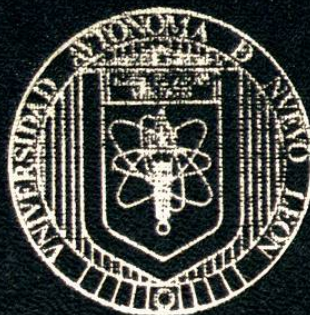


82

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON**

FACULTAD DE AGRONOMIA

DIVISION DE ESTUDIOS DE POST-GRADO



**EFEECTO DE PATRONES DE CITRICOS TOLERANTES  
AL VIRUS TRISTEZA DE LOS CITRICOS EN EL  
CONTENIDO NUTRIMENTAL EN NARANJA  
VALENCIA (Citrus sinensis. Osbeck).**

**POR**

**MARIA ANTONIA CRUZ HERNANDEZ**

**COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER  
EL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS  
EN PRODUCCION AGRICOLA**

MARIN, N. L.

FEBRERO DE 2000

TM

SB608

.06

C7

c.1



1080095038

TM  
SB608

• 06

C7

c-1

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA

DIVISION DE ESTUDIOS DE POST-GRADO



EFECTO DE PATENTES DE CITRICOS TOLERANTES  
AL TIPO Y TIENEZA DE LOS CITRICOS EN EL  
CANTENIMIENTO INTRINSECAL EN NARANJA  
VALLEJIA (*Citrus sinensis*, Osbeck).

POR

MARIA ANTONIA CRUZ HERNANDEZ

COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER  
EL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS  
EN PRODUCCION AGRICOLA

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FEBRERO DE 2009





**EFFECTO DE PATRONES DE CÍTRICOS TOLERANTES AL VIRUS TRISTEZA DE LOS  
CÍTRICOS EN EL CONTENIDO NUTRIMENTAL EN NARANJA VALENCIA (*Citrus  
sinensis*. Osbeck).**

Aprobación de la Tesis



---

**Ph. D. Emilio Olivares Sáenz**  
Asesor principal



---

**Ph. D. Francisco Zavala García**  
Co - Asesor



---

**Ph. D. José Luis de la Garza González**  
Co - Asesor

---

**M.C. Juan Padrón Chávez**

Co - Asesor



---

**Ph. D. Francisco Zavala García**

Subdirector de Estudios de Postgrado de la Facultad de Agronomía  
Universidad Autónoma de Nuevo León.

Marin, N.L. Febrero de 2000

## **DEDICATORIAS**

**A Dios todopoderoso por haberme permitido culminar con esta etapa de mi vida.**

**A mis padres Florencio y María Inés por todo su amor y por ser la razón que me motiva a seguir.**

**A mi abuelita *Malina* que representa lo más sagrado en mi vida**

**A mis hermanas Leoba, Consuelo, Esther, Carolina y Amparo por quererme tanto y porque esta meta es también parte de ellas.**

**A Cristian con todo mi cariño y admiración**



## **AGRADECIMIENTOS**

**Al Dr. Emilio Oliváres Sáenz, por la confianza, respeto y buen trato de siempre; además de ese sentimiento de protección y cariño desinteresado que siempre mostró hacia mí, no puedo más que agradecerle y extemarle mi más profunda admiración.**

**A los Doctores integrantes del comité particular Dr. Francisco Zavala y Dr. José Luís de la Garza González por la dirección y la asesoría en la realización del trabajo de investigación. Hago extenso mi agradecimiento a los catedráticos que contribuyeron en mi formación, por la disponibilidad mostrada en el aula como fuera de ella.**

**Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología así como a la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León que hicieron posible la realización de una etapa más de mi formación.**

**Al Campo Experimental General Terán, N.L y en especial al M.C. Juan E. Padrón Chávez por darme la oportunidad de colaborar y aportar una pequeña parte a su proyecto de investigación.**

**Al M.C. Rafael Zuñiga Tarango; por su confianza y consejo siempre acertado, así como también por las palabras de aliento que siempre tiene para mí. De manera especial agradezco a mi gran amigo Ing. Mariano Molina Velázquez su amistad sincera de tantos años. Al Dr. Clemente Gallegos, Q.B.P. Ofelia Gutiérrez, M.C. Markis Adames y demás compañeros de Postgrado de la FAUANL; gracias por su amistad y por los momentos compartidos.**

**Un sincero agradecimiento a la familia Santamaría Gutiérrez, por hacerme sentir parte de ellos.**

## CONTENIDO

	<b>Página</b>
<b>ÍNDICE</b>	<b>v</b>
<b>ÍNDICE DE CUADROS</b>	<b>ix</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>	<b>x</b>
<b>APÉNDICE</b>	<b>xi</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>xii</b>
<b>SUMMARY</b>	<b>xiv</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
1.1 Objetivo General	4
1.2 Hipótesis	4
<b>II. REVISIÓN DE LITERATURA</b>	<b>5</b>
2.1 La Tristeza de los Cítricos	5
2.1.1 Importancia económica y daños	5
2.1.2 Distribución	6
2.1.3 Diseminación	7
2.1.4 Virus tristeza de los cítricos (VTC)	8
2.1.4.1 Naturaleza y propiedades	8
2.1.4.2 Gama de hospederos	8
2.1.4.3 Razas	9
2.1.5 <i>Toxoptera citricidus</i>	10
2.1.6 Manejo de la enfermedad	10
2.2 Patrones de Cítricos	11
2.2.1 Patrones tolerantes al VTC	12
2.2.1.1 Citrange Troyer	12

2.2.1.2 Citrange Carrizo	13
2.2.1.3 Citrange C-35	13
2.2.1.4 Limón Volkameriano ( <i>Citrus volkameriana</i> Pasquale)	13
2.2.1.5 Lima Milam	14
2.2.1.6 Lima Rangpur ( <i>Citrus limonia</i> Osbeck)	15
2.2.1.7 Mandarina Cleopatra ( <i>Citrus reshni</i> Hort. Ex. Tan)	15
2.2.1.8 Trifoliado Rubidoux	16
2.2.1.9 Trifoliado Beneke	16
2.2.1.10 Trifoliado Barnes	16
2.2.1.11 Trifoliado Pomeroy	16
2.2.2 Patrones susceptibles al VTC	16
2.2.2.1 Naranja Agrio	16
2.3 El Estado Nutricional en las Plantas	17
2.3.1 Relaciones nutricionales de los cítricos	18
2.3.2 La fertilización de los cítricos	19
2.3.3 Determinación de los requerimientos nutricionales de las plantas	21
2.3.3.1 El análisis foliar	21
2.3.3.2 Niveles óptimos de nutrientes en los cítricos	22
2.4 El Metabolismo Fotosintético en Cítricos	24
2.4.1 Fisiología de los árboles	24
2.4.2 Las sendas fotosintéticas	24
2.4.3 Transpiración	27
2.4.4 Factores que afectan la fotosíntesis	28
2.4.4.1 Edad de la hoja	28
2.4.4.2 Intensidad de luz	29

2.4.4.3 Temperatura	29
2.4.4.4 Concentración de CO <sub>2</sub>	29
2.4.5 Factores que afectan la transpiración	30
2.4.5.1 Luz	30
2.4.5.2 Viento	30
2.4.5.3 Conductancia	30
2.4.5.4 Genotipo	31
2.4.5.5 Edad de la planta	31
2.4.6 Conductancia y resistencia	31
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS</b>	<b>33</b>
3.1 Descripción del Área de Estudio	33
3.1.1 Localización	33
3.1.2 Clima	33
3.1.3 Suelo	34
3.1.4 Vegetación	34
3.1.5 Diseño experimental, tratamientos y croquis	35
3.1.6 Material genético y preparación del suelo	37
3.1.7 Labores culturales	38
3.2 Variables	39
3.2.1 Altura de planta	39
3.2.2 Diámetro del tallo del patrón	39
3.2.3 Diámetro del tallo de la variedad	39
3.2.4 Actividad fotosintética	40
3.3 Análisis Foliares	40
3.3.1 Técnicas para el análisis químico de las muestras	42

3.3.1.1 Técnica Macrokjeldahl para la determinación de nitrógeno	42
3.3.1.2 Método Olsen para la determinación de fósforo	44
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	<b>46</b>
4.1 Desarrollo de los Patrones en el Campo	46
4.1.1 Altura de planta	46
4.1.2 Diámetro del tallo de los patrones	52
4.1.3 Diámetro del tallo de la naranja Valencia	56
4.1.4 Interacciones entre el injerto y el patrón	59
4.2 Nutrición Mineral	62
4.2.1 Comparación entre patrones	62
4.2.2 Diagnóstico nutrimental	67
4.2.2.1 Nitrógeno	67
4.2.2.2 Fósforo	68
4.2.2.3 Potasio	68
4.2.2.4 Manganeso	69
4.2.2.5 Hierro	69
4.2.2.6 Cobre	69
4.2.2.7 Zinc	69
4.3 Actividad Fotosintética	70
<b>V. CONCLUSIONES</b>	<b>74</b>
<b>VI. BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>76</b>
<b>VII. APÉNDICE</b>	<b>84</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro</b>		<b>Página</b>
1	Contenido de nutrientes de cítricos para la región citrícola de Montemorelos según Carmona (s.f)	23
2	Comparación de medias para altura de planta. Contenido nutrimental de patrones tolerantes al VTC. 1997-1998. CEGET.	47
3	Comparación de medias para diámetro del tallo de los patrones. Contenido nutrimental de patrones tolerantes al VTC. 1997-1998. CEGET.	53
4	Medias para el diámetro del tallo de la naranja Valencia. Contenido nutrimental de patrones tolerantes al VTC. 1997-1998. CEGET.	57
5	Medias para nitrógeno, potasio y manganeso. Contenido nutrimental de patrones tolerantes al VTC. 1997-1998. CEGET.	63
6	Medias para los nutrimentos que no presentaron diferencia significativa. Contenido nutrimental de patrones tolerantes al VTC. 1997-1998. CEGET	64
7	Medias para fotosíntesis, conductancia y transpiración. Contenido nutrimental de patrones tolerantes al VTC. 1997-1998. CEGET.	71

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura</b>		<b>Página</b>
1	Croquis del experimento. Efecto de patrones de cítricos tolerantes al virus de la tristeza de los cítricos en el contenido nutrimental en naranja Valencia	36
2	Altura de los patrones de cítricos durante el trabajo experimental. Contenido nutrimental de patrones tolerantes al VTC. 1997-1998. CEGET.	50
3	Desarrollo del diámetro del tallo de los patrones de cítricos. Contenido nutrimental de patrones tolerantes al VTC. 1997-1998. CEGET.	55
4	Comportamiento del diámetro del tallo de la naranja Valencia. Contenido nutrimental de patrones tolerantes al VTC. 1997-1998. CEGET.	58

## APÉNDICE

<b>Cuadro</b>		<b>Página</b>
A-1	Resultados del análisis de varianza para la variable altura de planta. Contenido nutrimental de patrones tolerantes al VTC. 1997-1998. CEGET	84
A-2	Resultados del análisis de varianza para las variables diámetro de patrón y diámetro de injerto. Contenido nutrimental de patrones tolerantes al VTC. 1997-1998. CEGET.	85
A-3	Resultados del análisis de varianza para los nutrimentos evaluados. Contenido nutrimental de patrones tolerantes al VTC. 1997-1998. CEGET.	86
A-4	Resultados del análisis de varianza para las variables fotosíntesis, conductancia y transpiración. Contenido nutrimental de patrones tolerantes al VTC. 1997-1998. CEGET.	87



## RESUMEN

En México se cultivan 464,000 has de cítricos (Becerril y Flores, 1994) de los cuales aproximadamente el 90% están injertados sobre Naranja Agrio (*Citrus aurantium* L.). Este patrón, en combinación con diferentes variedades de cítricos resulta ser altamente susceptible a la tristeza de los cítricos (VTC), enfermedad que causa la muerte de los árboles (Villegas *et al*, 1996). Esto aunado al inminente ingreso a nuestro país del áfido *Toxoptera citricidus* (Kirkaldy) considerado como el vector más eficiente en la transmisión del VTC, es necesario que las nuevas plantaciones de cítricos se establezcan sobre portainjertos tolerantes a la tristeza (Villegas *et al*, 1996). Debido a que cada portainjerto puede tener un comportamiento distinto en diferentes zonas ecológicas, la evaluación necesariamente tiene que efectuarse en los lugares donde los portainjertos van a ser utilizados, para conocer los más adecuados para cada región en particular en caso de ser necesaria la sustitución del Naranja Agrio.

Debido a lo mencionado anteriormente se estableció un experimento en el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental General Terán para evaluar la adaptación de 11 patrones tolerantes al VTC contra uno susceptible (Naranja Agrio) todos injertados con naranja Valencia (*Citrus sinensis* Osbeck).

El experimento se estableció bajo un diseño de bloques al azar con 12 tratamientos y 9 repeticiones utilizando un árbol como unidad experimental.

Los parámetros que se evaluaron fueron altura de planta, diámetro de tallo del patrón y el injerto, para conocer la eficiencia de los patrones para asimilar los nutrientes del suelo, también se evaluó la nutrición mineral (N, P, K, Fe, Cu, Mn Zn), actividad fotosintética, transpiración y conductancia de las plantas.

Para altura de planta, diámetro del tallo del patrón y el injerto se observó un comportamiento diferente dependiendo del patrón evaluado. En cuanto a la nutrición mineral se observaron diferencias significativas entre los patrones para la concentración foliar en algunos elementos; estos fueron N, K y Mn; lo mismo que para la actividad fotosintética, sin embargo para conductancia y transpiración no sucedió lo mismo.

Los resultados obtenidos muestran que el Limón Volkameriano fue el patrón con mayor desarrollo en cuanto a altura, diámetro de tallo del patrón, diámetro de tallo de la variedad, así mismo presentó niveles óptimos en K, Mn, Zn y P superando al Naranja Agrio en los parámetros antes mencionados a excepción del N y Cu. Considerándose de esta manera como un patrón ideal para sustituir al Naranja Agrio debido a que en evaluaciones en producción ha superado al mismo.

Otros patrones recomendados como sustitutos del Naranja Agrio son la lima Rangpur, el citrange Troyer y el citrange Carrizo, debido a que después de la lima Volkameriana fueron los patrones más sobresalientes en este trabajo de investigación.

## SUMMARY

Twelve citrus rootstocks of Valencia orange (*Citrus sinensis* Osbeck) were evaluated for growth, mineral concentration, and photosynthetic rate. This survey was carried out under field conditions at General Teran, N.L. Mexico, using a randomized complete block design with nine replications and one plant as experimental unit.

The results indicated a wide difference in adaptation of the scion due to genetic characteristics of the rootstock. The difference in growth of the scion is explained by the ability of the rootstock to absorb nutrients and translocate them to the scion leaves.

It was shown by statistical analysis that Volkameriana lemon was the best rootstock in tree size, diameter of rootstock and scion, exhibited optimum levels of K, P, Mn and Zn. Valencia scion grafted on Volkameriana lime, showed low levels of N and Cu. There was a statistical difference in photosynthetic rate, but not –for conductance and transpiration.

Even though Rangpur lime, citrange Troyer and citrange Carrizo had less growth than Volkameriana lime, their growth was better compared to the control.

The growth of Valencia scion was very poor when trifoliolate Pomeroy was used as rootstock. Volkameriana lemon, seems to be a good alternative to replace sour orange, which is susceptible to citrus tristeza virus (CTV).

## I. INTRODUCCIÓN

La citricultura mundial enfrenta grandes riesgos, ya que presenta serios problemas de fitosanidad, destacando entre ellos las enfermedades virales que pueden afectar severamente la producción de este cultivo si no son atendidas con prioridad (Roistacher y Moreno, 1991). La enfermedad viral de mayor importancia en la actualidad es la tristeza de los cítricos, cuyo vector más eficiente es el áfido *Toxoptera citricidus* (Kirkaldy) (Lastra *et al.*, 1992). El virus tristeza de los cítricos (VTC) representa una amenaza en potencia para la citricultura mundial, principalmente por la predominancia del Naranja Agrio como portainjerto, que aunque si bien es cierto, es tolerante a enfermedades tales como psorosis, exocortis y xiloporosis, es extremadamente susceptible al VTC (Roistacher, 1993).

México se considera como una de las pocas áreas del mundo donde aparentemente aún no existen problemas con VTC. Sin embargo, la predominancia del Naranja Agrio como único portainjerto en casi el 100% de las plantaciones, junto con las áreas extensas plantadas con limón mexicano en la Costa del Pacífico, lo hacen totalmente vulnerable al VTC (Rocha y Peña, 1992).

La presencia del VTC tanto en los Estados Unidos como en Centro América, el movimiento gradual mostrado por el vector *Toxoptera citricidus* hacia el norte del Continente procedente de América del Sur, su presencia en Panamá, Costa Rica y Nicaragua, así como los recientes hallazgos de este vector en varios países de la Cuenca del Caribe, indican que tarde o temprano la "tristeza"

inevitablemente va a llegar a ser un problema en México (Rocha y Peña, 1992 ).

En México, existen pocos reportes donde se evalúa el comportamiento de portainjertos de cítricos. En Nuevo León, se han evaluado a nivel experimental algunos patrones para naranja y toronja. Otros estados que han realizado experimentos con patrones tolerantes al VTC son Colima, Yucatán y Sonora.

La evaluación del comportamiento de los portainjertos es un proceso que lleva por lo menos 10 años de duración. Como cada portainjerto puede tener un comportamiento distinto en diferentes zonas ecológicas, desafortunadamente las posibilidades de extrapolar los resultados obtenidos en un área determinada a otra es limitada. Por lo tanto, la evaluación necesariamente tiene que efectuarse en los lugares donde los portainjertos van a ser utilizados.

Se requiere de investigaciones que involucren el uso de patrones tolerantes, para conocer cuáles serían los más adecuados para cada región en particular, así como estar preparados en caso de ser necesaria la sustitución del Naranja Agrio debido a la presencia de tristeza (Rocha y Padrón, 1992).

Uno de los parámetros de vital importancia a estudiar es el efecto del patrón sobre la nutrición de la planta, ya que es uno de los factores más importantes que influyen en el desarrollo del árbol y posteriormente en la calidad del fruto (Del Rivero, 1968).

En la calidad de los frutos de agrios, el portainjerto y la nutrición son los

factores más importantes, después de los factores climáticos. Lo expuesto explica que la intensidad y aspecto de síntomas foliares puedan variar en función de la especie y de la variedad de agrio, del portainjerto utilizado, de la edad de la hoja y de su posición; así como también por el elemento en exceso o deficiencia (Del Rivero, 1968).

En base a esto, es necesario realizar investigaciones referentes a la nutrición vegetal en cítricos, para poder llevar a cabo una adecuada elección de patrones y hacer recomendaciones del establecimiento de los mismos de acuerdo a las diferentes condiciones climáticas, edáficas, etc., imperantes en las diversas regiones citrícolas.

Aunado a lo mencionado anteriormente, existen diferentes formas de medir la adaptación de un cultivo. El rendimiento de fruto es uno de los más comunes; sin embargo, el tiempo requerido para hacer su determinación es muy largo. Debido a esto, una estimación que puede estar directamente relacionada es la actividad fotosintética de la hoja. Un injerto adecuadamente desarrollado y mantenido por el portainjerto, repercutirá en una actividad fotosintética favorable para una mayor productividad de la planta. Debido a lo anterior, otro de los parámetros de gran importancia a estudiar es lo referente a la actividad fotosintética en las hojas de los diferentes patrones.

Según las consideraciones anteriores, en el presente estudio se plantean los siguientes objetivos e hipótesis:

## **1.1 Objetivo General**

**Evaluar el potencial genético, nutricional y fisiológico de once patrones de cítricos tolerantes al virus de la tristeza y uno susceptible; en el ambiente de General Terán, N.L.**

## **1.2 Hipótesis**

**Los patrones difieren en su efecto sobre la concentración de nutrimentos en las hojas y en un comportamiento diferencial en el uso eficiente del agua y de asimilación de CO<sub>2</sub> de la naranja Valencia.**

## **II. REVISIÓN DE LITERATURA.**

### **2.1 La tristeza de los cítricos.**

#### **2.1.1 Importancia económica y daños**

México ocupa a nivel mundial el 6o lugar en la producción de cítricos y el 1er lugar en la producción de limón mexicano. En la actualidad, se cuenta con una superficie de 464,000 mil hectáreas dedicadas al cultivo de los cítricos, las cuales generan una producción anual promedio estimada en 3.5 millones de toneladas. La industria citrícola de México, además de proporcionar fruta para consumo local y para exportación, representa un importante apoyo para la economía del país proporcionando fuente de divisas y de empleo para una gran parte de la población (Rocha y Peña, 1992).

Prácticamente, todas las plantaciones comerciales de naranja, mandarina y toronja, así como alrededor del 16% de limón mexicano, están injertadas sobre Naranja Agrio (*Citrus aurantium* L), lo cual representa alrededor del 85-90% de la citricultura nacional. El 10-15% restante lo constituye principalmente limón Mexicano sembrado directamente de semilla y/o sobre limón Volkameriano, (*Citrus amblycarpa* Ochse) o naranjo Macrofila.

El Naranja Agrio se considera un buen portainjerto principalmente por su tolerancia a *Phytophthora spp*, hongo causante de la pudrición del pie o gomosis y a la enfermedad causada por el viroide exocortis de los cítricos, la cual es



endémica de varias regiones del país. No obstante las grandes ventajas que representa el Naranja Agrio como portainjerto, es extremadamente susceptible al virus tristeza de los cítricos (VTC), el cual ha eliminado millones de árboles de naranja dulce, mandarina y toronja crecidas sobre este patrón y ha ocasionado cambios radicales en la citricultura de muchas áreas del mundo como Brasil, Uruguay, Argentina, Japón, Estados Unidos, España e Israel (Roistacher y Moreno, 1991).

### **2.1.2 Distribución.**

La distribución de esta enfermedad se considera mundial y solo algunos países se reportan sin daños endémicos, los cuales se señalan en el mediterráneo, algunos países de la cuenca del Caribe (Cuba) y México; para algunos de éstos, se ha reportado recientemente el VTC, mientras que en otros se sospecha la presencia del mismo. Los daños que ocasiona la enfermedad de la tristeza a la citricultura mundial, permiten ubicarla entre las enfermedades de los cítricos más devastadoras que se conocen (Silva-Vara, 1995).

Adicionalmente, existen evidencias que las variantes del VTC más destructivas, así como el vector más eficiente de virus, el áfido *Toxoptera citricidus* (Kirkaldy), se han ido moviendo en forma natural hacia el norte del Continente desde América del Sur; estudios recientes indican que el vector *T. citricidus* está ampliamente distribuido en Costa Rica, Panamá, Sur de Nicaragua y en la mayoría de las Islas del Caribe; asimismo, el VTC se encuentra presente

en todos los países de Centro América, incluyendo Belice y Guatemala en la frontera sudeste de México; así como en las zonas cítricas de California y Florida en los Estados Unidos. Lo anterior, representa sin duda alguna una amenaza potencial para toda la citricultura de México, principalmente por la predominancia del Naranja Agrio como portainjerto en todo el país (Rocha y Padrón, 1992).

### **2.1.3 Diseminación.**

El VTC se transmite con relativa facilidad por injerto de yema y de tejido, por lo que su presencia en el campo se debe en gran medida al empleo de material de propagación proveniente de plantas infectadas; la diseminación posterior puede ser llevada a cabo por varias especies de áfidos en una manera semi-persistente, entre los cuales sobresalen: por su mayor eficiencia *Toxoptera citricidus* Kirkaldy y *Aphis gossypii* Glover. La transmisión por semilla no ha sido demostrada (Rocha y Padrón, 1992).

En América del Sur, en países como Argentina, Uruguay, Brasil y Perú, es bien conocida la amplia distribución de *T. citricidus*. Así como también de aislamientos del VTC del tipo declinamiento del tallo; que es el más frecuente en los huertos de cítricos y de la ocurrencia de aislamientos extremadamente severos que causan el acanalado o picado del tallo independientemente del portainjerto utilizado. En los últimos 20 años, se ha observado un movimiento natural hacia el norte del Continente de *T. citricidus*, el cual ha ido acompañado,

cierto tiempo después de descubierta la presencia del áfido, de la ocurrencia de brotes severos de "tristeza" (Lee y Rocha, 1992).

#### **2.1.4 Virus tristeza de los cítricos (VTC)**

##### **2.1.4.1 Naturaleza y propiedades**

El VTC es un closterovirus de aproximadamente 2000 x 11 nm de tamaño y transmitido por áfidos en una manera semi-persistente. El VTC se transmite con relativa facilidad por injerto de yema y de tejido. La transmisión mecánica se ha logrado solo mediante la inoculación de muestras parcialmente purificadas en heridas hechas en el tallo de hospedantes susceptibles, tal como el citrón (*Citrus medica* L) y el limón mexicano. La transmisión por semilla no ha sido demostrada (Rocha y Peña, 1992).

El VTC es un patógeno de gran variabilidad y ocurre en la naturaleza en una diversidad de aislamientos o razas las cuales pueden variar en gran medida en la reacción y sintomatología en diversos hospedantes, así como en transmisión por áfidos (Rocha y Peña, 1992).

##### **2.1.4.2 Gama de hospederos**

La presencia del VTC en el campo se debe en gran medida al empleo de material de propagación (yemas) provenientes de plantas infectadas, la diseminación subsecuente puede ser llevada a cabo por varias especies de áfidos en una manera semi-persistente, entre los cuales sobresalen por su eficiencia

*Toxoptera citricidus* Kirkaldy y *Aphis gossypii* Glover.

Otros áfidos que han sido consignados como vectores del VTC bajo condiciones experimentales son: *Aphis craccivora* Koch, *Daactinotus jaceae* L. y *Myzus persicae* Sulzer (Rocha y Peña, 1992).

#### **2.1.4.3 Razas**

El VTC ocurre en la naturaleza en una diversidad de aislamientos o razas las cuales pueden variar en gran medida en la reacción y sintomatología en diversos hospedantes, así como en transmisibilidad por áfidos (Roistacher y Moreno, 1991). Existen aislamientos del VTC que causan declinamiento en plantas de naranja, toronja y mandarina injertadas en patrón Naranja Agrio. El efecto final es un declinamiento gradual o repentino que ocasiona la muerte del árbol. Como una consecuencia, puede aparecer una coloración café claro en la unión del injerto de algunos árboles afectados. Las plantas de limón mexicano son afectadas por este tipo de declinamiento independientemente del portainjerto utilizado o de haber crecido a pie franco. Existen algunos aislamientos que pueden inducir acanaladuras o picado del tallo o ramas en la variedad (copa) y/o en el portainjerto. En casos severos, se presenta un debilitamiento general del árbol con una subsecuente reducción en el tamaño del fruto y en el rendimiento. El potencial destructivo de los aislamientos que causan el acanalado o picado del tallo se considera de importancia económica mayor, debido a que afectan a los cítricos independientemente del portainjerto utilizado (Lee y Rocha, 1992). Existen

aislamientos poco patogénicos que no causan ningún efecto visible en los hospedantes que infectan, aún en aquellos injertados en Naranja Agrio (Lee y Rocha, 1992). Una situación similar de ningún efecto visible se puede presentar cuando aislamientos que causan declinamiento en plantas injertadas en Naranja Agrio, infectan plantas injertadas en patrones tolerantes (Lee y Rocha 1992).

### **2.1.5 *Toxoptera citricidus*.**

El áfido café de los cítricos *Toxoptera citricidus*, es el vector más eficiente del VTC. El áfido probablemente es nativo de China y actualmente se encuentra distribuido en una gran cantidad de regiones citrícolas del mundo. Aunque se considera como una especie tropical, el áfido existe en lugares fríos.

*T. citricidus*, además de ser vector de aislamientos extremadamente severos del VTC, es en sí una plaga de consideración del cultivo de los cítricos. Las poblaciones más abundantes se presentan en la primavera y principios del verano. El áfido requiere alrededor de 12 días para madurar (Rocha y Peña, 1992).

### **2.1.6 Manejo de la enfermedad**

Existen varias alternativas para evitar la presencia o reducir los daños causados por el VTC en plantaciones de cítricos. En las pocas áreas del mundo donde aun no está presente, se mantienen programas de cuarentena y certificación de material libre de virus para prevenir la introducción de material de

propagación proveniente de áreas donde la enfermedad es endémica. Así mismo, en los lugares donde el VTC está presente, se llevan a cabo campañas de detección y erradicación. Una vez que la enfermedad ocurre en forma epidémica, se pueden presentar dos situaciones, dependiendo del tipo de aislamiento del VTC presente y de la combinación variedad/portainjerto. En el declinamiento típico seguido de la muerte de plantas injertadas con Naranja Agrio, se acostumbra la sustitución del Naranja Agrio como portainjerto para manejar la enfermedad; pero en la ocurrencia de aislamientos extremadamente severos que causan el acanalamiento del árbol independientemente del patrón utilizado aún no existe una manera efectiva de combate (Rocha y Peña, 1992).

## **2.2 Patrones de Cítricos**

Dada la importancia que los patrones ejercen sobre la calidad y aspecto del fruto de las variedades injertadas, así como sobre otras importantes características, el estudio de las variedades de agrios no está completo sin señalar algunas de las características más destacadas de los patrones. La longevidad, crecimiento y producción del árbol y la calidad del fruto son aspectos de gran importancia.

Cuando se elige un patrón, no solo se debe tener en cuenta la producción y el tamaño del fruto; sino también, la capacidad de resistencia del árbol ante la sequía, el frío, la salinidad y alcalinidad. Además, es la interacción injerto patrón la que capacita al árbol para resistir los efectos adversos de plagas y

enfermedades.

En un principio, el Naranja Agrio se utilizaba únicamente como patrón, pero tras comprobar que los árboles de Sudáfrica y Australia sufrían una enfermedad posteriormente identificada como "tristeza" se extendió la búsqueda de otros patrones que pudieran tolerar la enfermedad.

Como resultado, en la actualidad existe un gran número de patrones, algunos son especies naturales y otros son híbridos artificiales (Saunt, 1992).

## **2.2.1 Patrones tolerantes al VTC**

### **2.2.1.1 Citrange Troyer**

Este patrón fue obtenido en 1909 por E.M. Savage en Riverside, Cal. polinizando flores de Washington navel (*Citrus sinensis* (L) Osbeck) con polen de *Poncirus trifoliata* (L) Raf., siendo en la actualidad un patrón ampliamente usado. Es tolerante a la tristeza, psorosis y cachexia/xiloporosis, pero sensible a Exocortis. Presenta resistencia a *Phytophthora spp.*; en plantaciones jóvenes se pueden llegar a observar exudaciones gomosas por encima del nivel del suelo (Fomer-Valero, 1981). Tiene buena afinidad con las variedades de naranja dulce, mandarino y pomelo, pero es incompatible con el limonero Eureka; da lugar también a uniones características, al adquirir el patrón mayor diámetro que el injerto. Induce buena productividad y vigor, precocidad en la producción y frutos de alta calidad. Su comportamiento en vivero es excelente, dando lugar a plantas

uniformes y de buen vigor. Es sensible a los altos contenidos de carbonatos de calcio del suelo, aunque los niveles tolerados varían sensiblemente con otras características del terreno no bien determinadas, pudiéndose decir que tolera hasta 8.5% de caliza activa. Es sensible a la salinidad, tolera poco la sequía y se adapta mejor a los suelos livianos (Rocha y Padrón, 1992).

#### **2.2.1.2 Citrange Carrizo**

Este patrón procede vegetativamente del mismo híbrido que originó el Citrange Troyer, por lo que son prácticamente iguales desde un punto de vista morfológico y con pequeñas diferencias respecto a su comportamiento agronómico, como su mayor resistencia a *Phytophthora spp* y las variedades injertadas sobre este patrón son más productivas que sobre Troyer (Rocha y Padrón, 1992).

#### **2.2.1.3 Citrange C-35**

Es una variedad trifoliada tolerante a tristeza, soporta más los suelos calcáreos que el citrange Carrizo. En la Huasteca Veracruzana existen huertas en desarrollo con este portainjerto sin ningún problema hasta el año 1985 (Forn-Valero, 1985)

#### **2.2.1.4 Limón Volkameriano (*Citrus volkameriana* Pascuale).**

Es un patrón considerado como tolerante a tristeza, exocortis y psorosis. Recientemente se ha comprobado su sensibilidad a cachexia/xiloporosis en



Brasil. Se utiliza en Italia como patrón de limonero por tener una mayor resistencia al "mal seco" comparado con el Naranja Agrio. Presenta buena resistencia a la caliza, presenta una moderada resistencia a la salinidad y a *Phytophthora spp.*, pero es sensible al frío. Su comportamiento en vivero es bueno, aunque da lugar a cierta heterogeneidad de plantas en semillero y el trasplante hay que efectuarlo con precaución, ya que es un patrón que se encuentra casi permanentemente en actividad vegetativa; además, las raíces finas laterales son muy frágiles y se rompen con facilidad al arrancar la planta. Como patrón de naranjo induce una gran producción, aunque la calidad de la fruta es inferior a la de otros patrones. Los limoneros injertados en este patrón presentan una excelente producción, similar a los árboles injertados en *C. macrophylla* (Fomer-Valero, 1985).

#### **2.2.1.5 Lima Milam**

El "Milam" es, probablemente, un híbrido espontáneo de limón rugoso por otro genitor desconocido. Se utiliza debido principalmente a su resistencia al nemátodo *Radopholus similis*. Está considerado como tolerante a "tristeza", exocortis y xiloporosis; muy sensible a *Phytophthora spp* y sensible al frío. La productividad de las variedades injertadas es de tipo medio y la calidad del fruto normal (Fomer-Valero, 1985).

### **2.2.1.6 Lima Rangpur (*Citrus limonia* Osbeck).**

Patrón considerado como tolerante a tristeza; sin embargo, está resultando sensible en Brasil, en donde se le utiliza ampliamente. Presenta una marcada resistencia a la sequía, a la salinidad y a los altos contenidos en carbonato de calcio del suelo. Es muy sensible a las virosis exocortis y xiloporosis, así como a hongos del género *Phytophthora*. Las variedades injertadas muestran buen vigor y altas producciones; aunque, a veces, una calidad de fruta deficiente (Fomer-Valero, 1985)

### **2.2.1.7 Mandarina Cleopatra (*Citrus reshni* Hort. ex Tan )**

Es tolerante a tristeza, exocortis y a psorosis escamosa. Aunque su tolerancia a xyloporosis ha sido cuestionada en ocasiones, los estudios realizados en plantaciones españolas lo revelan como tolerante a esta virosis. Las referencias internacionales le atribuyen una resistencia a *Phytophthora spp* inferior a la del citrange Troyer. Muy resistente a la salinidad, presenta también buena resistencia a la clorosis férrica; siendo sensible a la asfixia radical. A pesar de sus buenas cualidades, presenta el inconveniente de que las plantaciones efectuadas con este patrón muestran un comportamiento irregular e imprevisible que, en numerosos casos, da lugar a un desarrollo deficiente, sobre todo durante los primeros años de vida de la planta. Suele ir bien en terrenos de tipo franco o sueltos. Las variedades de naranjo dulce, de mandarino y de pomelo, injertadas sobre mandarino Cleopatra, presentan buena productividad y una excelente

calidad de fruta; aunque el tamaño del fruto suele ser inferior al producido sobre otros patrones (Fomer-Valero, 1985).

#### **2.2.1.8 Trifoliado Rubidoux**

Árboles sensibles a suelos salinos, poco tolerantes a exocortis, pero si toleran la psorosis (Del Valle, 1999)

#### **2.2.1.9 Trifoliado Beneke**

Árboles que no toleran suelos con pH alcalinos, de porte regular (Del Valle, 1999)

#### **2.2.1.10 Trifoliado Barnes**

Árboles tolerantes a suelos salinos, de porte regular (Del Valle, 1999).

#### **2.2.1.11 Trifoliado Pomeroy**

Árboles muy sensibles a suelos calcáreos (Del Valle, 1999).

### **2.2.2 Patrones susceptibles al VTC**

#### **2.2.2.1 Naranja Agrio (*Citrus aurantium* L).**

El Naranja Agrio es uno de los patrones más importantes a nivel mundial, el cual todavía se emplea en la actualidad en las zonas donde no existe la tristeza. El Naranja Agrio induce vigor moderado con buena productividad y frutos de gran calidad. No solo da al fruto un alto contenido de azúcar (sólidos solubles) y

niveles de acidez altos, sino que también permite su mantenimiento durante períodos más largos que otros patrones sin que se produzca pérdida de sus condiciones comerciales. El tamaño del fruto es bueno como lo es también el contenido de ácido ascórbico (Vitamina C).

La capacidad del Naranja Agrio para adaptarse a suelos húmedos se debe en cierta medida a su tolerancia a la podredumbre del pié o gomosis (*Phytophthora spp*). Es también más tolerante a la salinidad y tiene buen comportamiento sobre suelos calizos; sin embargo, no tienen buena producción sobre suelos arenosos, a diferencia de otros patrones. Junto con el *Poncirus trifoliata* y el Swingle, el Naranja Agrio induce la mejor resistencia al frío de todos los patrones. El Naranja Agrio se utiliza en gran escala en muchos países (Saunt, 1992).

### **2.3 El estado Nutrimental en las Plantas**

Los nutrientes esenciales requeridos por las plantas superiores son exclusivamente de naturaleza inorgánica. Este requerimiento exclusivo de las plantas superiores es una característica distintiva comparada con la de otros organismos tales como el hombre, animales y un número de microorganismos con requerimientos adicionales de comestibles orgánicos (Mengel y Kirkby 1987). Los nutrientes minerales se han dividido convencionalmente, con base en el contenido del elemento en el tejido vegetal, en: macronutrientes (C, H, O, N, S, P, K, Ca, Mg) y micronutrientes (Fe, Mn, Cu, Zn, Mo, B, Ni, Cl) (Salisbury y Ross,

1991).

En general, se acepta que los elementos considerados como esenciales, lo son para todas las angiospermas y gimnospermas, aunque de hecho solo se han investigado bien los requerimientos nutritivos de unas 100 especies.

### **2.3.1 Relaciones nutrimentales de los cítricos.**

Para el crecimiento normal y producción óptima de frutos, los cítricos como cualquier otra planta, requieren de todos los elementos esenciales en cantidades variables, en una condición balanceada. Esto último es crítico para la nutrición del árbol porque cuando un nutrimento está deficiente, su escasez puede afectar de manera negativa varios procesos en la planta, y de esta forma, restringir la absorción, utilización, o distribución óptima de otros elementos esenciales. Por otra parte, el exceso de un nutrimento puede ser tóxico para el árbol y/o afectar la disponibilidad de otros nutrimentos en el suelo. Además, de la gran variación en las cantidades de los nutrimentos en las plantas, las concentraciones en órganos individuales y en diferentes épocas durante la estación de crecimiento también difieren substancialmente (Cortés *et al*, 1998).

Por esta causa es sumamente importante poder determinar en cada zona, las necesidades nutritivas reales de las plantaciones, ya que estas varían según los diversos suelos, condiciones climáticas, portainjertos y variedades (Palacios, 1978).

### **2.3.2 La fertilización de los cítricos**

Generalmente el suelo contiene importantes reservas nutritivas, que aparentemente bastarían para alimentar copiosas cosechas durante años. Pero ocurre que estos elementos no son puestos a disposición de los vegetales en cantidades adecuadas para un óptimo crecimiento. El agua de lluvia, o de riego, solamente transporta pequeñas cantidades de sustancias del suelo para llevarlas a todas las partes de la planta. Por lo tanto, es conveniente añadir nutrimentos de efectos más rápidos, bajo la forma de fertilizantes (Rebour, 1969), llamada también fertilización química.

Esta fertilización consiste de sustancias que se emplean como abonos para las tierras y que pueden tener orígenes muy diversos: mineral, sintético, subproductos de industrias, etc.

Las cantidades recomendadas para la adecuada fertilización de los cítricos de acuerdo a sus diferentes etapas fenológicas son las siguientes:

En terrenos recién plantados se recomienda que en el fondo de cada pozo destinado a recibir la planta se incorporen 30 g de fósforo, que puede ir o no acompañado de estiércol bien descompuesto.

Esta aplicación conviene realizarla 15 días antes de iniciar la plantación. El motivo de aplicarlo es el de suministrar a las raíces una fuente de fósforo dada su difícil movilidad en el suelo (Palacios, 1978).

Una vez en crecimiento, cuando las plantitas han comenzado a brotar, se les deben agregar 60 g de nitrógeno cada dos meses. En los meses de muchas lluvias esta aplicación debe ser mensual (Palacios, 1978).

La fertilización normal anual para árboles en desarrollo cuya edad sea de uno o dos años, es de 80 a 120 g de nitrógeno, respectivamente. Cantidad que se divide en cuatro aplicaciones entre los meses de febrero y agosto (Villanueva-Villa, 1992).

Las dosis anuales para árboles de tres, cuatro, cinco y seis años, son de 140, 200, 300 y 400 g de nitrógeno, respectivamente, cantidad que se divide en dos aplicaciones entre los meses de febrero y agosto (Carmona, s.f.)

Para las plantas en producción, por lo general se utiliza un kilogramo de urea por árbol en producción, lo cual da 460 g de nitrógeno; esta cantidad no satisface, por lo regular, las necesidades del árbol; por lo que se recomiendan aplicaciones de 2 kg de urea por árbol, o bien 3.5 kg. de nitrato de amonio, o 4 kg de sulfato de amonio por árbol en producción; esto es con la finalidad de proporcionarle al árbol una cantidad aproximada de 1 kg de nitrógeno por año. La aplicación de fósforo y potasio será cada tres años aplicando 100 kg de fósforo y 50 kg de potasio por hectárea aproximadamente.

Se aconseja regar después de haber fertilizado, si no hubiere suficiente humedad. La fecha de fertilización nitrogenada es de vital importancia, ya que se realizará en el mes de enero o febrero pues ayuda a tener una brotación más

elevada y mayor concentración de nitrógeno en ramas y hojas, lo cual trae consigo una buena producción de flores.

Las aplicaciones de fertilizantes se hacen por lo general, al voleo y debajo de la copa del árbol (Juncal-Faisal, 1997).

En general, puede decirse que las plantas jóvenes, en proporción, necesitan más nitrógeno y fósforo, y poco potasio. A medida que entran en producción, deberán disminuirse las dosis de fósforo y aumentar progresivamente el potasio (Palacios, 1978). Esto demuestra que el consumo de potasio va en aumento con la producción.

### **2.3.3 Determinación de los requerimientos nutricionales de las plantas**

#### **2.3.3.1 El análisis foliar**

El agregado indiscriminado de nutrimentos, además de resultar antieconómico, puede perjudicar a las plantas y a la producción al desequilibrar la fisiología del vegetal. Hay varias formas de establecer qué elementos nutritivos requiere una planta en un determinado suelo, pero ninguna de ellas es absoluta. De modo que, generalmente, mediante la combinación de varias de estas técnicas es posible lograr un adecuado plan de fertilización.

Una técnica de diagnóstico nutritivo, consiste en el análisis de una parte del vegetal, por lo general las hojas. Mediante la determinación de las cantidades de elementos minerales de éstas, es posible establecer el estado de nutrición



vegetal.

En citricultura, la técnica del análisis foliar está muy desarrollada. Muchos son los trabajos realizados para determinar los niveles adecuados de los distintos elementos nutritivos en las hojas, que coinciden con buenos desarrollos y abundantes cosechas.

Esta técnica necesita, asimismo, ser calibrada para cada zona y cada tipo de suelo, ya que el contenido mineral de las hojas de las plantas no es fijo, sino que sufre variaciones más o menos grandes según los elementos, la variedad, el portainjerto, la edad de las hojas, su posición en el árbol, las condiciones climáticas, culturales, sanitarias y el tipo de suelo (Palacios, 1978).

### **2.3.3.2 Niveles óptimos de nutrimentos en los cítricos**

Una de las ventajas del análisis foliar es la de permitir establecer en forma rápida y con bastante exactitud el estado de nutrición de una planta, muchas veces antes que se presenten los síntomas foliares de deficiencias que traen aparejadas, generalmente, una disminución en la producción (Palacios, 1978).

En el Cuadro 1 se presenta una guía aproximada de análisis foliar realizadas en huertas del municipio de Montemorelos para diagnosticar el estado nutricional de naranjos adultos.

**Cuadro 1. Contenido de nutrientes de cítricos para la región citrícola de Montemorelos según Carmona (s.f.)\***

Nutrimento	Unidad **	Rango		
		Bajo	Optimo	Alto
Nitrógeno	%	2.20 a 2.40	2.50 a 2.70	2.80 a 3.00
Fósforo	%	0.09 a 0.11	0.12 a 0.16	0.17 a 0.30
Potasio	%	0.70 a 1.10	1.20 a 1.70	1.80 a 2.40
Calcio	%	1.50 a 2.90	3.00 a 4.90	5.00 a 7.00
Magnesio	%	0.20 a 0.29	0.30 a 0.49	0.50 a 0.70
Azufre	%	0.14 a 0.19	0.20 a 0.30	0.40 a 0.50
Boro	ppm	20 a 35	36 a 100	121 a 200
Fierro	ppm	35 a 59	60 a 120	121 a 200
Manganeso	ppm	18 a 24	25 a 100	101 a 300
Zinc	ppm	18 a 24	25 a 100	101 a 300
Cobre	ppm	3 a 4	5 a 16	17 a 20
Molibdeno	ppm	0.06 a 0.09	0.10 a 1.0	2.0 a 5.0

\*Estos valores deben ser adaptados a cada zona citrícola y establecidos mediante trabajos de observación e investigación.

\*\* Total en materia seca

## **2.4 El Metabolismo Fotosintético en Cítricos.**

### **2.4.1 Fisiología de los árboles.**

Los procesos de fotosíntesis y respiración en árboles son iguales a los de otras plantas. Sin embargo, su completa relación en la planta se complica por la gran masa de tejido no fotosintético; esto significa que, en comparación con las plantas herbáceas, el tejido fotosintético del árbol debe sostener una masa relativamente mayor de tejido respirante, improductivo. Consecuentemente, los efectos relativos de la temperatura, suministro de agua y otros factores sobre fotosíntesis y respiración son de gran significación en el árbol (Bidwell, 1983).

### **2.4.2 Las sendas fotosintéticas**

La vida vegetal, en una forma u otra, se le puede localizar en todos los ambientes naturales que existen en la tierra. Considerando las restricciones impuestas por diferentes hábitats como la tundra ártica, el extremoso desierto y la sombreada y húmeda selva tropical, en todos ellos existe una gran diversidad de plantas con la habilidad de sobrevivir y reproducirse, debido a que ellas son en si mismas funcionalmente diferentes y genéticamente adaptadas a las condiciones que prevalecen en sus respectivos hábitats.

Muchas adaptaciones están relacionadas a las interacciones de las plantas con varios componentes del ambiente biológico, agregando que otras adaptaciones evolutivas están relacionadas a aspectos del ambiente físico, tales

como temperatura, suministro de agua e intensidad de luz.

Estas adaptaciones involucran varios procesos del crecimiento de la planta, considerándose la fotosíntesis como el proceso fundamental. La tasa de algunas reacciones fotosintéticas depende de la intensidad y calidad de luz, las tasas de otras reacciones son principalmente influenciadas por temperatura, y las razones de otras se relacionan a la cantidad de  $\text{CO}_2$  en el aire. Como un resultado del proceso total de la fotosíntesis, éste es fuertemente afectado por el ambiente físico, quizá más que cualquier otro proceso de crecimiento, por lo que la productividad de una planta bajo estrés ambiental depende de su eficiencia fotosintética.

En la fotosíntesis el  $\text{CO}_2$  es aceptado por una molécula con 5C, al difosfato de ribulosa y se forma una molécula de 6C que se rompe en dos moléculas de ácido fosfoglicérico; estas transformaciones no necesitan luz y se llama reacción oscura. Posteriormente, el ácido fosfoglicérico, por acción del NADPH y el ATP formados en la reacción de la luz, pasa al aldehído fosfoglicérico. Este puede tomar varios caminos, entre ellos formar difosfato de fructuosa o bien fosfato de ribosa, azúcar de 5C que se transformará en difosfato de ribulosa para cerrar el ciclo (Bidwell, 1983).

En general, en el reino vegetal se han identificado tres sendas principales del metabolismo fotosintético (fijación del  $\text{CO}_2$ ):  $\text{C}_3$ ,  $\text{C}_4$  y CAM. De acuerdo con Nobel (1998), las plantas que presentan estos mecanismos abren y cierran sus

estomas a diferentes tiempos, usan dos diferentes enzimas para la fijación inicial del  $\text{CO}_2$  y tienen diferentes patrones en la absorción neta de  $\text{CO}_2$ .

**Ciclo  $\text{C}_3$ .** Alrededor del 93% de las 300 000 especies de plantas son  $\text{C}_3$  y usan la senda fotosintética  $\text{C}_3$  para fijar carbono. Esta senda es denominada con frecuencia ciclo de Calvin.

En estas plantas las moléculas de  $\text{CO}_2$  reaccionan con la ribulosa 1,5 difosfato; esta reacción es catalizada por la enzima ribulosa 1, 5 difosfato carboxilasa-oxigenasa (Rubisco) formando el primer producto estable de 3 carbonos llamado ácido fosfoglicérico.

**Ciclo  $\text{C}_4$ .** En este ciclo, parte de los eventos de fijación ocurren en el mesófilo y parte en el parénquima de las células fotosintéticas. Las primeras reacciones ocurren en el mesófilo donde gracias a la acción de la fosfoenolpiruvico carboxilasa el  $\text{CO}_2$  se combina con ácido fosfoenolpirúvico para formar oxaloacetato, compuesto que rápidamente se transforma en ácido málico y aspártico, gastando en el proceso una molécula de NADPH. Entonces los ácidos málico y aspártico pasan al parénquima, donde se convierten en malato y aspartato respectivamente, posteriormente el aspartato se convierte en malato. El malato, regenerando una molécula de NADPH se descompone en piruvato y  $\text{CO}_2$ . El  $\text{CO}_2$  formado, se combina con ribulosa difosfato para iniciar el ciclo de Calvin.

Alrededor del 1% de todas las plantas usan la senda  $\text{C}_4$ , aunque se incluyen especies de importancia agronómica como el maíz, sorgo y la caña de

azúcar.

**Ciclo CAM.** La tercer senda involucrada en la fijación del  $\text{CO}_2$  en plantas, es la senda CAM (el metabolismo de los ácidos dicarboxílicos de las crasuláceas). Este proceso es similar al que ocurre en las plantas  $\text{C}_4$  con la diferencia de que las reacciones con el ácido fosfoenolpirúvico y con la ribulosa difosfato, están separadas en tiempo y espacio. La parte que ocurre en el mesófilo, tiene lugar durante la noche, mientras que las reacciones en el parénquima suceden en presencia de la luz. El  $\text{CO}_2$  es absorbido durante la noche y se acumula en forma de ácido málico y aspártico para durante el día descarboxilarse de nuevo en  $\text{CO}_2$  y combinarse con ribulosa difosfato para iniciar el ciclo de Calvin.

Se presenta en alrededor del 6% de las especies vegetales, ocurre en magueyes y en alrededor del 98% de los cactus (todos excepto las especies con hoja en el género *Pereskia* y en otros pocos géneros).

### 2.4.3 Transpiración

La mayor parte del agua que pierde la planta se evapora de las superficies foliares por el proceso de la transpiración, la cual consiste esencialmente en la evaporación del agua de las superficies celulares y su pérdida a través de las estructuras anatómicas de la planta (estomas, lenticelas, cutícula). Cerca del 5 al 10% de la pérdida de agua en zonas templadas se produce a través de la cutícula; mientras que las plantas tropicales que crecen normalmente en climas

húmedos tienden a transpirar más vigorosamente a través de la epidermis (Bidwell, 1983)

La mayor parte de la pérdida de agua que ocurre en las plantas tiene lugar a través de los estomas de las hojas. Este proceso está bajo el control de la planta, aunque impuesto por las condiciones del medio, y representa uno de los puntos principales de interacción entre la planta y su ambiente.

El contenido de agua de una corriente de aire puede medirse por varios dispositivos, uno de ellos es el mecanismo de intercambio de gases. En esta técnica, la transpiración se calcula midiendo el vapor de agua en una atmósfera cerrada que rodea a la hoja. La hoja puede estar encerrada en una celda o cámara transparente, en la que es posible medir humedad, temperatura y volumen de gas que entra y sale. La información que se obtiene depende de los parámetros que se miden. Pueden calcularse tasa de transpiración, conductancia estomática, tasa de fotosíntesis y concentración de CO<sub>2</sub> en la hoja (Salisbury y Ross, 1991).

#### **2.4.4 Factores que afectan la fotosíntesis**

##### **2.4.4.1 Edad de la hoja**

Davies y Mc Cree (1978) realizaron un experimento en frijol de guía (variedad "Contender") bajo condiciones ambientales constantes. Los resultados indicaron que tanto la tasa de asimilación de CO<sub>2</sub> como la conductancia de la hoja disminuyeron con la edad.

#### **2.4.4.2 Intensidad de luz**

En un estudio llevado a cabo por Nevis y Loomis (1970) en hojas de *Beta vulgaris* L. de diferentes edades, los resultados observados fueron que las hojas más viejas presentaron las tasas de fotosíntesis más bajas en todas las intensidades de luz .

#### **2.4.4.3 Temperatura**

Davies (1980), estableció que los cambios en temperatura pueden influir directamente sobre el estoma o indirectamente a través de cambios en los niveles de CO<sub>2</sub> y sobre la tasa de pérdida de agua de la hoja y consecuentemente sobre el potencial del agua de la misma. En un estudio llevado a cabo por Osonubi y Davies (1980) en plántulas de *Betula pendula* y *Gmelina arborea* sobre el efecto de la temperatura de la hoja, los resultados mostraron que a temperaturas altas y con déficit de agua, la fotosíntesis neta se redujo.

#### **2.4.4.4 Concentración de CO<sub>2</sub>**

Kramer (1981) señaló que existen diferencias entre las especies a la respuesta de aumentos en la concentración de CO<sub>2</sub>. Las plantas del tipo C<sub>3</sub> usualmente muestran un incremento mayor en la tasa de asimilación de CO<sub>2</sub> que las C<sub>4</sub> a altas concentraciones de CO<sub>2</sub>.



## **2.4.5 Factores que afectan la transpiración**

La transpiración, al igual que la fotosíntesis, es un proceso difusivo de gases y es el resultado de un amplio número de factores que no es fácil discutir por separado, ya que existe una interdependencia entre ellos.

### **2.4.5.1 Luz**

Los cambios en la intensidad de luz causan variación en la resistencia de la hoja a través de su efecto sobre la apertura de los estomas y en la presión de vapor por sus efectos sobre la temperatura de la hoja.

### **2.4.5.2 Viento**

Kramer (1974) mencionó que el viento actúa directamente incrementando la transpiración al eliminar la capa de aire húmedo que rodea a la hoja y reduciendo la resistencia del aire. Pero el viento a alta velocidad, provoca una disminución de la tasa transpiratoria ya que ocasiona un cierre estomático por perturbación mecánica o desecación de la hoja.

### **2.4.5.3 Conductancia**

La tasa de transpiración depende de la apertura estomatal o de su conductancia, y éstas a su vez, quedan determinadas por la influencia de los factores ambientales. Con solo un pequeño estrés de humedad, los estomas se cierran, esto restringe la toma de  $\text{CO}_2$  y la fotosíntesis se limita, como consecuencia se reduce el área foliar y la tasa fotosintética por unidad de área

(Salisbury y Ross, 1991).

#### **2.4.5.4 Genotipo**

La frecuencia estomatal por unidad de área foliar varía mucho entre especies; en el caso del sorgo, los estomas son más numerosos que en maíz y también más pequeños. Aún dentro de una misma especie está presente dicha variación, como resultado de factores ambientales durante el crecimiento de las plantas y por efecto del genotipo (Martínez-Medina, 1995).

#### **2.4.5.5 Edad de la planta**

Manjarrez (1986) observó que la resistencia tiende a decrecer con la edad de la planta, por lo que al final del ciclo los valores de las resistencias entre riego y sequía son muy similares. Señaló que la conductancia de una hoja madura es mayor que la de una hoja más joven; por lo tanto de acuerdo con ello, la menor resistencia a la difusión conforme a la edad de la planta es mayor, apoya la suposición de que la sensibilidad al cierre estomatal disminuye con la madurez.

#### **2.4.6 Conductancia y resistencia**

Muchos son los factores que influyen en la apertura de los estomas, y cualquier teoría que pretenda explicar el funcionamiento de las células oclusivas debe contemplarlos. Los estomas de la mayoría de los vegetales se abren al amanecer y se cierran en la oscuridad, permitiendo la entrada del CO<sub>2</sub> que se utiliza en la fotosíntesis durante el día (Salisbury y Ross, 1991); son una

excepción las plantas CAM que abren sus estomas por la noche y los cierran durante el día. Se ha observado una correlación entre la apertura estomatal y la temperatura del aire, existiendo una tendencia general a aumentar la apertura de los estomas cuando la temperatura aumenta, siempre que el agua no sea limitante (Bidwell, 1983).

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 Descripción del Área de Estudio.**

##### **3.1.1 Localización**

El experimento se llevó a cabo en terrenos del campo experimental del INIFAP en General Terán, N.L. el cual se encuentra dentro del distrito de desarrollo integral Montemorelos, que se ubica en la parte centro-sur del estado, quedando comprendido entre los meridianos  $24^{\circ} 45'$  y los  $25^{\circ} 40'$  de latitud norte y los  $100^{\circ} 10'$  de longitud oeste, su área de influencia representa el 16.5% de la superficie total del estado. Limita al norte con los municipios de Monterrey, Ramones, Apodaca y Guadalupe; al sur con Galeana, Aramberri, y el estado de Tamaulipas; al este con el estado de Tamaulipas y al oeste con el municipio de Galeana y el estado de Coahuila

##### **3.1.2 Clima**

La región es la planicie costera, en la que se encuentra la zona citrícola; presenta en su mayor parte un clima de tipo estepario (BS), en la zona norte y oriental se ve afectada por el subtipo BSo que es el más seco de los esteparios y en la parte centro y sur el subtipo BS<sub>1</sub>, el cual es el menos seco. En el poniente de esta región que colinda con la sierra y en sentido paralelo a esta se presenta una faja de clima del grupo de los cálidos (A), específicamente del tipo semicálido (A)C, el cual es el más cálido de los templados.

La precipitación pluvial de la región varía de 682.9 mm (en Cadereyta, N.L.) a 985.9 mm anuales (en Allende, N.L.), registrándose prácticamente dos períodos en los cuales ocurre la mayor parte de la lluvia que son: Mayo-Junio y en Agosto-Septiembre. La evaporación potencial varía desde 1396.6 mm a 1663.3 mm anuales, observándose los valores más altos en el período de Marzo a Octubre.

La temperatura media anual varía de 21 a 22°C; sin embargo, en verano se rebasan los 40°C y en invierno cada cuatro a seis años hay la presencia de heladas que dañan la fruta, follaje y ramas y aún a todo el árbol, ya que se han registrado temperaturas de hasta -12°C (Anónimo, 1996)

### **3.1.3 Suelo**

Se tienen cuatro grandes grupos de suelo: vertisol, xerosol, cambisol y regosol, los cuales representan aproximadamente el 60%, 20%, 15% y 5%, respectivamente. Los vertisoles se encuentran prácticamente en toda la región citrícola y ocupan la mayor parte de Montemorelos y Hualahuises, son de textura pesada y se ubican en las partes planas o ligeramente onduladas. El xerosol se localiza principalmente en General Terán y parte de Montemorelos; el grupo cambisol se encuentra principalmente en Montemorelos y el regosol en Allende y Cadereyta (Anónimo, 1996)

### **3.1.4 Vegetación**

En esta zona se desarrollan matorrales espinosos con espinas laterales,

matorral mediano subinerme, matorral alto subinerme, matorral bajo espinoso con espinas laterales, bosque caducifolio espinoso de mezquite, bosque esclerófilo de encinos (*Quercus spp*), bosque esclero caducifolio de encino (Padrón-Chávez, 1985).

### 3.1.5 Diseño experimental, tratamientos y croquis

Los árboles de dos años de edad, se transplantaron el 30 y 31 de Enero de 1997 bajo un diseño de bloques al azar con 12 tratamientos y 9 repeticiones utilizando un árbol por unidad experimental. El modelo utilizado fue el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + B_j + E_{ij}$$

$$i = 1,2,3,\dots,t$$

$$j = 1,2,3,\dots,r$$

donde:

**Y<sub>ij</sub>** es la observación del tratamiento *i* en el bloque *j*.

**μ** es el efecto verdadero de la media general

**T<sub>i</sub>** es el efecto del *i*-ésimo tratamiento

**B<sub>j</sub>** es el efecto del *j*-ésimo bloque

**E<sub>ij</sub>** es el error experimental

Las parcelas experimentales fueron de 6m de largo por 4m de ancho. El croquis del experimento se presenta en la Figura 1.

---

**CAMINO LATERAL**


---

S↑

1	5	9	10	7	8	3	2
I 2	6	10	4	3	10	11	5 VI
3	7	11	5	8	1	4	12
4	8	12	1 IV	12	6	9	7
1	6	4	2	11	5	2	12
II 10	11	5	9	6	8	10	1 VII
8	3	9	10	9	4	6	9
12	7	2	6	3	7	11	3
11	12	5	5	2	11	1	4
III 4	8	9	1 V	7	6	2	3
10	3	7	12	4	5	9	12 VIII
6	1	2	11	8	7	8	10
3	3	10	7	11 IX	3	4	2
3	3	5	12	9	8	6	1

N↓

**Tratamientos**

- |                |                    |                  |
|----------------|--------------------|------------------|
| 1. C. Troyer   | 5. T. Beneke       | 9. L. Milam      |
| 2. C. Carrizo  | 6. T. Barnes       | 10. L. Rangpur   |
| 3. C: C-35     | 7. T. Pomeroy      | 11. M. Cleopatra |
| 4. T. Rubidoux | 8. L. Volkameriano | 12. N. Agrio     |

REPETICIONES: I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII, IX

Figura 1. Croquis del experimento. "Efecto de patrones de cítricos tolerantes al VTC en el contenido nutrimental en Naranja Valencia". General Terán, N.L. 1997.CEGET.

### **3.1.6 Material genético y preparación del suelo**

**VARIEDAD:** Naranja "Valencia" (*Citrus sinensis* Osb)

**PATRONES:** Citranges:

1) Troyer

2) Carrizo

3) C-35

Trifoliados:

4) Rubidoux

5) Beneke

6) Barnes

7) Pomeroy

Limones:

8) Volkameriano

9) Milam

10) Lima Rangpur

11) Mandarina Cleopatra

12) Naranjo Agrio

Los patrones con los que se trabajó se establecieron de semilla en enero de 1995, posteriormente permanecieron en vivero hasta reunir las características



necesarias para ser injertados.

Esta labor se llevó a cabo en abril de 1996 y el tipo de injerto practicado fue el de "T invertida", utilizando yema certificada del banco de germoplasma existente en el Campo Experimental General Terán, en este caso de la variedad "Valencia".

Después de que se dio la compatibilidad entre el patrón y el injerto, las plantas crecieron en el vivero hasta Enero de 1997; cuando ya tuvieron el vigor suficiente para establecerse en campo.

Las labores para la preparación del terreno para el trasplante fueron un barbecho, dos pasos de rastra y posteriormente se trazó el terreno a una distancia de 6 m entre surcos y 4 m entre plantas.

### **3.1.7 Labores culturales.**

La fertilización de la huerta fue la recomendada en la zona para árboles en desarrollo que fue de 110 g por árbol de la fórmula 18-46-00, cantidad que se dividió en cuatro aplicaciones entre los meses de febrero y agosto; aplicándose después del cuarto mes de trasplante una dosis de 10 g L<sup>-1</sup> de urea foliar.

El tipo de riego utilizado fue el de inundación, el cual se llevó a cabo cada 15 a 30 días.

También se llevó a cabo un rastreo para controlar la maleza y permitir una mayor aireación del suelo, y redondeos en la zona de goteo para eliminar las

malezas.

Cabe mencionar que se llevó a cabo la labor cultural conocida como embancado, que consiste en tapar los tallos de los árboles con tierra para protegerlos de las heladas, ésta se realizó a principios de noviembre y se descubrieron a finales del mes de febrero.

## **3.2 Variables**

### **3.2.1 Altura de planta**

Se midió la altura de cada planta en centímetros utilizando una cinta métrica, midiendo de la base del tallo a la última hoja. La medición se realizó cada mes, las mediciones fueron el 9 de mayo , 13 de junio, 18 de julio, 29 de agosto, 3 y 28 de octubre de 1997 y 12 de mayo de 1998.

### **3.2.2 Diámetro de tallo del patrón**

Se determinó 10 cm abajo de la unión entre el patrón y el injerto, utilizando para ello un vernier. Las mediciones se hicieron en centímetros, habiéndose efectuado el 29 de agosto, 3 y 28 de octubre de 1997, 9 de mayo de 1998 y 9 de mayo de 1999.

### **3.2.3 Diámetro del tallo de la variedad**

Se determinó 10 cm arriba de la unión entre el patrón y el injerto, utilizando un vernier. Las mediciones se hicieron en centímetros, habiéndose efectuado el 9

de mayo de 1998, 12 de junio de 1998 y 9 de mayo de 1999.

### **3.2.4 Actividad fotosintética**

Para medir el efecto de los tratamientos sobre la actividad fotosintética se utilizó una cámara portátil de medición de CO<sub>2</sub> usando un aparato IRGA LI 6200 (LICOR, USA). Las variables que se midieron con el aparato fueron:

- a) Fotosíntesis ( $\mu \text{ Mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ )
- b) Conductancia ( $\mu \text{ Mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ )
- c) Transpiración ( $\text{Mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ )

El muestreo se realizó el día 3 de septiembre de 1998 en la repeticiones I y V del lote experimental; se muestrearon dos hojas por árbol, la primera una hoja joven y la segunda una madura, las mediciones se realizaron de las 10:53 a.m a las 12:54 p.m.

### **3.3 Análisis foliares**

Estos se realizaron con el fin de conocer el estado nutricional de la planta. Para ello se muestreó tomando al azar cuatro repeticiones, éstas fueron la I, IV, V y VIII. Se colectaron hojas alrededor del árbol; el parámetro para elegir las fue que éstas aun no llegaran a la madurez, pero tampoco procedieran de rebrotes. Estas muestras se llevaron al laboratorio para ser analizadas. En los análisis se determinaron el contenido de nitrógeno, fósforo, potasio, fierro, zinc, cobre,

manganeso y sodio

Para la determinación de nitrógeno en planta se utilizó la técnica Macro-kjeldahl. El método que se empleó para la determinación de fósforo fue el de Olsen utilizando el fotocolorímetro para su determinación. Para determinar el potasio se usó el espectrofotómetro de absorción atómica.

Las determinaciones de Fe, Mn, Cu, Zn, en la planta se realizaron con la ayuda de un espectrofotómetro; para llevar tal efecto, se hizo una curva de calibración para cada nutrimento previa a la lectura de muestras, utilizando las diluciones de la solución stock de cada elemento.

Los análisis se realizaron en el laboratorio de suelos de la Universidad Juárez del estado de Durango en la Facultad de Agronomía y Zootecnia, a excepción de las determinaciones de nitrógeno y fósforo que se realizaron en el Laboratorio de Bromatología de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León.

### **3.3.1 Técnicas para el análisis químico de las muestras de tejido vegetal**

#### **1. Preparación de la muestra**

La muestra fresca de tejido vegetal se secó en una estufa con una corriente de aire forzado a una temperatura de 70°C por tres días. Posteriormente fue molida en un molino Willey de acero inoxidable utilizando un tamiz de 20 mallas.

## 2. Incineración o digestión de las muestras

### Procedimiento de incineración en seco

Se pesó 1 g de muestra de tejido vegetal en un crisol Goch.

Se incineró durante 6 h en una mufla a una temperatura de 500°C.

Posteriormente se enfrió y humedeció la muestra con agua destilada y se le agregaron aproximadamente 2 mL de HCl concentrado.

Se evaporó muy lentamente en una plancha caliente.

Se le agregaron 25 mL de una solución HCl 1N, y se filtró.

Finalmente las muestras se analizaron en el espectrofotómetro de absorción atómica

Para la obtención de HCl 1N se agregaron 83.33 mL de HCl concentrado y se aforó a 1L.

### **3.3.3.1 Técnica de Macrokjeldahl para la determinación de nitrógeno**

#### Procedimiento

1. Muestra. Se pesó 1g de tejido vegetal
2. Digestión. Se depositó la muestra en un matraz balón Kjeldahl de 800 mL; así mismo se añadieron:
  - 10 g de mezcla catalizadora (aumenta el punto de ebullición de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)
  - 10 perlas de vidrio
  - 30 mL de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

Se colocaron los matraces en los calentadores de la unidad de digestión del aparato Kjeldhal y se encendieron al mismo tiempo que el extractor de gases

del aparato.

El tiempo total de digestión fue 60-90 min.

Al término de la digestión se apagaron los calentadores y se dejaron enfriar a temperatura ambiente los matraces.

Antes que se solidificara el residuo digerido, se agregaron 200 mL de agua destilada para diluir.

3. Destilación. Se depositaron en un matraz Erlenmeyer de 500 mL:

100 mL de ácido bórico al 4%

10 gotas de indicador rojo de metilo-verde de bromocresol.

Se colocó el matraz bajo el condensador del aparato con el extremo de las mangueras de destilación sumergido en la solución (Ac. Bórico + indicador).

Se abrió la llave de agua de los condensadores y se encendieron los calentadores del sistema de destilación (debieron estar calientes al iniciar la destilación).

Se tomó el matraz bola con la solución digerida y se agregaron: puntas de espátula de granallas de Zinc

Se agregaron 100 mL de solución NaOH al 40% al matraz bola inclinado para deslizarlo por las paredes del matraz. Se conectó rápidamente el matraz rotándolo suavemente.

Se colocó el matraz sobre el calentador de la unidad de destilación del aparato.

Se continuó la destilación hasta obtener 200 mL de destilado en los matraces Erlenmeyer. En este punto, se retiraron los matraces Erlenmeyer del sistema.

Posteriormente se apagaron los calentadores y se cerró la llave del agua de la unidad de digestión.

#### 4. Titulación.

Se tituló el amonio captado en los matraces Erlenmeyer con una solución estandarizada 0.1 N de HCl o de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, hasta que se obtuvo un color rosa tenue.

#### 3.3.1.2 Método Olsen para determinar P.

##### Reactivos

##### - Reactivo Molibdovanadato.

Se disolvieron 40 g de NH<sub>4</sub> molibdato . 4 H<sub>2</sub>O en 400 mL de agua caliente y se enfrió. Se disolvieron 2 g de NH<sub>4</sub> metavanadato en 250 mL de agua caliente y se añadieron 250 mL de HCl O<sub>4</sub> 70%. Gradualmente se añadió solución de molibdato a solución de vanadato con agitación y se diluyó a 2L.

##### - Soluciones estándar de fósforo:

1. Solución Stock. 2 mg P mL<sup>-1</sup>. Se disolvieron 8.788 g de KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> en agua y se diluyó a 1L.
2. Solución de trabajo. 0.1 mg P mL<sup>-1</sup>. Se diluyeron 50 mL de la solución stock en 1 L.

##### Preparación de la curva estándar

Se transfirieron alicuotas de la solución estándar de trabajo conteniendo 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1.0, 1.2, 1.4 mg de P a matraces volumétricos de 100 mL.

**Determinación:**

1. Se incineraron 5 g de muestra en un crisol 150 mL y se llevaron por 2 hr a 600° C.
2. Las muestras se dejaron enfriar y se añadieron 50 mL de HCl (1 + 3) y algunas gotas de concentrado y se calentó hasta ebullición.
3. La solución se enfrió, filtró y transfirió a un matraz de 250 mL; el filtrado se diluyó al volumen del matraz con agua destilada.
4. Se tomó una alícuota que contenía 0.5- 1.5 mg de P y se puso en un matraz volumétrico de 100 mL.
5. Se añadieron 20 mL. de reactivo molibdovanadato y se diluyeron al volumen con agua y se mezclaron completamente. Se dejó reposar por 10 min.
6. Se leyó absorbancia a 400 nm y se ajustó el 0 absorbancia con un blanco de reactivos, al final se buscó en la gráfica la concentración de mg de P.



## **IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **4.1 Desarrollo de los Patrones en el Campo**

#### **4.1.1 Altura de planta**

Respecto a los datos obtenidos en los siete muestreos del lote experimental, se observó en todas las fechas del muestreo diferencia significativa entre los tratamientos según los resultados de los análisis de varianza (Cuadro A-1). A todas las fechas se les realizó una comparación de medias por el método de Tukey utilizando 0.05 como nivel de significancia (Cuadro 2).

En estos resultados se observa una ligera superioridad en el limón Volkameriano (T8) aunque seguida muy de cerca por la lima Milam, la mandarina Cleopatra, el citrange C-35, y el citrange Carrizo.

Algunos patrones mostraron un desarrollo muy interesante a través del tiempo; observándose así que durante los primeros muestreos la lima Rangpur (T10) fue uno de los patrones que mostró muy poco desarrollo, pero posteriormente tuvo un gran repunte durante la primavera, colocándose al finalizar el trabajo de investigación como un patrón muy desarrollado, siendo superado solo por el limón Volkameriano.

Los citranges Troyer y C-35 presentaron una altura similar al Naranjo Agrio lo cual coincide con los resultados reportados por Zaragoza (s.f), quien mencionó que el desarrollo de las plantas sobre citrange Troyer es al menos tan grande

Cuadro 2. Comparación de medias para altura de planta en centímetros.  
 Contenido nutrimental de patrones tolerantes al VTC. 1997-1998. CEGET

Altura de planta (cm)							
09/05/97		13/06/97		18/07/97		29/08/97	
Trat.	Media *	Trat.	Media*	Trat.	Media*	Trat.	Media*
8	107.78 A	8	110.89 A	8	113.00 A	8	110.22 A
11	94.78 AB	11	99.78 AB	11	102.56 AB	11	106.33 AB
1	93.56 AB	1	96.78 AB	12	99.11 AB	12	101.44 AB
12	92.89 AB	12	96.67 AB	1	99.00 AB	1	101.00 AB
9	90.67 AB	9	95.00 AB	9	97.89 AB	9	100.22 AB
3	89.56 AB	3	93.78 AB	3	96.44 AB	3	98.56 AB
5	84.78 B	6	88.83 B	6	90.44 B	6	93.11 B
6	84.22 B	5	88.00 B	5	90.33 B	5	92.78 B
4	83.78 B	10	87.89 B	10	90.00 B	10	92.33 B
10	83.11 B	4	87.56 B	4	89.56 B	4	91.89 B
7	81.00 B	7	85.44 B	7	87.67 B	7	90.11 B
2	78.33 B	2	81.89 B	2	85.00 B	2	87.33 B

\* Letras diferentes en la columna indican diferencia significativa ( $p < .05$ )

Tratamientos: T1= C. Troyer T2= C. Carrizo T3= C. C-35  
 T4= T. Rubidoux T5= T. Beneke T6=T.Barnes  
 T7=Pomeroy T8 =L. Volkameriano T9= L. Milam  
 T10= L. Rangpur T11= M. Cleopatra T12= N. Agrio

Continuación del Cuadro 2.

Altura de planta (cm)					
503/10/97		28/10/97		12/06/98	
Tratam.	Media *	Tratam.	Media*	Tratam.	Media*
8	117.56 A	8	120.11 A	8	169.00 A
11	107.56 AB	11	110.22 AB	10	158.44 AB
1	103.22 AB	12	106.11 AB	11	155.33 ABC
12	102.44 AB	1	105.00 AB	3	151.44 ABCD
9	102.22 AB	9	104.67 AB	2	151.22 ABCD
3	100.22 AB	3	102.67 AB	1	148.22 BCDE
10	95.67 B	10	98.22 B	12	144.44 BCDEF
6	95.22 B	5	97.33 B	9	135.11 CDEF
5	95.00 B	6	97.11 B	4	134.44 DEF
4	94.11 B	4	96.67 B	5	129.78 EFG
7	92.56 B	7	94.89 B	6	125.22 FG
2	89.33 B	2	92.44 B	7	113.33 G

\* Letras diferentes en la columna indican diferencia significativa ( $p < .05$ )

como el que induce el Naranja Agrio.

El citrange Carrizo fue el patrón que tuvo el porte más bajo durante los seis primeros muestreos, más bajo aún que el trifoliado Pomeroy; al final se colocó dentro de los patrones de porte alto alcanzando al citrange C-35. Sin embargo, Nava *et al.* (1996) reportaron que los citranges Troyer y Carrizo que ellos evaluaron presentaron una altura similar al Naranja Agrio y a finales de octubre se apreciaron diferencias estadísticas a favor del Agrio. Otros resultados reportados por los autores antes citados indicaron que la mandarina Cleopatra mostró un crecimiento significativamente menor al resto de los portainjertos probados, lo cual no coincide con los resultados que se encontraron en el presente trabajo ya que la mandarina Cleopatra siempre mostró una altura superior a todos los patrones a excepción del limón Volkameriano.

En cuanto al trifoliado Pomeroy, se observó que al principio de los muestreos este patrón mostró una ligera superioridad con respecto al citrange Carrizo pero al final del experimento presentó el porte más bajo.

Comportamientos similares mostraron los demás patrones al principio y al final del experimento ( Figura 2).

Se considera que en este estudio, el suelo no constituyó una restricción para el crecimiento de los distintos portainjertos (que fue el mismo para todos), ni el manejo de los árboles, por lo que las diferencias entre portainjertos se debe a su carácter genético.

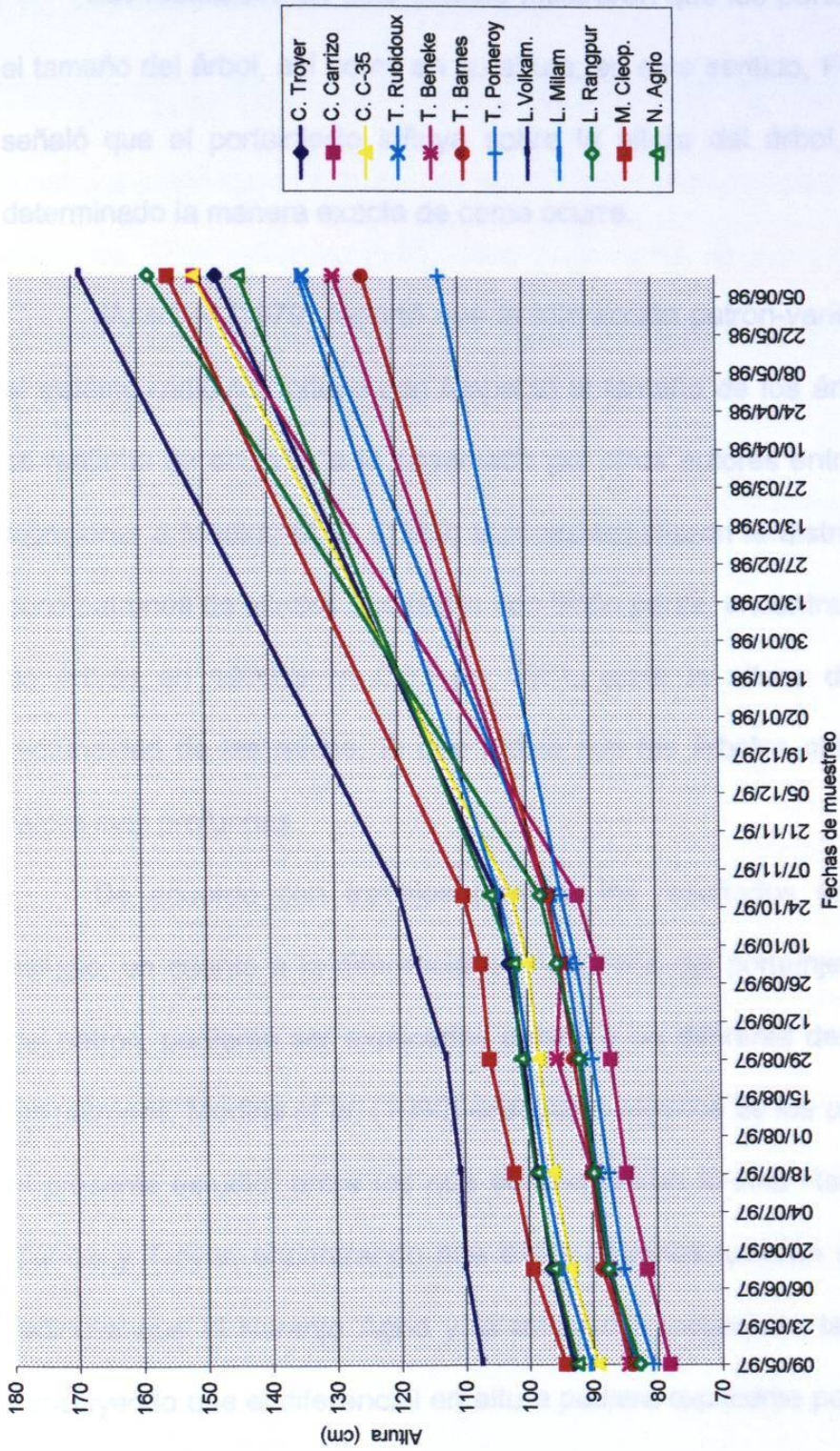


Fig 2. Altura de los patrones de cítricos durante el trabajo experimental. Contenido nutrimental de patrones tolerantes al VTC. 1997-1998. CEGET.

Los resultados en este estudio mostraron que los portainjertos influyen en el tamaño del árbol, así como en su altura; en este sentido, Fomer-Valero (1981) señaló que el portainjerto influye sobre la altura del árbol, aunque no se ha determinado la manera exacta de como ocurre.

Wutscher (1979) reportó que la interacción patrón-variedad es recíproca y el sistema radicular influye con respecto al tamaño de los árboles, esto también se reafirma de acuerdo a lo observado por otros autores entre los que se puede mencionar a Medina *et al.* (1980) quienes estudiaron la distribución radicular de ocho patrones de cítricos injertados con limón persa, encontrando una correlación de  $r=0.58$  en 1970 y  $r= 0.83$  en 1971, entre la altura de los árboles y la profundidad de las raíces, lo que indica que los árboles más altos tuvieron las raíces más profundas.

De acuerdo con trabajos previos, los resultados encontrados en este estudio, en cuanto a la diferencia en desarrollo del portainjerto debido al efecto del patrón, pudieran ser explicados debido a un diferente desarrollo radicular de los patrones. Medina *et al.* (1980) ensayaron algunos de los patrones incluidos en el presente estudio, entre los que se encuentran la lima Rangpur, los citrangeros Carrizo y Troyer, encontrando que estos patrones tuvieron un mayor desarrollo radicular que el Naranja Agrio y la altura del portainjerto también fue superior, concluyendo que el diferencial en altura pudiera explicarse por el diferencial en el desarrollo radicular.

#### **4.1.2 Diámetro del tallo de los patrones**

Los datos recabados del diámetro de tallo de los patrones en seis muestreos presentaron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados según los ANVA (Cuadro A-2). Para cada fecha de muestreo se realizó una comparación de medias por el método de Tuckey utilizando 0.05 como nivel de significancia.

Los resultados mostraron que el patron más sobresaliente al final del experimento fue el limón Volkameriano (Cuadro 3).

Los patrones que presentaron los diámetros menores fueron la lima Milam y el trifoliado Pomeroy.

El limón Volkameriano siempre mostró superioridad numéricamente en cuanto a su desarrollo respecto a los demás patrones a través del tiempo, y el trifoliado Pomeroy numéricamente siempre mantuvo valores bajos.

Lo anterior se presenta gráficamente en la Figura 3, donde también se puede observar que todos los patrones tuvieron un comportamiento similar a través del tiempo, es decir mostraron la misma tendencia en su desarrollo al principio y al final.

Cuadro 3. Comparación de medias para el diámetro de tallo de los patrones.  
 Contenido nutrimental de patrones tolerantes al VTC. 1997-1998. CEGET.

Diámetro del tallo de los patrones (cm)					
29/08/97		03/10/97		28/10/97	
Tratam.	Media *	Tratam.	Media*	Tratam.	Media*
8	1.87 A	8	2.15 A	8	2.45 A
10	1.67 AB	10	1.96 AB	10	2.18 AB
1	1.40 BC	1	1.85 ABC	3	2.16 AB
3	1.34 BC	3	1.82 ABC	5	2.04 ABC
5	1.33 BC	5	1.71 BCD	1	2.01 ABC
12	1.31 BC	2	1.70 BCD	2	1.91 BCD
11	1.30 C	4	1.64 BCD	4	1.89 BCD
2	1.30 C	11	1.60 BCD	6	1.84 BCD
4	1.25 C	12	1.59 BCD	11	1.79 BCD
6	1.24 C	6	1.55 BCD	12	1.77 BCD
9	1.23 C	9	1.51 CD	9	1.64 CD
7	1.04 C	7	1.37 D	7	1.51 D

\* Letras diferentes en la columna indican diferencia significativa ( $p < .05$ )

Tratamientos: T1= C. Troyer T2= C. Carrizo T3= C. C-35  
 T4= T. Rubidoux T5= T. Beneke T6=T.Barnes  
 T7=Pomeroy T8 =L. Volkameriano T9= L. Milam  
 T10= L. Rangpur T11= M. Cleopatra T12= N. Agrio



## Continuación del Cuadro 3.

Diámetro del tallo de los patrones (cm)			
09/05/98		09/05/99	
Tratam.	Media *	Tratam.	Media*
8	3.74 A	8	7.25 A
10	3.37 AB	1	6.30 B
1	3.32 AB	3	6.18 BC
3	3.29 ABC	5	5.85 BCD
2	3.18 ABC	2	5.83 BCD
12	2.96 BC	10	5.83 BCD
9	2.90 BC	11	5.55 CDE
11	2.87 BC	6	5.50 DE
5	2.85 BC	12	5.45 DE
4	2.83 BC	4	5.40 DE
6	2.69 CD	9	5.15 EF
7	2.08 D	7	4.67 F

\* Letras diferentes en la columna indican diferencia significativa ( $p < .05$ )

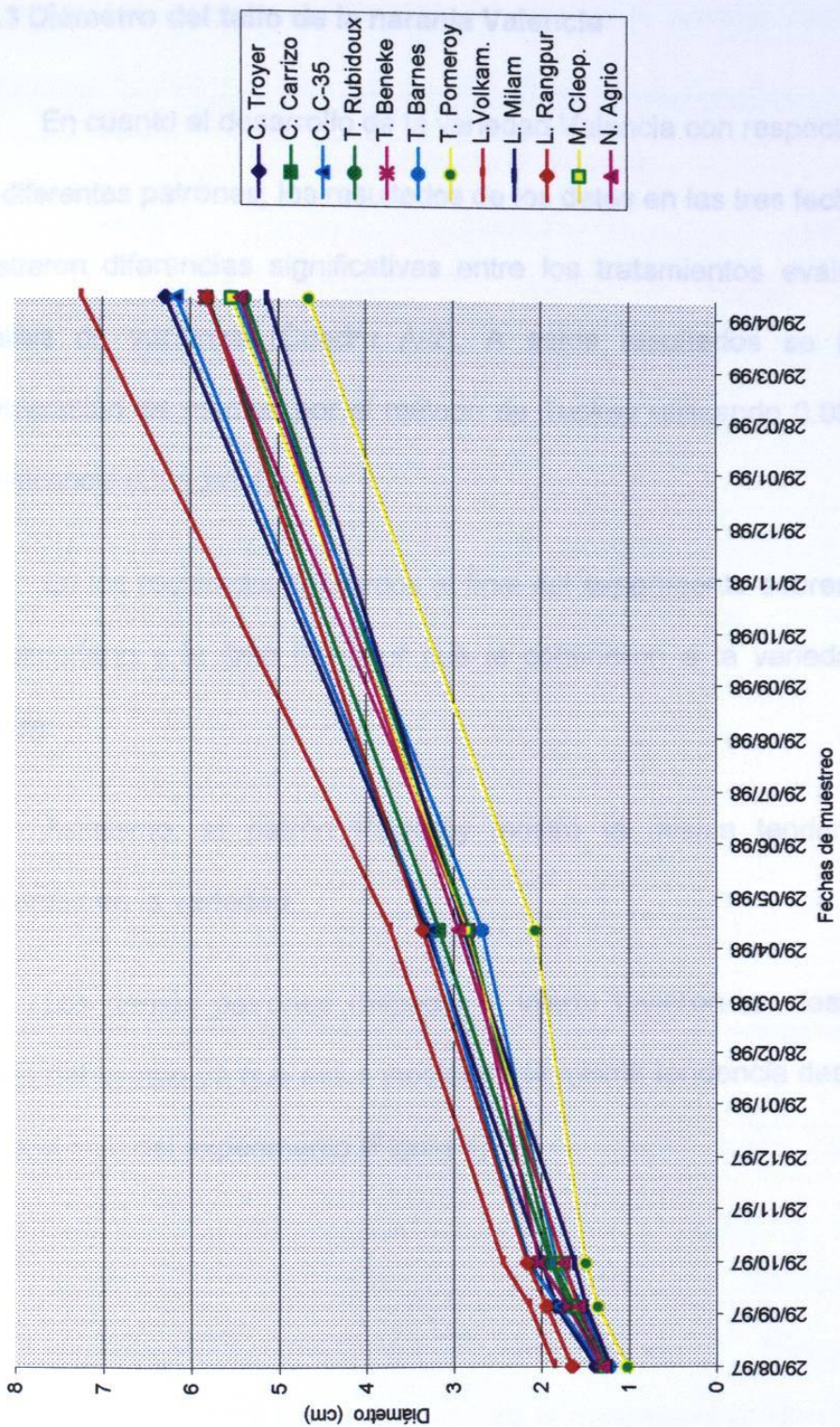


Fig 3. Desarrollo de los patrones de cítricos. Contenido nutrimental de patrones tolerantes al VTC. 1997-1998. CEGET.

### **4.1.3 Diámetro del tallo de la naranja Valencia**

En cuanto al desarrollo de la variedad Valencia con respecto a cada uno de los diferentes patrones; los resultados de los datos en las tres fechas de muestreo mostraron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados según el análisis de varianza (Cuadro A-2). A estos resultados se les realizó una comparación de medias por el método de Tuckey utilizando 0.05 como nivel de significancia (Cuadro 4).

En los resultados obtenidos al final del experimento sobresalieron el limón Volkameriano y la lima Rangpur que le confirieron a la variedad un tallo más grueso.

Asimismo, el patrón Pomeroy mostró la misma tendencia de mínimo desarrollo en la variedad.

Los demás patrones respecto al injerto tuvieron un desarrollo similar a través del tiempo ya que estos mostraron la misma tendencia desde el principio y hasta el final del experimento (Figura 4).

Cuadro 4. Medias para el diámetro del tallo de la naranja Valencia. Contenido nutrimental de patrones tolerantes al VTC 1997-1998. CEGET.

Diámetro del tallo (cm)					
09/05/98		12/06/98		09/05/99	
Tratam.	Media *	Tratam.	Media*	Tratam.	Media*
8	3.26 A	8	3.93 A	8	5.75 A
10	2.98 AB	10	3.73 AB	10	5.28 AB
1	2.72 ABC	2	3.50 ABC	1	4.97 BC
2	2.70 ABC	1	3.40 ABC	2	4.88 BC
11	2.69 ABC	3	3.36 ABC	12	4.83 BC
3	2.60 ABC	11	3.36 ABC	3	4.80 BC
12	2.60 ABC	12	3.20 ABC	11	4.58 CD
9	2.47 BC	9	3.04 BC	9	4.58 CD
4	2.21 CD	5	2.94 BCD	5	4.20 DE
6	2.20 CD	4	2.90 BCD	6	3.98 E
5	2.19 CD	6	2.74 CD	4	3.83 E
7	1.69 D	7	2.19 C	7	3.17 F

\* Letras diferentes en la columna indican diferencia significativa ( $p < .05$ )

Tratamientos: T1= C. Troyer      T2= C. Carrizo      T3= C. C-35  
 T4= T. Rubidoux      T5= T. Beneke      T6=T.Barnes  
 T7=Pomeroy      T8 =L. Volkameriano      T9= L. Milam  
 T10= L. Rangpur      T11= M. Cleopatra      T12= N. Agrio

#### 4.1.4 Interacción entre el injerto y el patrón

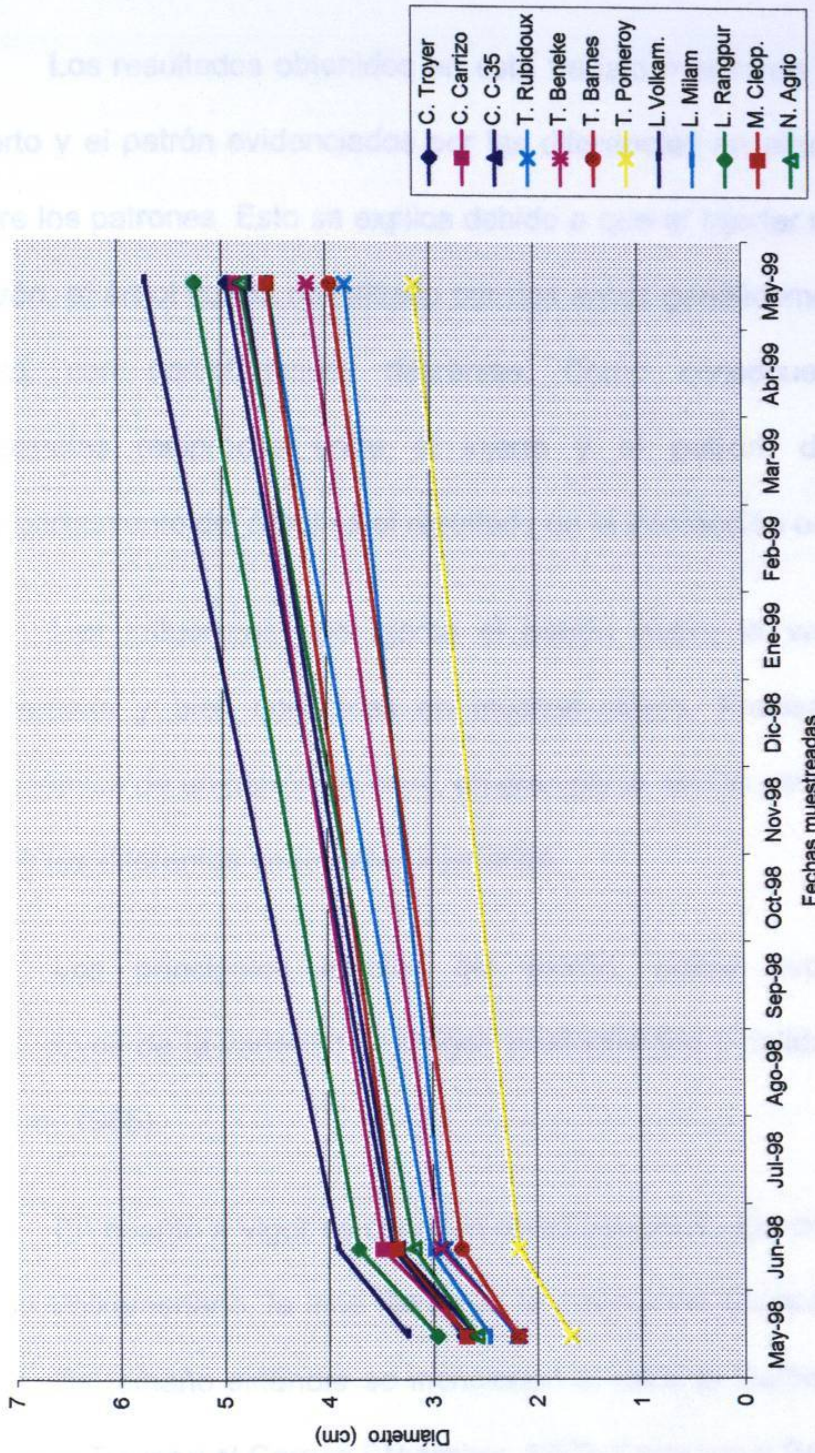


Fig 4. Comportamiento del diámetro de tallo de naranja Valencia. Contenido nutricional de patrones tolerantes al VTC. 1997-1998. CEGET

#### 4.1.4 Interacciones entre el injerto y el patrón

Los resultados obtenidos en este trabajo mostraron interacciones entre el injerto y el patrón evidenciados por las diferencias en altura y diámetro de tallo entre los patrones. Esto se explica debido a que al injertar una variedad sobre un patrón, el árbol queda constituido por dos entes genéticamente distintos, y por lo tanto, con características diferentes. Como consecuencia, se establecen influencias recíprocas entre el injerto y el patrón, de tal forma que el comportamiento del árbol es el resultado de la interacción entre ambos.

Las influencias que ejerce el patrón sobre la variedad injertada, son numerosas y bien conocidas en muchos casos. Precisamente, la valoración agronómica de un patrón se basa, en gran parte, en las características que induce sobre las diferentes variedades injertadas.

Los principales efectos del patrón, sobre aspectos vegetativos y productivos de la variedad son vigor, productividad y calidad de la fruta (Fornier-Valero, 1985).

En cuanto a vigor se conocen como patrones vigorosos el limón rugoso, el limón Volkameriano, la lima Rangpur, la mandarina Cleopatra y el Swingle entre otros. De tamaño estándar se mencionan al naranjo Dulce, naranjo Trifoliado, el citrange Troyer y el Carrizo (Wutscher, 1979; Cameron y Saunt, 1986).

En cuanto a productividad, la literatura considera a los patrones *Citrus*

*macrophylla* y el *Citrus volkameriana*; además inducen una marcada precocidad.

En Nuevo León, se han evaluado a nivel experimental algunos patrones para naranja y toronja, observándose que la naranja Valencia injertada sobre citrange Carrizo ha producido un rendimiento mayor hasta de un 20% de fruta comparada con el injerto sobre Naranjo Agrio, con buena calidad de fruto (Padrón-Chávez, 1990).

En Colima, se han evaluado diversos patrones para Limón Mexicano, observándose que con los patrones Volkameriano, Macrofila y Amblicarpa se han obtenido los más altos rendimientos de fruta tanto en suelos arenosos como en arcillosos; además, los dos primeros, junto con el Carrizo y Troyer, son más precoces en la entrada a producción que el limón Mexicano sin injertar (Valdez-Verduzco, 1984).

En cuanto a la calidad de la fruta, se ha encontrado que los parámetros que determinan la calidad de la fruta, como son el contenido en zumo y en sólidos disueltos, lo mismo que la acidez, dependen también del patrón utilizado; se ha señalado por diversos autores (Wutscher, 1995; Laborem *et al.* 1993; Wheaton *et al.* 1991; Padrón-Chávez, 1990; Forner-Valero, 1985; Wutscher, 1979; Zaragoza *et al.* (s.f).

En un trabajo realizado por Laborem *et al.* (1993) donde evaluaron la calidad a la cosecha de la naranja Valencia sobre ocho patrones; se observó que patrones como Swingle y Carrizo confieren la mejor calidad de fruta. Otros

patrones como Volkameriana, Cleopatra y Rugoso, conocidos mundialmente, resultan de inferior calidad. En relación con el contenido de vitamina C, los frutos de naranja Valencia injertada sobre los distintos patrones estudiados mantienen valores muy parecidos.

En Nuevo León, las toronjas Marsh y Redblush, injertadas sobre citrange Troyer, han rendido significativamente más que con el Naranja Agrio y la calidad del fruto es semejante (Padrón, 1985).



## 4.2 Nutrición Mineral

### 4.2.1 Comparación entre patrones.

Los datos que se obtuvieron en los análisis foliares para comparar los patrones en cuanto al estado nutricional, mostraron diferencias significativas solo para algunos elementos. Estos fueron N, K y Mn. Para el caso de P, Fe, Cu y Zn no hubo diferencias significativas (Cuadro A-3).

En el Cuadro 5 se presentan los resultados de la comparación de medias de los nutrimentos que resultaron con diferencias significativas en el ANVA, en donde se pueden observar amplios rangos de variación en la concentración de N, K y Mn en el tejido vegetal entre los patrones. Asimismo, en el Cuadro 6 se presentan las medias de los nutrimentos que no mostraron diferencias significativas.

Para el Nitrógeno, los patrones que presentaron mayor contenido fueron el trifoliado Pomeroy (2.29%), el trifoliado Rubidoux (2.25 %), el Naranja Agrio (2.18%), el trifoliado Barnes (2.15 %) y el citrange C-35 (2.13%); los que presentaron el menor contenido fueron el citrange Carrizo (1.90%) y la lima Rangpur (1.89%).

En el Potasio, los patrones con mayor contenido fueron la lima Milam (1.94%), el citrange C-35 (1.78%), el trifoliado Beneke (1.75%) y el trifoliado Rubidoux (1.69%); los de menor contenido fueron el Naranja Agrio (1.27%) y la mandarina Cleopatra (1.14%).

**Cuadro 5. Medias para nitrógeno, potasio, y manganeso. Contenido nutrimental de patrones tolerantes al VTC 1997-1998. CEGET.**

<b>Nitrógeno (%)</b>		<b>Potasio (%)</b>		<b>Manganeso (ppm)</b>	
<b>Tratam.</b>	<b>Media *</b>	<b>Tratam.</b>	<b>Media</b>	<b>Tratam.</b>	<b>Media</b>
7	2.29 A	9	1.94A	8	55.63A
4	2.25AB	3	1.78AB	9	46.25AB
12	2.18ABC	5	1.75ABC	2	40.00 BC
6	2.15ABC	4	1.69ABC	11	38.75 BC
3	2.13ABC	7	1.67 BC	10	36.88 BC
9	2.06 BCD	8	1.65 BC	5	35.63 BC
11	2.03 BCD	6	1.62 BC	7	33.75 BC
1	2.02 CD	10	1.54 BC	6	31.25 C
8	1.97 CD	1	1.53 BC	4	29.38 C
5	1.96 CD	2	1.52 CD	1	28.75 C
2	1.90 D	12	1.27 DE	3	28.13 C
10	1.89 D	11	1.14 DE	12	27.50 C

\* Letras diferentes en la columna indican diferencia significativa ( $p < .05$ )

**Tratamientos:**      T1= C. Troyer      T2= C. Carrizo      T3= C. C-35  
                              T4= T. Rubidoux      T5= T. Beneke      T6= T. Barnes  
                              T7= Pomeroy      T8 = L. Volkameriano T9= L. Milam  
                              T10= L. Rangpur      T11= M. Cleopatra      T12= N. Agrio

Cuadro 6. Medias para los nutrimentos que no presentaron diferencia significativa. Contenido nutrimental de patrones tolerantes al VTC 1997-1998.CEGET.

Fósforo (%)		Cobre (ppm)		Zinc (ppm)		Fierro (ppm)	
Tratam.	Media *	Tratam	Media	Tratam.	Media	Tratam.	Media
1	0.13	1	3.13	1	46.88	7	163.33A
2	0.14	2	1.88	2	35.00	10	125.00AB
3	0.14	3	4.38	3	38.75	8	105.00AB
4	0.12	4	4.38	4	38.75	6	97.50AB
5	0.13	5	4.38	5	23.13	12	96.88AB
6	0.13	6	4.38	6	39.38	4	78.78AB
7	0.14	7	6.25	7	36.25	5	63.13 B
8	0.15	8	3.13	8	45.63	9	59.38 B
9	0.13	9	4.38	9	25.00	1	53.75 B
10	0.13	10	5.00	10	50.00	2	52.50 B
11	0.12	11	3.13	11	35.63	11	49.17 B
12	0.13	12	5.00	12	43.75	3	48.13 B

\* Letras diferentes en la columna indican diferencia significativa ( $p < .05$ )

Tratamientos: T1= C. Troyer T2= C. Carrizo T3= C. C-35  
 T4= T. Rubidoux T5= T. Beneke T6= T. Barnes  
 T7= Pomeroy, T8 =L. Volkameriano T9= L. Milam  
 T10= L. Rangpur T11= M. Cleopatra T12= N. Agrio

En las concentraciones de manganeso los patrones que sobresalieron por su mayor contenido fueron: el limón Volkameriano (55.63 ppm), la lima Milam (46.25 ppm); los de menor contenido fueron el trifoliado Barnes (31.25 ppm), el trifoliado Rubidoux (29.38 ppm), el citrange Troyer (28.75 ppm), el citrange C-35 (28.13 ppm) y el Naranja Agrio (27.50%).

En otros trabajos de investigación en donde se han comparado genotipos de la misma especie en cuanto a la concentración de nutrimentos, se han argumentado diferentes mecanismos que pueden causar esta diferencia. Entre los principales se encuentran: la eficiencia de los tejidos de las especies para la acumulación de nutrimentos, morfología de la raíz, efectos del pH de la rizósfera en la absorción, e infección de micorrizas.

En cuanto a la eficiencia de los tejidos de la planta para la acumulación de nutrimentos, Elliot y Läuchli (1985) reportaron en maíz que el P inorgánico tuvo la fracción mayor de P en la vacuola. Ellos sugirieron que las diferencias genotípicas en la concentración de este nutrimento pueden ser el resultado de diferencias en la afinidad vacuolar por el P inorgánico.

En el caso de la morfología de la raíz, Kunwar y Singh (1983) sugirieron que la variación influenciada por los patrones en la concentración de N en hojas de mandarina se debe a diferencias inherentes en la selectividad de tejidos radicales implicados en la absorción, translocación y acumulación iónica. También se ha sugerido que el tamaño del sistema radicular está regulado

genéticamente; además, la cantidad de nutrimentos absorbidos esta en función del tamaño de la raíz, por lo que las diferencias entre patrones en concentración de nutrimentos en el tejido vegetal aéreo pueden estar influenciadas por las diferencias genéticas que inducen un sistema radical diferente entre los patrones. En otras especies cultivadas, también se ha explicado la diferencia en concentración de nutrimentos entre variedades debido a un diferente desarrollo radical; por ejemplo, en el caso de frijol, Whitaeker *et al.* (1976) mencionaron que las diferencias en las cantidades de absorción de P en frijol fue relacionada con la morfología de la raíz.

En lo que se refiere a los efectos del pH de la rizósfera, diversas investigaciones han mostrado que las raíces pueden modificar el pH del suelo en las zonas cercanas a la superficie de la raíz. Los cambios de pH en la rizósfera pueden tener diferentes causas, tales como: una tasa diferencial de liberación de  $\text{OH}^-$  y  $\text{H}^+$  de las raíces de las plantas o por  $\text{CO}_2$  producido en la respiración y secreción de ácidos orgánicos. Sarkar y Jones (1982) reportaron una correlación entre el pH de la rizósfera y los contenidos de Fe y Zn en los brotes y las raíces.

La infección por micorrizas ha sido estudiada como un posible mecanismo responsable de la diferencia en acumulación de nutrimentos entre genotipos de la misma especie. Satterlee *et al.* (1983) estudiaron el efecto de la infección de micorrizas en la concentración de P en dos poblaciones de alfalfa, encontraron que la infección por micorrizas incrementó la concentración de P solo en una población de alfalfa.

Otros mecanismos que explican la diferente concentración de nutrimentos entre genotipos de la misma especie citados en diferentes trabajos y resumidos por Ross (1999) son: a) eficiencia de los sistemas de transporte de nutrimentos en la raíz, b) modificación de la rizósfera en cuanto a excreción de sustancias quelatantes, sustancias reductoras, polisacáridos, aminoácidos, ácidos orgánicos, etc., c) diferencias entre genotipos en cuanto al transporte y almacenamiento intra e intercelular, d) diferencias genotípicas que influyen en la translocación y distribución de nutrimentos, así como la retranslocación y movimiento de la savia del floema a las células del meristemo, órganos reproductivos, hojas nuevas y raíces y e) eficiencia en la utilización de nutrimentos en reacciones metabólicas.

Los resultados obtenidos en la presente investigación muestran únicamente la diferencia en concentración de algunos nutrimentos, sin embargo no se obtuvieron resultados sobre los posibles mecanismos que causan estas diferencias. Es de suma importancia mencionar que la mayoría de los patrones estudiados requieren de un manejo especial ya que no son presentan la rusticidad del Naranja Agrio y son más susceptibles al manejo, clima, enfermedades, etc. que afectan la absorción de nutrientes, por lo que se sugiere que futuros trabajos de investigación sobre patrones de cítricos se estudien estos factores.

## **4.2.2 Diagnóstico nutrimental**

### **4.2.2.1 Nitrógeno**

Se encontró que los niveles de N encontrados en el lote experimental

fueron de 1.89 a 2.29 %; los cuales son bajos para lo que reporta Carmona (s.f) en un estudio realizado para la región citrícola de Montemorelos. Este autor señaló que los niveles óptimos para este nutrimento son de 2.5 a 2.7%. Sin embargo, Kunwar y Singh (1983) en un estudio similar en Uttar Pradesh, India; reportaron valores más bajos, de 1.33 a 1.90%.

Vaz-Filho *et al.* (1991) reportaron niveles mayores en el contenido de N siendo estos de 2.01 a 2.51%; sin embargo, son aun bajos comparados con los reportados por Kunwar y Singh (1983).

#### **4.2.2.2 Fósforo**

Los niveles que se encontraron fueron de 0.12 a 0.15%, los cuales caen dentro del rango considerado como óptimo por Carmona (s.f) (0.12 a 0.16%); Kunwar y Singh (1983) reportaron valores iguales a los nuestros en otro estudio similar. Sin embargo, estos difieren a los niveles encontrados por Vaz-Filho *et al.* (1991), que reportan valores de 0.8 a 0.11%.

#### **4.2.2.3 Potasio**

Los niveles encontrados en este estudio fueron de 1.14 a 1.94% los cuales están dentro de los niveles óptimos según lo reportado por Carmona (s.f), porcentajes similares de 1.41 a 2.04% también se encontraron en el trabajo llevado a cabo por Kunwar y Singh (1983); sin embargo, Vaz-Filho *et al.* (1991) reportan valores mucho más bajos de 0.83 a 0.99%.

#### **4.2.2.4 Manganeso**

Los niveles que se encontraron para este elemento fueron de 27.50 a 55.63 ppm; estos se encuentran dentro de los rangos óptimos según lo reportado por Carmona (s.f) de 25 a 100 ppm; también son semejantes a los reportados por Vaz-Filho *et al.* (1991) que fueron de 35 a 42 ppm.

#### **4.2.2.5 Fierro**

Para el fierro, en este trabajo se encontraron niveles de óptimos a altos (48.13 a 163.33 ppm), ya que Carmona (s.f) reporta como óptimos de 60 a 120 ppm y altos de 121 a 200 ppm. A su vez Vaz-Filho *et al.* (1991) reportan niveles de 89 a 236 ppm.

#### **4.2.2.6 Cobre.**

En cuanto al cobre, los niveles encontrados en el muestreo fueron de 1.88 a 6.25 ppm. Solo en 3 patrones se encontraron rangos de 6.25 a 5 ppm que caen dentro del rango óptimo reportado por Carmona (s.f) de 5 a 10 ppm; Kunwar y Singh (1983) reportaron valores de 6 ppm en un estudio similar al nuestro. Los rangos de los demás patrones quedaron entre 1.88 y 4.38 ppm, considerados como bajos por los autores antes mencionados

#### **4.2.2.7 Zinc**

Los niveles encontrados para Zn están dentro de los rangos óptimos 23.13 a 50.00 ppm según lo que reporta Carmona (s.f), los cuales van de 25 a 100 ppm.



### 4.3 Actividad Fotosintética

En cuanto a la actividad fotosintética, los resultados que se obtuvieron en el ANVA mostraron diferencia significativa entre los tratamientos (Cuadro A-4).

En el Cuadro 7 se puede observar que numéricamente los patrones que sobresalieron de los demás en cuanto a la actividad fotosintética fueron el trifoliado Pomeroy ( $8.70 \mu\text{Mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) y la mandarina Cleopatra ( $8.36 \mu\text{Mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ); asimismo, los patrones que presentaron menor actividad fueron el limón Volkameriano ( $5.23 \mu\text{Mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) y el citrange Carrizo ( $4.73 \mu\text{Mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ )

Para transpiración y conductancia no hubo diferencia significativa entre tratamientos (Cuadro A-4).

La actividad fotosintética de la naranja Valencia está influenciada por el tipo de patrón, debido a que este tiene influencia en diferentes procesos metabólicos y de translocación y acumulación de nutrimentos, como se discutió anteriormente. Existen numerosos trabajos en los cuales mencionan que existe diferencia en eficiencia fotosintética entre variedades de la misma especie. Uno de ellos es el realizado por Dornhoff y Shibles (1976) los cuales llevaron a cabo un experimento de campo con la finalidad de establecer si existían diferencias varietales en la fotosíntesis neta de 20 variedades de soya (*Glicine max* (L) Merrill). Los resultados mostraron que las diferencias varietales en la fotosíntesis neta fueron resultado de las diferencias en las resistencias a la difusión de  $\text{CO}_2$ .

Cuadro 7. Medias para fotosíntesis, conductancia y transpiración. Contenido nutricional de patrones tolerantes al VTC 1997-1998. CEGET.

Fotosíntesis $\mu\text{ Mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$			Transpiración $\mu\text{ Mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$		Conductancia $\text{Mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$	
Trat.	Media*		Trat.	Media	Trat.	Media
7	8.70 A		12	10.96	9	0.6500
11	8.36 AB		7	10.93	7	0.6000
6	7.49 ABC		4	10.42	11	0.5700
3	7.14 ABC		9	9.95	12	0.5500
1	6.76 ABC		11	9.81	4	0.5400
12	6.68 ABC		5	9.66	6	0.4800
5	6.27 ABC		3	9.54	2	0.4500
9	5.82 BC		2	9.40	1	0.4200
4	5.78 BC		6	9.26	3	0.4100
10	5.66 BC		10	8.46	5	0.3900
8	5.23 C		1	8.32	8	0.3300
2	4.73 C		8	7.86	10	0.3100

\* Letras diferentes en la columna indican diferencia significativa ( $p < .05$ )

Tratamientos: T1= C. Troyer      T2= C. Carrizo      T3= C. C-35  
 T4= T. Rubidoux      T5= T. Beneke      T6=T.Barnes  
 T7=Pomeroy      T8 =L. Volkameriano      T9= L. Milam  
 T10= L. Rangpur      T11= M. Cleopatra      T12= N. Agrio

Para el caso de deficiencia de nutrimentos en un experimento con hojas de *Beta vulgaris* L. estudiado por Nevis y Loomis (1970) se observó que las hojas con deficiencia de nitrógeno, presentaron también las tasas de fotosíntesis más bajas en todas las intensidades de luz estudiadas. Un efecto similar a lo anterior se presentó al interaccionar la concentración de CO<sub>2</sub> con la variación en el contenido de nitrógeno. La tasa fotosintética se fue incrementando a medida que fue aumentando la concentración de CO<sub>2</sub> y también fue mayor en plantas abastecidas con nitrógeno.

Otros elementos como el magnesio, hierro y fósforo, reducen la actividad fotosintética, debido a que la deficiencia de minerales disminuye la producción de clorofila. Por otra parte, algunos elementos son indispensables en los procesos enzimáticos y su carencia es perjudicial para la fotosíntesis (Russildi, 1981).

En este estudio los rangos para el N fueron bajos, lo que nos hace pensar que influyó mucho para que se presentaran bajos niveles en la actividad fotosintética.

Pueden ser muchos los factores que pudieran estar influyendo en la eficiencia fotosintética de los patrones; sin embargo, lo que se encontró en este trabajo, pudiera ser el inicio de una investigación realizada más a fondo debido a que no existen muchos trabajos de investigación encaminada a la cuestión fotosintética en cítricos, por lo que los resultados encontrados en este trabajo de investigación pudieran ser enriquecidos.

Como se puede observar, los patrones evaluados superan al Naranja Agrio en casi todos los parámetros mencionados y la ventaja más grande es que toleran el VTC; sin embargo, es conveniente tener presente que el Naranja Agrio es tolerante a diversas enfermedades virosas y fungosas presentes en diversas áreas citrícolas del país así como a factores del suelo y compatibilidad con diversas variedades de naranja, toronja, mandarina y limones. El utilizar otros portainjertos puede resultar en un fracaso total del huerto si no se toman en cuenta las precauciones descritas a continuación.

Es necesario considerar que el cambio de portainjerto, a otros diferentes al Naranja Agrio, implica cambiar también los hábitos en el manejo agronómico de los mismos. El uso común y generalizado del Naranja Agrio, desde que se estableció la citricultura como actividad comercial en México, ha ocasionado que los citricultores y viveristas estén acostumbrados a su manejo a comportamiento en vivero, rusticidad, fertilización, riegos, etc. La mayoría de los portainjertos utilizados en forma comercial en el mundo reportados como tolerantes al VTC, han sido el resultado de programas de mejoramiento genético, por lo cual su domesticación implica que tienen requerimientos específicos de manejo y condiciones del suelo y clima; por ello es recomendable establecer pruebas con varios portainjertos en diferentes tipos de suelo, antes de su utilización en forma comercial.

## V. CONCLUSIONES

1. Existen diferencias de adaptación entre los patrones evaluados en la región citrícola de General Terán, N.L.
2. Tanto la altura de las plantas, el diámetro del patrón e injerto, la nutrición mineral y la actividad fotosintética estuvieron fuertemente influenciadas por el tipo de patrón estudiado.
3. El limón Volkameriano fue el patrón que sobresalió entre todos los patrones en cuanto a altura de planta, diámetro de tallo, diámetro de la variedad injertada y el trifoliado Pomeroy mantuvo un desarrollo mínimo en las variables antes mencionadas durante el experimento.
4. En cuanto a la nutrición mineral, de los siete elementos estudiados; se encontró diferencia significativa entre los patrones para nitrógeno, potasio, y manganeso. Nuevamente el limón Volkameriano sobresalió de los demás patrones ya que presentó niveles óptimos de potasio (1.65%), fósforo (0.15%), manganeso (55.63 ppm) y zinc (45.63 ppm) y bajos en nitrógeno (1.7%) y cobre (3.16 ppm).
5. En la actividad fotosintética, los resultados mostraron diferencia significativa entre tratamientos, y en la comparación de medias sobresalieron numéricamente como el trifoliado Pomeroy ( $8.70 \mu \text{ Mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) y la mandarina Cleopatra ( $8.36 \mu \text{ Mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ); los patrones que presentaron menor contenido fueron el limón Volkameriano ( $5.23 \mu \text{ Mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) y el citrange Carrizo ( $4.73 \mu \text{ Mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ).

$\text{m}^2 \text{s}^{-1}$ ). Esto puede estar relacionado con la deficiencia de N que se presentó en este trabajo; ya diversos estudios reportan que la deficiencia de nutrientes disminuye la producción de clorofila.

6. Otros patrones, después del limón Volkameriano, que también tuvieron un desarrollo sobresaliente en las variables altura de planta, diámetro del patrón e injerto y nutrición mineral fueron la lima Rangpur, el citrange Troyer y el citrange Carrizo.

7. El trifoliado Pomeroy resultó ser el patrón que no se adaptó a la zona ya que su desarrollo fue mínimo; por lo tanto no es recomendable para esta zona.

## **VI. BIBLIOGRAFÍA.**

- Anónimo. 1996. Plan de Investigación en Cítricos para la Región Noreste de México. Centro de Investigación Regional del Noreste. División Agrícola. Campo Experimental General Terán. General Terán, Nuevo León. p 3.
- Becerril, R. y R. Flores. 1994. Análisis de la situación frutícola en México. VII Curso Agropecuario 1991. INEGI-C.P. 171 p.
- Bidwell, R.G.S. 1983. Fisiología Vegetal. Traducida por Guadalupe Gerónimo y Manuel Rojas Garcidueñas. AGT Editor. México, D.F. 784 p.
- Cameron, J.W. and R.K. Soost. 1986. C35 and C32: Citrange rootstocks for Citrus. HortScience 21 (1): 157-158.
- Carmona, G. (s.f). Uso y eficiencia de los fertilizantes en cítricos. Centro Internacional para el Desarrollo de Fertilizantes. Zona cítrica de Nuevo León. México. 20 p.
- Cortés-Flores, J, I. E. Hernández, A. López. 1998. Nutrición mineral de especies frutícolas en México. Primer Simposio Nacional sobre Nutrición de Cultivos. Querétaro, México. Memorias. p 6.
- Davies, S.D and, K.J. Mc Cree. 1978. Photosynthetic rate and diffusion conductance as a function of age in leaves of bean plants. Crop. Sci. 18: 280-282.

- Davies, W.J. 1980. Fotosíntesis y Agua en las Plantas, Curso Problema Especial. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México.
- Dornhoff, G.M and R. Shibles. 1976. Leaf morphology and anatomy in relation to CO<sub>2</sub>-exchange rate of soybean leaves. *Crop Sci.* 16: 377-381.
- Del Rivero, J.M. 1968. Los Estados de Carencia en los Agrios. Segunda edición. Valencia, España. 510 p.
- Del Valle, N. 1999. Manejo Agronómico de Huertos Cítricos. Conferencias Agroexpo 99. 27 de Agosto. Cintermex, N.L. México.
- Elliott, G.C., and A. Läuchli. 1985. Phosphorus efficiency and phosphate-iron interaction in maize. *Agron. J.* 77: 399-403.
- Fomer-Valero, J.B. 1981. Combinaciones injerto/patrón en cítricos. pp. 41-56, en: Jornadas Citrícolas Andaluzas. Junta de Andalucía. Consejería de Agricultura y Pesca. Dirección General de Estructura y Producción Agraria. Sevilla, España.
- Fomer-Valero, J.B. 1985. Características de los patrones de agrios tolerantes a Tristeza. Generalitat Valenciana. Conselleria de Agricultura i Pesca. Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias. Moncada (Valencia), España. 20 p.
- Juncal- Faisal, O.A. 1997. El cultivo de los Cítricos en la Huasteca Veracruzana. Tesis de licenciatura. FAUANL. Marín, Nuevo León. 30 p.



- Kramer, P.J. 1974. Relaciones hídricas de suelos y plantas: una síntesis moderna: Edutex, S.A. México. 538 p.
- Kramer, P.J. 1981. Carbon dioxide concentration, photosynthesis, and dry matter production. *Bio Science*. 31 (1) 29-33.
- Kunwar, R. and R. Singh. 1983. The influence of different rootstocks on mineral composition of srinagar mandarin (*Citrus reticulata* Blanco) leaves. *Journal of Plant Nutrition*, 6 (5): 405-412.
- Laborem, E.G., F. Reyes y L. Rangel. 1993. Calidad a la cosecha de la naranja "Valencia" sobre ocho patrones. Macaray, Ven. FONOIAP-CENIAP. Instituto de Investigaciones Agronómicas. Vol. 10. 32 p.
- Lastra, R., R. Lee, M. Rocha-Peña, C.L. Niblett, F. Ochoa, S.M. Garnsey and R.K. Yokomi (ed). 1992. Citrus tristeza virus and *Toxoptera citricidus* in Central América: Development of management strategies and use of biotechnology for control. Proceedings of a Workshop. CATIE- University of Florida- INIFAP / SARH- Universidad Central de Venezuela- USDA. September 15-19. Macaray, Venezuela.
- Lee, R.F. and M. A. Rocha-Peña. 1992. Citrus Tristeza Virus. pp 226-249, in: Mukhapadhyay, A.N., Chaube, H.S., Kumar, J. and Singh, U.S. (eds). *Plant Diseases of International Importance III*. Prentice Hall. New Jersey.
- Manjarrez, P. 1986. Respuesta de dos sorgos tolerantes al frío a deficiencias

hídricas en diferentes etapas fenológicas. Tesis de Maestría. Colegio de Posgraduados, Montecillo, México.

Martínez-Medina, J. 1995. Estimación de la eficiencia en el uso del agua mediante mediciones de intercambio de gases y análisis de crecimiento en tres especies cultivadas. Tesis de Maestría. FAUANL. Marín, Nuevo León. 217 p.

Medina, V., S. Alcalde y A. Sadowski. 1980. Análisis de la distribución radicular de ocho patrones injertados con limón Persa *Citrus latifolia* Tanaka. Agric. Tec. Mex. 6(1):67-76.

Mengel, K. and E.A. Kirkby. 1987. Principles of Plant Nutrition. 4th Ed. International Potash Institute. Bern, Switzerland. 687 p.

Nava, J., A. Villegas, F. Barrientos y A. Martínez. 1996. Comportamiento en vivero de tres portainjertos tolerantes a la tristeza de los cítricos. Agrociencia. 30 (4): 573-576.

Nevis, D.J and R. S. Loomis. 1970. Nitrogen nutrition and photosynthesis in sugar beet (*Beta vulgaris* L.). Crop. Sci. 10: 21-25.

Nobel, P. S. 1983. Nutrient levels in cacti-relation to nocturnal acid accumulation and growth. Amer. J. Bot. 70 (8): 1244-1253.

Osonubi, O and W.J Davies. 1980. The influence of water stress on the photosynthetic performance and stomatal behaviour of tree seedlings subjected to variation in temperature and irradiance. 45: 3-10.

- Padrón-Chávez, J.E. 1985. Evaluación del rendimiento, características agronómicas y calidad de la fruta de variedades de toronja en CAEGET. Informe de Investigación. Archivo Técnico del CEGET. CIRNE. INIFAP.
- Padrón-Chávez, J.E. 1990. Rendimiento y calidad de fruta de la naranja Valencia tardía, *Citrus sinensis* Osb. con diferentes portainjertos en General Terán, N. L. Agric. Téc. Méx. 16 (1): 3-17.
- Palacios, J. 1978. Citricultura Moderna. Editorial Hemisferio. Argentina.
- Rebour, H. 1969. Los agrios. Manual práctico de citricultura. Segunda edición. rev. y ampl. Madrid, Mundi-Prensa. 332 p.
- Riley, D., and S.A. Barber. 1971. Effect of ammonium and nitrate fertilization on phosphorus uptake as related to root-induced pH changes at the root-soil interface. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 35: 301-306.
- Rocha-Peña, M.A. y J.E, Padrón-Chávez. 1992. Precauciones y Usos de Portainjertos de Cítricos Tolerantes al Virus de la Tristeza. Campo Gral. Terán, INIFAP/SARH. México. Publicación Especial No.2. 48 p.
- Rocha-Peña, M.A. y M.A, Peña del Río. 1992. El virus de la tristeza y sus insectos vectores: Amenaza Potencial para la Citricultura de México. Campo Gral. Terán, INIFAP/ SARH. México. Publicación Especial No.1. 48 p.
- Roistacher, C.N. 1993. Psorosis - A review. pp 139-154 In : Proc. 12 th Conf. Inter.Organ.Citrus Virol. Riverside, California.

- Roistacher, C.N. and P. Moreno. 1991. The worldwide threat from destructive isolates of citrus tristeza virus - A review. pp 7-19, in : Proc. 11 th Inter. Organ. Citrus Virol. Riverside, California.
- Ross, W. 1999. Maneras genéticas de disminuir la demanda de micronutrientes en las plantas. XIX Simposium Internacional de Agronomía y Agro-Expo. Nutrición Vegetal. 28 al 30 de Octubre. ITESM. Monterrey, N:L. Memorias.
- Russildi, G.M.A. 1981. Diferentes vías fotosintéticas de las plantas y sus implicaciones en la alimentación de los herbívoros. Seminario (Opción III). FAUANL. Marín, Nuevo León. 43 p.
- Sarkar, A.N., and R.G. Wyn-Jones. 1982. Effect of rhizosphere pH on the availability and uptake of Fe, Mn and Zn. Plant and Soil. 66: 361-372.
- Satterlee, L., B. Melton, B. McCaslin, and D. Miller. 1983. Mycorrhizae effects on plant growth phosphorus uptake, an  $N_2$  ( $C_2H_4$ ) fixation in two alfalfa populations. Agron. J. 75:715-716.
- Saunt, J. 1992. Variedades de Cítricos del Mundo. Guía ilustrada. Valencia, España.
- Salisbury, F.B y C.W. Ross. 1991. Fisiología Vegetal. Grupo Editorial Iberoamérica. México , D.F. 759 p.
- Silva -Vara. S. 1995. Enfermedades Virales y Medidas contra el Virus de la Tristeza de los Cítricos. Curso Internacional sobre Manejo de Huertas de

Cítricos. SAGAR. INIFAP.CIRNE. Montemorelos, N.L, México. Memorias.

Valdez-Verduzco. J. 1984. Marco de referencia del limón Mexicano en los Estados de Colima y Jalisco. II Simposium sobre la Agroindustria del Limón Mexicano. SARH. INIA. Campo Agrícola Experimental Tecomán: 151-165.  
Memorias

Vaz-Filho, D., J. Pompeu and L.C. Donadio. 1991. Influencia de diferentes porta-enxertos na composicao mineral das folhas e na qualidade dos frutos de "Laranjeira" Natal (*Citrus sinensis* L. Osbeck ). Laranja. Revista Técnico-Científica de Citricultura. Cordeirópolis, SP- Brasil. V.12. Fascículo 2. 63 p.

Wheaton, T.A., W.S. Castle, J.D. Whitney, and D.P.H. Tucker. 1991. Performance of citrus scion cultivars and rootstocks in a high-density planting. Hortic. Sci.26 (7): 837-840.

Whiteaker, G., G.C. Gerloff, W.H. Gabelman, and D. Lindgren. 1976. Intraspecific differences in growth of beans at stress levels of phosphorus. J. Am. Soc. Hortic. Sci. 101: 472-475.

Villanueva-Villa, J. 1992. Rehabilitación de la zona citrícola del estado de Nuevo León posterior a las heladas de 1983 y 1989. Tesis de Licenciatura. Marín, Nuevo León. 63 p.

Villegas, A., G. Arellano y A. Robles. 1996. Enraizamiento de estacas de los portainjertos citrange Carrizo y Troyer.

Wutscher, H.K. 1979. Citrus Rootstocks. Horticultural Reviews. Vol. 1: 237-269.

Wutscher, H. K. 1995. Performance of "Hamlin" orange on 16 rootstocks in east-Central Florida. HortScience 30 (1): 41-43.

Zaragoza, A.S. I, Suárez, F. Medina y E. Alonso. (s.f). Comportamiento Agronómico de Clones nucelares de naranjo dulce "Salustiana", "Washintong Navel" y "Valencia Late", sobre cinco patrones. Departamento de Citricultura. Instituto Valenciano de Investigación Agraria. Apartado Oficial. Moncada (Valencia). p: 5-18

## VII. APÉNDICE

A-1. Resultados del análisis de varianza para la variable altura de planta.

<b>Variable</b>	<b>Fecha</b>	<b>CM Tratamientos</b>	<b>CM. Error</b>	<b>P</b>
Altura 1	09/05/97	576.229	178.023	0.001
Altura 2	13/06/97	556.384	173.941	0.001
Altura 3	18/07/97	552.508	172.284	0.001
Altura 4	29/08/97	547.717	171.338	0.001
Altura 5	03/10/97	539.322	155.067	0.000
Altura 6	28/10/97	1832.050	295.953	0.000
Altura 7	12/06/98	935.497	370.212	0.020

**A-2. Resultados del análisis de varianza para las variables diámetro de patrón y diámetro del injerto**

<b>Variable</b>	<b>Fecha</b>	<b>CM Tratamientos</b>	<b>CM. Error</b>	<b>P</b>
Diámetro de patrón	29/08/97	0.420	0.053	0.000
Diámetro de patrón	03/10/97	0.413	0.070	0.000
Diámetro de patrón	28/10/97	0.588	0.096	0.000
Diámetro de patrón	09/05/98	1.528	0.150	0.000
Diámetro de patrón	09/05/99	1.769	0.365	0.000
Diámetro del injerto	09/05/98	1.582	0.231	0.000
Diámetro del injerto	12/06/98	2.190	0.274	0.000
Diámetro del injerto	09/05/99	1.556	0.472	0.004



Cuadro A-3. Resultados del análisis de varianza para los nutrientes evaluados

<b>Variable</b>	<b>CM Trat</b>	<b>CM Error</b>	<b>P</b>
Nitrógeno	0.076	0.035	0.043
Fosforo	0.000	0.000	0.444
Potasio	0.189	0.032	0.000
Manganeso	281.046	82.548	0.003
Fierro	38165.057	31762.973	0.324
Cobre	5.244	6.096	0.585
Zinc	263.482	762.157	0.968

Cuadro A-4. Resultados de los análisis de varianza para las variables fotosíntesis, conductancia y transpiración

<b>Variable</b>	<b>Fecha</b>	<b>CM Trat.</b>	<b>CM Error</b>	<b>P</b>
Fotosíntesis	04/09/98	8.416	3.024	0.11
Conductancia	04/09/98	0.051	0.081	0.792
Transpiración	04/09/98	5.517	4.668	0.335



