayos

*En disociaciones de tejido:*

- 1) Longitud de fibras ( $\mu\text{m}$ )
- 2) Longitud del elemento de vaso ( $\mu\text{m}$ )
- 3) Ancho del elemento de vaso ( $\mu\text{m}$ )

*En cortes radiales:*

Se observaron rayos, parénquima y otros tejidos, en un ángulo radial, aunque no se realizó ninguna medición, ya que la IAWA Comité (1989) no recomienda hacer mediciones en esta clase de corte, aunque sirvieron de apoyo en la interpretación de resultados.

### **3.6.7. Diseño experimental para el laboratorio.**

El tratamiento estadístico para el estudio anatómico comprendió un diseño experimental completamente al azar con ocho tratamientos, utilizando 16 preparaciones como repeticiones, a las que se les hizo 4 mediciones anatómicas lo que constituyó una unidad experimental. En total se hicieron 64 mediciones por tratamiento haciendo un total de 512 mediciones por variable.

### **3.7. Análisis estadístico general.**

A todas las variables estudiadas, se les realizó análisis de varianza con el software SAS<sup>®</sup> (Statistical Analysis System, ver. 8.0). Se realizó además comparación de medias utilizando la prueba de Tukey con significancia de  $\alpha=0.05$  y correlación entre variables anatómicas y agronómicas.



## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Crecimiento del árbol.

#### 4.1.1. Altura del árbol.

Durante los ciclos de producción 2005-2007, se detectaron diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ) entre portainjertos, respecto a la altura del árbol. La mayor altura se presentó en las plantas injertadas sobre mandarina 'Amblicarpa' durante los dos ciclos de producción, sin embargo, se observó un incremento significativo en la altura total del árbol en las plantas injertadas sobre mandarina 'Amblicarpa' y limón 'Volkameriano' (cuadro 6).

Cuadro 6. Altura del naranjo 'Valencia' injertado en cuatro portainjertos tolerantes al VTC, durante dos ciclos de producción en Cazonas, Veracruz, México.

Tratamiento	Inicial 2002 <sup>Z</sup>	Altura del árbol (m)		Incremento
		2005-2006	2006-2007	
<b>L. Volkameriano</b>	2.1 a <sup>Y</sup>	2.94 ab	3.27 ab	0.32 a
<b>M. Cleopatra</b>	1.7 b	2.71 c	2.90 c	0.19 b
<b>M. Amblicarpa</b>	1.8 b	3.07 a	3.45 a	0.38 a
<b>M. Común</b>	1.8 b	2.87 bc	3.14 b	0.26 ab
<b>CV (%)<sup>X</sup></b>	7.5	7.16	7.05	52.33
<b>DMSH<sup>W</sup></b>	0.18	0.17	0.18	0.12

<sup>Z</sup> Datos iniciales tomados de Villegas (2007).

<sup>Y</sup> Valores con la misma letra en cada columna son estadísticamente iguales (Tukey  $p \leq 0.05$ ).

<sup>X</sup> = coeficiente de variación y, <sup>W</sup> = diferencia mínima significativa honesta.

Los resultados obtenidos están en línea con Pérez *et al.* (2002) en su estudio de portainjertos llevado a cabo en Colima, México, y con los datos mencionados por Villareal y Álvarez (2002) en Tamaulipas, México, en donde establecen que los árboles de naranja 'Valencia injertados sobre limón 'Volkameriano' fueron los más grandes en altura.

Por otro lado, las plantas injertadas en mandarina 'Cleopatra' presentaron menor crecimiento. Este comportamiento también ocurrió en los dos años anteriores cuando Hernández (2006) evaluó el cuarto y quinto año de crecimiento de los mismos materiales en Cazonas, Veracruz, México. El lento crecimiento en mandarina 'Cleopatra', ha sido observado en diferentes localidades del mundo, por ejemplo, Montilla y Gallardo (1994a) en Lara, Venezuela, Salem *et al.* (1994) en el Cairo, Egipto, y en nuestro país por Villareal y Álvarez (2002). Esto nos indica que debe seguirse evaluando este portainjerto, pues su crecimiento más potencial se logra después de los 15 años según lo indica Krezdorn (1970). Sin embargo, la menor altura de los árboles se puede tomar como una ventaja durante los primeros años de producción al momento de la cosecha.

#### **4.1.3. Diámetro de la copa.**

Para el sexto y séptimo año de crecimiento (2005-2007) del naranja 'Valencia' se mostraron diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ) entre los cuatro portainjertos evaluados, observándose que, las copas con mayor diámetro se presentaron con mandarina 'Amblicarpa' y limón 'Volkameriano', con media superior a los 3.00 m. Por otra parte, el menor diámetro se presentó con

mandarino 'Cleopatra' y mandarino 'Común', en ambos ciclos de producción (cuadro 7).

Hernández (2006) observó que el mayor diámetro en la copa de naranjo 'Valencia' se presentaba en las plantas injertadas en limón 'Volkameriano' y mandarino 'Amblicarpa', desde el cuarto y quinto año de crecimiento de los mismos materiales que se evaluaron en este trabajo. Estos resultados coinciden con lo indicado por Pérez *et al.* (2002) en Colima, México, y Villareal y Álvarez (2002) en Tamaulipas, México.

En el incremento del diámetro de la copa, durante los dos ciclos evaluados no hubo diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ). Sin embargo, se puede apreciar que hubo un comportamiento similar en los cuatros portainjertos.

#### **4.1.4. Volumen de la copa.**

Con lo que respecta al volumen de la copa del naranjo 'Valencia', en el cuadro 7, se observa que mandarino 'Amblicarpa' y limón 'Volkameriano' fueron los que indujeron los mayores volúmenes de copa, en ambos ciclos de producción. En contraste, los mandarinos 'Común' y 'Cleopatra' promovieron volúmenes de copa menores. Cabe indicar que este comportamiento fue observado por Hernández (2006) durante el cuarto y quinto año de crecimiento de los mismos.

En México, estos resultados también coinciden con los obtenidos por Villareal y Álvarez (2002) al evaluar los portainjertos en Tamaulipas; en Colima, con los obtenidos por Pérez *et al.* (2002).

Cuadro 7. Diámetro y volumen de la copa del naranjo ‘Valencia’ injertado en cuatro portainjertos tolerantes al VTC, durante dos ciclos de producción en Cazones, Veracruz, México.

Tratamiento	Diámetro de la copa (m)		Incremento	Volumen de la copa (m <sup>3</sup> )		Incremento
	2005-2006	2006-2007		2005-2006	2006-2007	
	<b>L. Volkameriano</b>	2.93 a <sup>z</sup>		3.20 a	0.28 a	
<b>M. Cleopatra</b>	2.42 b	2.67 b	0.25 a	7.42 b	9.61 b	2.18 b
<b>M. Amblicarpa</b>	3.11 a	3.45 a	0.37 a	13.79 a	19.07 a	5.38 a
<b>M. Común</b>	2.51 b	2.81 b	0.31 a	8.40 b	11.45 b	3.05 ab
<b>CV (%)<sup>Y</sup></b>	11.71	12.72	85.07	26.97	29.55	78.86
<b>DMSH<sup>X</sup></b>	0.26	0.32	0.21	2.33	3.45	2.40

<sup>Z</sup>Valores con la misma letra en cada columna son estadísticamente iguales (Tukey  $p \leq 0.05$ ).

<sup>Y</sup> = coeficiente de variación y, <sup>X</sup> = diferencia mínima significativa honesta.

El menor volumen de copa lo presentaron las plantas de naranjo ‘Valencia’ injertadas en los mandarinos ‘Cleopatra’ y ‘Común’. Aún cuando el mandarino ‘Cleopatra’ lo consideran como desventaja por el lento crecimiento del árbol, se podría considerar como ventaja si se analiza la posibilidad de establecer plantaciones en altas densidades, ya que la copa no se desarrollaría hasta después de los 15 años como lo indica Krezdorn (1970), y se compensaría de cierta forma la baja producción que se presenta en estos portainjertos durante los primeros años.

#### 4.1.5. Diámetro del portainjerto.

Respecto al diámetro de tronco del portainjerto, durante ambos ciclos de producción (2005-2007) se mostraron diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ) entre los cuatro portainjertos evaluados. Mientras que las plantas de naranjo ‘Valencia’ injertadas en limón ‘Volkameriano’ y mandarino ‘Amblicarpa’, fueron

estadísticamente iguales presentando el mayor diámetro del portainjerto en los dos ciclos. Por otra parte, las plantas injertadas sobre mandarina 'Común', indujeron un portainjerto de porte mediano, y el menor tamaño de portainjerto se observó en las plantas injertadas en mandarina 'Cleopatra' (cuadro 8). Resultados similares se observaron en Lara, Venezuela, al evaluarse el crecimiento del naranjo 'Valencia' sobre 13 portainjertos (Montilla y Gallardo, 1994a).

En cuanto al incremento del diámetro de tronco, no se observaron diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ) entre los cuatro portainjertos, a pesar de que mandarina 'Cleopatra' y mandarina 'Común' inducen un lento crecimiento del árbol.

#### **4.1.6. Diámetro del injerto.**

En cuanto al diámetro del tronco que presentó el injerto de naranjo 'Valencia', durante el ciclo de producción 2005-2006, éste fue superior en las plantas injertadas sobre limón 'Volkameriano' y estadísticamente diferente ( $p \leq 0.05$ ) respecto de los otros tres portainjertos. Durante el ciclo de producción 2006-2007, se presentaron resultados similares al ciclo de producción anterior, sin embargo, en este ciclo las plantas injertadas sobre mandarina 'Amblicarpa' tuvieron un diámetro similar al del limón 'Volkameriano' superando los 14 cm de diámetro, respecto de las plantas injertadas en mandarina 'Común' y mandarina 'Cleopatra' que mostraron los menores diámetros durante los dos ciclos de evaluación (cuadro 8).

Por otra parte, durante los dos ciclos de producción, se mantuvo un crecimiento similar en el diámetro del injerto, sin encontrarse diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ) entre los cuatro portainjertos evaluados.

Cuadro 8. Diámetro del portainjerto e injerto, cultivar 'Valencia' injertado en cuatro portainjertos tolerantes al VTC, durante dos ciclos de producción en Cazones, Veracruz, México.

Tratamiento	Diámetro del portainjerto (cm)		Incremento	Diámetro del injerto (cm)		Incremento
	2005-2006	2006-2007		2005-2006	2006-2007	
<b>L. Volkameriano</b>	11.96 a <sup>z</sup>	13.37 a	1.65 a	12.37 a	14.48 a	2.10 a
<b>M. Cleopatra</b>	9.65 c	10.78 c	1.13 a	9.97 c	11.81 c	1.83 a
<b>M. Amblicarpa</b>	11.76 a	13.40 a	1.64 a	12.20 ab	14.17 a	1.97 a
<b>M. Común</b>	10.62 b	12.13 b	1.51 a	11.23 b	12.87 b	1.64 a
<b>CV (%)<sup>y</sup></b>	9.58	9.88	48.71	10.50	9.25	48.04
<b>DMSH<sup>x</sup></b>	0.88	1.02	0.60	1.00	1.03	0.79

<sup>z</sup>Valores con la misma letra en cada columna son estadísticamente iguales (Tukey  $p \leq 0.05$ ).

<sup>y</sup> = coeficiente de variación y, <sup>x</sup> = diferencia mínima significativa honesta.

Por otro lado, en cuanto al crecimiento del árbol, según lo observado en éste estudio se podría decir que el tamaño del diámetro de tronco se relaciona con la copa del árbol, ya que las copas más grandes en naranjo 'Valencia' se encontraron en las plantas injertadas en limón 'Volkameriano' y mandarina 'Amblicarpa', que a su vez fueron los portainjertos mayor diámetro de tronco (cuadros 7 y 8).

## 4.2. Producción.

### 4.2.1. Número de frutos con madurez comercial por árbol.

Durante el ciclo de producción 2005-2006, se detectaron diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ) entre portainjertos, respecto al número de frutos de naranja 'Valencia' con madurez comercial. Las plantas injertadas en limón 'Volkameriano', presentaron mayor cantidad de frutos (274 por árbol) en madurez comercial. Por otra parte, los materiales mandarina 'Amblicarpa' y mandarina 'Cleopatra' presentaron entre 96 - 195 frutos que fue una cantidad intermedia de frutos en madurez comercial. El mandarina 'Común' indujo la menor cantidad de frutos en los dos ciclos evaluados (cuadro 9).

Cuadro 9. Número de frutos en madurez comercial y mayeros por árbol en naranjo 'Valencia' injertado en cuatro portainjertos tolerantes al VTC, durante dos ciclos de producción en Cazonces, Veracruz, México.

Tratamiento	Número de frutos en madurez comercial por árbol		Número de frutos mayeros por árbol	
	2005-2006	2006-2007	2005-2006	2006-2007
<b>L. Volkameriano</b>	274.50 a <sup>z</sup>	118.00 a	18.75 a	44.00 a
<b>M. Cleopatra</b>	96.25 ab	108.33 a	20.25 a	40.00 a
<b>M. Amblicarpa</b>	195.25 ab	76.67 ab	11.75 a	28.00 a
<b>M. Común</b>	41.50 b	21.67 b	46.75 a	2.33 a
<b>CV (%)<sup>y</sup></b>	58.14	32.40	81.96	77.62
<b>DMSH<sup>x</sup></b>	194.95	74.33	44.10	62.71

<sup>z</sup>Valores con la misma letra en cada columna son estadísticamente iguales (Tukey  $p \leq 0.05$ ).

<sup>y</sup> = coeficiente de variación y, <sup>x</sup> = diferencia mínima significativa honesta.

En el siguiente ciclo de producción 2006-2007, de nueva cuenta las plantas injertadas en limón 'Volkameriano' presentaron mayor cantidad de frutos en madurez comercial (118 frutos por árbol). Sin embargo, la producción que se presentó durante este año fue a la baja respecto del año anterior y de los que previamente evaluó Hernández (2006) en Cazones, Veracruz, México; además, menciona que en su experimento las plantas injertadas en mandarino 'Común' no presentaron fruta durante el cuarto año de crecimiento, comenzando a producir al siguiente ciclo. Mientras que, para mandarino 'Cleopatra' la cantidad de frutos fue baja con tendencia a mejorar, tal como se ha observado durante el séptimo año de crecimiento. Estos resultados podrían estar relacionados la estabilidad productiva, que según Krezdorn (1970) estos materiales alcanzan la estabilidad después de los 15 años crecimiento.

Hernández (2006) menciona también que el portainjerto limón 'Volkameriano' induce precocidad en naranjo 'Valencia', además de mayor cantidad de frutos por árbol durante los dos primeros años de producción. Resultados similares son mencionados por Wutscher y Bistline (1988) que al evaluar 30 portainjertos en Florida, observaron que las plantas de naranjo 'Hamlin' injertadas sobre limón 'Volkameriano' desarrollaron mayor cantidad de frutos.

#### **4.2.2. Número de frutos mayores por árbol.**

En cuanto al número de frutos mayores, durante los dos ciclos de producción 2005-2007, no se presentaron diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ) entre los cuatro portainjertos evaluados (cuadro 9). Sin embargo, las plantas



injertadas en limón 'Volkameriano' y mandarina 'Amblicarpa' produjeron mayor cantidad de frutos mayores, que reditúan en un ingreso extra para el productor en la mejor época de mercado. Éste parámetro (frutos mayores) es poco evaluado en los materiales de producción invernal, sin embargo, es importante tomarlo en cuenta en investigaciones posteriores, debido a que algunos portainjertos al evaluarse en climas subtropicales y condiciones edáficas diferentes pueden inducir una época de producción en mayo.

#### **4.2.3. Peso total de frutos por árbol.**

Con respecto al peso de frutos por árbol en naranjo 'Valencia', en los dos ciclos de producción 2005-2007, se detectaron diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ) entre portainjertos. Los árboles injertados en limón 'Volkameriano', presentaron el mayor peso de frutos por árbol en los dos ciclos evaluados (76.36 y 33.66 Kg por árbol). Por otra parte, las plantas injertadas sobre los materiales mandarina 'Amblicarpa' y mandarina 'Cleopatra' produjeron un peso de frutos por árbol intermedio, con relación al mandarina 'Común' que indujo el menor peso de frutos por árbol (cuadro 10).

La menor cantidad de frutos y el consecuente bajo rendimiento en los árboles de naranjo 'Valencia' injertados sobre mandarina 'Común', puede estar asociado con su inicio a la producción tardía, además de presentar pobre amarre de frutos con la formación de frutos pequeños, debido a que canaliza más sus energías al crecimiento vegetativo que al proceso reproductivo.

#### **4.2.4. Rendimiento de fruto por área transversal del tallo.**

En cuanto a la eficiencia productiva que inducen los portainjertos en el naranjo 'Valencia', al evaluarse el rendimiento de fruto obtenido por área transversal de tallo, se encontraron diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ) entre los portainjertos durante los dos ciclos de producción 2005-2007. En las plantas injertadas sobre limón 'Volkameriano' se observó la mejor eficiencia productiva del naranjo 'Valencia', ya que se encontró una relación de  $6.42 \text{ Kg cm}^{-2}$  y  $4.58 \text{ Kg cm}^{-2}$  de sección transversal de tallo. En contraste, el menor rendimiento por área transversal de tallo se obtuvo en las plantas injertadas sobre mandarino 'Común' (cuadro 10).

El hecho de que se tenga una mejor eficiencia productiva en limón 'Volkameriano', puede ser debido a que son árboles de mayor tamaño y con una producción de temporada constante desde los primeros años de producción, a diferencia del mandarino 'Común' que presenta árboles más pequeños e inducen mayormente una producción más lenta.

En los dos años previos a este estudio de continuidad, al evaluarse los mismos materiales en Cazes, Veracruz, México, Hernández (2006) indica que durante el cuarto año, las plantas injertadas en limón 'Volkameriano' presentaron mayor eficiencia productiva, sin embargo, para el quinto año de crecimiento se estabilizó la eficiencia productiva de los mandarinos 'Amblicarpa' y 'Cleopatra', encontrándose valores similares para los tres portainjertos.

Por otra parte, las plantas injertadas sobre mandarino 'Común' no promovieron producción durante el cuarto año de producción y para el quinto año

la eficiencia productiva fue baja, debido a que las plantas se encontraban aún en la etapa de crecimiento vegetativo (Hernández, 2006).

Los resultados obtenidos en esta investigación están en línea con los obtenidos por Valbuena (1996), Pérez *et al.* (2002) y Pérez (2004), quienes estimaron la eficiencia productiva utilizando el rendimiento y el volumen de la copa. Estos autores concluyeron que la eficiencia productiva fue mayor en las plantas injertadas en limón 'Volkameriano', comparado con aquella alcanzada por los portainjertos: mandarino 'Cleopatra' y naranjo agrio. En contraste, Monteverde *et al.* (1996) indicaron que las plantas de naranjo 'Valencia' injertadas en limón 'Volkameriano' tuvieron menor eficiencia productiva que aquellas que en mandarino 'Cleopatra'.

#### **4.2.5. Rendimiento promedio estimado.**

Después de haberse evaluado el número y el peso de frutos por árbol se determinó el rendimiento promedio estimado para una hectárea de naranjo 'Valencia' injertado en los diferentes portainjertos tolerantes al VTC. Durante los dos ciclos de producción 2005-2007, se encontraron diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ) en cuanto al rendimiento por hectárea. En las plantas injertadas sobre limón 'Volkameriano' se estimó un rendimiento promedio superior a las 24 t·ha<sup>-1</sup>, mientras que, el estimado para las plantas injertadas sobre los materiales mandarino 'Cleopatra' y mandarino 'Amblicarpa', arrojó un rendimiento promedio superior a las 8 y 16 t·ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Por otra parte, las plantas injertadas sobre mandarino 'Común' obtuvieron el menor rendimiento (cuadro 10).

Cuadro 10. Peso total de frutos por árbol, rendimiento de fruto por área transversal de tallo y rendimiento promedio estimado del naranjo 'Valencia' injertado en cuatro portainjertos tolerantes al VTC, durante dos ciclos de producción en Cazones, Veracruz, México.

Tratamiento	Peso de frutos (kg·árbol <sup>-1</sup> )		Kg·cm <sup>-2</sup> de sección transversal del tallo		Rendimiento estimado (t·ha <sup>-1</sup> )	
	2005-2006	2006-2007	2005-2006	2006-2007	2005-2006	2006-2007
<b>L. Volkameriano</b>	76.38 a <sup>z</sup>	33.66 a	6.42 a	4.98 a	24.44 a	10.77 a
<b>M. Cleopatra</b>	26.13 ab	27.66 a	2.52 ab	2.42 a	8.36 ab	8.85 b
<b>M. Amblicarpa</b>	50.13 ab	21.33 ab	4.02 ab	4.57 a	16.04 ab	6.82 ab
<b>M. Común</b>	9.13 b	5.33 b	0.75 b	3.55 a	2.92 b	1.70 b
<b>CV (%)<sup>y</sup></b>	63.22	32.17	59.90	69.19	63.22	32.17
<b>DMSH<sup>x</sup></b>	56.43	20.00	4.53	7.59	18.05	6.40

<sup>z</sup>Valores con la misma letra en cada columna son estadísticamente iguales (Tukey p≤0.05).

<sup>y</sup> = coeficiente de variación y, <sup>x</sup> = diferencia mínima significativa honesta.

La mayor producción que se presenta en los árboles de naranjo 'Valencia' injertados sobre limón 'Volkameriano', puede ser debida a que este material promueve crecimiento vegetativo de forma más acelerada y, por lo tanto, podría destinar de una mejor manera los fotosintatos al proceso de floración y al amarre de frutos. En contraste, las plantas injertadas sobre mandarino 'Común' que producen una menor producción durante los primeros años de vida de la planta, podrían estar enviando más fotosintatos a la producción de tallos y hojas, además, la floración que se presenta en este tipo de materiales es muy raquífica. Algo similar sucede en las plantas de naranjo 'Valencia' injertadas sobre mandarino 'Cleopatra', que promovió un rendimiento estimado de alrededor de 8 t·ha<sup>-1</sup>, el cual es un rendimiento bajo comparado con el rendimiento promedio obtenido en los materiales injertados sobre mandarino 'Amblicarpa' y limón 'Volkameriano' (16 y 24 t·ha<sup>-1</sup>, respectivamente), además se debe considerar que en México, el rendimiento promedio de naranja a nivel nacional en condiciones de

temporal es de  $11.5 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$  (SIAP-SAGARPA, 2007); por lo que, se deben considerar estos materiales en plantaciones futuras ya que promueven una producción más temprana en cuanto al ciclo de vida de la planta y un mayor rendimiento.

Si se analiza que la máxima producción que podría presentarse en los materiales de limón 'Volkameriano' y mandarino 'Amblicarpa' en el naranjo 'Valencia', se pueden presentar en plantas de ocho a diez años, entonces debemos suponer que el rendimiento futuro será notablemente superior en esta plantación, ya que se consideró para esta investigación el sexto y séptimo año de vida de las plantas.

Por otro lado, Pérez *et al.* (2003) al estudiarse el comportamiento del naranjo 'Valencia' injertado sobre limón 'Volkameriano' y mandarino 'Amblicarpa', obtuvo un rendimiento 52 y 14% respectivamente, superior al de las plantas injertadas sobre naranjo agrio. Para el caso de lima 'Persa' se han obtenido mayores rendimientos cuando se encuentran injertados sobre limón 'Volkameriano' respecto de las plantas injertadas sobre mandarino 'Cleopatra' (Valbuena, 1996), citrange 'Carrizo' y citrange 'Swingle' (Davies y Zalman, 2001).

Por otra parte, se podría considerar al mandarino 'Cleopatra' como opción para la producción de naranjo 'Valencia' en un sistema de plantación en altas densidades, debido a que estos materiales inducen copas más pequeñas y compactas, podría significarse en un mayor rendimiento por superficie establecida.

Difiriendo de los resultados anteriores, Colauto *et al.* (2005) al evaluar el naranjo 'Folha Murcha' sobre seis portainjertos en el norte de Paraná, Brasil, observaron que la mayor producción se presentó en los árboles injertados en lima 'Rangpur' y naranja 'Caipira', sin mostrar diferencias estadísticas entre ellos, además, los más bajos rendimientos se presentaron en árboles injertados sobre mandarina 'Cleopatra' y limón 'Volkameriano'.

En cuanto al portainjerto mandarina 'Cleopatra' su baja producción fue mencionada por Kredzorn (1970), quien señala que este portainjerto induce crecimiento lento y la producción se normaliza cuando las plantas alcanzan de 15 a 20 años. La baja producción de los árboles injertados sobre mandarina 'Cleopatra' puede estar asociada, además de su inicio tardío a la producción, al pobre amarre de frutos (Gardner y Horanic, 1961); un caso similar fue reportado por Forner-Giner *et al.* (2003) al evaluar en España, el naranjo 'Valencia' injertado sobre mandarina 'Cleopatra', quienes observaron una entrada tardía en producción y poca productividad. Mientras que, Agusti (2000) menciona que el naranjo 'Valencia' injertado en mandarina 'Cleopatra' indujo producción lenta y frutos pequeños, repercutiendo en el rendimiento y la calidad de la fruta.

Aunado a esto, Montilla y Gallardo (1994b) al evaluar en Lara, Venezuela, el comportamiento del naranjo 'Valencia' injertado sobre 13 portainjertos tolerantes al VTC, revelaron que los portainjertos mandarina 'Cleopatra' y lima 'Rangpur', presentaron un menor rendimiento comparado con el naranjo agrio, además en árboles injertados sobre lima 'Rangpur' se presentaron daños por gomosis.

Por otro lado, al evaluarse el naranjo 'Valencia' injertado sobre el limón 'Volkameriano', en Zulia, Venezuela, Valbuena (1996) menciona que este portainjerto indujo árboles más precoces. Por otro lado, Fallahi y Rodney (1992) cuando injertaron mandarina 'Fairchild' sobre *Citrus macrophylla*, observaron que se estimuló precocidad y la producción comenzó a los cuatro años, mientras que, con limón 'Volkameriano', citrange 'Carrizo', citrange 'Taiwanica' y limón 'Rugoso', la producción se presentó hasta los seis años.

Por último, podemos decir que se debe considerar la evaluación de estos portainjertos durante más años de producción pues su comportamiento aún no es estable; además con estos resultados previos, se puede plantear la posibilidad de establecer plantaciones con estos materiales tolerantes al VTC, en condiciones climáticas y edáficas similares a las de la presente investigación de acuerdo a las necesidades del productor y las características de producción que esperen obtener.

### **4.3. Calidad externa de la fruta.**

#### **4.3.1. Peso promedio del fruto.**

Durante el ciclo de producción 2005-2006, se detectaron diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ) entre portainjertos, respecto al peso promedio del fruto; los frutos de naranja 'Valencia' con mayor peso provinieron de las plantas injertadas sobre mandarina 'Amblicarpa', mientras que los frutos de menor peso se encontraron en las plantas injertadas sobre los mandarinos 'Común' y 'Cleopatra'. Para el segundo ciclo de producción evaluado (2006-2007), no se observaron diferencias entre peso del fruto de los cuatro materiales evaluados (cuadro 11).

Por otra parte, Hernández (2006) al evaluar los mismos materiales en Cazones, Veracruz, México, menciona que durante el cuarto y quinto año de crecimiento de los materiales: limón 'Volkameriano' y mandarina 'Amblicarpa' presentaron el mayor peso del fruto, respecto de los mandarinos 'Cleopatra' y 'Común'.

#### **4.3.2. Grosor de albedo-flavedo.**

Al evaluarse el grosor de albedo-flavedo, durante el ciclo de producción 2005-2006 no se observaron diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ) entre los cuatro portainjertos, sin embargo, para el ciclo 2006-2007 los frutos de naranja 'Valencia' que presentaron mayor tamaño de albedo-flavedo se presentaron cuando se encontraban injertados en mandarina 'Amblicarpa', un tamaño intermedio de albedo-flavedo se observó en frutos provenientes de plantas injertadas en



mandarino ‘Común’, mientras que los de menor tamaño se presentaron en frutos cosechados de plantas injertadas en limón ‘Volkameriano’ y mandarino ‘Cleopatra’ (cuadro 11). También se puede observar que el tamaño de albedo-flavedo disminuye gradualmente respecto de las primeras cosechas de la naranja ‘Valencia’ que evaluó Hernández en 2004 y 2005.

En relación a esto, Monteverde *et al.* (1989b) observaron diferencias en grosor de albedo-flavedo de frutos de naranja ‘Valencia’ injertada en limón ‘Volkameriano’ y mandarino ‘Cleopatra’, durante el primer año de evaluación, ya que, en años subsecuentes fue similar entre ambos portainjertos.

Cuadro 11. Peso promedio del fruto y grosor de albedo-flavedo en naranja ‘Valencia’ injertada en cuatro portainjertos tolerantes al VTC, durante dos ciclos de producción en Cazones, Veracruz, México.

Tratamiento	Peso promedio (g)		Grosor de albedo-flavedo (cm)	
	2005-2006	2006-2007	2005-2006	2006-2007
<b>L. Volkameriano</b>	267.13 ab <sup>z</sup>	254.11 a	0.31 a	0.25 b
<b>M. Cleopatra</b>	259.69 b	244.93 a	0.37 a	0.25 b
<b>M. Amblicarpa</b>	283.93 a	251.76 a	0.33 a	0.30 a
<b>M. Común</b>	254.41 b	236.93 a	0.32 a	0.26 ab
<b>CV (%)<sup>Y</sup></b>	10.70	12.79	13.40	21.43
<b>DMSH<sup>X</sup></b>	23.85	44.02	0.06	0.04

<sup>z</sup> Valores con la misma letra en cada columna son estadísticamente iguales (Tukey  $p \leq 0.05$ ).

<sup>Y</sup> = coeficiente de variación y, <sup>X</sup> = diferencia mínima significativa honesta.

Por otra parte, Davies y Albrigo (1998) mencionan que el naranjo dulce injertado en mandarino ‘Cleopatra’ produce frutos con piel suave y delgada que favorece el rajado de frutos, situación que provoca pérdidas en la cosecha, lo cual no se observó en esta investigación.

Toda planta como una estrategia de sobrevivencia y adaptación, durante su etapa de juvenibilidad acumula sustancias elaboradas (nutritivas) que las canaliza al crecimiento vegetativo y una vez llegado el momento de entrar a la etapa reproductiva, estas sustancias se ocupan hacia la producción de frutos pero en baja cantidad, con pocas semillas y de cáscara gruesa. En este caso los diferentes portainjertos provocan en la naranja 'Valencia' algo similar durante los primeros años de producción, sin embargo, esto se estabiliza en las cosechas posteriores como se ha observado en esta investigación.

#### **4.3.3. Diámetro ecuatorial del fruto.**

En cuanto al tamaño de los frutos de naranja 'Valencia' con los cuatro portainjertos se observaron diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ), durante el primer ciclo de producción (2005-2006). Los frutos de mayor diámetro ecuatorial se encontraron en las plantas injertadas en mandarino 'Amblicarpa'. Por otra parte, los frutos más pequeños se observaron en plantas injertadas en mandarino 'Común' (cuadro 12). Sin embargo, no se presentaron diferencias significativas entre frutos provenientes de los cuatro portainjertos en el segundo ciclo de producción (2006-2007).

La bondad del portainjerto limón 'Volkameriano' de inducir frutos de gran tamaño en naranjo 'Valencia' fue mencionado por Squiela (1964), Hutchison y Blistine (1981), Salem *et al.* (1994) y Valbuena (1996). Sin embargo, Hernández (2006) agrega que los frutos de naranjo 'Valencia' provenientes del portainjerto mandarino 'Amblicarpa' genera tamaños similares y superiores a los del limón

‘Volkameriano’, como lo observó al evaluar los mismos materiales en dos años anteriores.

#### 4.3.4. Diámetro polar del fruto.

Al evaluarse la variable tamaño del fruto de naranja ‘Valencia’, pero ahora medida en diámetro polar del fruto no se observaron diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ) entre los cuatro portainjertos evaluados durante los dos ciclos de producción 2005-2007. Estadísticamente no se observan diferencias, sin embargo, durante el segundo ciclo de producción los frutos fueron ligeramente de menor tamaño en comparación de la cosecha anterior, excepto con mandarino ‘Común’ (cuadro 12).

Cuadro 12. Diámetro ecuatorial y polar del fruto de naranja ‘Valencia’ injertada en cuatro portainjertos tolerantes al VTC, durante dos ciclos de producción en Cazonces, Veracruz, México.

Tratamiento	Diámetro ecuatorial (cm)		Diámetro polar (cm)	
	2005-2006	2006-2007	2005-2006	2006-2007
<b>L. Volkameriano</b>	7.94 a <sup>z</sup>	7.89 a	7.59 ab	7.04 a
<b>M. Cleopatra</b>	7.86 a	7.69 a	7.53 ab	7.12 a
<b>M. Amblicarpa</b>	8.10 a	7.73 a	7.71 a	7.27 a
<b>M. Común</b>	7.79 a	7.82 a	7.47 b	6.96 a
<b>CV (%)<sup>y</sup></b>	3.73	4.70	3.84	5.63
<b>DMSH<sup>x</sup></b>	2.47	0.51	2.44	0.55

<sup>z</sup> Valores con la misma letra en cada columna son estadísticamente iguales (Tukey  $p \leq 0.05$ ).

<sup>y</sup> = coeficiente de variación y, <sup>x</sup> = diferencia mínima significativa honesta.

Las buenas características en el tamaño de los frutos provenientes del portainjerto mandarino ‘Amblicarpa’, se observaron durante esta evaluación y en

dos años previos, cuando Hernández (2006) los evaluó, además agrega que el limón 'Volkameriano' induce frutos de buen tamaño.

#### 4.4. Calidad interna de la fruta.

##### 4.4.1. Peso del jugo.

Se detectaron diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ) entre portainjertos solamente durante el ciclo de producción 2005-2006. Respecto al peso del jugo de naranja 'Valencia', los árboles que indujeron mayor cantidad de jugo fueron los que se encontraban injertados en limón 'Volkameriano', mandarino 'Amblicarpa' y mandarino 'Cleopatra', comparados con mandarino 'Común' (cuadro 13).

Cuadro 13. Peso del jugo y de la cáscara de naranja 'Valencia' injertada en cuatro portainjertos tolerantes al VTC, durante dos ciclos de producción en Cazones, Veracruz, México.

Tratamiento	Peso del jugo (g)		Peso de la cáscara (g)	
	2005-2006	2006-2007	2005-2006	2006-2007
<b>L. Volkameriano</b>	140.40 a <sup>z</sup>	132.36 a	115.07 b	121.74 a
<b>M. Cleopatra</b>	136.67 a	136.05 a	113.43 b	108.87 a
<b>M. Amblicarpa</b>	139.07 a	138.26 a	130.30 a	113.49 a
<b>M. Común</b>	122.69 b	126.56 a	119.53 ab	110.36 a
<b>CV (%)<sup>Y</sup></b>	10.38	12.47	13.38	16.06
<b>DMSH<sup>X</sup></b>	11.70	23.17	13.39	25.44

<sup>z</sup>Valores con la misma letra en cada columna son estadísticamente iguales (Tukey  $p \leq 0.05$ ).

<sup>Y</sup> = coeficiente de variación y, <sup>X</sup> = diferencia mínima significativa honesta.

##### 4.4.2. Peso de la cáscara.

En cuanto al peso de la cáscara de la naranja 'Valencia', durante el ciclo de producción 2005-2006, se presentaron diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ) entre los cuatro portainjertos evaluados. Los frutos con mayor peso se observaron en las plantas injertadas en mandarino 'Amblicarpa', mientras que, los frutos de

naranja 'Valencia' con cáscara más delgada se observaron cuando las plantas se encontraban injertadas en los portainjertos mandarino 'Cleopatra' y limón 'Volkameriano' (cuadro 13).

#### **4.4.3. Porcentaje de jugo.**

Por lo que se refiere al porcentaje de jugo, se observaron diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ) entre los portainjertos solamente durante el ciclo de producción 2005-2006, observándose mayor porcentaje de jugo en los frutos de las plantas injertadas en limón 'Volkameriano' y mandarino 'Cleopatra', en comparación de las plantas injertadas en mandarino 'Común', que presentaron el menor porcentaje de jugo (cuadro 14).

Sin embargo, Monteverde *et al.* (1996) señalaron que los portainjertos limón 'Volkameriano', citrange 'Swingle', citrange 'Carrizo' y naranjo agrio, inducen frutos con menor porcentaje de jugo en naranja 'Valencia', que cuando se encuentran injertados en mandarino 'Cleopatra'.

#### **4.4.4. Porcentaje de cáscara.**

En cuanto al porcentaje de cáscara, existieron diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ) entre los cuatro portainjertos evaluados, únicamente durante el ciclo de producción 2005-2007. Mostrándose de esta manera, el mayor porcentaje de cáscara del fruto en naranja 'Valencia' en los mandarinos 'Común' y 'Amblicarpa', mientras que, los frutos con menor porcentaje de cáscara se observaron en las

plantas que se encontraban injertadas en limón 'Volkameriano' y mandarina 'Cleopatra' (cuadro 14).

Cuadro 14. Porcentaje de jugo y cáscara de la naranja 'Valencia' injertada en cuatro portainjertos tolerantes al VTC, durante dos ciclos de producción en Cazonas, Veracruz, México.

Tratamiento	Porcentaje de jugo (%)		Porcentaje de cáscara (%)	
	2005-2006	2006-2007	2005-2006	2006-2007
<b>L. Volkameriano</b>	52.61 a <sup>z</sup>	52.17 a	43.05 b	47.83 a
<b>M. Cleopatra</b>	52.66 a	56.04 a	43.64 b	43.95 a
<b>M. Amblicarpa</b>	49.11 b	55.00 a	45.79 a	44.99 a
<b>M. Común</b>	48.24 b	53.27 a	46.95 a	46.72 a
<b>CV (%)<sup>y</sup></b>	4.93	5.88	4.61	6.94
<b>DMSH<sup>z</sup></b>	2.09	4.44	1.73	4.44

<sup>z</sup>Valores con la misma letra en cada columna son estadísticamente iguales (Tukey  $p \leq 0.05$ ).

<sup>y</sup> = coeficiente de variación y, <sup>x</sup> = diferencia mínima significativa honesta.

#### 4.4.5. Sólidos solubles totales (SST).

Durante los ciclos de producción 2005-2007, se detectaron diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ) entre portainjertos, respecto a la cantidad de sólidos solubles totales observados en los frutos de naranja 'Valencia'. Las plantas que presentaron una mayor cantidad de SST, fueron las que se encontraban injertadas en mandarina 'Amblicarpa', respecto de los frutos que presentaron la menor cantidad de SST, que fueron los cosechados del portainjerto limón 'Volkameriano' (cuadro 15).

Resultados similares fueron encontrados por Hernández (2006) quien al evaluar la naranja 'Valencia' sobre diferentes portainjertos en Cazonas, Veracruz, México, encontró que durante el cuarto año de crecimiento, los frutos de naranja

'Valencia' provenientes de árboles injertados en mandarina 'Cleopatra' presentaron los valores más altos de SST, superando significativamente a los otros portainjertos. Mientras que, para el quinto año de crecimiento, los frutos de naranja 'Valencia' provenientes del portainjerto mandarina 'Común' presentaron los valores más altos de SST, respecto de los materiales: limón 'Volkameriano', mandarina 'Cleopatra' y mandarina 'Amblicarpa'. El mismo comportamiento en la calidad de la fruta lo observó Nuñez (1981), al evaluar la naranja 'Valencia' en nueve portainjertos, sin embargo, los valores de SST fueron menores a los hallados en esta investigación y, a los observados por Hernández (2006).

Los portainjertos tienen efecto significativo en el desarrollo del fruto, la mayor parte de esa influencia se debe a la capacidad que tienen las raíces de absorber agua y nutrientes. Por lo que, árboles vigorosos como los que se han observado en esta investigación para limón 'Volkameriano', son los mejores en extraer agua del suelo y mantener hidratado el árbol, siendo la razón, por la que este portainjerto induce baja concentración de SST en los frutos, tal como lo indica Del Valle (1990).

En cambio, Salem *et al.* (1996) mencionan que no es claro como los portainjertos ejercen influencia en la calidad de los frutos. Sin embargo, algunos efectos parecen relacionados con el tamaño del fruto (frutos grandes, tienen porcentajes menores de SST), tal es el caso del limón 'Volkameriano'.



#### **4.4.6. Acidez titulable.**

En cuanto a la acidez titulable observada en los frutos de naranja 'Valencia', solamente durante el ciclo de producción 2005-2006, se presentaron diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ) entre los cuatro portainjertos evaluados. Los frutos de naranja que presentaron mayor acidez fueron los que provenían de las plantas injertadas en mandarino 'Común'. Mientras que, los frutos de naranja 'Valencia' que mostraron menor acidez fueron los cosechados del portainjerto limón 'Volkameriano' (cuadro 15).

Salem *et al.* (1996) mencionan que algunos efectos relacionados con la acidez de los frutos se deben a los factores nutricionales del árbol (el potasio aumenta el tamaño del fruto y la acidez). El efecto puede variar de un año a otro, de un lugar a otro y, dependiendo de las prácticas culturales que se lleven a cabo. Los mismos autores, añaden que las razones determinantes en la modificación de la calidad de los frutos, son debidas a la mayor o menor compatibilidad anatómica entre el portainjerto y el cultivar.

Al respecto, Albrigo (1977) mencionó que el estado hídrico de la planta puede causar dilución de SST y la acidez titulable. Lo anterior debido al potencial hídrico menos negativo de las plantas injertadas en portainjertos vigorosos (Crocker *et al.* 1974).

Según Salem *et al.* (1994) los árboles de naranjo 'Valencia' injertados en limón 'Volkameriano' desarrollaron frutos con menor acidez que en naranjo agrio. Tales resultados difieren de lo observado por Valbuena (1996) en Zulia, Venezuela, y en México por Pérez *et al.* (2003).

Al evaluar la calidad interna del naranjo ‘Folha Murcha’ injertado en seis portainjertos, en el norte de Paraná, Brasil, Colauto *et al.* (2005) observaron que los frutos provenientes de los portainjertos: limón ‘Volkameriano’ y lima ‘Rangpur’, mostraron altos contenidos acidez titulable, sin mostrar diferencias significativas entre ellos. En Cuba, Nuñez (1981) observó que cuando usó mandarino ‘Cleopatra’ como portainjerto de naranjo ‘Valencia’, los frutos presentaron acidez titulable, similar a la obtenida con naranjo agrio.

Cuadro 15. Cantidad de sólidos solubles totales, acidez titulable y relación °Brix/Acidez del fruto del naranjo ‘Valencia’ injertado en cuatro portainjertos tolerantes al VTC, durante dos ciclos de producción en Cazes, Veracruz, México.

Tratamiento	SST (°Brix)		Acidez titulable		Relación °Brix/acidez	
	2005-2006	2006-2007	2005-2006	2006-2007	2005-2006	2006-2007
<b>L. Volkameriano</b>	9.78 b <sup>z</sup>	10.23 b	0.42 c	0.86 a	23.0 a	12.20 a
<b>M. Cleopatra</b>	10.31 a	11.36 a	0.53 b	1.00 a	19.6 b	11.13 a
<b>M. Amblicarpa</b>	10.34 a	11.13 a	0.55 b	0.90 a	18.8 b	12.13 a
<b>M. Común</b>	10.10 ab	11.10 a	0.62 a	0.96 a	16.7 c	11.26 a
<b>CV (%)<sup>Y</sup></b>	5.67	2.21	14.47	7.78	11.94	8.36
<b>DMSH<sup>Z</sup></b>	0.48	0.68	0.06	0.20	1.95	2.76

<sup>Z</sup>Valores con la misma letra en cada columna son estadísticamente iguales (Tukey  $p \leq 0.05$ ).

<sup>Y</sup> = coeficiente de variación y, <sup>X</sup> = diferencia mínima significativa honesta.

#### 4.4.7. Relación °Brix/Acidez.

Respecto a la relación °Brix/acidez en los frutos de naranja ‘Valencia’, se detectaron diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ) entre los cuatro portainjertos evaluados, únicamente durante el ciclo de producción 2005-2006. Observándose de esta manera, mejor relación SST/Acidez en los frutos provenientes de plantas

injertadas en limón 'Volkameriano', respecto a mandarino 'Común' que indujo la peor relación de SST/Acidez (cuadro 15).

En Cazonas, Veracruz, México, al evaluarse el naranjo 'Valencia' sobre portainjertos tolerantes al VTC, se encontró que durante el cuarto año de crecimiento los valores más altos de SST/Acidez, se presentaban en las plantas injertadas en limón 'Volkameriano', mientras que, para el quinto año de crecimiento se presentó un comportamiento similar en las plantas injertadas sobre los materiales: limón 'Volkameriano', mandarino 'Amblicarpa' y mandarino 'Común' (Hernández, 2006). Mientras que Pérez *et al.* (2002) al evaluar la naranja 'Valencia' en 16 portainjertos en Colima, México, mencionan que, no se observaron diferencias estadísticas en la relación de SST/Acidez de los frutos provenientes de los portainjertos: limón 'Volkameriano', mandarino 'Cleopatra' y mandarino 'Amblicarpa', además de que estos valores fueron inferiores a los de Hernández (2006) y a los obtenidos en esta investigación.

Al evaluar en el norte de Paraná, Brasil, la calidad interna del naranjo 'Folha Murcha' injertado en seis portainjertos, Colauto *et al.* (2005) observaron que los frutos de limón 'Volkameriano' y lima 'Rangpur' mostraron buena relación SST/AT y color de jugo, sin mostrar diferencias significativas entre ellos, por lo que lima 'Rangpur' y limón 'Volkameriano' promovieron alta calidad de la fruta en relación a naranja 'Caipira', mandarina 'Sunki', limón 'Rugoso de Florida' y mandarino 'Cleopatra'. Los parámetros evaluados de calidad de jugo mostraron estándares aceptables para la naranja 'Folha Murcha'.

Por otra parte, cuando se evaluó la calidad de la fruta en naranja ‘Valencia’ injertada en diferentes portainjertos, se observó una relación SST/AT mayor con el limón ‘Volkameriano’ que con mandarino ‘Cleopatra’ (Wagner *et al.*, 2002).

#### 4.4.8. pH del jugo.

Al evaluarse el pH del jugo de la naranja ‘Valencia’, solamente durante el ciclo de producción 2005-2006, se encontraron diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ) entre los cuatro portainjertos evaluados. Hallando de esta forma, jugo con mayor pH (menos ácido) en los frutos provenientes de las plantas injertadas en mandarino ‘Amblicarpa’, mientras que, el pH más ácido (menos pH) se observó en los frutos cosechados de mandarino ‘Común’ (cuadro 16).

Cuadro 16. Cantidad de vitamina C y pH del jugo del fruto del naranjo ‘Valencia’ injertado en cuatro portainjertos tolerantes al VTC, durante dos ciclos de producción en Cazones, Veracruz, México.

Tratamiento	pH del jugo		Vitamina C	
	2005-2006	2006-2007	2005-2006	2006-2007
<b>L. Volkameriano</b>	3.98 ab <sup>z</sup>	2.83 a	3.05 a	2.85a
<b>M. Cleopatra</b>	3.94 ab	2.80 a	3.02 a	3.01a
<b>M. Amblicarpa</b>	4.03 a	2.83 a	3.27 a	2.92a
<b>M. Común</b>	3.89 b	2.86 a	3.22 a	2.98a
<b>CV (%)<sup>Y</sup></b>	2.94	3.16	10.18	9.82
<b>DMSH<sup>X</sup></b>	0.09	0.25	0.26	0.18

<sup>z</sup> Valores con la misma letra en cada columna son estadísticamente iguales (Tukey  $p \leq 0.05$ ).

<sup>Y</sup> = coeficiente de variación y, <sup>X</sup> = diferencia mínima significativa honesta.

Hernández (2006) al evaluar los mismos materiales en Cazones, Veracruz, México, observó que durante el cuarto año de crecimiento, las plantas injertadas

en limón 'Volkameriano' presentaron el pH menos ácido, mientras que, para el quinto año de crecimiento, el pH fue similar en los portainjertos: limón 'Volkameriano', mandarinos 'Cleopatra' y 'Amblicarpa, estos resultados difieren de los obtenidos en este trabajo para el sexto y séptimo año de crecimiento.

#### **4.4.9. Vitamina C.**

La cantidad de vitamina C hallada en los frutos de naranja 'Valencia' durante los dos ciclos de producción (2005-2007) fue similar, por lo que no se detectaron diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ) entre los cuatro portainjertos evaluados (cuadro 16). Sin embargo, durante el segundo ciclo de producción la cantidad de vitamina C disminuyó. Un factor que pudo influir en las cantidades es el lugar de realización de las evaluaciones, ya que para el segundo ciclo de producción esta variable la cuantificaron en la UAM.

#### 4.5. Descripción anatómica de la madera del naranjo ‘Valencia’ y cuatro portainjertos tolerantes al VTC.

Los **elementos de vaso** evaluados en las disociaciones de tejido obtenidos como ya se describió en la metodología, siempre mostraron una placa de perforación simple (figura 7) y presentaron diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ) entre los ocho tratamientos evaluados (cuadro 17).

Cuadro 17. Longitud y diámetro tangencial de los elementos de vaso, observados en disociaciones de tejido, evaluados en naranjo ‘Valencia’ injertado en portainjertos tolerantes al Virus de la Tristeza de los Cítricos, en Cazones, Veracruz, México.

Tratamiento	Elementos de vaso	
	Longitud ( $\mu\text{m}$ )	Diámetro ( $\mu\text{m}$ )
Naranjo ‘Valencia’ injertado en limón ‘Volkameriano’	139.01 ab <sup>z</sup>	62.38 a
Portainjerto limón ‘Volkameriano’	148.00 a	55.86 abc
Naranjo ‘Valencia’ injertado en mandarina ‘Cleopatra’	120.73 bc	47.67 de
Portainjerto mandarina ‘Cleopatra’	128.49 abc	41.20 e
Naranjo ‘Valencia’ injertado en mandarina ‘Amblicarpa’	145.52 a	53.91 bcd
Portainjerto mandarina ‘Amblicarpa’	140.45 ab	59.76 ab
Naranjo ‘Valencia’ injertado en mandarina ‘Común’	88.95 d	51.27 cd
Portainjerto mandarina ‘Común’	116.28 c	41.91 e
CV (%) <sup>Y</sup>	30.68	26.24
DMSH <sup>X</sup>	21.21	7.31

<sup>z</sup>Valores con la misma letra en cada columna son estadísticamente iguales (Tukey  $p \leq 0.05$ ).

<sup>Y</sup> = coeficiente de variación y, <sup>X</sup> = diferencia mínima significativa honesta.

La mayor longitud de los elementos de vaso correspondió al portainjerto limón ‘Volkameriano’ y naranjo ‘Valencia’ injertado en mandarina ‘Amblicarpa’ con

148.00  $\mu\text{m}$  y 145.52  $\mu\text{m}$  de longitud, respectivamente (cuadro 17). Sin embargo, la menor longitud de los elementos de vaso se observó en el naranjo 'Valencia' injertado en mandarino 'Común' con 88.95  $\mu\text{m}$ .

En lo que respecta al mayor diámetro tangencial de los elementos de vaso, se observó que el naranjo 'Valencia' injertado en limón 'Volkameriano' tuvo 62.38  $\mu\text{m}$ , mientras que, el menor diámetro tangencial de los elementos de vaso se presentó en los portainjertos mandarino 'Común' y mandarino 'Cleopatra' con 41.91  $\mu\text{m}$  y 41.20  $\mu\text{m}$ , respectivamente (cuadro 17).

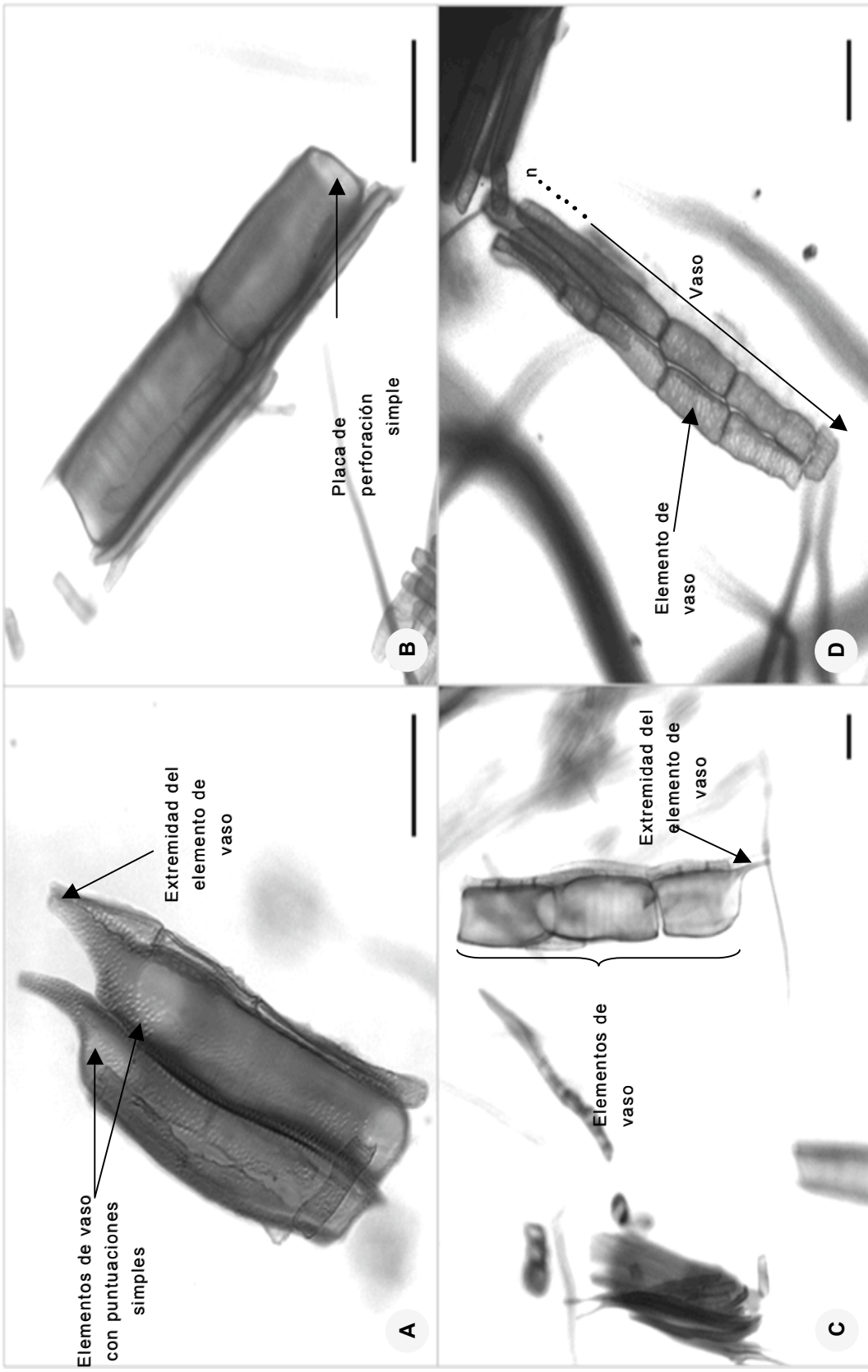


Figura 7. (A-D) Disociaciones de tejido de naranjo 'Valencia' injertado en portainjertos tolerantes al VTC: A) elementos de vaso en mandarino 'Cleopatra'; B) elementos de vaso en limón 'Volkameriano'; C) elementos de vaso en mandarino 'Amblicarpa'; D) elementos de vaso en mandarino 'Común'. La barra representa 100  $\mu\text{m}$ .



**Poros.** De los siete tipos de porosidades que se pueden presentar en las latifoliadas, la porosidad de tipo difusa fue la que se observó tanto en naranjo 'Valencia' como en los cuatro portainjertos tolerantes al VTC; así como la forma de los poros que en todas las muestras fue de tipo ovalada.

En cuanto a la medición de los poros, está se realizó considerando el plano transversal de los elementos de vaso, cuya área total presentó diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ) en naranjo 'Valencia' injertado en los cuatro portainjertos evaluados (cuadro 18). En donde, la mayor área del elemento de vaso se observó en naranjo 'Valencia' injertado en limón 'Volkameriano' ( $3735.7 \mu\text{m}^2$ ). Mientras que, la menor área del elemento de vaso se observó en naranjo 'Valencia' injertado en mandarino 'Cleopatra' como en el mismo portainjerto, con  $2274.1 \mu\text{m}^2$  y  $2005.0 \mu\text{m}^2$ , respectivamente.

Con respecto al perímetro de los elementos de vaso, se presentaron diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ) entre los tratamientos evaluados, en donde, el mayor perímetro se observó en naranjo 'Valencia' injertado en limón 'Volkameriano' con  $227.0 \mu\text{m}$ . Mientras que, el menor perímetro del elemento de vaso, se observó en en naranjo 'Valencia' injertado en mandarino 'Cleopatra' como en el mismo portainjerto, con  $172.5 \mu\text{m}$  y  $168 \mu\text{m}$ , respectivamente (cuadro 18).

Cuadro 18. Área total del elemento de vaso y perímetro del elemento de vaso, observados en corte transversal, evaluados en naranjo 'Valencia' injertado en portainjertos tolerantes al Virus de la Tristeza de los Cítricos, en Cazones, Veracruz, México.

Tratamiento	Área total del elemento de vaso ( $\mu\text{m}^2$ )	Perímetro del elemento de vaso ( $\mu\text{m}$ )
Naranja 'Valencia' injertado en limón 'Volkameriano'	3735.7 a <sup>z</sup>	227.0 a
Portainjerto limón 'Volkameriano'	3458.7 ab	222.1 ab
Naranja 'Valencia' injertado en mandarina 'Cleopatra'	2274.1 d	172.5 d
Portainjerto mandarina 'Cleopatra'	2005.0 d	168.0 d
Naranja 'Valencia' injertado en mandarina 'Amblicarpa'	3204.2 abc	211.3 abc
Portainjerto mandarina 'Amblicarpa'	3047.4 bc	204.5 bc
Naranja 'Valencia' injertado en mandarina 'Común'	3487.9 ab	218.5 abc
Portainjerto mandarina 'Común'	2868.9 c	200.7 c
CV (%) <sup>y</sup>	34.27	17.18
DMSH <sup>x</sup>	555.53	18.78

<sup>z</sup>Valores con la misma letra en cada columna son estadísticamente iguales (Tukey  $p \leq 0.05$ ).

<sup>y</sup> = coeficiente de variación y, <sup>x</sup> = diferencia mínima significativa honesta.

**Tipo de parénquima.** Partiendo de cortes transversales se observó que, el parénquima predominante para todos los materiales tanto en naranjo ‘Valencia’ como en los portainjertos fue de tipo paratraqueal, es decir, el parénquima se encuentra en contacto con los vasos.

Se consideraron y determinaron dos tipos de parénquima paratraqueal y un apotraqueal (cuadro 19):

1) Parénquima paratraqueal aliforme-confluente, presenta extensiones laterales que asemejan alas, observado en los portainjertos limón ‘Volkameriano’ y mandarina ‘Amblicarpa’, además de naranjo ‘Valencia’ injertado en limón ‘Volkameriano’, mandarina ‘Amblicarpa’ y mandarina ‘Común’ (figuras 8 A, B, E, F; 9 A, B, C, D; 10 A, B), esto también se ha observado en otras especies no cítricas como: *Azadirachta* sp., *Berlinia* sp. (Echenique, 1993).

2) Parénquima paratraqueal confluyente, es una forma de transición del parénquima aliforme, en donde el parénquima coalescente forma bandas irregulares tangenciales o diagonales, como se observó en naranjo ‘Valencia’ injertado en mandarina ‘Cleopatra’ y en el portainjerto mandarina ‘Cleopatra’, además del portainjerto mandarina ‘Común’ (figuras 8 C, D; 9 E, F; 10 E, F), este mismo parénquima se observa en especies como: *Chlorophora excelsa* B., *Distemonanthus benthamianus* B., *Terminalia superba* E. (Echenique, 1993).

3) Parénquima apotraqueal difuso, en donde, las células parenquimáticas se encuentran típicamente independientes de los poros o vasos, ya sean solitarias o en grupos irregularmente distribuidas entre las fibras, se observó en el portainjerto mandarino ‘Amblicarpa’ (figura 10 C y D), esto también se presenta en algunas especies no cítricas como: *Acer* spp., *Alnus* spp., *Betula* spp., *Fagus sylvatica* L., *Pirus communis* L., y *Prunus avium* L. (Echenique, 1993).

Cuadro 19. Tipo de parénquima, observado en corte transversal, evaluado en naranjo ‘Valencia’ injertado en portainjertos tolerantes al Virus de la Tristeza de los Cítricos, en Cazones, Veracruz, México.

Tratamiento	Tipo de parénquima (Corte transversal)	
	Apotraqueal	Paratraqueal
Naranjo ‘Valencia’ injertado en limón ‘Volkameriano’	----	Aliforme confluyente
Portainjerto limón ‘Volkameriano’	----	Aliforme-confluyente
Naranjo ‘Valencia’ injertado en mandarino ‘Cleopatra’	----	Confluyente
Portainjerto mandarino ‘Cleopatra’	----	Confluyente
Naranjo ‘Valencia’ injertado en mandarino ‘Amblicarpa’	----	Aliforme confluyente
Portainjerto mandarino ‘Amblicarpa’	Difuso	Aliforme confluyente
Naranjo ‘Valencia’ injertado en mandarino ‘Común’	----	Aliforme-confluyente
Portainjerto mandarino ‘Común’	----	Confluyente

Lo anterior concuerda con lo mencionado por Metcalfe y Chalk (1950), quienes mencionaron que en la familia de las Rutáceas, el parénquima paratraqueal predomina en la mayoría de las especies; mientras que, en los géneros *Citrus* y *Poncirus* se caracterizan por la presencia de parénquima apotraqueal difuso y con frecuencia contiene células cristalíferas.

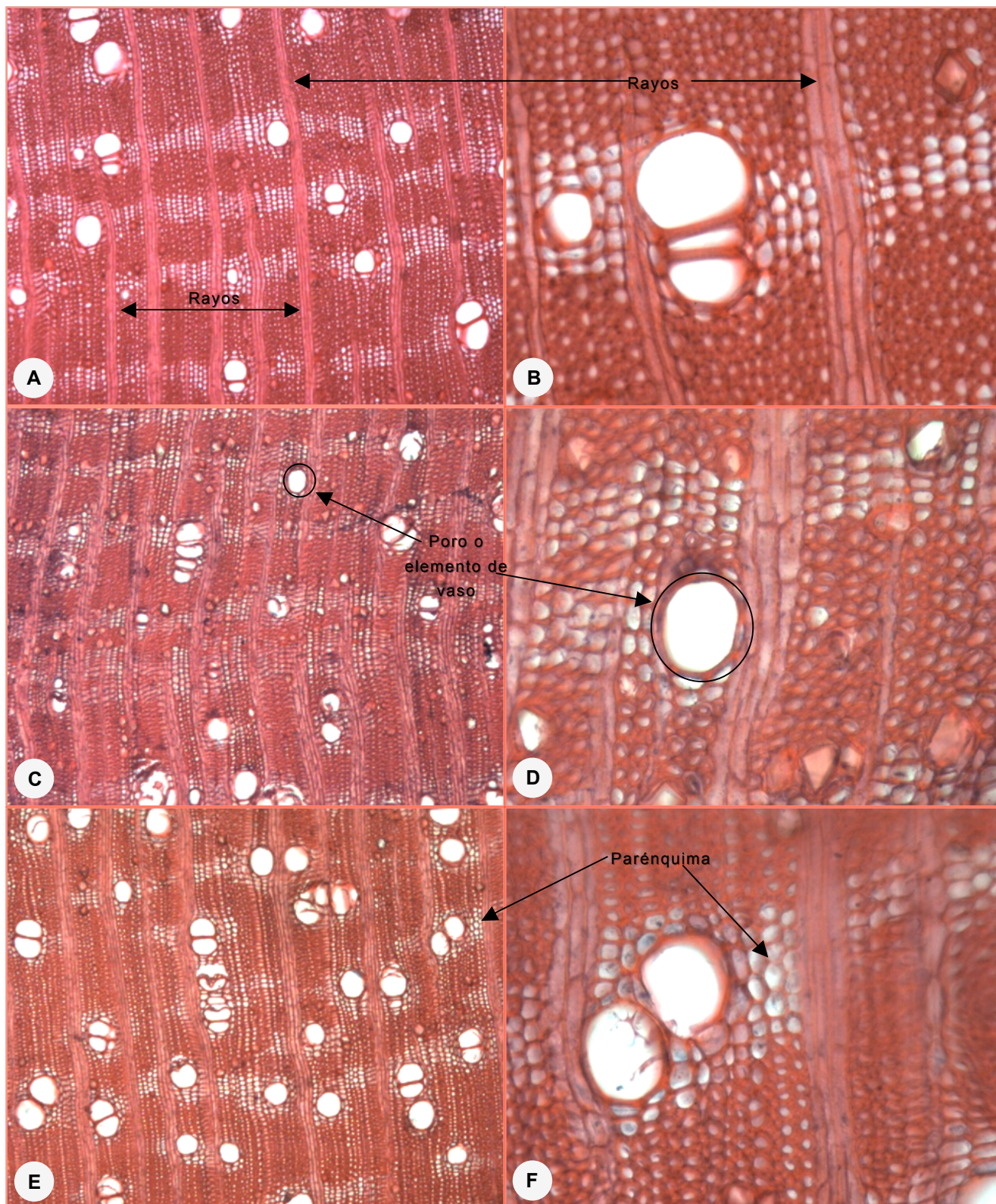


Figura 8 A-F. Características de los poros (elementos de vaso), en corte transversal. Naranja 'Valencia' injertado en: A y B) limón 'Volkameriano'; C y D) mandarina 'Cleopatra'; E y F) mandarina 'Amblicarpa'. La barra representa 100  $\mu\text{m}$  (izquierda) y 200  $\mu\text{m}$  (derecha).



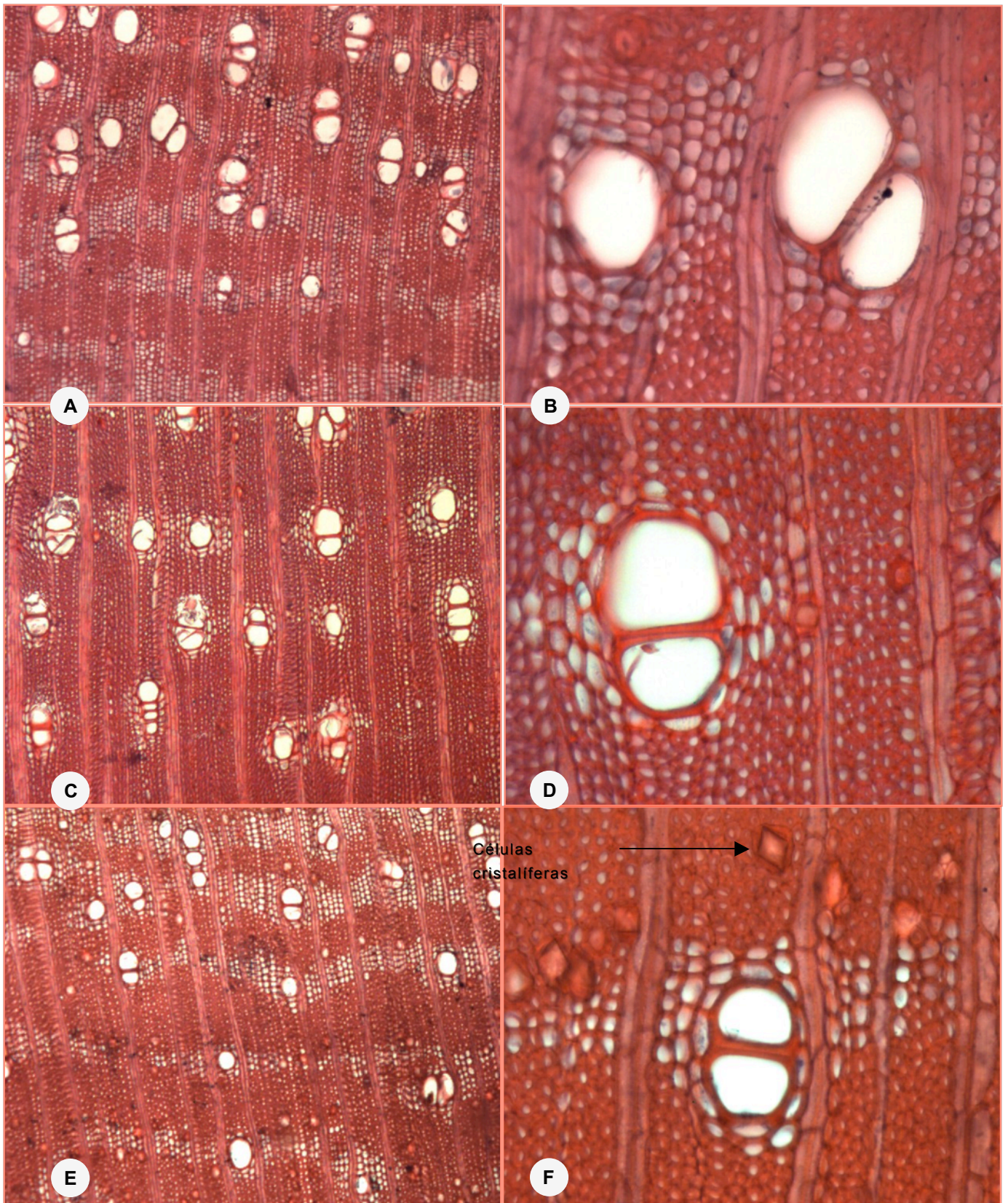


Figura 9 A-F. Características de los poros (elementos de vaso), en corte transversal. A y B) Naranja 'Valencia' injertado en mandarino 'Común'. Portainjertos tolerantes al VTC: C y D) limón 'Volkameriano'; E y F) mandarino 'Cleopatra'. La barra representa 100 μm (izquierda) y 200 μm (derecha).



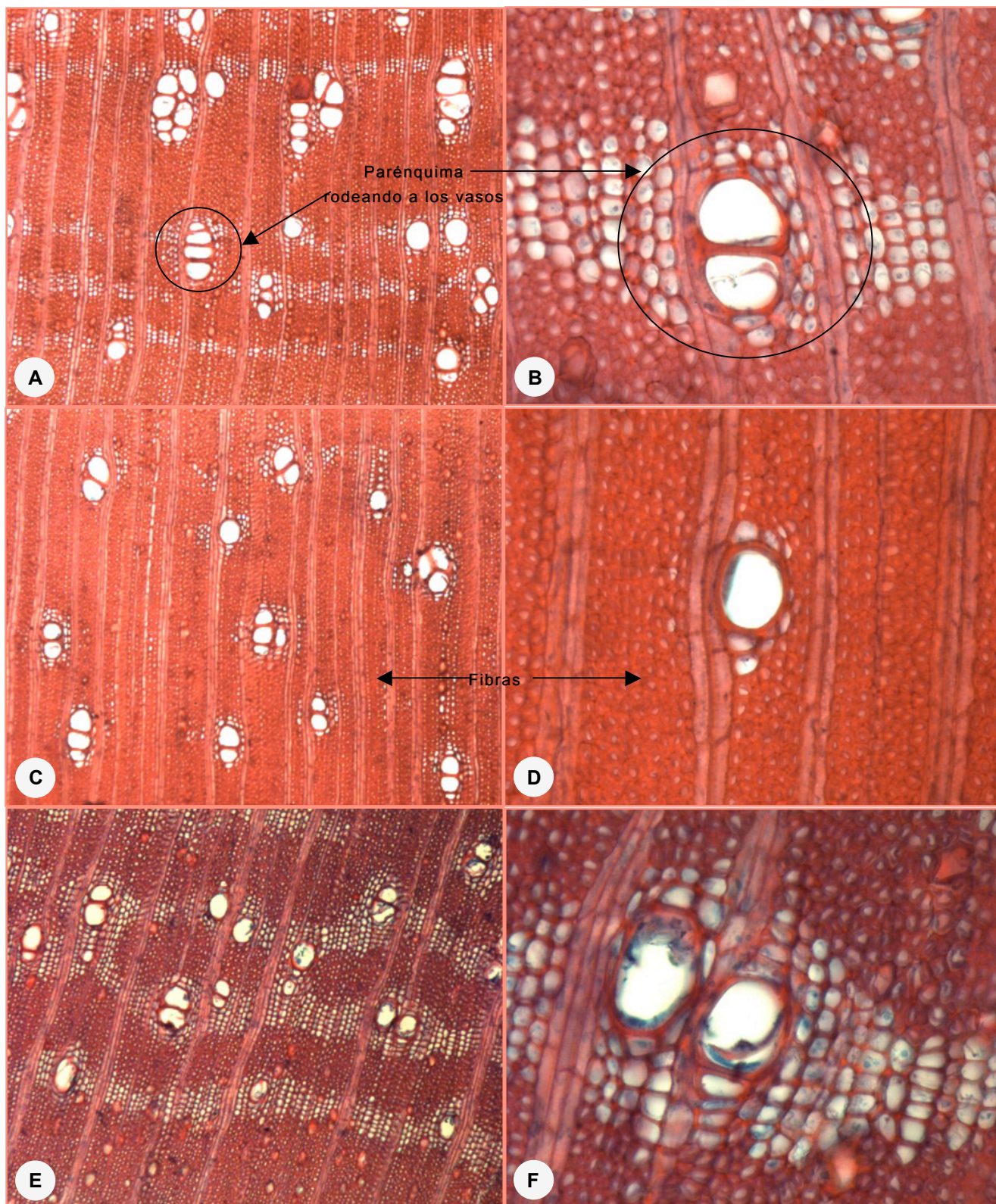


Figura 10 A-F. Características de los poros (elementos de vaso), en corte transversal. Portainjertos tolerantes al VTC: A-D) mandarina 'Amblicarpa'; E y F) mandarina 'Común'. La barra representa 100  $\mu\text{m}$  (izquierda) y 200  $\mu\text{m}$  (derecha).

Los **rayos** se observaron en cortes tangenciales y para todos los materiales tanto en injerto como en el portainjerto se observaron rayos multiseriados, la mayor parte de ellos presentaron de dos a tres células de ancho (figuras 11 y 12). La forma de rayo que se observó fue la de tipo fusiforme con una ordenación de tipo irregular en todo el material analizado. La densidad de los rayos, según la IAWA (1989) se catalogan como de densidad baja al existir menos de 7 rayos en 1 mm, en todos los casos evaluados.

Cuadro 20. Longitud y ancho de los rayos, observados en corte tangencial, evaluados en naranjo 'Valencia' injertado en portainjertos tolerantes al Virus de la Tristeza de los Cítricos, en Cazonos, Veracruz, México.

Tratamiento	Rayos (Corte tangencial)	
	Longitud ( $\mu\text{m}$ )	Ancho ( $\mu\text{m}$ )
Naranja 'Valencia' injertado en limón 'Volkameriano'	219.57 b <sup>z</sup>	42.77 a
Portainjerto limón 'Volkameriano'	233.54 b	38.87 b
Naranja 'Valencia' injertado en mandarina 'Cleopatra'	220.10 b	43.01 a
Portainjerto mandarina 'Cleopatra'	191.59 cd	30.39 e
Naranja 'Valencia' injertado en mandarina 'Amblicarpa'	216.27 bc	41.23 ab
Portainjerto mandarina 'Amblicarpa'	260.98 a	35.08 cd
Naranja 'Valencia' injertado en mandarina 'Común'	183.05 d	38.05 bc
Portainjerto mandarina 'Común'	240.43 ab	32.83 de
CV (%) <sup>y</sup>	21.24	17.75
DMSH <sup>x</sup>	25.23	3.61

<sup>z</sup>Valores con la misma letra en cada columna son estadísticamente iguales (Tukey  $p \leq 0.05$ ).

<sup>y</sup> = coeficiente de variación y, <sup>x</sup> = diferencia mínima significativa honesta.

En la variable rayos se detectaron diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ) entre los ocho tratamientos evaluados. En donde la mayor longitud de rayos se



presentó en el portainjerto mandarino 'Amblicarpa' (260.93  $\mu\text{m}$ ), además, el portainjerto mandarino 'Común' presentó valores estadísticamente similares, con 240.43  $\mu\text{m}$  de longitud. Mientras que, los rayos de menor longitud fueron para naranjo 'Valencia' injertado en mandarino 'Común' con 183.05  $\mu\text{m}$  (cuadro 20).

En cuanto al ancho de los rayos, los mayores valores se presentaron en naranjo 'Valencia' injertado en mandarino 'Cleopatra' y limón 'Volkameriano', con 43.01  $\mu\text{m}$  y 42.77  $\mu\text{m}$ , respectivamente. Además, naranjo 'Valencia' injertado en mandarino 'Amblicarpa' presentó valores estadísticamente similares a los otros dos portainjertos con 41.23  $\mu\text{m}$  de ancho. Por otra parte, los menores valores para ancho de rayos se observaron en los portainjertos mandarino 'Cleopatra' y mandarino 'Común' con 30.39  $\mu\text{m}$  y 32.83  $\mu\text{m}$ , respectivamente.

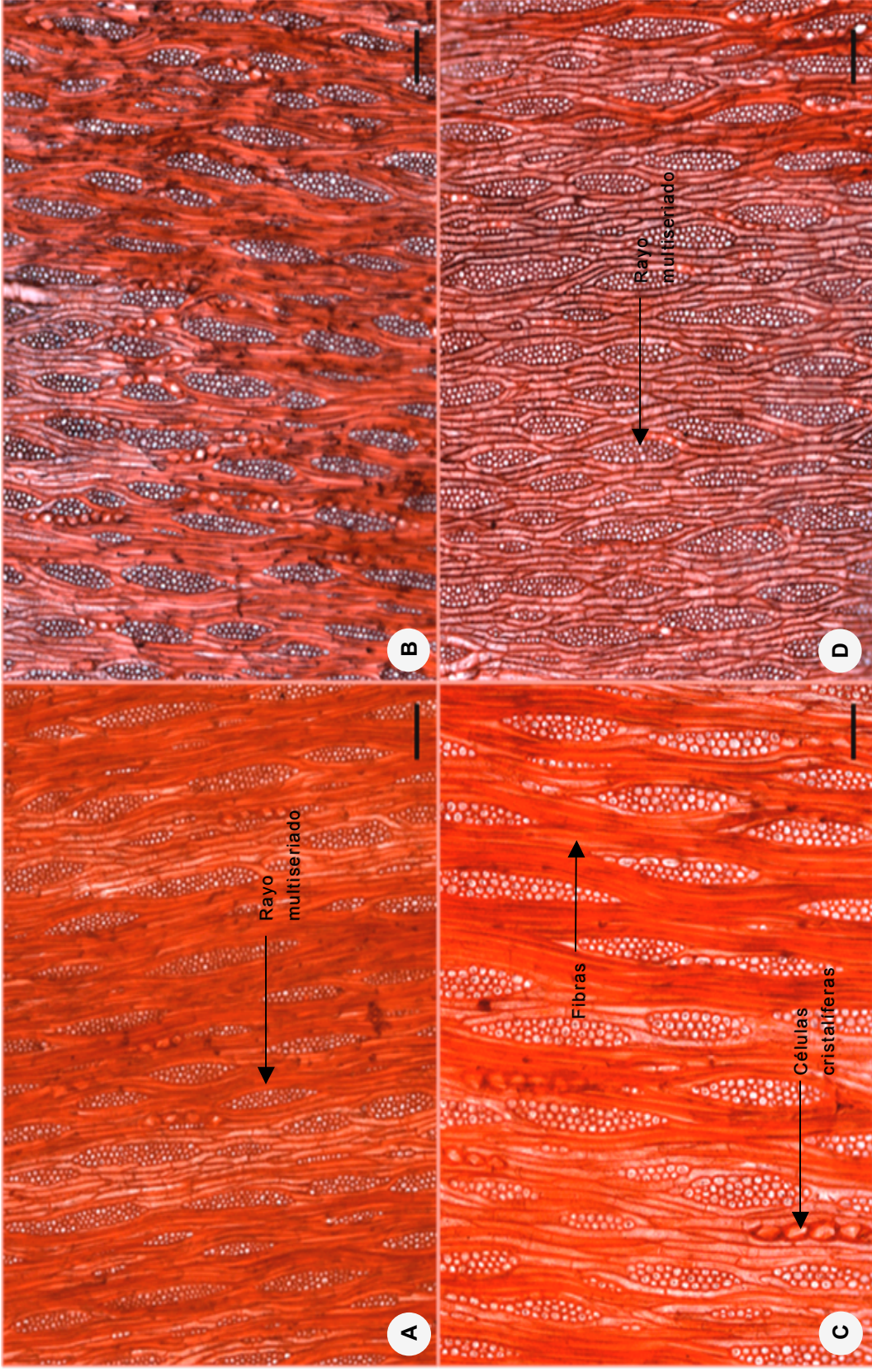


Figura 11 (A-D). Cortes tangenciales de naranjo 'Valencia' injertado en cuatro portainjertos tolerantes al VTC: A) limón 'Volkameriano'; B) mandarino 'Cleopatra'; C) mandarino 'Amblicarpa'; D) mandarino 'Común'. La barra representa 200  $\mu\text{m}$ .



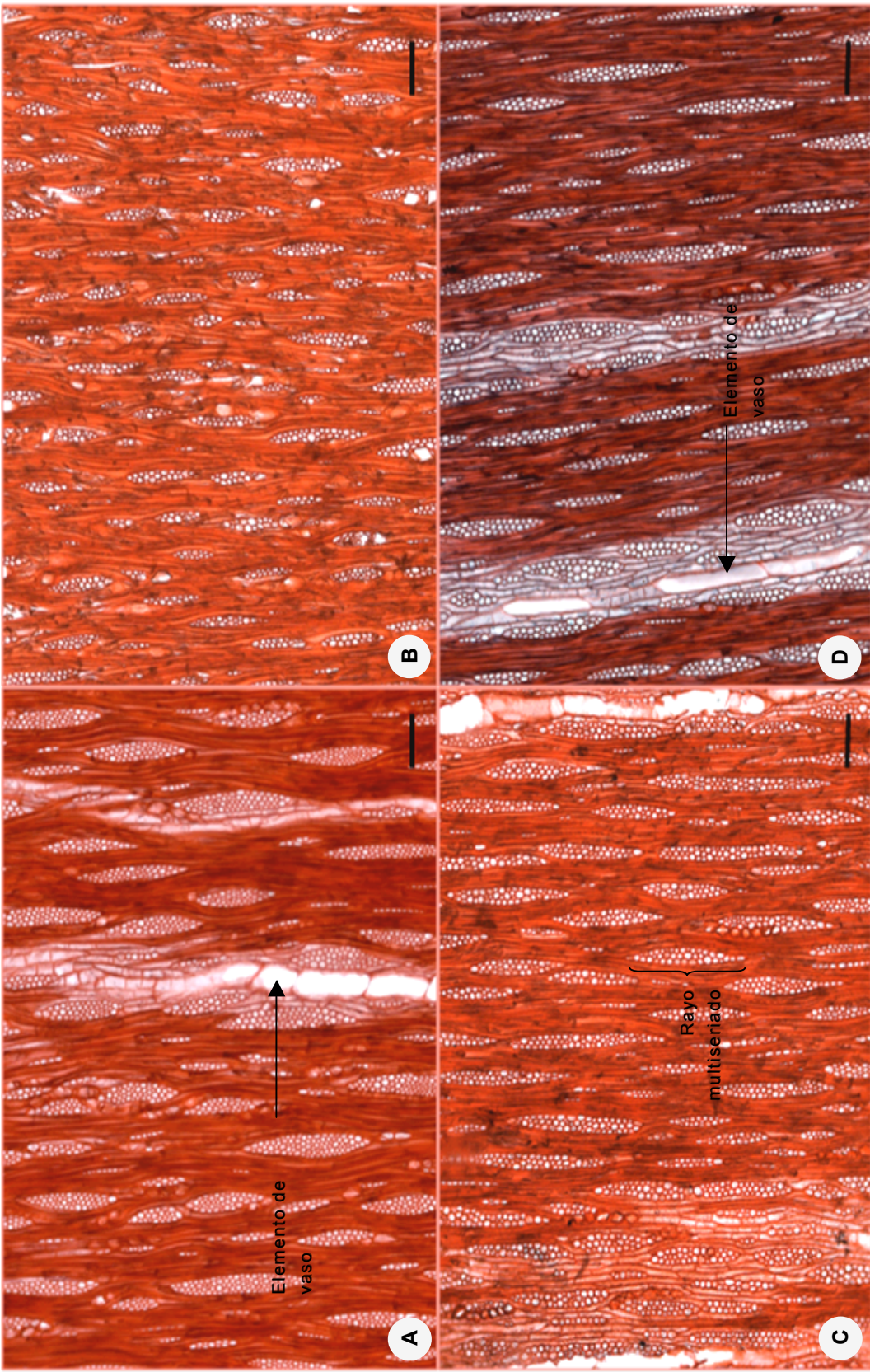


Figura 12 (A-D). Cortes tangenciales de cuatro portainjertos tolerantes al VTC: A) limón 'Volkameriano'; B) mandarino 'Cleopatra'; C) mandarino 'Amblicarpa'; D) mandarino 'Común'. La barra representa 200 µm.

**Fibras.** Se observaron y midieron en disociaciones de tejido tal como lo recomienda la International Association of Wood Anatomist (IAWA, 1989). Se presentaron diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ) entre los ocho tratamientos evaluados, sin embargo, las diferencias entre longitud de fibras para todos los materiales evaluados fue mínimo, presentándose las de mayor tamaño en la mayoría de los portainjertos, tal es el caso de mandarina ‘Cleopatra’, limón ‘Volkameriano’ y mandarina ‘Común’ con valores de 681.34  $\mu\text{m}$ , 656.89  $\mu\text{m}$  y 602.76  $\mu\text{m}$ , respectivamente, así como en naranjo ‘Valencia’ injertado en los mandarinos ‘Amblicarpa’ (662.60  $\mu\text{m}$ ) y ‘Cleopatra’ (604.91  $\mu\text{m}$ ) que presentaron valores estadísticamente similares (cuadro 21).

Cuadro 21. Longitud de las fibras, observadas en disociaciones de tejido, evaluadas en naranjo ‘Valencia’ injertado en portainjertos tolerantes al Virus de la Tristeza de los Cítricos, en Cazones, Veracruz, México.

Lugar de Muestreo	Longitud de las fibras disociadas ( $\mu\text{m}$ )
Naranjo ‘Valencia’ injertado en limón ‘Volkameriano’	540.55 bc <sup>z</sup>
Portainjerto limón ‘Volkameriano’	656.89 a
Naranjo ‘Valencia’ injertado en mandarina ‘Cleopatra’	604.91 ab
Portainjerto mandarina ‘Cleopatra’	681.34 a
Naranjo ‘Valencia’ injertado en mandarina ‘Amblicarpa’	662.60 a
Portainjerto mandarina ‘Amblicarpa’	519.76 c
Naranjo ‘Valencia’ injertado en mandarina ‘Común’	538.69 bc
Portainjerto mandarina ‘Común’	602.76 ab
CV (%) <sup>y</sup>	24.32
DMSH <sup>x</sup>	78.70

<sup>z</sup> Valores con la misma letra en cada columna son estadísticamente iguales (Tukey  $p \leq 0.05$ ).

<sup>y</sup> = coeficiente de variación y, <sup>x</sup> = diferencia mínima significativa honesta.

Mientras que, la menor longitud de fibras se observó en el portainjerto mandarina 'Amblicarpa' con 519.76  $\mu\text{m}$  y en el naranjo 'Valencia' injertado en limón 'Volkameriano' y mandarina 'Común', con 540.55  $\mu\text{m}$  y 583.69  $\mu\text{m}$ , respectivamente.

Lo antes mencionado deja en claro el porque de la dureza en los portainjertos, pues al momento del muestreo en campo y en laboratorio, los materiales que presentaron mayor dificultad para realizar los cortes fueron los portainjertos respecto de las copas que, permitieron un mejor manejo de microtecnia.

Según lo mencionado por la IAWA (1989), en todos los materiales analizados al observarse en cortes transversales y radiales, las fibras presentaron dirección entrelazada y una ordenación irregular (figuras 14 y 15), tal como sucede en especies como: *Acer* sp., *Pirus communis* L., *Populus* sp. (Echenique, 1993). Además, se encontró que las todas las fibras analizadas son: libriformes, no septadas, con paredes gruesas, lignificadas y de lumen reducido (figura 13).

De acuerdo con lo propuesto por Chalk (1989), el tamaño de todas las fibras que se analizaron se clasificaron como medianas. Aunado a esto y por la dirección entrelazada (figura 10 C) de las mismas, es que se podrían recomendar todos los portainjertos evaluados. Esto debido a que presentaron el suficiente soporte para sostener copas densas, gracias al entrecruzamiento que existe entre las fibras y que como consecuencia favorece el sostén mecánico del árbol.

Por lo tanto, mandarino 'Cleopatra' al presentar las mayores longitudes de fibras le proporciona la facultad de sostener copas densas, aún cuando presenta el inconveniente de tener un crecimiento lento (Krezdorn, 1970).

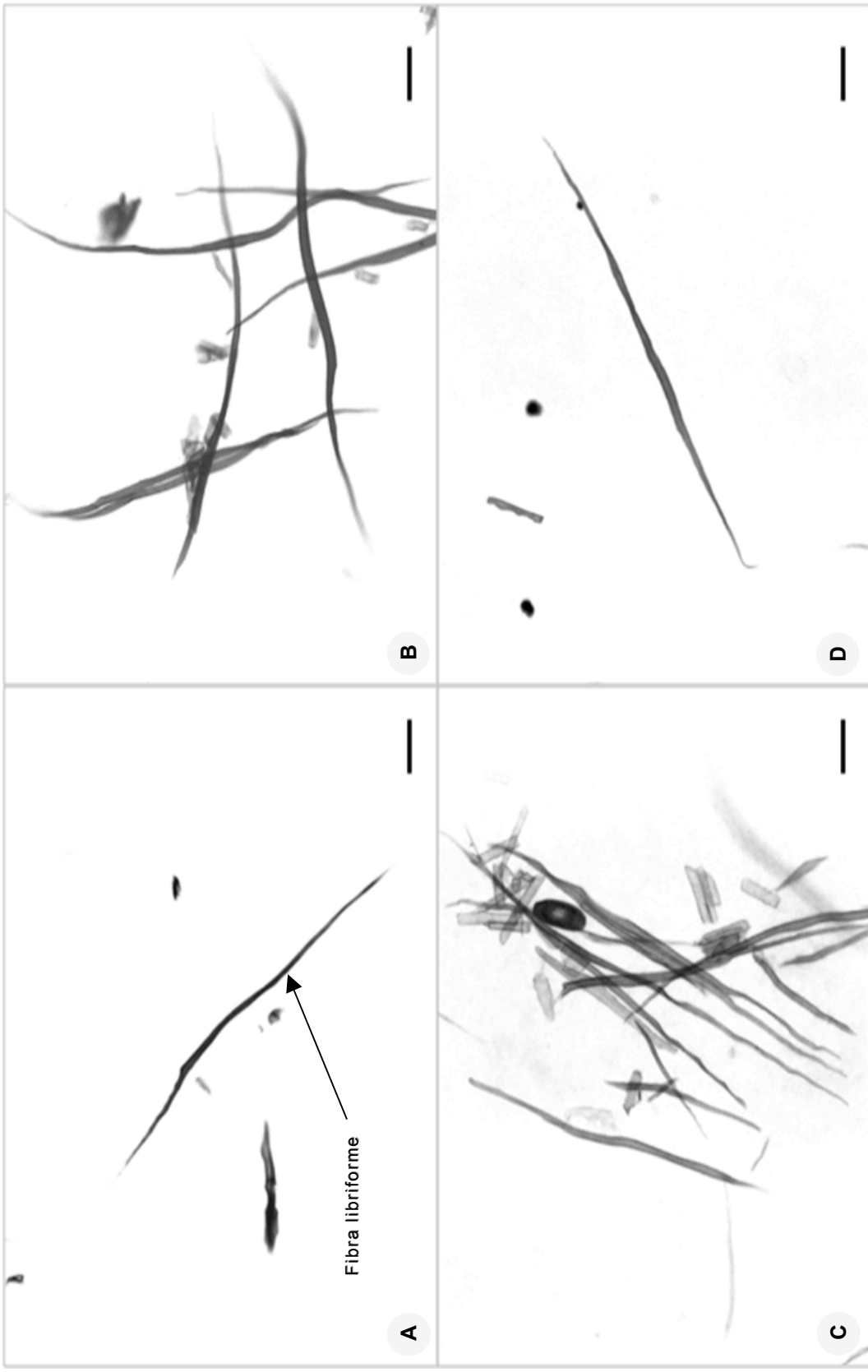


Figura 13 (A-D). Disociaciones de tejido de naranjo 'Valencia' injertado en cuatro portainjertos tolerantes al VTC, fibras de: A) limón 'Volkameriano'; B) mandarino 'Cleopatra'; C) mandarino 'Amblicarpa'; D) mandarino 'Común'. La barra representa 200  $\mu\text{m}$ .



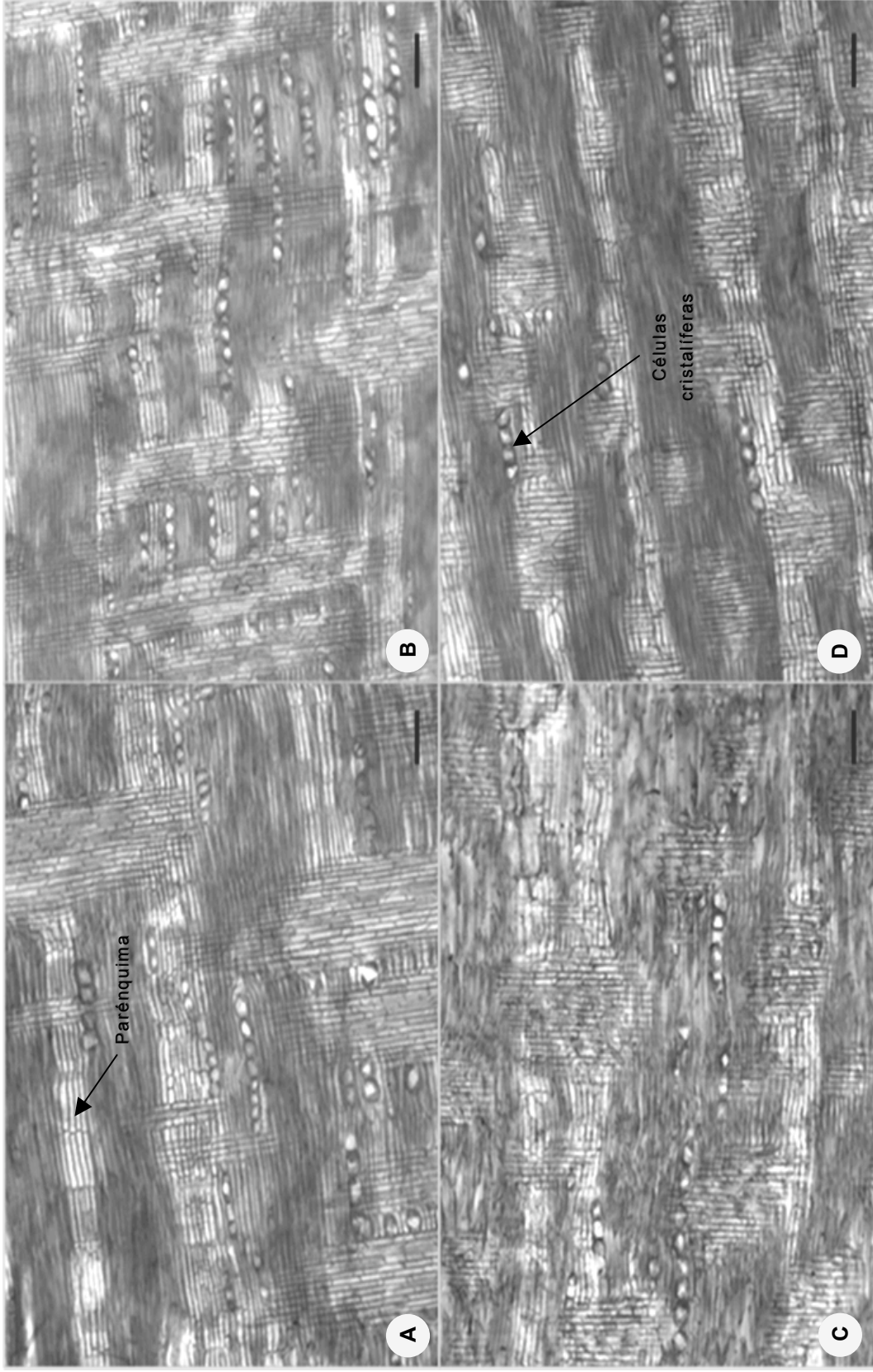


Figura 14 (A-D). Cortes radiales de naranjo 'Valencia' injertado en cuatro portainjertos tolerantes al VTC: A) limón 'Volkameriano'; B) mandarino 'Cleopatra'; C) mandarino 'Amblicarpa'; D) mandarino 'Común'. La barra representa 200  $\mu\text{m}$ .



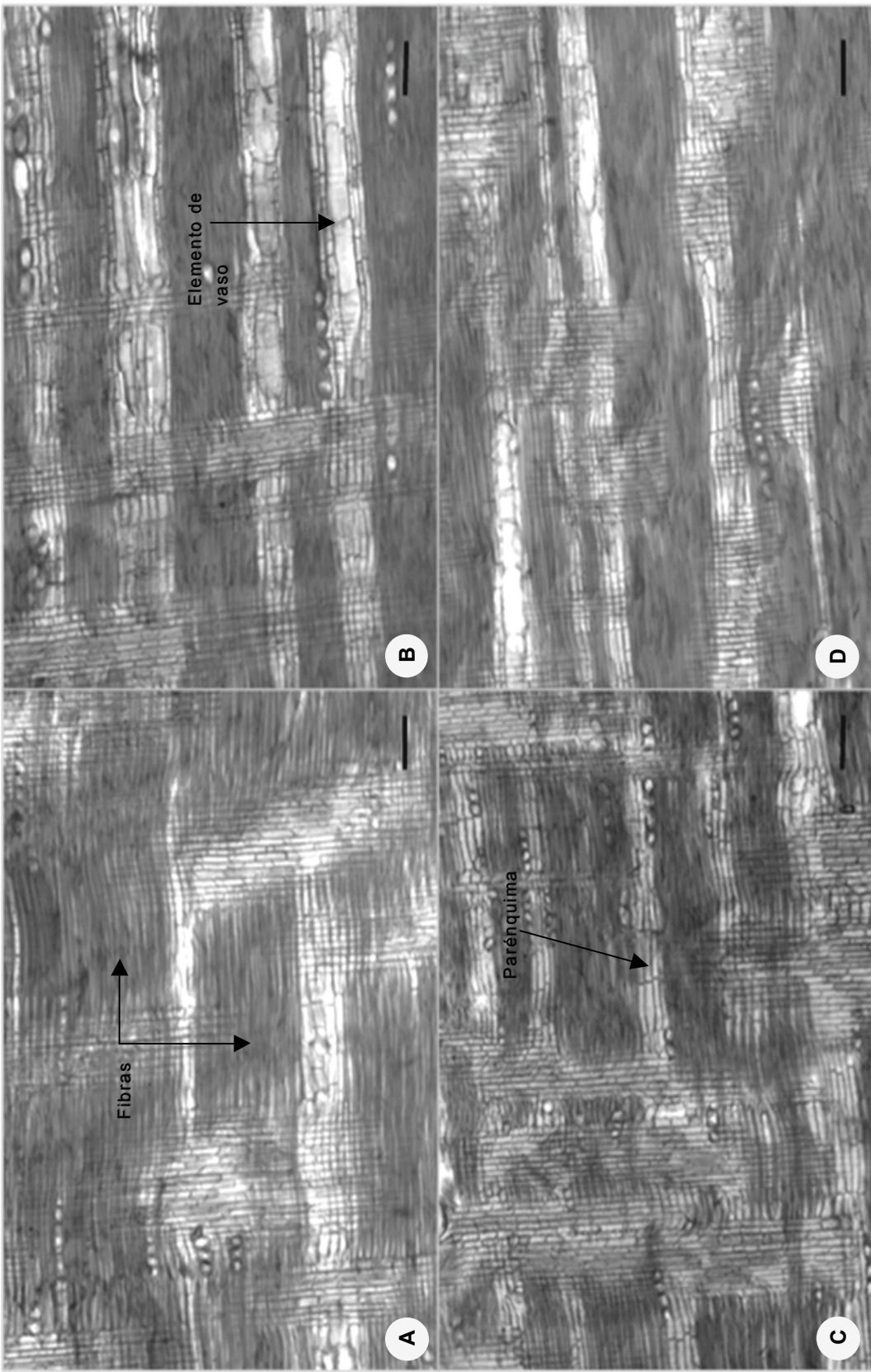


Figura 15 (A-D). Cortes radiales de cuatro portainjertos tolerantes al VTC: A) limón 'Volkameriano'; B) mandarino 'Cleopatra'; C) mandarino 'Amblicarpa'; D) mandarino 'Común'. La barra representa 200 μm.

## **Extractivos.**

Las células cristalíferas septadas, se pudieron detectar en los tres tipos de cortes (transversal, tangencial y radial); en los tratamientos evaluados la mayor cantidad de células cristalíferas se observó en los cuatro portainjertos comparado con la copa de naranjo 'Valencia' aun cuando se encontraba injertado en los mismos materiales.

Esto ha sido investigado por Metcalfe y Chalk (1950) en un primer diagnóstico en la familia de las Rutáceas, en especial para los géneros *Citrus* y *Poncirus*, para poder caracterizarlas. Posteriormente, Schenider (1957b) lo utilizó en la evaluación anatómica de células de xilema invadidas por VTC, para comprobar la existencia o ausencia de dichos cristales.

Se podría decir que, en los materiales evaluados la presencia de células cristalíferas septadas ayudan a proveer mayor resistencia al ataque de patógenos en el portainjerto, además en unión con las fibras de paredes gruesas fuertemente lignificadas, brindan un mejor sostén mecánico a los copas de los árboles.

#### **4.6. Correlación entre caracteres anatómicos de los portainjertos con el crecimiento, producción y calidad de la fruta del naranjo 'Valencia'.**

Existe una baja correlación entre las diferentes variables anatómicas evaluadas (cuadro 22). La longitud del elemento de vaso con el diámetro tangencial del elemento de vaso, se relacionaron significativamente y mostraron una correlación positiva ( $r = 0.73^*$ ), lo que permite señalar que a mayor longitud del elemento de vaso habrá un elemento de vaso mayor. De igual forma, se pueden mencionar que estos caracteres están relacionados en cuanto a su función, ya que ambos son elementos de conducción de agua y nutrimentos e influyen en el resultado final de la planta que es el crecimiento y la producción. También el área total del elemento de vaso con el perímetro del elemento de vaso, se correlacionaron significativamente, mostrando una correlación positiva ( $r=0.96^*$ ), esto se da ya que el área total del elemento de vaso está en función al tamaño del perímetro del mismo. Por otro lado, la longitud del elemento de vaso al correlacionarla con el área total del elemento de vaso y el perímetro del elemento de vaso, mostraron una correlación negativa ( $r= -0.12^*$ ), por lo tanto, al tener vasos más largos el área y el perímetro del elemento de vaso serán menores, influyendo en la conducción de agua y nutrimentos de forma negativa. En la literatura se menciona que en cítricos y otras plantas al existir mayores volúmenes de diámetro tangencial de vasos y longitud de vasos, hay mayor susceptibilidad a la cavitación, debido a que a mayores diámetros existe mayor conductividad hídrica desde la raíz hasta la parte aérea, dicha tendencia ha sido estudiada en

términos de vulnerabilidad al embolismo en otras especies de dicotiledóneas (Mireles, 2006; Arias y Terrazas, 2001).

Cuadro 22. Coeficiente de correlación entre caracteres anatómicos del naranjo 'Valencia' injertado en cuatro portainjertos tolerantes al VTC, en Cazones, Veracruz, México.

Carácter anatómico	Longitud de fibras	Longitud de radios	Ancho de radios	Área total del elemento de vaso	Perímetro del elemento de vaso	Longitud del elemento de vaso	Diámetro tangencial del elemento de vaso
Longitud de fibras	1.00						
Longitud de radios	-0.03	1.00					
Ancho de radios	0.01	0.01	1.00				
Área total del elemento de vaso	-0.02	0.05	0.10	1.00			
Perímetro del elemento de vaso	0.00	0.07	0.11	<b>0.96*</b>	1.00		
Longitud del elemento de vaso	0.10	-0.04	0.00	<b>-0.12*</b>	<b>-0.12*</b>	1.00	
Diámetro tangencial del elemento de vaso	0.07	-0.05	0.05	-0.06	-0.06	<b>0.73*</b>	1.00

\*  $P \leq 0.0001$

Por otro lado, al correlacionar el crecimiento del árbol con los caracteres anatómicos evaluados (cuadro 23), encontramos que, existe una correlación positiva entre  $r=0.40^*$  y  $r=0.49^*$  de los elementos de vaso (responsables de la

conducción de agua y nutrimentos en la planta) con el crecimiento del árbol, ya que al existir un mayor tamaño de los elementos de vaso se facilita la función de conducción y repercute en un mayor tamaño del árbol, es decir, entre más anchos sean los elementos de vaso existirá una mayor eficiencia de crecimiento, algo similar ha sido estudiado por Arias y Terrazas (2001). En lo que se refiere al soporte y sostén de la planta, la longitud de los radios fue el carácter anatómico que presentó un mayor coeficiente de asociación ( $r = 0.50^*$ ) con el crecimiento del árbol (en cuanto a diámetro del portainjerto e injerto), por lo que al existir una mayor longitud de radios se promueven troncos más robustos que ayudan a que se tenga un mayor sostén mecánico del cultivar, además podría favorecer mayor resistencia a la entrada de patógenos al portainjerto.

Cuadro 23. Coeficiente de correlación entre caracteres anatómicos y el crecimiento del naranjo 'Valencia' injertado en cuatro portainjertos tolerantes al VTC, en Cazones, Veracruz, México.

Carácter anatómico	Altura del árbol	Diámetro del portainjerto	Diámetro del injerto	Diámetro de la copa	Volumen de la copa
Longitud de fibras	0.11	-0.07	-0.07	-0.05	-0.04
Longitud de radios	0.06	<b>0.50*</b>	<b>0.50*</b>	0.05	0.07
Ancho de Radios	0.25	0.39	0.23	0.25	0.26
Área total del elemento de vaso	0.07	0.13	0.10	0.35	0.28
Perímetro del elemento de vaso	0.02	0.09	0.06	0.32	0.25
Longitud del elemento de vaso	<b>0.49*</b>	<b>0.44*</b>	<b>0.42*</b>	0.32	<b>0.40*</b>
Diámetro tangencial del elemento de vaso	<b>0.49*</b>	<b>0.48*</b>	<b>0.47*</b>	0.38	<b>0.45*</b>

\*  $P \leq 0.0001$

En cuanto a la correlación que existe entre la producción y los caracteres anatómicos, la longitud y el diámetro tangencial de los elementos de vaso se correlacionaron significativamente con el número de frutos en madurez, al presentar valores de  $r = 0.45^*$  y  $0.43^*$ , respectivamente; de igual forma el área total del elemento de vaso y el perímetro del elemento de vaso se correlacionaron positivamente con el rendimiento promedio y el rendimiento por área transversal de tallo o índice de productividad, al presentar valores de entre  $r = 0.40^*$  y  $0.45^*$  (cuadro 24). Esto puede significar que al existir un mayor tamaño en los elementos de vaso se podría mejorar la conducción de agua y nutrientes hacia la parte aérea de la planta (Arias y Terrazas, 2001), ya que al tener tallos más gruesos existe un mejor soporte del cultivar y mayor espacio para el flujo de fotosintatos que pueden repercutir en el mejor rendimiento de la planta. En un estudio de portainjertos tolerantes al VTC realizado en Guemez, Tamaulipas, México, Mireles (2006) menciona que existió correlación positiva entre la densidad de vasos y el rendimiento, lo cual influye en la vulnerabilidad a la cavitación, sin embargo, es importante hacer mención que no existe cita alguna en la literatura que soporte todas estas aseveraciones en el género *Citrus*, solo se puede inferir que la variación en las variables anatómicas responsables de la conducción de agua y nutrimentos pueden estar relacionadas con estas variables. En cuanto a los otros caracteres anatómicos no existe correlación con el rendimiento puesto que su función principal es la de soporte y sostén del árbol.

Cuadro 24. Coeficiente de correlación entre caracteres anatómicos y la producción del naranjo ‘Valencia’ injertado en cuatro portainjertos tolerantes al VTC, en Cazonos, Veracruz, México.

Carácter anatómico	Numero de frutos en madurez	Numero de frutos Mayeros	Peso de frutos por árbol	Rendimiento promedio	Rendimiento por área transversal
Longitud de fibras	0.28	-0.17	-0.11	-0.10	-0.09
Longitud de radios	0.05	0.18	-0.02	0.03	0.02
Ancho de radios	0.12	0.03	0.31	0.12	0.13
Área total del elemento de vaso	0.00	0.08	0.12	<b>0.44*</b>	<b>0.40*</b>
Perímetro del elemento de vaso	0.00	0.08	0.11	<b>0.45</b>	<b>0.42*</b>
Longitud del elemento de vaso	<b>0.45*</b>	0.11	0.11	0.07	0.15
Diámetro tangencial del elemento de vaso	<b>0.43*</b>	0.13	0.11	0.13	0.20

\*  $P \leq 0.0001$

Respecto a la calidad de la fruta del naranjo ‘Valencia’ injertado en los cuatro portainjertos se puede mencionar que, los elementos de vaso (en cuanto a longitud y diámetro tangencial) se correlacionan significativamente ( $r \geq 40^*$ ) con la mayoría de las variables de calidad de la fruta como son: peso promedio del fruto, diámetros polar y ecuatorial del fruto, porcentaje de jugo y cáscara, SST, acidez, relación °Brix/acidez y vitamina C (cuadro 25). Lo cual nos reafirma lo que se ha planteado anteriormente respecto a que al existir mayor capacidad de conducción de agua y nutrimentos de las raíces a la parte aérea entre el portainjerto y el cultivar, existe una mejora en cuanto al rendimiento y la calidad de la fruta,

mostrando así frutos de mayor tamaño, con un elevado contenido de jugo, buena relación °Brix/Acidez y con una cantidad considerable de vitamina C.

Cuadro 25. Coeficiente de correlación entre caracteres anatómicos y la calidad de la fruta del naranjo 'Valencia' injertado en cuatro portainjertos tolerantes al VTC, en Cazonos, Veracruz, México.

Carácter anatómico	Longitud de fibras	Longitud de radios	Ancho de radios	Área total del elemento de vaso	Perímetro del elemento de vaso	Longitud del elemento de vaso	Diámetro tangencial del elemento de vaso
Peso promedio del fruto	0.12	-0.10	0.17	0.02	0.00	<b>0.48*</b>	<b>0.46*</b>
Diámetro polar del fruto	0.08	0.12	-0.08	-0.02	0.01	<b>0.48*</b>	<b>0.52*</b>
Diámetro ecuatorial del fruto	-0.06	0.04	0.26	0.15	0.11	<b>0.47*</b>	<b>0.44*</b>
Grosor de albedo-flavedo	-0.05	-0.04	0.28	0.26	0.24	0.33	0.38
Peso del jugo	-0.04	0.00	0.25	0.35	0.33	0.24	0.30
Peso de cáscara	0.22	0.05	-0.17	-0.12	-0.14	0.31	0.30
Porcentaje de jugo	0.13	0.01	-0.20	-0.05	-0.06	<b>0.40*</b>	<b>0.47*</b>
Porcentaje de cáscara	0.04	-0.17	0.20	0.06	0.03	<b>0.48*</b>	<b>0.49*</b>
SST	-0.03	-0.09	0.34	0.13	0.08	<b>0.42*</b>	<b>0.46*</b>
Acidez titulable	-0.04	-0.07	0.18	0.10	0.06	<b>0.49*</b>	<b>0.50*</b>
pH	-0.10	-0.04	0.23	0.24	0.23	0.29	0.37
Relación °Brix/acidez	-0.08	-0.08	0.26	0.19	0.16	<b>0.40*</b>	<b>0.47*</b>
Vitamina C	0.07	-0.06	0.02	0.01	-0.02	<b>0.68*</b>	<b>0.64*</b>

\*  $P \leq 0.0001$



De esta manera, Mireles (2006) plantea que al existir mayor densidad de vasos aumenta la acidez de los frutos en naranjo 'Valencia' injertado en diferentes portainjertos tolerantes al VTC. Sin embargo, distintos autores mencionan que existen diversos factores de calidad que son influenciados por los portainjertos como son: el tamaño y peso del fruto (frutos grandes, producen menos porcentajes de SST o °Brix) (Del Valle, 1990), grosor de cáscara, contenido de jugo, SST, acidez, color de jugo, contenido de aceites en la cáscara, contenido de minerales y granulación (Sanches *et al.*, 1996). Además, Del Valle (1990) indica que los portainjertos tienen efecto significativo en el desarrollo del fruto y que la mayor parte de esa influencia se debe a la capacidad de absorción de agua y nutrimentos por el portainjerto.

## V. DISCUSIÓN GENERAL

La presencia de VTC y pulgón café en México, da la pauta para realizar investigaciones en cítricos sobre portainjertos tolerantes a ésta y otras enfermedades, máxime si el 75% de la citricultura mexicana se encuentra injertada en naranjo agrio (Curti-Díaz *et al.*, 2003), patrón susceptible al VTC cuando se encuentra injertado con cualquier variedad cítrica, aunado a que actualmente existe la presencia de leprosis en el país; esto sin tomar en cuenta la presencia del huanglongbing (ex-greening), enfermedad devastadora en algunas zonas citrícolas del mundo (CABI, 2005), por lo cual, todo esto podría provocar un giro en las investigaciones al buscar portainjertos tolerantes a más enfermedades. Por lo tanto, es necesario dar continuidad a trabajos establecidos para observar su evolución, además de evaluar nuevas variables que coadyuven al mejor entendimiento de los portainjertos en condiciones tropicales y subtropicales como las de nuestro país, para poder establecer y sustituir plantaciones citrícolas.

En este trabajo de continuidad, en donde se evaluó el sexto y séptimo año de crecimiento del naranjo 'Valencia' sobre cuatro portainjertos tolerantes al VTC, en condiciones de trópico húmedo mexicano, se obtuvo que, las variables de crecimiento del árbol, producción y calidad de la fruta, estuvieron influenciados por el portainjerto y el ciclo de producción, además existieron diferencias en la anatomía de la madera para cada material evaluado. Estos resultados aportan dos años más en la evaluación de estos portainjertos, por lo que es importante darles seguimiento durante un mayor lapso.

El crecimiento del árbol de naranjo 'Valencia' en los dos ciclos de producción, fue mayor cuando se encontraba injertado en limón 'Volkameriano' y mandarina 'Amblicarpa', al promover copas más densas en portainjertos de mayor tamaño, en comparación con los otros materiales. Por otro lado, el mandarina 'Cleopatra' indujo copas pequeñas y compactas, lo que sugiere a éste material como propicio para plantaciones en altas densidades, además, según lo mencionado por Krezdorn (1970) su mayor crecimiento se logra después de los 15 años. En cuanto al mandarina 'Común', se observó que induce poco crecimiento, dada su mala adaptación al lugar, además de que no favorecen la producción en estos primeros años de evaluación.

La producción del naranjo 'Valencia' varió de un ciclo a otro, sin embargo, durante los dos años de evaluación, la mayor producción se obtuvo en los árboles que se encontraban injertados en limón 'Volkameriano', comparado con mandarina 'Común' que indujo la menor producción, semejante a lo reportado por Hernández (2006), esto como ya se ha comentado se pudo deber a la poda severa y la alternancia de materiales como limón 'Volkameriano' y los mandarinos 'Cleopatra' y 'Amblicarpa', en cambio, mandarina 'Común', se vio afectado por la poca adaptación al lugar, además posiblemente este material se encuentre en una etapa de crecimiento, por lo que canaliza más sus fotosintatos a este proceso. En todos los materiales se observó una notable disminución en el rendimiento durante el segundo año de evaluación, esto se pudo deber a una posible alternancia de los materiales y a la excesiva poda que se le dio a los árboles durante febrero-marzo del año anterior.

La calidad externa de la fruta, estuvo influenciada por el portainjerto. Los frutos de mayor tamaño y peso provenían de las plantas injertadas en limón 'Volkameriano' y mandarino 'Amblicarpa', comparadas con mandarino 'Común', que además indujo frutos de mayor grosor de albedo-flavedo, sin embargo, esta variable disminuyó de un año a otro, mostrando de esta forma la adaptación de estos materiales al lugar. Por otro lado, la calidad interna del fruto, también se vio afectada por el portainjerto y por el ciclo de producción, como lo menciona también Del Valle (1990); obteniéndose frutos de naranjo 'Valencia' con una mayor cantidad de azúcares cuando provenían de los mandarinos: 'Cleopatra' y 'Amblicarpa', en ambos ciclos; el jugo del fruto fue más ácido cuando procedía de plantas injertadas con mandarino 'Común', en comparación con mandarino 'Amblicarpa' que indujo un jugo de naranja menos ácido, durante el primer año de evaluación. En el siguiente ciclo evaluado, no se presentaron diferencias estadísticas entre portainjertos, sin embargo, se pudo apreciar organolépticamente frutos de naranjo 'Valencia' provenientes de limón 'Volkameriano' más ácidos y con una menor cantidad de azúcares.

La anatomía de la madera del naranjo 'Valencia' fue afectada por el portainjerto utilizado, encontrándose así algunas diferencias anatómicas y estadísticas entre los materiales evaluados.

En disociaciones de tejido, el naranjo 'Valencia' al encontrarse injertado en limón 'Volkameriano' y mandarino 'Amblicarpa', resultó afectado tanto en la copa del naranjo como en el portainjerto al promover la mayor longitud y diámetro tangencial de los elementos de vaso, mientras que, los materiales injertados en

mandarino 'Común' indujeron la menor longitud y diámetro tangencial de los elementos de vaso. Por otro lado, anatómicamente se observaron elementos de vaso con placas de perforación simple.

En cortes transversales, anatómicamente se observó que el tipo de parénquima predominante para todos los materiales tanto en la copa del naranjo 'Valencia' como en los portainjertos fue de tipo paratraqueal, es decir, se encontraba en contacto con los vasos (IAWA, 1989). El tipo de porosidad fue de tipo difusa y el tipo de poro fue ovalado para todos los casos. Por otro lado, la mayor área total del elemento de vaso y el perímetro del elemento de vaso se presentó en la copa del naranjo 'Valencia' cuando se encontraba injertado en limón 'Volkameriano', respecto del naranjo 'Valencia' injertado en mandarino 'Cleopatra', que presentó la menor área total y perímetro del elemento de vaso.

En cortes tangenciales, en la copa de naranjo 'Valencia' y los cuatro portainjertos evaluados, se observaron rayos multiseriados, presentando de dos a tres células de ancho. La forma de rayo fue de tipo fusiforme y con una ordenación de tipo irregular. La mayor longitud de rayos se observó en el portainjerto mandarino 'Amblicarpa', respecto de la copa de naranjo 'Valencia' injertado en mandarino 'Común'. En cuanto al ancho de rayos, los de mayor tamaño se observaron en la copa de naranjo 'Valencia' cuando se encontraban injertados en mandarino 'Cleopatra' y limón 'Volkameriano'.

La mayor longitud de fibras disociadas, se observó en los portainjertos limón 'Volkameriano', mandarino 'Cleopatra' y 'Común', además de la copa de naranjo 'Valencia' injertado en mandarino 'Amblicarpa'.

La presencia de células cristalíferas septadas se observó en los tres tipos de cortes y en todos los casos evaluados.

La correlación de las variables anatómicas con los caracteres agronómicos, indican que los elementos de vaso tienen una fuerte asociación con el crecimiento del árbol, la producción y la calidad de la fruta, ya que los elementos de vaso cumplen una función importante en la planta en la conducción de agua y nutrimentos desde la raíz hasta la parte aérea. Por otro lado, en cuanto a la resistencia y sostén mecánico de la planta, las fibras de paredes gruesas fuertemente lignificadas, son las que más se relacionan con el crecimiento, que aunado a la presencia de células cristalíferas septadas que contribuyen a proveer mayor resistencia al ataque de patógenos en el portainjerto (Schneider, 1957b).

## VI. CONCLUSIONES

El portainjerto influye directamente sobre el crecimiento y la producción del naranjo 'Valencia' alterando tanto la calidad de la fruta como la anatomía de la madera.

El mayor crecimiento en cuanto a altura del árbol, diámetro de copa y diámetros de portainjerto e injerto se observó en las plantas injertadas en limón 'Volkameriano' y mandarino 'Amblicarpa'.

El mayor rendimiento del naranjo 'Valencia' se obtuvo en los árboles que se encontraban injertados en limón 'Volkameriano'.

Los frutos de mayor tamaño y peso provinieron de las plantas injertadas en limón 'Volkameriano' y mandarino 'Amblicarpa'.

El mayor grosor de albedo-flavedo se presentó en las plantas injertadas en mandarino 'Común'. Además, en todos los materiales el grosor disminuye de un ciclo a otro.

Los frutos de naranjo 'Valencia' con una mayor cantidad de azúcares provinieron de los mandarinos 'Cleopatra' y 'Amblicarpa' y los frutos más ácidos procedieron de plantas injertadas en mandarino 'Común'.

La mayor longitud y diámetro tangencial de los elementos de vaso se observó en el naranjo 'Valencia' injertado en limón 'Volkameriano' y mandarino 'Amblicarpa'.

La mayor área y perímetro del elemento de vaso se presentó en la copa del naranjo 'Valencia' cuando se encontraba injertado en limón 'Volkameriano'.

La mayor longitud de rayos se observó en el portainjerto mandarino 'Amblicarpa'.

El mayor ancho de rayos se observó en la copa de naranjo 'Valencia' injertado en mandarino 'Cleopatra' y limón 'Volkameriano'.

La mayor longitud de fibras, se observó en el portainjerto mandarino 'Cleopatra' y en la copa de naranjo 'Valencia' injertado en mandarino 'Amblicarpa'.

La copa de naranjo 'Valencia' y los cuatro portainjertos evaluados, presentaron:

- Elementos de vaso con placas de perforación simple.
- Porosidad de tipo difusa.
- Poros ovalados.
- Rayos multiseriados, presentando de dos a tres células de ancho.
- Rayos de tipo fusiforme y con una ordenación irregular.
- Presencia de células cristalíferas septadas.
- Parénquima de tipo paratraqueal.

Debe existir continuidad en las investigaciones de portainjertos en cada zona productora de cítricos, además se deben actualizar los objetivos cada cierto periodo para no hacer obsoleto el trabajo.

Se debe considerar en futuras investigaciones de anatomía de la madera, incluir materiales sin injertar tanto de naranjo 'Valencia' y otros cultivares, así como de portainjertos, para tener referencia de estos en su estado normal.



## VII. LITERATURA CITADA

- Agrios, N.G. Fitopatología. 1991. Limusa, México. pp: 648-651.
- Agusti, M. 2000. Citricultura. Ed., Mundi prensa, Madrid España. 416 p.
- Albrigo, L.G. 1977. Rootstocks affect 'Valencia' orange fruit quality and water balance. Proceeding of the International Society of Citriculture 1: 62-65.
- Alcántar, G. G. y M. Sandoval V. 1999. Manual de análisis químico de tejido vegetal. Publicación especial 10. Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, A. C. Chapingo, México. 156 p.
- Amoróz C., M. 1995. Producción de Agrios. Grupo Mundi-Prensa. Madrid, España. 286 p.
- Anónimo. 2000. Acuerdo por el que se instrumenta el Dispositivo Nacional de Emergencia en los términos del artículo 46 de la Ley Federal de Sanidad Vegetal, con el objeto de confinar, erradicar y prevenir la dispersión del pulgón café *Toxoptera citricida* y del virus tristeza de los cítricos en las zonas del territorio nacional donde se detecte la presencia de estas plagas. Diario Oficial de la Federación. 7 de febrero de 2000.
- AOAC (Association of Official Analytical Chemist). 1990. Official Methods of Analysis. 15<sup>th</sup>. Ed. Washington, D. C. pp: 918-920.
- Arias, S. y T. Terrazas. 2001. Variación en la anatomía de la madera de *Pachycereus pecten-aboriginum* (cactaceae). Anales del Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Botánica 72: 157-164.
- ASERCA. 2006. La naranja en la citricultura nacional Revista Claridades Agropecuarias. SAGARPA-México. 19: 4-33 p.
- Atkinson, C. J., A. A. Else and C. J Dover. 2003. Root and stem hydraulic conductivity as determinants of growth potential in grafted trees of apple. Journal of Experimental Botany 54: 1221-1229.
- Ayala L. S., A. Sadowski, M. Anaya G. y J. A. Santizo R. 1978. Estudio de la distribución radical de tres portainjertos enanizantes de manzano (MM-111, M-7 y M-26), por dos métodos diferentes. Agrociencia 31: 13-24.
- Baines, R. C., W. P. Bitters, and O. F. Clarke. 1969. Susceptibility of some species and varieties of citrus and some other rutaceous plants to the citrus nematode. Plant Disease 44 (4): 281-285.

- Bar-Joseph, M., M. R. Marcus and R. F. Lee. 1989. The continuous challenge of *Citrus tristeza virus* control. *Annals Review Phytopathology* 27: 292-316.
- Bar-Joseph, M., B. Raccha and G. Loebestein. 1977. Evaluation of main variables that affect citrus tristeza virus transmission by aphids. *Proceeding of the International Society of Citriculture* 3: 958-961.
- Bar-Joseph, M., G. Loebestein and J. Cohen. 1992. Partial purification of virus-like particles associated with citrus tristeza virus. *Phytopathology* 82: 75-78.
- Besoain, X. A; Valenzuela, M; Castro, M; Ballester-Olmos, J.F. 2000. Current status of some virus and virus-like diseases of citrus in Chile. *Fitopatologia* 35 (2): 98-104.
- Bitters, W. P. 1967. 'Valencia' orange rootstocks trial at South Coast field Station. *California Citrograph* 53 (5):163, 172-174.
- Bormann, F. H. y G. Berlyn. 1981. Age and growth rate of tropical trees. Yale University, School of Forestry and Environmental Studies. Bulletin No. 94. 55-70 p.
- Borroto, C. N. y A. T. Borroto. 1991. *Citricultura Tropical*. Tomo I. Editorial ENPES. La Habana, Cuba. 227 p.
- CABI, 2005. *Internacional Crop Protection Compendium*. pp: 5-10.
- Cambra, M. y P. Moreno. 2000. Tristeza. *In: Sociedad Española de Fitopatología. Enfermedades de los cítricos*. Editorial. Mundi Prensa. España. pp: 78-81.
- Carlquist, S. 1977. Ecological factors in wood evolution: a floristic approach. *American Journal of Botany* 64: 887-896.
- Carlquist, S. 1988. *Comparative wood anatomy*. Springer-Verlag, Berlin-New York. 436 p.
- Carl Zeiss. 2006. *Manual de uso para microscopio compuesto AXIO Imagen D1 y cámara digital Carl Zeiss AXIO Cam MRC5*. Nüremberg, Alemania. 289 p.
- Castle, W. S. 1978. Citrus root systems: their structure a function, growth and relationships to tree performance. *Proceedings of the International Society for Viticulture*. pp: 62-69.
- Castle, W. S. 1980. Citrus rootstocks for tree size control and higher density plantings in Florida. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society* 93: 24-27.

- Castle, W. S. 1987. Citrus rootstocks. *In*: Rootstocks for fruit crops. Roma, R.C. and Carlson (eds.). John Wiley and Sons, New York. pp: 361-399.
- Chaffey, N., E. Cholewa, S. Regan and B. Soundberg. 2002. Secondary xylem development in *Arabidopsis*: a model for wood formation. *Physiology Plantarum* 114: 494-600.
- Chalk, L. 1989. Wood anatomy, phylogeny and taxonomy. *In*: Metcalfe, C. R. and L. Chalk (eds.) *Anatomy of the dicotyledons*. Vol. II, 2nd. Ed. Oxford University Press. Oxford. pp. 108-125.
- Childrens, C. C., J. C. Rodriguez V., K. Derrick S., S. Achor D., J. French V., W. Welbourn C., R. Ochoa and E. Kitajama W. 2003. Citrus leprosis and its status in Florida and Texas: pest and present. *Experimental and Applied Acarology* 30: 181-202.
- Colauto, S. N. M., C. S. Viera J., M. G. Nilo G., M. B. dos Santos S., J. C. Gomes. 2005. Desenvolvimento vegetativo, producao e qualidade dos frutos da laranja 'Folha Murcha' sobre seis porta-enxertos no Norte do Parana. *Ciencia Rural* 35 (6): 1281-1286.
- Cooper, W. C. 1961. Toxicity and accumulation of salts in citrus trees on various rootstocks in Texas. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society* 74: 95-104.
- Cottin, R. 2002. Citrus of the world, a citrus directory. Version 2.0. SRA INRA-CIRAD. Francia. 63 p.
- Crocker, T. E., W. P. Bell and J. F. Bartholic. 1974. Scholander pressure bomb technique to access the relative leaf water stress of 'Orlando' tangelo scion as influenced by various citrus rootstocks. *HortScience* 9: 453-455.
- Cumbie, B. G., D. Mertz. 1962. Xylem anatomy of *Sophora* (Leguminosae) in relation to habit. *American Journal of Botany* 49: 33-40.
- Curti-Diaz, S. A., A. Sanchez H., G. P. Robles., J. E. Padron-Chávez., V. M Medina-Urrutia., U. Diaz-Zorrilla., J. A. Salvador-Rincón., R. X. Loredosalazar., M. E. Ovando-Cruz, R. Roa-Mendez, M. Rocha-Peña y L. J. Durón-Noriega. 2003. Panorama de la Citricultura Mexicana con relación al proceso de certificación de material genético. *In*: Memoria Encuentro Interamericano de Cítricos. Nautla Veracruz México. 184 p.
- Curtis, P. J. 1986. Técnicas histológicas y citológicas. Universidad Autónoma Chapingo. Departamento de Fitotecnia. 93 p.

- Davies, F. S. and G. R. Zalman. 2001. Nitrogen, rootstocks, and growth of young Rhode Red 'Valencia' orange trees. *HortScience* 36 (1): 62-65.
- Davies, F. S. and L. G. Albrigo. 1998. Citrus. *Crop Production Science in Horticulture*. CAB INTERNATIONAL. Wallingford, UK. 254 p.
- Del Valle, N. 1990. Diversificación de patrones cítricos. Memoria XX aniversario. Estación experimental de cítricos Jagüey Grande, Matanzas Cuba. 127 p.
- Di Giorgi, F., B. Y. Ide., K. Dib., H. R. Triboni., R. J. Marchi and R. L. Wagner. 1993. Qualidade da laranja para industrializacao. *Laranja* 14: 97-118.
- Duncan, L.W. y E. Cohn. 1990. Nematode parasites of citrus. *In: Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture*. CAB International, U.K. pp: 321-346.
- Durán-Vila, N. 2004. La exocortis de los cítricos su control en las nuevas plantaciones. Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias. Ficha técnica, serie citricultura No. 4. pp: 6-8.
- Durón-Noriega, L. J., B. Valdez G., H. Nuñez M., F. González V. 1999. El naranjo en la costa de Hermosillo. Folleto Técnico No. 6. Campo Experimental Costa de Hermosillo, Sonora, México. 68 p.
- DGSV-SENASICA. 2007. El virus de la tristeza de los cítricos en México. Dirección General de Sanidad Vegetal-Servicio Nacional de Inspección y Certificación Alimentaria. <http://www.senasica.gob.mx/campañas/tristezacitric2007.html>. Fecha de consulta: septiembre de 2007.
- Eaton, F. M. y G. Blair Y. 1935. Accumulation of boron by reciprocally grafted plants. *Plant physiology* 10: 411-424.
- Echenique-Manrique, R. y F. Robles F. 1993. Ciencia y tecnología de la madera. Textos universitarios. Universidad Veracruzana. Xalapa, Veracruz. 7-60 p.
- Erickson, L. C. 1968. The general physiology of citrus: *In: The Citrus Industry*. Vol. II: Anatomy, Physiology, Genetics and Reproduction. Reuther, W., L. D. Batchelor and H. J. Webber (eds.) University of California, Berkeley, USA. pp: 86-122.
- Esau, K. 1976. Anatomía vegetal. Traducido por José Pons R. Tercera edición. Ediciones OMEGA S. A. Barcelona España. 779 p.
- CNA. 2007. Comisión Nacional del Agua. Estación meteorológica artificial de Tuxpan, Veracruz. Servicio Meteorológico Nacional (EMA's-SMN).

- Fahn, A., J. Burley., K. A. Longman., A. Mariaux and P. B. Tomlinson. 1981. Possible contributions of wood anatomy to the determination of the age of tropical trees. Yale University, School of Forestry and Environmental Studies. Bulletin No. 94. 31-54 p.
- Fallahi, E. and D. R. Rodney. 1992. Tree size, yield, fruit quality and mineral nutrient concentration of 'Fairchild' mandarin on six rootstocks. Journal of the American Society for Horticultural Science 117 (1): 28-31.
- Forner-Giner, M. A., A. Alcaide., E. Primo-Millo and J. B. Forner. 2003. Performance of 'Navelina' orange on 14 rootstocks in Northern Valencia (Spain). Scientia Horticulturae 98: 223-232.
- FUNDECITRUS. 2004a. Manual de Greening. Fundo de Defesa da Agricultura, Sao Paulo Brasil. 7-13.
- FUNDECITRUS. 2004b. Manual de Leprose. Fondo de Defesa da Citricultura. Brasil. Ppp: 28-32.
- García M. E. 1981. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köpen, para adaptarla a las condiciones de la República Mexicana. 3ª Edición. México, D. F. 252 p.
- Gardner, F. E. and G. E. Horanic. 1961. A comparative evaluation of rootstocks for Valencia and Parson Brown oranges on Lakeland find sand. Proceedings of the Florida State Horticultural Society 74: 123-127.
- Garnsey, S. M. 1999. Systemic diseases. *In*: Citrus health management. APS, USA. pp: 95-106.
- Garnsey, S. M. y D. J. Gumpf. 1988. Stubborn. *In*: Compendium of citrus diseases. APS Press. USA. pp: 46-47.
- Garnsey, S. M. y P. Barkley. 1988. Exocortis. *In*: Compendium of citrus diseases. APS Press. USA. pp: 40-41.
- Harada, H. 1965a. Ultrastructure of angiosperm vessels and ray parenchyma. *In*: Cellular Ultrastructure of woody plants. Ed. W.A. Côté. Jr Syracuse University Press, Syracuse, 235-249 p.
- Harada, H. 1965b. Ultrastructure and organization of gymnosperm cell Wall. *In*: Cellular Ultrastructure of woody plants. Ed. W.A. Côté. Jr Syracuse University Press, Syracuse, 215-233 p.
- Haygreen, J. G. y J. L. Bowyer, 1982. Forest products and wood science. The Iowa State University Press, Ames, 495 p.

- Hernández-Baeza, J. 2003. Programa nacional de reconversión productiva de la cadena cítrica en México. *In: Memoria encuentro Interamericano de cítricos*. Nautla, Veracruz. 99-100 p.
- Hernández, B. A. 2006. Crecimiento, rendimiento y calidad de fruto, de naranjo 'valencia' injertado en cuatro portainjertos tolerantes al virus tristeza de los cítricos. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, estado de México. 80 p.
- Herrera, M. G.; Madariaga, M y Rosales, M. 1996. Diferenciación del virus de la Tristeza de los Cítricos (Citrus Tristeza Virus) y del viroide causante de la Xiloporosis mediante la técnica de la reacción en cadena de la polimerasa (PCR). *Simiente* 66: 36.
- Hutchison, D. and F. Bistline. 1981. Preliminary performance of 7 years old 'Valencia' orange trees on 21 rootstocks. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society* 94: 31-33.
- IAWA Committe. 1989. IAWA list of microscopic features for hardwoods identification. *International Association of Wood Anatomist. Bulletin, new series* 10: 219-232.
- IAWA. 1964. Multilingual glossary of terms used in wood anatomy. *International Association of Wood Anatomist, Committee on Nomenclature*. Zürich. 186p.
- Instituto de Estadística Geografía e Informática. 2002. *El Sector Alimentario en México*. Aguascalientes México. pp: 40.
- Jensen, W. A. 1962. *Botanical Histochemistry. Principles and practice*. San Francisco, Freeman, USA. 62 p.
- Jiménez, R. 1987. El patrón como factor influyente en los cultivares cítricos. *Boletín de reseñas; cítricos y otros frutales*. CIDA. La Habana, Cuba. 48 p.
- Koller, O. L. 1986. Comparison of rootstocks for 'Siciliano' lemon (*Citrus limon* Burm.) in the State of Santa Catarina. *In: XXXIV Annual Meeting of the Interamerican Society for Tropical Horticulture*. San José, Costa Rica. Pp: 135-141.
- Krezdorn, A. H. 1970. Citrus cultivars for the tropics. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society* 83: 336-341.
- Kribs, D. 1968. *Commercial foreign Woods in the American market*. Dover Publications Inc, New York. 241 p.

- Laborem, E. G., E. Monteverde E., L. Rangel y M. Espinoza. 1998. Evaluación de la calidad en frutos de naranjos, mandarinos, pomelos e híbridos injertados sobre 'Cleopatra'. *Bioagro* 10 (2): 35-39.
- Lee, R. F. and M. A. Rocha-Peña. 1992. Citrus Tristeza Virus. In: Mukhpadhyag, A. N. Chaube, H. S, H. S. Kumar H, and U. S. Singh (eds.). *Plant disease of International importance III*. Prentice Hall. New Jersey. pp: 226-249.
- Lens, F., P. Gasson., E. Smets and S. Jansen. 2003. Comparative wood anatomy of Epacrids (Styphelioideae, Ericaceae s. l) *Annals of Botany* 91: 835-856.
- Magil, F. 2003. La Leprosis de los Cítricos. Una enfermedad viral muy peligrosa. *Citri News, News Magazine of the Citrus Growers Association*. Belize. Volume 6, Issue 1.
- Marais, L. J. 1990. Citrus blight: world research review. *Citrograph* 75 (5):119-124.
- McCarty, C. D., W. P. Bitters and S. D. Van Gundy. 1979. Susceptibility of 25 citrus rootstocks to the citrus nematode. *HortScience* 14 (1): 54-55.
- Metcalf, C. R. and L. Chalk. 1950. *Anatomy of the dicotyledons*. 1st. ed. Clarendon Press. Richmond, Virginia pp: 115-121.
- Mireles, M. E. 2006. Anatomía del xilema secundario de seis portainjertos y del naranjo 'Valencia'. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, estado de México. 57 p.
- Monteverde E. E. 1989a. Evaluación del naranjo 'Valencia' sobre diez portainjertos en Valles Altos de Carabobo-Yaracuy. I. Producción, crecimiento y eficiencia de los árboles. FONIAP Divulga No. 31. Enero-Junio.
- Monteverde E. E. 1989b. Evaluación del naranjo 'Valencia' sobre diez portainjertos en Valles Altos de Carabobo-Yaracuy. II. Calidad del fruto y recomendaciones. FONIAP Divulga No. 32. Julio-Diciembre.
- Monteverde E. E., F. Reyes., G. Laborem., J. R. Ruiz y M. Espinoza. 1991. Evaluación del naranjo 'Valencia' sobre seis portainjertos en los Valles Altos de Carabobo-Yaracuy, Venezuela. *Agronomía Tropical* 41 (3-4): 119-134.
- Monteverde E. E., G. Laborem., J. R. Ruiz., M. Espinoza y C. Guerra. 1996. Evaluación del naranjo 'Valencia' sobre siete portainjertos en los Valles Altos de Carabobo-Yaracuy, Venezuela 1984-1991. *Agronomía Tropical* 46 (4):371-393.

- Monteverde, E. E., G. Laborem., J. R. Ruiz., C. Guerra., M. Espinoza. 1999. Evaluación del naranjo 'Valencia' sobre siete portainjertos en Miranda estado Carabobo. FONIAP-Centro Nacional de Investigaciones Agropecuaria. Divulgación No. 64. Octubre-noviembre.
- Montilla B. I. y E. Gallardo. 1994a. Comportamiento del naranjo 'Valencia' sobre trece portainjertos en Lara, Venezuela. I. Crecimiento. *Agronomía Tropical* 44 (4): 619-628.
- Montilla B. I. y E. Gallardo. 1994b. Comportamiento del naranjo 'Valencia', sobre trece portainjertos en Lara, Venezuela. II. Producción y calidad de la fruta. *Agronomía Tropical* 44 (4): 629-643.
- Müller, G. W. and S. M. Garnsey. 1984. Susceptibility of citrus varieties, species, citrus relatives and non-rutaceous plants to slash-cut mechanical inoculation with citrus tristeza virus. Proceedings of the 8<sup>th</sup> conference of the International Organization of Citrus Virologist (IOCV). Riverside, California. U.S.A. 62-65 p.
- Nijse, J. 2004. On the mechanism of xylem vessel length regulation. *Plant Physiology* 134: 32-34.
- NOM-031-FITO-2000. Norma Oficial Mexicana NOM-031-FITO-2000; por la que se establece la campaña contra el Virus Tristeza de los Cítricos, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 10 agosto de 2001.
- NOM-079-FITO-2002. Norma Oficial Mexicana de Emergencia NOM-079-FITO-2002; que consiste en requisitos fitosanitarios para la producción y movilización de material propagativo libre de virus tristeza y otros patógenos asociadas a cítricos, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 22 de mayo de 2002.
- NOM-EM-046-FITO-2006. Norma Oficial Mexicana NOM-EM-046-FITO-2006; por la que se instrumenta el Dispositivo Nacional de Emergencia, con el objeto de confinar, erradicar y prevenir la dispersión de la leprosis de los cítricos en el Estado de Chiapas, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 18 de abril de 2006.
- Núñez, M. 1981. Influencia de los portainjertos en la calidad de los frutos de naranjo 'Valencia'. *Cultivos Tropicales* 1: 21-36.
- Núñez, M. y E. Rodríguez. 1981. influencia de nueve portainjertos sobre la calidad de los frutos de mandarina Dancy. *Cultivos Tropicales* 3: 127-138.



- Padrón-Chávez, J. E. 1990. Rendimiento y calidad de fruto de naranjo 'Valencia' tardía (*Citrus sinensis* Osb.) con diferentes portainjertos en General Terán, N. L. Agricultura Técnica de México 16: 3-17.
- Pérez Z. O. 2004. Concentración nutrimental en hojas, rendimiento, eficiencia de producción, calidad de jugo e índices nutrimentales de naranjo 'Valencia' injertado en portainjertos de cítricos. Agrociencia 38: 141-154.
- Pérez Z. O., S. Becerra R. y V. Medina U. 2003. Selección de portainjertos para naranja 'Valencia' en suelos calcimórficos. Terra 21:47-55.
- Pérez Z. O., V. Medina U. y S. Becerra R. 2002. Crecimiento y rendimiento de naranjo 'Valencia' injertado en 16 portainjertos de cítricos establecidos en suelo calcimórfico, y calidad del jugo. Agrociencia 36 (2):137-148.
- Queiroz-Voltan, R. and T. O. Paradela F. 1999. Characterization of anatomical structure in citrus plant infected with *Xylella fastidiosa*. Laranja 21: 56-73.
- Rocha-Peña, M. A. y J. E. Padrón-Chávez. 1992. Precauciones y usos de portainjertos de cítricos tolerantes al virus de la tristeza. Publicación especial N° 2, Campo Experimental General Terán. INIFAP-SARH, México.
- Rocha-Peña, M. A., R. F. Lee., R. Lastra., C. L. Niblett., F. M. Ochoa-Corona., S. M. Garnsey., 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 Disease 79: 437-443.
- Roistacher, C. N. and M. Bar-Joseph. 1987. Aphid transmission of citrus tristeza virus: a review. Phytophylactica 19: 163-167.
- Rosen, D. 2000. Methodologies and strategies for pest control in citriculture. *In*: Integrated pest control in citrus-groves. pp: 521-530.
- Rossetti, V. E. and A. A. Salibe. 1959. Experiencias sobre o controle da leprose em citrus. Arquivos do Instituto Biológico, Departamento de Defesa Sanitária da Agricultura Brasil 26: 119-130.
- Ruíz M., D. Nieto y I. Larios. 1962. Tratado elemental de Botánica. Séptima edición. Editorial ECLAL. México. 730 p.
- Salem S. E., S. S. Moustafa., A. M. Abdel-Rahman and L. F. Guiny. 1994. Evaluation of 'Valencia' orange trees on sour orange and volkamer lemon under sandy conditions. Bulletin of Faculty of Agriculture University of Cairo 45 (4): 827-838.

- Salisbury, F. B. y R. V. Parke. 1969. Vascular plants: form and function. Fundamentals of Botany series. Wadsworth Publishing Co. Inc., Belmont, California. U.S.A. 184 p
- Sanchez, L. y Wheathers, L. 1971. Enfermedades de los citricos. Servicio Agrícola y Ganadero y Universidad de Chile. Facultad de Agronomía. Boletín Técnico No. 45. pp: 9-12.
- Sanches, S. E., O. Sempionato R. and J. A. Da Silva A. 1996 Rootstocks effects on citrus fruit quality. Laranja 22: 159-177.
- SAS. 1998. SAS System for windows V8. SAS Institute Inc., Cary, NC.USA, NC:SAS. 1030 p.
- Saunt, J. 1990. Citrus varieties of the world; an ilustrated guide. Sinclair International Limited. England. 153 p.
- Schneider, H. 1957a. Chromatic parenchyma cells in tristeza-diseased citrus. Phytopathology 47: 534-536.
- Schneider, H. 1957b. Anatomical response of some citrus species to tristeza virus. Phytopathology 47: 536-538.
- Schneider, H. 1968. The anatomy of citrus. In: W. Reuther, L. D. Batchelor y H. J. Webber (eds.) The citrus Industry. Vol II. Anatomy, physiology, genetics, and reproduction. University of California. Division Agricultural Science. California. U.S.A. pp: 1-85.
- SIAP-SAGARPA. 2007. Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. <http://www.siap.sagarpa.gob.mx/sistemas/anuarioestadisticos/2007.html>  
Fecha de consulta: septiembre de 2007.
- Squielaci, A. 1964. Comparative observation on sour oranges and *C. volkameriana* as citrus rootstocks. Tecnica Agricola 16 (1): 72-80.
- Taylor y Francis. 2002. Pest and diseases. Citrus: the genus citrus. Eds, Giovanni Dugo, Angelo Di Giacomo. CRC Press. London, England. 656 p.
- Teofilo-Sobrinho, J., J. Pompeu-Junior., J. Orlando de Figueiredo., F. L Ferraz and S. Aparecido A. 2003. Performance of 'Valencia' sweet orange budded on limeira trifoliate orange in five plant spacings. Laranja 18: 346-355.
- Till, M. R. and J. B. Cox. 1965. A guide to cultural practices for young citrus trees. Journal Agricultural South Australia 68: 232-233.

- Valbuena, M. 1996. Evaluación del limón volkameriano (*Citrus volkameriana* Pasq.) y mandarina cleopatra (*Citrus reshni* Hort. ex Tan.) como patrones de lima persa (*Citrus latifolia* Tan.) en la cuenca media del río Guasare, Sierra de Perijá. Estado Zulia. Venezuela Revista de la Facultad de Agronomía 13 (2): 139-151.
- Valdez V. J. and V. M. Medina U. 1981. Influence of rootstocks on Mexican lime performance in Colima, México. Proceeding of the International Society of Citriculture 1: 142-144.
- Valle, N., O. Herrera and A. Ríos. 1981. The influence of rootstocks on the performance of influence of rootstocks on the performance of 'Valencia' orange under tropical conditions. Proceeding of the International Society of Citriculture 1: 134-137.
- Vascocellos, L. A. and W. S. Castle. 1994. Trunk xylem anatomy of mature healthy and blighted grapefruit trees on several rootstocks. HortScience 2: 185-194.
- Villarreal, M. A. y R. Álvarez R. 2002. Experiencias del uso de patrones tolerantes al VTC en Tamaulipas. Memorias del VI Simposium Internacional de Cítricos. 20-22 de marzo. Cd. Victoria, Tamaulipas.
- Villareal-García, L. A. 2001. Antecedentes y situación del virus de la tristeza de los cítricos en México. *In*: Control Biológico del Pulgón Café *Toxoptera citricida*, vector del virus de la tristeza de los cítricos. 9-14 p.
- Villegas, M. A. y S. Curti-Díaz. 2006. Situación de la citricultura en México. *In*: Actas del II Seminario Internacional de Post-cosecha de cítricos. Concordia, Entre Ríos, Argentina. 7-14 p.
- Wagner, M., G. Laborem., C. Marín., G. Medina y L. Rangel. 2002. Efecto de diferentes portainjertos de cítricos e intervalos de riego sobre la calidad y producción de naranjo 'Valencia'. Bioagro 14 (2): 71-76.
- Wheeler, E. and P. Baas. 1998. Wood Identification – a review. IAWA Journal 19: 341-364.
- Wutscher, H. K. 1974. Rootstocks and mineral nutrition of citrus. *In*: Proceedings of the First International Citrus Short Course. Jackson, L. K., A. H. Krezdorn and J. Soule (eds) Sept. 24-29, 1973. University of Florida, Gainesville. pp: 97-113.
- Wutscher, H. K. 1979. Citrus rootstocks. Horticultural Reviews 1: 237-263.

Wutscher, H. K. and F. W. Bistline. 1988. Performance of 'Hamlin' orange on 30 citrus rootstocks in southern Florida. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 113 (4): 493-497.

Wutscher, H. K., and A. V. Shull. 1975. Yield, fruit quality, growth, and leaf nutrient levels of 14 year-old grapefruit *Citrus paradisi*, Macf. trees on 21 rootstocks. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 100 (3): 290-294.

Yokomi, R. K. 1994. Establishment of *Toxoptera citricida* (Kirkaldy), the brown citrus aphid (Homoptera:Aphididae), in Central American and the Caribbean Basin and its transmission of citrus tristeza virus. *Journal of Economic Entomology* 87: 1078-1085.

<http://pqr.eppo.org/datas/TOXOCI/TOXOCI.png>,2007.

[http://www.ualr.edu/botany/wood\\_sec.jpg](http://www.ualr.edu/botany/wood_sec.jpg),.2007.