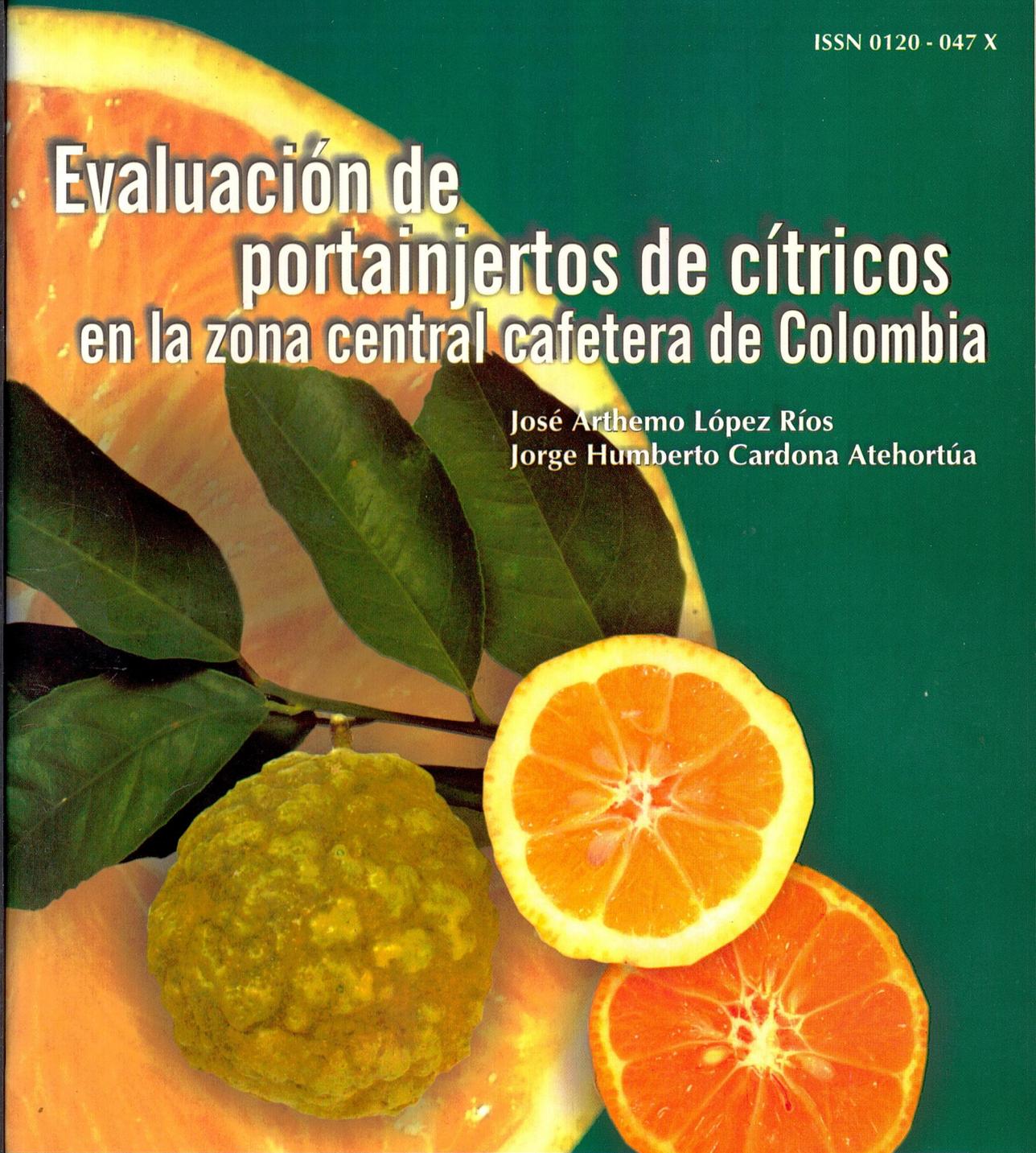


Evaluación de portainjertos de cítricos en la zona central cafetera de Colombia

José Arthemo López Ríos
Jorge Humberto Cardona Atehortúa



GERENCIA TÉCNICA
PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA
CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIONES DE CAFÉ
"Pedro Uribe Mejía"

Cenicafé

Chinchiná · Caldas · Colombia

Boletín Técnico

Nº 30

2007



FEDERACIÓN NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA

COMITÉ NACIONAL

Período 1° enero/07-diciembre 31/10

Ministro de Hacienda y Crédito Público
Ministro de Agricultura y Desarrollo Rural
Ministro de Comercio, Industria y Turismo
Director del Departamento Nacional de Planeación

Juan Camilo Restrepo Salazar
Mario Gómez Estrada
Carlos Alberto Gómez Buendía
Carlos Roberto Ramírez Montoya
César Eladio Campos Arana
Dario James Maya Hoyos
Jaime García Parra
Héctor Falla Puentes
Fernando Castrillón Muñoz
Javier Bohórquez Bohórquez

Gerente General

GABRIEL SILVA LUJÁN

Gerente Administrativo

LUIS GENARO MUÑOZ ORTEGA

Gerente Financiero

CATALINA CRANE ARANGO

Gerente Comercial

ROBERTO VÉLEZ VALLEJO

Gerente Técnico

ÉDGAR ECHEVERRI GÓMEZ

Director Programa de Investigación Científica

Director Centro Nacional de Investigaciones de Café

GABRIEL CADENA GÓMEZ

Los trabajos suscritos por el personal técnico del Centro Nacional de Investigaciones de Café son parte de las investigaciones realizadas por la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. Sin embargo, tanto en este caso como en el de personas no pertenecientes a este Centro, las ideas emitidas por los autores son de su exclusiva responsabilidad y no expresan necesariamente las opiniones de la Entidad.

UNA PUBLICACIÓN DE CENICAFÉ

Editor: Héctor Fabio Ospina Ospina, I.A., MSc.
Sandra Milena Marín, I.A.

Diseño y Diagramación: Carmenza Bacca Ramírez
María del Rosario Rodríguez Lara

Fotografía: Gonzalo Hoyos Salazar, J. Arthemo López Ríos

Editado en Mayo de 2007
2.000 ejemplares

©FNC- Cenicafé 2007



FEDERACIÓN NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA

GERENCIA TÉCNICA
PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIONES DE CAFÉ
"Pedro Uribe Mejía"

Cenicafé

EVALUACIÓN DE PORTAINJERTOS DE CÍTRICOS EN LA ZONA CENTRAL CAFETERA DE COLOMBIA

*José Arthemo López Ríos**
*Jorge Humberto Cardona Atehortúa***

* Investigador Científico III. Equipo Técnico de Investigación Adaptativa. Centro Nacional de Investigaciones de Café, Cenicafé. Chinchiná, Caldas, Colombia.

** Investigador Corpoica, Regional 9, hasta el año 2003.

Chinchiná - Caldas - Colombia



● Contenido

- 6 Prólogo
 - 7 Introducción
 - 8 Importancia de los patrones en la citricultura
 - 8 Adaptabilidad al medio
 - 8 Tolerancia o resistencia a los agentes bióticos (plagas y enfermedades)
 - 9 Influencia sobre la precocidad
 - 10 Efecto sobre el tamaño de los árboles
 - 10 Relación con la uniformidad de los huertos
 - 11 Relación con las características de los frutos
 - 11 Historia de los portainjertos para cítricos en Colombia
 - 11 Antecedentes de los materiales evaluados
 - Naranja Valencia
 - Lima ácida Rangpur
 - Limón rugoso (*Citrus jambhiri* Lush)
 - Limón Volkameriana (*Citrus volkameriana* Pasquale)
 - Citrango Carrizo
 - Citrango Troyer
 - Citrumelo CPB 4475
 - Naranja dulce
 - Trifoliado Rich 21-3, Kryder 15-3 y English Large
 - Sunki x English y Sunki x Jacobson
 - Citremón 1449
 - 19 Objetivos
 - 19 Materiales y métodos
 - Para naranja García Valencia
 - Para mandarina Oneco
 - Para lima ácida Tahití
- 

20	Manejo agronómico
20	Diseño experimental y análisis estadístico
21	Variables evaluadas
22	Resultados y discusión
22	1. Evaluación de portainjertos para Naranja García
	1.1 Variables de desarrollo
	1.2 Variables de producción
	1.3 Características de calidad
	1.4 Aspectos fitosanitarios
	Conclusiones
38	2. Evaluación de portainjertos para mandarina Oneco
	2.1 Variables de crecimiento
	2.2 Variables de producción
	2.3 Aspectos fitosanitarios
	Conclusiones
46	3. Evaluación de portainjertos para lima Tahití
	3.1 Variables de crecimiento
	3.2 Variables de producción
	3.3 Sanidad
	Conclusiones
53	Agradecimientos
54	Literatura citada



● Prólogo

La fruticultura colombiana se ha desarrollado gracias a los aportes de varios investigadores de diferentes instituciones como ICA, Universidades, CORPOICA y Cenicafé. En el caso particular de la citricultura, los investigadores del ICA, entre 1930 y 1980, fueron pioneros en la introducción y la evaluación de especies y variedades, como también en sistemas de cultivo, sanidad y nutrición, entre otros temas de gran importancia para el país. Sin embargo, el fomento de cultivos comerciales como alternativa de desarrollo para diferentes regiones del país, no se dio sino a partir de los años 80, como resultado del impulso dado a este importante subsector frutícola, por el Programa de Desarrollo y Diversificación de la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. Este impulso se debió al tesón y la visión de un grupo de Ingenieros Agrónomos, que creyeron en este importante proyecto. En Colombia hoy se habla de

planes quinquenales, de concertación y contratación de la producción, de agroindustria y calidad, gracias al empeño de estos profesionales que con vocación de servicio al sector agrícola y una visión de país, dedicaron sus mejores esfuerzos a promover una nueva forma de cultivar la tierra y aprovechar los recursos con los cuales nos premió la naturaleza. Hoy muchos productores de la zona cafetera baja y otras regiones del país, desarrollan exitosos proyectos cítricos, que son la fuente complementaria de importantes ingresos y además fundamental soporte

de empleo y estabilidad social.

Esta publicación es un sencillo homenaje a Hugo Valdés Sánchez, Gilberto “Toto” Robledo Robledo, Luis Arcadio Becerra Ochoa y Luis Fernando Ceballos Loaiza, por su gran aporte al desarrollo cítrico de Colombia.

J. Arthemo López Ríos

● Introducción

Los cítricos están dentro del grupo de frutales más cultivados y de mayor demanda en el mundo, debido a la calidad organoléptica y nutritiva de sus frutos. Su alto contenido de vitaminas C, A, B1, B2, B6, ácido cítrico, lípidos y minerales como potasio, fósforo, azufre, magnesio, calcio, cloro y su contenido de fibra dietética, les confiere un importante valor como alimento funcional para los seres humanos.

En Colombia, debido a la diversidad de condiciones edáficas y climáticas de la zona cafetera y, en general, de las regiones donde se cultivan cítricos, y a la influencia de los portainjertos sobre las diferentes especies comerciales de cítricos, desde el inicio del proyecto citrícola liderado por el Programa de Desarrollo

y Diversificación de la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia a comienzos de la década de los 80, se vio la necesidad de desarrollar investigaciones sobre el comportamiento de los diferentes portainjertos de cítricos en las condiciones agroclimáticas de la región.

En el país, la investigación sobre cítricos, se ha llevado a cabo en altitudes menores a los 1.000 m, por ello a partir de 1985, dentro de un convenio de cooperación técnica entre La Federación Nacional de Cafeteros de Colombia y el Instituto Colombiano Agropecuario -ICA, se dio inicio a los trabajos de investigación

con miras a conocer el comportamiento de los diferentes portainjertos en las condiciones de la zona central cafetera. A partir de 1993 las actividades para el logro de los objetivos propuestos se desarrollaron conjuntamente entre Cenicafé y Corpoica.

Importancia de los patrones en la citricultura

El empleo de portainjertos en los frutales ha constituido uno de los grandes artificios utilizados por el hombre, a través del cual no solo ha logrado un incremento relevante de los rendimientos y la calidad de los frutos, sino que también le ha permitido su explotación en sitios con características que le son adversas para el normal desarrollo de las diferentes especies de cítricos.

Los árboles de cítricos cultivados en nuestros días, se caracterizan por estar formados por la unión en simbiosis de dos individuos por medio de un injerto. Uno de los individuos denominado patrón o portainjerto es el que constituye el sistema radical y una parte del tallo sobre el cual se injerta la yema, vareta o púa. El otro forma la copa o la parte aérea, que producirá los frutos correspondientes a su naturaleza genética.

La selección del mejor patrón representa uno de los problemas más complejos de la fruticultura y las soluciones no podrán ser aplicables en todos los países, ni siquiera en todas las regiones de un país, debido a las diferentes

características de clima y suelo, y a las condiciones sanitarias, muy particulares de cada región (6).

En el caso particular de Colombia, los pocos trabajos sobre la evaluación de portainjertos se han desarrollado en condiciones diferentes a las de la región cafetera, razón por la cual el presente trabajo es pionero en el país y se orientó a la identificación, evaluación y selección de portainjertos adecuados para las necesidades de los citricultores de la zona cafetera central de Colombia.

Adaptabilidad al medio

Constituye quizás uno de los principales atributos que aporta el patrón, y que probablemente motivó su empleo. Las plantas en general y según la especie que se trate, muestran enormes diferencias en su resistencia o tolerancia a factores bióticos y abióticos presentes en el suelo y el ambiente. Esto ha permitido que cultivares de la misma especie, caracterizados por sus excelentes cualidades pero susceptibles a un factor adverso del suelo, cuando se injertan sobre un patrón adaptado a las condiciones específicas del sitio logren adaptarse y se puedan

establecer cultivos exitosos. Es así como por medio de los patrones se pueden instalar cultivos en medios hostiles a su crecimiento normal lo que permite desarrollar plantaciones productivas y rentables (1, 23).

Dentro de la gama de portainjertos los hay tolerantes a suelos pesados (arcillosos) como también a suelos arenosos, ácidos o salinos. Y, aunque resulta arriesgado, desde el punto de vista económico, el uso de terrenos con mal drenaje en fruticultura, el conocimiento sobre la adaptación y la resistencia relativa de las diferentes especies a esta circunstancia aminora las probabilidades de fracaso, ya que permite elegir de manera conveniente materiales comerciales y sus portainjertos.

Tolerancia o resistencia a los agentes bióticos (plagas y enfermedades)

En el suelo existe una diversidad de organismos de poblaciones inmensurables, cuya actividad tiene tanto efectos benéficos como nocivos para el desarrollo de las plantas. La búsqueda de patrones que no sean

afectados por hongos, bacterias, nematodos e insectos, constituye un objetivo fundamental en los trabajos de selección de portainjertos.

Las enfermedades causadas por hongos ocasionan grandes daños y su presencia en el suelo es casi imposible de evitar. Especies del género *Phytophthora* atacan un sinnúmero de cultivos afectando los tejidos que conducen la savia desde las raíces y el tronco. Los naranjos dulces y otros cítricos son susceptibles a la enfermedad denominada gomosis, cuya severidad es mayor en lugares de alta humedad y suelos pesados. Al naranjo amargo (*Citrus aurantium*) se le consideraba el mejor portainjerto por su resistencia a la gomosis, la adaptación a numerosos tipos de suelo, así como por la producción y la calidad de los frutos de los cítricos sobre él injertados; sin embargo, con la aparición de la enfermedad de origen viral denominada "la tristeza", causante de grandes estragos en la citricultura mundial, se limitó su empleo y se llegó a prohibir para todas las especies de cítricos comerciales. Esto originó una búsqueda de nuevos patrones para cítricos en los países productores (1, 17, 20).

El empleo de patrones como limón rugoso,

mandarina Cleopatra y limón Volkameriana, con cierta tolerancia a la gomosis y a la tristeza, permitieron afrontar la problemática planteada. Debido a que han surgido y que surgirán en el futuro nuevos problemas sanitarios de diferente etiología (tristeza, exocortis, psorosis, xiloporosis, declino, leprosis, etc.) que afectan a todos los cítricos, así como una continua evolución de los sistemas de cultivo y demandas por nuevos productos, es necesario continuar trabajando en la búsqueda y evaluación de nuevos portainjertos como alternativas de solución a los diferentes problemas. Es apenas obvio que un cambio de patrón no puede hacerse intempestivamente y por ello, no es recomendable que el desarrollo de un programa citrícola se sustente en un único patrón.

Influencia sobre la precocidad

Con la enjertación se pierden las características juveniles y en las plantas resultantes la diferenciación floral es más temprana y en consecuencia, la producción es más precoz.

Los cítricos injertados por lo general, carecen de espinas y dependen de las condiciones de clima para que puedan iniciar la etapa

de fructificación a los 2 ó 2,5 años, en tanto que los árboles multiplicados por semilla o pie franco, tienen espinas en gran número, que dificultan su manejo y tardan hasta 6 y 7 años en empezar su producción. Este hecho tiene repercusiones de orden económico para el fruticultor, pues la rentabilidad se favorece al conseguir el retorno del capital invertido en menor plazo.

Cuando el árbol se obtiene directamente de una semilla, lo cual se conoce con el nombre de pie franco, es decir, no proviene de injerto, la presencia de los caracteres juveniles típicos manifestados por una exuberante vegetación se prolongan por muchos años. Las flores no se forman sobre los árboles hasta que tengan determinada edad. La producción de yemas vegetativas es más intensa, por lo que el desarrollo significa exclusivamente la formación de tejidos de órganos semejantes a los que ya existían. Así, los meristemas apicales producen ramas alargadas, las yemas axilares nuevos brotes con hojas y el cámbium determina un aumento en el grosor.

La producción de yemas florales o inicio en la etapa productiva es nula o muy escasa (1, 6, 20).

Efecto sobre el tamaño de los árboles

El patrón proporciona el sistema radical y posee una capacidad propia que puede ser parcialmente modificada por la actividad del injerto, y este último, a su vez, puede sufrir alteraciones por la acción del primero. Es decir, que se establece una interacción que induce cambios en el comportamiento de los materiales que conformaron la unión.

La acción selectiva del patrón respecto a determinados elementos nutritivos puede ser distinta a las exigencias manifestadas por el injerto o la copa. Estos cambios en la naturaleza y en la intensidad de la nutrición se manifiestan en la diferencia de vigor y en consecuencia, por el desarrollo que provocan. El patrón, de acuerdo con su tipo de sistema radical y con sus características genéticas puede inducir a árboles con diferente capacidad de desarrollo de la parte aérea, bien sea disminuyéndola o aumentándola, en comparación con la que tuvieran si se desarrollaran a expensas de sus propias raíces.

Los sistemas de producción modernos, con altas

densidades de población, exigen el empleo de patrones enanos o en su defecto, el uso de métodos de propagación, conducción de la planta, así como de procedimientos físicos (podas) o químicos (reguladores de crecimiento) que limiten el desarrollo excesivo de los árboles.

En contraposición con los árboles de gran vigor vegetativo que caracterizan al sistema tradicional de explotación, en la actualidad se considera que los árboles de tamaño o porte reducido, enanos o semienanos, son convenientes y más económicos en los distintos tipos de fruticultura.

Los estudios sobre el comportamiento de los frutales perennes de tipo arbóreo en el trópico, en relación con su eficiencia reproductiva lo avalan, así como las razones de orden económico involucradas en el manejo. Las labores de mantenimiento de los huertos y la cosecha se llevan a cabo de manera más eficiente en árboles no muy desarrollados, en los que la menor producción individual queda ampliamente compensada por la existencia de un elevado número de plantas por unidad de superficie sembrada (6, 17).

Relación con la uniformidad de los huertos

La variabilidad inherente a las plantas de la mayoría de los frutales multiplicados por semillas se extiende al hábito de crecimiento, el vigor, la resistencia a enfermedades o plagas y la eficiencia en la utilización de los fertilizantes. Las plantas del mismo cultivar multiplicadas vegetativamente tienen una constitución genética idéntica a la de su progenitor; por tanto, excepto las mutaciones, puede esperarse que todas sean semejantes.

Actualmente los cultivares utilizados son el resultado de la selección hecha por el hombre entre multitud de diversas formas o individuos productores, es decir, clones de idéntica composición genética. Cuando se usa la propagación sexual o por semilla, debido al alto grado de heterogeneidad genética, pueden resultar muchas nuevas combinaciones, con variaciones de todo tipo, lo cual constituye el fenómeno llamado segregación y recombinación genética, que se traduce en la aparición de nuevos individuos distintos todos entre éstos, cada uno con sus características propias y distintos genéticamente de

los progenitores (1, 23). La propagación sexual o por semilla se emplea para la producción de patrones, sin que ello signifique tampoco que éste sea el procedimiento idóneo para su obtención en todos los casos. Algunas especies frutales como los cítricos y mangos presentan la particularidad de dar origen a varios embriones provenientes de una sola semilla. Este fenómeno es llamado poliembría, y tiene especial importancia en el caso de patrones, debido a que los embriones nucelares y de origen somático dan como resultado plantas similares a la madre, lo que permite conocer de antemano las características del patrón que se utiliza como en el caso de la propagación vegetativa. Como resultado se obtiene un lote uniforme de patrones de los cuales se espera un comportamiento muy similar.

Relación con las características de los frutos

El mercado de los frutos frescos está regido por Normas de Calidad, las cuales hacen referencia tanto al aspecto exterior como al contenido interno de los frutos. El "tipo" constituye las características que

identifican a un cultivar en lo relativo a su forma, color, peso y dimensiones, así como las inherentes a sus atributos internos.

El patrón induce cambios sustanciales en relación con la duración del período de maduración y sobre el "tipo", los cuales pueden afectar o beneficiar tanto el proceso productivo como su comercialización.

En cítricos, la influencia que ejerce el patrón es ampliamente conocida. Es el caso del limón rugoso (*Citrus jambhiri* Lush) usado como patrón de naranja, cuya calidad resulta afectada debido a su cáscara más gruesa, la menor cantidad de jugo y los bajos contenidos de azúcar y acidez (1, 6, 20, 23).

Historia de los portainjertos para cítricos en Colombia

Según Jaramillo (9), entre 1932 y 1941, se registraron los primeros patrones para cítricos como el naranjo agrio y el limón rugoso, como los más adecuados para injertar naranjas, mandarinas y limones. En 1951 se iniciaron los primeros estudios con mandarina Cleopatra, utilizada como patrón para mandarinas.

En 1955 el DIA (Departamento de Investigación Agropecuaria), hizo la primera introducción del Citrange Troyer, considerado como un material promisorio.

En 1960 se iniciaron en la Granja Experimental de Palmira los trabajos de evaluación de portainjertos con los siguientes materiales: limón rugoso, mandarina Cleopatra, naranja agria, naranja dulce y Grapefruit.

Entre 1963 y 1972, se realizaron trabajos de evaluación de portainjertos en Palmira, Santa Lucía (Atlántico), el Centro Experimental Tulio Ospina (Medellín) y el Centro Experimental Nataima (Espinal); de los resultados se destaca el potencial de C-4475, Citrange Carrizo y Sunki x English, por su resistencia a enfermedades e inducción de árboles de porte medio y buena calidad del fruto.

Antecedentes de los materiales evaluados

Naranja Valencia

Es la más cultivada en el mundo, entre sus características más importantes se destacan:

maduración tardía (> 10 meses), fruto mediano de forma alargada, pocas semillas (4-6). El período de floración a cosecha en la zona cafetera colombiana está entre 295 y 315 días. De esta variedad hay reportados seis clones (Olinda, Cutter, Frost, Cambell, Valencia Late y García Valencia) (18, 21, 23).

Esta variedad tiene requerimientos de calor muy altos (> 1.800 horas) y un amplio rango de adaptación climática, entre todas las variedades de importancia económica. Su contenido de ácido está relacionado con la altura sobre el nivel del mar.

Según Ríos *et al.* (21) en 1934 el clon García Valencia fue introducido al banco de germoplasma de la Granja Agropecuaria de Palmira, registrado con el nombre Nativa 73. El ICA en 1963, la liberó como variedad con el nombre de Nucelar García Valencia. En los diferentes trabajos de evaluación realizados por el ICA, a nivel nacional, se caracterizó por su alta producción y buena calidad.

El grupo de las naranjas “Valencia”, de doble propósito, debido a sus características internas de calidad, dado que son apetecidas como producto

fresco y como materia prima para el procesamiento, es el más cultivado en Colombia.

Mandarina Oneco

Pertenece al grupo de mandarinas blancas de la especie *Citrus reticulata*. Es originaria de la India; su nombre proviene de un vivero de cítricos de Oneco Florida. Fue introducida a Colombia en Palmira (Valle) en 1933; es una variedad muy adaptada al trópico. Fue seleccionada por el ICA de un clon nucelar, con características superiores en producción y calidad al material originalmente introducido (21).

Esta variedad es muy apetecida en el mercado colombiano por sus cualidades como el fácil desprendimiento de la corteza y su exquisito sabor. Es la variedad de mandarina más cultivada en el país.

Lima ácida Tahití

Según Saunt (25), el limón Tahití o Persa (*Citrus latifolia*) corresponde al grupo de las limas ácidas. Su origen no es claro, posiblemente

procede de Oriente, de Persia, de donde pasó al Mediterráneo, después a Brasil y luego a California. Debido a que es un triploide y no produce polen viable, los frutos no tienen semillas. Fue introducido a Colombia en Palmira (Valle) en 1941 y los materiales que se cultivan actualmente se originaron de una selección nucelar de dos árboles en 1968 (21). Por su precocidad y productividad, los productores colombianos han tenido un especial interés y durante los últimos 15 años han incrementado las siembras y la producción de este material, ha desplazado del mercado nacional a la variedad tradicional “limón de Castilla o pajarito”.

Portainjertos

En la Tabla 1, se reportan las características más importantes de los portainjertos evaluados.

Tabla 1. Portainjertos de cítricos y sus características más importantes (6).

Patrón	<i>Phytophthora</i>	Tristeza	Blight	Exocortis	Psorosis	Xiloporosis	Humedad	Nematodos	Salinidad	Sequía
M. Sunki	T*	T		T		S				
L. rugoso	S	T	S	T	T	T	S	S	T	R
M. Cleopatra	T	T	T	T		T	T	S	T	T
L. Rangpur	S	T	S	S		S	T		T	R
Naranja dulce	S	T		T	S	T			T	S
L. Volkameriana	T	T	S	T	T	T	S	S		R
C. Carrizo	T	T	S	S	T	T	T	T	S	S
C. Troyer	T	T	S	S	T	T	T	S	S	S
CPB. 4475	R	T		S		T	T	T	S	
Sunki x English	R	T		S		T	T		S	
Sunki x Jacobson	R	T		S		T	T		S	
Kryder	R	T		S	T	T	T		S	
English Large	R	T		S	T	T	T		S	
Citremón 1449	R	T		S	T	T	T		S	
T. Rich 21-3	R	T		S	T	T	T		S	

* R= resistente; T= tolerante ; S= susceptible

1. Mandarina Cleopatra

(*Citrus reshni* Hort. ex Tanaka). Este patrón induce longevidad y frutos de buena calidad. Es tolerante a *Phytophthora*, "tristeza", xiloporosis, exocortis, y a condiciones ambientales como alcalinidad del suelo y sequía. Los frutos tienen buena cantidad de semilla (> 15) (Figura 1). Es de lento desarrollo en almácigos y viveros, e induce árboles muy voluminosos (1, 2, 3, 8, 17, 19, 20, 21, 23, 28).

Se caracteriza por su lentitud para alcanzar su máxima producción. Un kilogramo de semilla contiene aproximadamente 8.000

unidades, con alto porcentaje de poliembrionía. Este patrón es ideal para injertar variedades de maduración intermedia o tardía.



Figura 1. Frutos y rama del portainjerto mandarina Cleopatra.

2. Lima ácida Rangpur

Webber utiliza la denominación científica de *Citrus limonia* Osbeck.(más difundida). Por su parte, Swingle prefiere designarlo como *Citrus reticulata* var. *Austera*. Tanaka le da la designación de *Citrus aurantifolia* Swingle (3, 19, 21, 23) (Figura 2). Algunos autores registran que se trata de un híbrido del Limonero Real Rangpur, originario del norte de la India. En Brasil (en donde se denomina Cravo), se

le considera un buen portainjerto, resistente a la sequía; sin embargo, es

susceptible a *Phytophthora*, exocortis y xiloporosis.



Figura 2. Frutos y rama del portainjerto lima ácida Rangpur.

3. Limón rugoso (*Citrus jambhiri* Lush)

Denominado Citronelle en Sudáfrica. Singh y Schroeder, citados por Morin (18), confirman que el limonero rugoso es idéntico al rugoso de Florida, al limonero Mazoe y al híbrido No. 25 de Galesia, y lo consideran un híbrido entre Citrón y un Limonero. Su origen híbrido es sugerido por el alto porcentaje de embriones nucleares (poliembrionía), en comparación con los limones verdaderos. Los frutos son ásperos (rugosos), con más de 10 semillas, las cuales tienen un elevado

porcentaje de embriones asexuales; este patrón es de fácil manejo en vivero (Figura 3). Se comporta bien en suelos sueltos, arenosos e induce una copa de gran

vigor y es un patrón precoz para iniciar la producción. Es susceptible a *Phytophthora* (3, 18, 21, 23).



Figura 3. Frutos y rama del portainjerto limón rugoso.

4. Limón Volkameriana (*Citrus volkameriana* Pasquale)

Se trata de una especie similar a uno de los cuatro tipos de limón rugoso (*C. jambhiri* Lush) originarios de la India. Es muy vigoroso, está difundido como un pie tolerante al mal seco (*Phytophthora*). Induce copas productivas aunque la calidad de la fruta es inferior

a la de otros patrones, debido a la acidez y bajos valores de °Brix (Figura 4). Posee un sistema radical

vigoroso con raíces laterales gruesas (1, 2, 7, 18, 19, 23, 28).



Figura 4. Frutos y rama del portainjerto Volkameriana.

5. Citrange Carrizo

Los citranges son híbridos de *Poncirus trifoliata* y *Citrus sinensis*; el citrange Carrizo fue seleccionado a partir de una semilla de citrange Troyer y es tolerante a los nematodos. La productividad y calidad de los frutos de materiales injertados sobre los citranges son superiores a los frutos procedentes de árboles injertados sobre naranjo amargo (Figura 5).

En tierras arenosas manifiesta deficiencias de zinc. Es tolerante a *Phytophthora*, "tristeza", psorosis,

xiloporosis y a *Rodophulus similis* (1, 2, 3, 8, 9, 17, 19, 20, 21, 23, 28).



Figura 5. Frutos y rama del portainjerto Citrange Carrizo.

6. Citrange Troyer

Este patrón fue obtenido en 1909, por E.M. Savage en Riverside (California), polinizando flores de "Washington Navel" con polen de *Poncirus trifoliata* (L.) Raf. Es uno de los patrones más ampliamente utilizados en California (USA) y en España. Tiene un sistema radical escaso, con raíz pivotante muy desarrollada. Esto llama la atención porque sus progenitores (Trifolio y Naranja Dulce) poseen abundante sistema radical.

Favorece la producción de frutas de buen tamaño y excelente calidad (Figura 6). Los citranges son resistentes



Figura 6. Frutos y rama del portainjerto Citrange Troyer.

a gomosis causada por *Phytophthora*, a "tristeza" y a psorosis, pero susceptibles a exocortis, nematodos y a

condiciones de salinidad del suelo y sequía (1, 2, 3, 8, 9, 17, 19, 20, 21, 23, 28).

7. Citrumelo CPB 4475

Es un híbrido de *Poncirus trifoliata* x *C. paradisi*. Manifiesta incompatibilidad (mayor diámetro del tallo con relación al tallo de la copa cuando ésta es de naranja, lo que es una característica de los trifoliados. El citrumelo Swingle se reproduce en forma asexual por semilla, pues presenta un 95% de poliembriónía. Es tolerante a tristeza, xiloporosis y *Armillaria* y resistente



Figura 7. Frutos y rama del portainjerto Citrumelo CPB 4475.

a *Phytophthora*, pero susceptible a exocortis y a suelos salinos (1, 2, 3, 8,

9, 17, 19, 20, 21, 23, 28) (Figura 7).

8. Naranja dulce

Citrus sinensis Osbeck (L). Se han usado muchas variedades como patrón. Es susceptible a *Phytophthora* y el manejo en vivero es un poco difícil, pues ramifica profusamente. Es compatible con todas las especies comerciales de *Citrus* sp. Es tolerante a xiloporosis y exocortis, además induce a una buena calidad y alta producción. Es un patrón de crecimiento lento e induce al desarrollo de copas de gran volumen (1, 2, 3, 8, 9, 17, 19, 20, 21) (Figura 8).



Figura 8. Frutos y rama de naranja dulce.

9. Trifoliado Rich 21-3, Kryder 15-3 y English Large

Estos patrones son variedades de la naranja trifoliada *Poncirus trifoliata*, que induce un enanismo moderado en las copas injertadas sobre ellos. Son susceptibles a exocortis pero tolerantes a "tristeza", psorosis, xiloporosis y prácticamente inmunes a *Phytophthora*. Son resistentes al frío, pero no prosperan bien en suelos salinos (2, 24, 26, 27) (Figura 9).



Figura 9. Frutos y rama de patrones de variedades de naranja trifoliada.

10. Sunki x English y Sunki x Jacobson

Son híbridos intergenéricos (Citrandarines) de naranja trifoliada *Poncirus trifoliata*

x *C. sunki*); constituyen los portainjertos más resistentes a *Phytophthora* probados en Colombia. Son susceptibles a exocortis y a suelos salinos

e inducen árboles de porte medio (2, 24, 26, 27) (Figura 10).

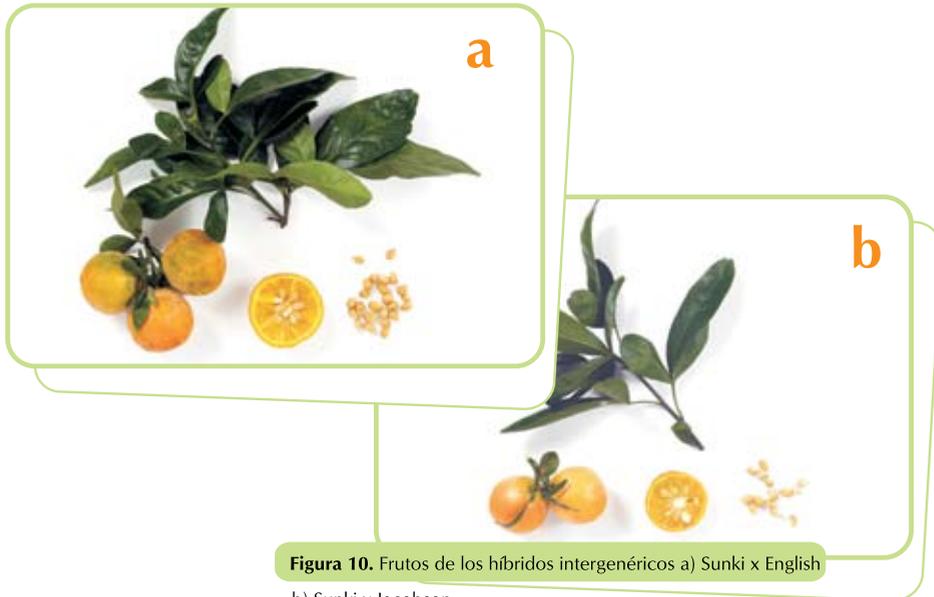


Figura 10. Frutos de los híbridos intergenéricos a) Sunki x English b) Sunki x Jacobson.

11. Citremón 1449

Híbrido intergenérico de limonero y de naranjo trifoliado (*C. limón* x *Poncirus trifoliata*).

Objetivos

El trabajo tuvo como objetivos los siguientes:

- Evaluar el efecto de los portainjertos sobre el crecimiento, la precocidad, la producción, la eficiencia y la calidad de las variedades naranja García Valencia, mandarina Oneco y lima ácida Tahití.
- Seleccionar por sus características, los mejores patrones (portainjertos) para las variedades estudiadas.
- Determinar el comportamiento de los portainjertos frente a los diferentes tipos de enfermedades que atacan a los cítricos.

Materiales y métodos

Localización

Para estudiar el comportamiento de estos portainjertos se instalaron parcelas de evaluación en la Subestación Experimental La Catalina, ubicada en el municipio de Pereira (Risaralda), vereda El Retiro, a 4° 45' Latitud Norte, 75° 45' de Longitud Oeste y una altitud de 1.350m. Las

características climáticas y edáficas de la Subestación se observan en la Tabla 2.

Materiales

Para lograr los objetivos propuestos se evaluaron los siguientes portainjertos:

• Para naranja García Valencia:

1. Mandarina Cleopatra (*Citrus reshni* Hort)
2. Lima ácida Rangpur (*Citrus limonia* Osbeck)
3. Limón rugoso (*Citrus jambhiri* Lush)

Tabla 2. Condiciones agroclimáticas de la Subestación Experimental La Catalina (Pereira, Risaralda).

Características climáticas	
Altitud (m)	1.310
Precipitación (mm)	2.000
Evapotranspiración (Ev)	1.300
Temperatura media (°C)	21,6
Temperatura máxima (°C)	26,9
Temperatura mínima (°C)	17,3
Brillo solar (horas año)	1.606
Humedad relativa (%)	79
Características edáficas	
Unidad de suelos	Chinchiná
pH	5,2
MO (%)	6,1
K (me/100)	0,72
Ca (me/100)	4,0
Mg (me/100)	0,73
P (ppm)	11,2
CIC(cmol _c /kg)	18
Fe (mg/kg)	348
Mn (mg/kg)	9,8
Zn (mg/kg)	13,3
Cu (mg/kg)	4,0
B (mg/kg)	0,43

Fuente. Disciplina de Agroclimatología de Cenicafe y Multilab, Chichiná, Caldas.

4. Limón Volkameriana (*Citrus volkameriana*)
5. Naranja nativa (*Citrus sinensis* Osbeck)
6. Citrange Carrizo (Híbrido de *Citrus sinensis* x *Poncirus trifoliata*)
7. Citrange Troyer (Híbrido de *Citrus sinensis* x *Poncirus trifoliata*)
8. Sunki x English (Híbrido de *Citrus sunki* x *Poncirus trifoliata* english)
9. Sunki x Jacobson (Híbrido de *Citrus sunki* x *Poncirus trifoliata*)
10. Citrumelo 4475 (*Poncirus trifoliata* x *C. paradisi*)
11. Trifoliado English Large (*Poncirus trifoliata*)
12. Trifoliado Kryder 15-3 (*Poncirus trifoliata*)
13. Trifoliado Rich 21-3 (*Poncirus trifoliata*)

• **Para mandarina Oneco:**

1. Mandarina Cleopatra (*Citrus reshni* Hort)
2. Lima ácida Rangpur (*Citrus limonia* Osbeck)
3. Limón rugoso (*Citrus jambhiri* Lush)
4. Naranja nativa (*Citrus sinensis* Osbeck)
5. Citrange Carrizo (Híbrido de *Citrus sinensis* x *Poncirus trifoliata*)
6. Sunki x English (Híbrido de *Citrus sunki* x *Poncirus trifoliata*)
7. Trifoliado Kryder 15-3 (*Poncirus trifoliata*)
8. Trifoliado Rich 21-3 (*Poncirus trifoliata*)

• **Para lima ácida Tahití:**

1. Mandarina Cleopatra (*Citrus reshni* Hort)
2. Lima ácida Rangpur (*Citrus limonia* Osbeck)
3. Volkameriana (*Citrus volkameriana*)
4. Citrumelo 4475 (*Poncirus trifoliata* x *C. paradisi*)
5. Limón rugoso nativo (*Citrus jambhiri* Lush)
6. Citrange Carrizo (Híbrido de *Citrus sinensis* x *Poncirus trifoliata*)
7. Trifoliado Rich 21-3 (*Poncirus trifoliata*)
8. Citremón 1449 (*C. limón* x *Poncirus trifoliata*).

La etapa de vivero se realizó en la Subestación Experimental de Cenicafé La Catalina, a partir del año 1985. La fase de trasplante al sitio definitivo se realizó durante el último trimestre de 1987 en la misma Subestación. Tanto las semillas de los diferentes portainjertos como las yemas de la copa García Valencia, fueron facilitadas por el banco de germoplasma del huerto del ICA, en Palmira (Valle).

Manejo agronómico

Los árboles se despuntaron a 80 cm de altura para promover la formación de la copa, se plantaron a 7 m de distancia en cuadro y se sembraron en hoyos

de 60 x 60cm. En el lote se hizo el manejo de arvenses con el establecimiento de coberturas nobles, el corte con guadaña, y la eliminación de gramíneas con herbicidas selectivos mediante el selector de arvenses.

El huerto cítrico se fertilizó con base en los resultados del análisis de suelos. Los insectos plaga más comunes fueron *Orthezia praelonga*, la mosca blanca *Dialeurodes citri* (Ashmead), el piojo blanco *Unaspis citri* (Comstock), *Epitrix vorax* (Hustache) y los ácaros *Phyllocoptruta oleivora* (Ashmead) y *Brevipalpus phoenicis* (Geikskes). En 1994 se presentó un foco de infestación de la mosca de las frutas *Anastrepha* sp., el cual se controló mediante trampeos con cebos atrayentes, y se complementó con labores culturales como eliminación de hospedantes como los guayabos (*Guaba* sp.), recolección y destrucción de los frutos atacados.

Diseño experimental y análisis estadístico

Los 13 tratamientos (patrones) se evaluaron bajo un diseño de bloques al azar donde el factor de bloqueo

fue la pendiente del terreno. Las parcelas o unidades experimentales estuvieron constituidas por dos árboles y se utilizaron cuatro repeticiones por tratamiento.

Los resultados se evaluaron estadísticamente mediante un análisis de varianza y pruebas de comparación múltiple.

Variables evaluadas

Con el fin de cumplir con los objetivos propuestos se realizaron las siguientes mediciones:

• Desarrollo

Anualmente se registraron: el perímetro del tallo (10 cm por debajo y 10 cm por encima de la cicatriz del injerto), la altura, los diámetros de la copa (oriente-occidente y norte-sur), y la tasa anual de crecimiento. Con base en los valores de altura y diámetro se calculó el volumen, empleando la fórmula de Turrell:

$$V = \pi (d^2 \times h) / 6$$

Donde:

d = diámetro de la copa del árbol

h = altura de la copa

• La tasa anual de crecimiento

Se obtuvo estimando el

coeficiente de la regresión lineal de la relación entre la variable (altura, diámetro) en función del tiempo.

• Producción

Los frutos recolectados por árbol se contaron y pesaron. Se realizó una cosecha quincenal y cuando la producción disminuía ésta se realizaba cada 20 días.

• Calidad

Al cumplir el cultivo los 7 años, se tomaron muestras de 20 frutos para determinar las siguientes variables relacionadas con la calidad:

Rendimiento en jugo. Se pesaron los frutos y se les extrajo el jugo utilizando un extractor (eléctrico). El jugo obtenido se pesó y con base en estos dos valores se calculó el porcentaje de jugo por fruto.

$$\% \text{ Jugo} = \frac{\text{Peso del jugo}}{\text{Peso de los 20 frutos}} * 100$$

Sólidos solubles (°Brix).

El contenido de sólidos solubles se midió en un refractómetro análogo.

Acidez (porcentaje de ácido cítrico).

Del jugo de 20 frutos se tomó una muestra de 25 ml, a los cuales se les agregaron cuatro gotas de fenoltaleína. La muestra se tituló con hidróxido de sodio 0,405 N.

Índice de madurez.

Con base en los resultados anteriores se calculó la relación °Brix/Acidez.

Peso del fruto.

Se registró el peso de cada fruto evaluado y se promediaron los resultados.

• Sanidad del cultivo

Mensualmente se registró la incidencia de plagas y enfermedades.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. Evaluación de portainjertos para naranja García



1.1 Variables de desarrollo

1.1.1 Perímetro del tallo del portainjerto.

Al analizar los resultados del perímetro del tallo de los patrones, 10 cm por debajo del punto de unión del injerto, el análisis de varianza mostró el efecto del patrón y la prueba de comparación de Duncan indicó diferencias estadísticas significativas. Los portainjertos de mayor grosor fueron: Sunki x Jacobson, lima Rangpur, limón rugoso, naranja

nativa y Sunki x English y los patrones con los promedios más bajos fueron Kryder y T.Rich 21-3 (Tabla 3). Aunque se aprecian diferencias muy notorias, es de aclarar que tanto los árboles con tallos gruesos como los más delgados, presentaron buen desarrollo y vigor.

- **Perímetro del tallo de la copa.** Con respecto al perímetro del tallo de la copa 10 cm por encima de la cicatriz del injerto, el análisis de varianza mostró efecto de los portainjertos y

Tabla 3. Promedios y variación del perímetro del tallo del patrón de los portainjertos evaluados.

Tratamiento	Perímetro del tallo del patrón (cm)	C.V.
Sunki x Jacobson	59,12 A*	12,11
L. Rangpur	59,00 A	6,40
L. rugoso	56,50 AB	14,44
Naranja nativa	54,50 ABC	11,64
Sunki x English	52,00 ABC	9,53
M. Cleopatra	51,40 BCD	10,03
CPB 4475	50,62 BCD	10,39
C. Troyer	49,86 BCD	8,77
L. Volkameriana	48,40 CD	10,99
C. Carrizo	44,12 DE	15,39
T. English L.	41,38 E	23,03
T. Kryder 15-3	33,38 F	26,89
T. Rich 21-3	29,12 F	21,43

*Promedios con letras distintas indican diferencia estadística, según la prueba Duncan al 5%.

la prueba de comparación de Duncan indicó diferencias estadísticas significativas. Los portainjertos con el mayor promedio fueron lima ácida Rangpur, limón rugoso, naranja nativa, mandarina Cleopatra y Volkameriana. Los patrones con los promedios más bajos fueron Kryder y T. Rich 21-3 (Tabla 4).

- Relación entre los perímetros del tallo del portainjerto y la copa. Esta variable está relacionada con la compatibilidad entre la copa y el portainjerto. Valores cercanos a la unidad (tallo cilíndrico y uniforme) indican una adecuada compatibilidad en tanto

que, valores menores o mayores a la unidad indican incompatibilidad. Cuando el valor es mayor de 1 se hace mención a una “incompatibilidad positiva”, debida a que el tallo del portainjerto tiene mayor diámetro que el tallo de la copa, esta relación es muy común con los patrones trifoliados; sin embargo, los árboles crecen y producen sin problema.

Cuando el valor es menor que 1 (el grosor del tallo de la copa es mayor que el tallo del portainjerto) se dice que existe una “incompatibilidad negativa”; que es indeseable porque, por lo general, los árboles presentan

problemas de desarrollo y productividad. Es muy común encontrarla cuando se injerta lima ácida (limón Tahití) sobre mandarina Cleopatra (Figura 11). En la Tabla 5, se muestran los valores registrados a partir del 4° y hasta el 9° año del cultivo.

Los resultados permiten diferenciar tres grupos :

-Grupo 1. A este grupo pertenecen los portainjertos con incompatibilidad positiva, entre ellos: CPB 4475 y Sunki x Jacobson.

-Grupo 2. Portainjertos de compatibilidad intermedia, entre 1,21 y 1,34 conformado por los patrones Sunki x English, C. Troyer, Rich 21-3, English Large, Kryder 15-3 y C. Carrizo.

-Grupo 3. Conformado por los patrones compatibles, con valores cercanos a la unidad, y está constituido por L. Volkameriana, M. Cleopatra, naranja nativa, L. rugoso, L.A. Rangpur.

En la evaluación del banco de germoplasma de La Catalina, en la variedad García Valencia sobre seis portainjertos (mandarina Cleopatra, limón rugoso, lima ácida Rangpur, Sunki x English, y CPB, 4475), se registraron valores similares a los de este estudio al noveno año de establecido el cultivo

Tabla 4. Promedios y variación del perímetro del tallo de la copa de la naranja García Valencia sobre los portainjertos evaluados.

Tratamiento	Perímetro del tallo de la copa (cm)	C.V.
L. Rangpur	53,37 A*	8,84
L. rugoso	52,00 A	12,16
Naranja nativa	51,00 A	22,45
M. Cleopatra	49,00 AB	11,07
L. Volkameriana	48,62 AB	13,77
Sunki x English	43,00 BC	10,40
C. Troyer	40,00 C	7,63
Sunki x Jacobson	39,25 C	9,89
C. Carrizo	37,37 CD	13,41
CPB 4475	33,00 D	12,54
T. English L.	32,25 D	23,48
Kryder	24,87 E	24,16
T. Rich 21-3	22,75 E	16,73

*Promedios con letras distintas indican diferencia estadística, según la prueba Duncan al 5%.



Figura 11. a) Compatibilidad (relación igual a 1); b) Incompatibilidad positiva (relación > 1) y c) Incompatibilidad negativa (relación < 1).

Tabla 5. Valores promedio de la relación del perímetro del tallo del patrón / perímetro del tallo de la copa de la naranja García Valencia sobre 13 portainjertos, desde el 4° hasta el 9° año de establecido el cultivo.

Patrón	4	5	6	7	8	9
M. Cleopatra	1,02	1,05	1,09	1,05	1,03	1,05
L. Rangpur	1,13	1,10	1,26	1,09	1,12	1,10
L. rugoso	1,15	1,13	1,13	1,11	1,06	1,09
L. Volkameriana	1,01	0,99	1,03	1,06	1,07	1,01
C. Carrizo	1,27	1,25	1,24	1,20	1,20	1,18
C. Troyer	1,26	1,23	1,22	1,23	1,25	1,25
Sunki x English	1,15	1,16	1,15	1,24	1,16	1,21
Sunki x Jacobson	1,36	1,40	1,31	1,28	1,50	1,50
CPB. 4475	1,43	1,49	1,42	1,43	1,49	1,53
T. English L.	1,37	1,39	1,35	1,33	1,31	1,30
Kryder	1,41	1,39	1,31	1,37	1,34	1,34
Rich 21-3	1,35	1,34	1,28	1,27	1,24	1,29
Naranja nativa	1,14	1,07	1,10	1,03	1,07	1,07

Tabla 6. Relación perímetro tallo patrón / perímetro tallo copa, de la Naranja García Valencia (Evaluación de germoplasma), sobre 5 portainjertos. La Catalina.

Patrón	-10*	+10**	PTP/PTC
M. Cleopatra	52,5	52,0	1,01
L. Rangpur	56,5	52,0	1,09
L. rugoso	65,5	61,0	1,07
Sunki x E	57,6	44,0	1,31
CPB. 4475	57,0	38,0	1,50

*10 cm por debajo del punto de unión del injerto; **10 cm por encima del punto de unión del injerto.

(Tabla 6) (4, 5, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16). Igualmente, en estudios realizados por Cardona (5) en el Centro de Investigación El Agrado (1.300 m de altitud), en la evaluación de la copa García Valencia sobre 6 portainjertos (M. Cleopatra,

CPB 4475, Carrizo, Troyer, L. rugoso y L. Volkameriana) se encontraron relaciones similares a las obtenidas en este estudio (Tabla 7).

En la Figura 12, se observa el grado de compatibilidad de cada uno de los

portainjertos evaluados, de acuerdo con la relación entre el perímetro del tallo del patrón y el perímetro del tallo de la copa, con valores que fluctúan entre 1,01 (L. Volkameriana) y 1,53 (CPB 4475).

Tabla 7. Relación perímetro tallo patrón / perímetro tallo copa, de la Naranja García Valencia (Evaluación de germoplasma), sobre 6 portainjertos. C.I El Agrado.

Patrón	-10 *	+10 **	TP/TPC
M. Cleopatra	58	58	1,00
L. rugoso	76	70	1,08
L. Volkameriana	68	65	1,04
C. Carrizo	48	39	1,23
C. Troyer	63	46	1,37
CPB 4475	48	31	1,55

*10 cm por debajo del punto de unión del injerto; **10 cm por encima del punto de unión del injerto.

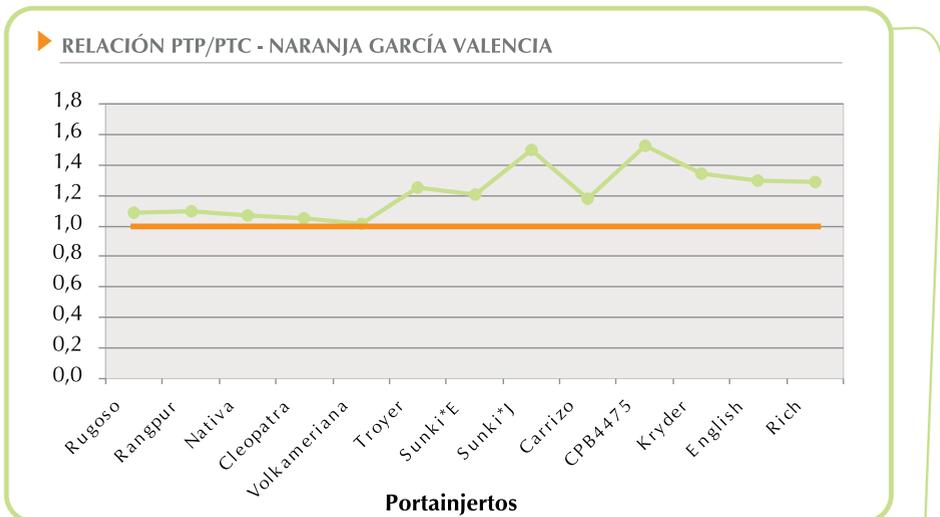


Figura 12. Relación entre el perímetro tallo patrón/ perímetro tallo copa de la naranja García Valencia.

1.1.2 Desarrollo de la copa (altura, diámetro y volumen). En las Tablas 8, 9 y 10 se registran los datos de desarrollo de la copa naranja García Valencia sobre 13 portainjertos, en la Subestación Experimental La Catalina (Pereira, Risaralda).

- **Altura.** La altura de los árboles, por lo general, está relacionada con el vigor de las plantas; sin embargo, con árboles muy altos (> 3,5m) se tienen problemas, debido a que se dificultan las labores de manejo, especialmente en lo relacionado con

la cosecha y el control sanitario.

Con relación a esta variable, el análisis de varianza mostró efecto de los portainjertos y la prueba de comparación de Duncan indicó diferencias estadísticas significativas. Los portainjertos con mayor promedio en altura fueron limón rugoso y lima ácida Rangpur, mandarina Cleopatra y Volkameriana.

Tabla 8. Promedios y variación de la altura de la copa de arboles de naranja García Valencia sobre los 13 portainjertos evaluados.

Tratamiento(patrón)	Altura (m)	C.V.
L. rugoso	4,50 A*	12,45
L. Rangpur	4,41 A	14,85
Naranja nativa	4,14 AB	8,37
M. Cleopatra	4,08 ABC	10,35
L. Volkameriana	4,00 ABCD	6,43
C. Troyer	3,68 BCDE	9,32
Sunki x English	3,58 BCDE	11,79
Sunki x Jacobson	3,51 CDE	8,25
C. Carrizo	3,38 DE	8,84
CPB 4475	3,23 E	10,81
T. Kryder 15-3	2,55 E	25,51
T. English L.	2,40 F	19,53
T. Rich 21-3	2,33 F	20,18

*Promedios con letras distintas indican diferencia estadística, según la prueba Duncan al 5%.

Los portainjertos que inducen árboles de porte alto, con valores superiores a 4 m, son indeseables debido a que estos presentan problemas para su manejo y muy especialmente en la zona cafetera, por la topografía pendiente.

Estos resultados indican que hay un grupo portainjertos que inducen árboles de porte medio (<3,6) y bajo ("enanizantes"), muy favorables para cultivar en cualquier topografía, por su fácil manejo en términos de podas, control sanitario y para la recolección.

Al comparar los valores de diámetro del tallo de la copa (Tabla 4) con la variable altura se observa una relación directa, en la cual a mayor diámetro o grosor del tallo mayor altura de los árboles.

- **Diámetro de la copa.** De esta característica del árbol depende en gran parte su área foliar, responsable de la captación de energía, la elaboración de los asimilados y la producción de frutos. Con base en el diámetro de la copa del árbol, pueden definirse la distancia de siembra y las densidades de población; árboles con mayor diámetro tienen mayor área foliar y disponen de un mayor potencial productivo, pero requieren más espacio para evitar la competencia.

El análisis de los valores registrados se observa en la Tabla 9.

Para esta variable, el análisis de varianza mostró efecto de los portainjertos y la prueba de comparación de Duncan indica diferencias estadísticas significativas; los portainjertos con el mayor promedio fueron naranja nativa, lima Rangpur, mandarina Cleopatra, limón rugoso, L. Volkameriana y Sunki x English.

Las diferencias de altura y diámetro están relacionadas con las mayores o menores tasas de crecimiento de los diferentes portainjertos evaluados (Tabla 10). Los portainjertos que inducen árboles con copas más altas y con mayor diámetro registran las mayores tasas anuales de crecimiento, caso contrario sucede con los

Tabla 9. Promedios y variación del diámetro de la copa de naranja García Valencia en los portainjertos evaluados.

Tratamiento(patrón)	Diámetro (m)	C.V.
Naranja nativa	5,00 A*	16,83
L. Rangpur	4,65 AB	7,38
M. Cleopatra	4,58 AB	7,89
L. rugoso	4,56 AB	13,80
L. Volkameriana	4,50 AB	7,58
Sunki x English	4,46 AB	9,75
Sunki x Jacobson	4,30 BC	8,23
C. Troyer	4,20 BC	7,11
C. Carrizo	3,76 C	12,84
CPB 4475	3,76 C	9,39
Kryder 15-3	3,02 D	26,89
T. Rich 21-3	2,90 D	17,82
T. English L.	2,70 D	13,66

*Promedios con letras distintas indican diferencia estadística, según la prueba Duncan al 5%.

Tabla 10. Tasa anual de crecimiento de la copa de naranja García Valencia en función de las variables altura y diámetro de copa.

Patrón	Altura	Diámetro
Rich 21-3	0,054	0,245
English L.	0,068	0,231
Kryder 15-3	0,100	0,305
CPB 4475	0,117	0,297
Carrizo	0,145	0,405
Sunki x English	0,168	0,422
Sunki x Jacobson	0,177	0,408
L. Rangpur	0,220	0,428
Troyer	0,265	0,511
Cleopatra	0,277	0,471
L. rugoso	0,297	0,437
L. Volkameriana	0,334	0,571
N. nativa	0,594	0,811

portainjertos "enanizantes" (Figura 13).

Los resultados indican que predomina el diámetro sobre la altura de la copa, factor que favorece el desarrollo equilibrado de los árboles, con un área foliar bien estructurada, que permita un eficiente aprovechamiento

de la energía solar para una producción satisfactoria (Figura 14).

- **Volumen.** La determinación del espacio ocupado por los árboles es la base para la toma de decisiones con respecto a las distancias y densidades de siembra de los huertos, ello permite

un uso más racional de la tierra y de la energía solar; además, de economizar recursos en el manejo de arvenses y otras labores culturales propias del cultivo.

El análisis de varianza mostró efecto de los portainjertos y la prueba de comparación de Duncan indica que



Figura 13. Porte alto (>3,5m); Porte mediano (2,30m - 3,50m); Porte bajo (< 2,30m).

▶ ALTURA Y DIÁMETRO - NARANJA GARCÍA VALENCIA

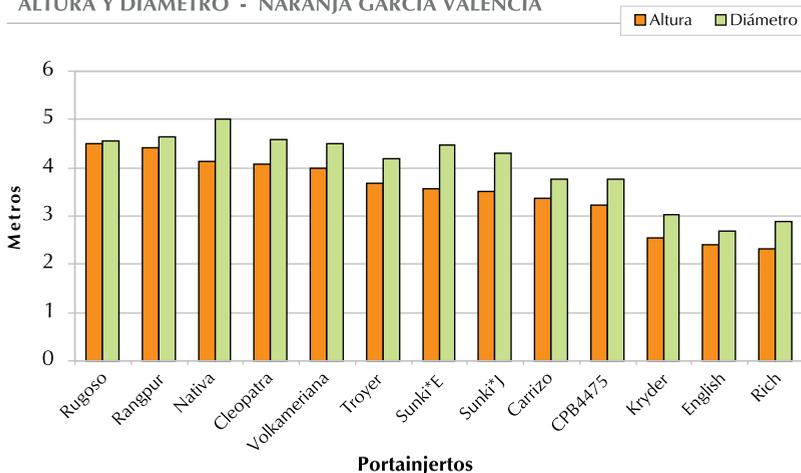


Figura 14. Altura y diámetro de la variedad García Valencia sobre los portainjertos evaluados.

existen diferencias estadísticas significativas; los portainjertos que indujeron mayor volumen de la copa fueron naranja nativa, limón rugoso, lima Rangpur, mandarina Cleopatra y Volkameriana, y los promedios más bajos corresponden a los portainjertos T. Kryder 15-3, T. Rich 21-3 y T. English (Figura 15).

Con base en esta variable se conformaron tres grupos:

- Grupo 1. Árboles de mayor volumen, entre 42,4 y 53,7m³, naranja nativa, limón rugoso, lima Rangpur, mandarina Cleopatra y Volkameriana.
- Grupo 2. Árboles con

volúmenes intermedios, entre 24,2 y 36,5m³ Troyer y Carrizo y CPB 4475.

- Grupo 3. Incluye los portainjertos con los promedios más bajos, entre 9,2 y 12,3m³. A este grupo pertenecen los patrones trifoliados: T. Kryder 15-3, T. Rich 21-3 y T. English Large.

Al comparar los valores de altura (Tabla 8) y volumen de la copa se observa una relación directa entre estas variables, a mayor altura de los árboles mayor volumen de la copa.

Los árboles con menor volumen de la copa son una alternativa para incrementar la densidad de siembra y

lograr una mayor eficiencia en el uso de la mano de obra, por la facilidad de las labores en el cultivo.

1.2 Variables de producción

1.2.1 Número de frutos por árbol

El análisis de varianza mostró efecto de los portainjertos y la prueba de comparación de Duncan indica que existen diferencias estadísticas significativas (Tabla 11).

Para el caso de los portainjertos "enanificantes" se aprecia un relación directa entre el número

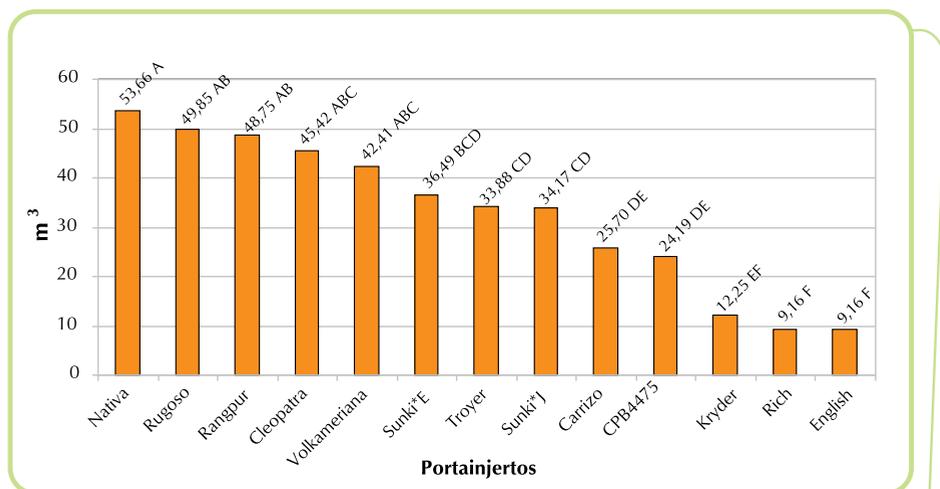


Figura 15. Representación del volumen de árboles de naranja García Valencia, sobre los portainjertos evaluados. (Promedios con letras distintas indican diferencia estadística, según la prueba Duncan al 5%).

de frutos y el volumen del árbol, es decir a menor volumen menor número de frutos; para el caso de los portainjertos que inducen árboles voluminosos no se aprecia dicha relación.

1.2.2 Peso del fruto

El análisis estadístico indicó efecto de los portainjertos sobre el peso de los frutos. Para esta variable los tratamientos (portainjertos), se dividieron en dos grupos (Tabla 12):

Grupo 1 : Con frutos de peso entre 160 y 200 g

Grupo 2 : Frutos con un peso superior a 200 g

Estos pesos cumplen con los requisitos de la Norma NTC-4086 y corresponden a los calibres C y D.

(kilogramos/árbol)

En la Tabla 13 se registran los promedios de los kilogramos/árbol de naranja García Valencia sobre los 13 portainjertos, durante 7 años

de cosecha; el análisis de varianza mostró efecto de los portainjertos y la prueba de comparación de Duncan indica que hubo diferencias estadísticas significativas entre los patrones.

Tabla 11. Promedio acumulado del número de frutos de naranja García Valencia por árbol, en cada uno de los portainjertos evaluados.

Tratamiento	Nº frutos	C.V.
Sunki x English	5.173 A*	18,62
L. Rangpur	4.847 A	14,42
Sunki x Jacobson	4.840 A	22,35
M. Cleopatra	4.638 A	27,72
L. rugoso	4.195 AB	29,81
CPB 4475	3.757 ABC	30,61
L. Volkameriana	3.586 ABC	21,91
C. Carrizo	3.181 ABC	30,23
C. Troyer	3.178 BCD	47,21
Kryder	2.370 BCD	36,31
Naranja nativa	2.200 CD	64,55
T. English L.	2.004 CD	42,67
T. Rich 21 3	1.925 D	34,11

* Promedios con letras distintas indican diferencia estadística, según la prueba Duncan al 5%.

1.2.3 Producción

Tabla 12. Agrupación por portainjertos en función del peso de los frutos de Naranja García Valencia.

Grupo	Portainjertos	Peso (g)	C.V.
2	Sunki x English, L. Rangpur, L. rugoso , Kryder 15-3.	211,3 A*	3,56
1	Sunki x Jacobson, M. Cleopatra, CPB 4475, L. Volkameriana, C. Carrizo, C. Troyer, Naranja nativa, T. English L., T. Rich 21 3	180,4 B	6,32

* Promedios con letras distintas indican diferencia estadística, según la prueba Duncan al 5%.

Los portainjertos con los mayores promedios fueron Sunki x English y L. Rangpur; el promedio más bajo lo presentó el patrón T. English L. Al comparar los portainjertos de porte alto con los de mediana altura se aprecia que por lo general, estos últimos son más productivos debido a que son más eficientes. Con relación a los portainjertos Sunki x English y Sunki x Jacobson, cabe resaltar su buen comportamiento, tanto vegetativo (porte medio) como productivo.

Aunque los promedios de producción por árbol de los

portainjertos "enanizantes" (T. Kryder 15-3, T. English L y T. Rich 21-3) son bajos, dado su escaso volumen, estos ofrecen la alternativa de incrementar las densidades de siembra, con lo cual se logra obtener una producción similar a la de portainjertos de porte alto, pero con ventajas por la facilidad en el manejo de arvenses, control sanitario y recolección.

1.2.4 Eficiencia productiva

Este es un indicador de mucha importancia porque permite comparar árboles de diferentes volúmenes. La eficiencia está dada por la

relación entre la producción y el volumen ocupado por el árbol. En la Tabla 14, se muestran los valores de las tres últimas cosechas de naranja.

Los datos indican que los portainjertos que presentan la mayor eficiencia son los "enanizantes" (T. English Large, Kryder 15-3 y Rich 21-3) y los de porte medio (C.4475, Sunki x English, Sunki x Jacobson, C. Carrizo y C. Troyer). Por su parte, los patrones de porte alto y mayor volumen son los menos eficientes (M. Cleopatra, L. Rangpur, Limón rugoso, Volkamerina y naranja

Tabla 13. Promedios y variación de la producción acumulada de naranja García Valencia en los portainjertos evaluados.

Tratamiento	Producción (kg/árbol)	C.V.
Sunki x English	1.008 A*	20,51
L. Rangpur	925 A	25,96
Sunki x Jacobson	897 AB	22,06
L. rugoso	839 ABC	32,95
L. Volkameriana	808 ABC	24,53
M. Cleopatra	757 ABC	25,92
CPB 4475	683 ABCD	34,07
C. Carrizo	601 ABCDE	30,87
C. Troyer	638 BCDEF	46,34
Naranja nativa	560 CDEF	68,61
Kryder 15-3	449 CDEF	41,72
T. Rich 21-3	347 EDF	38,60
T. English L.	340 EF	47,76

*Promedios con letras distintas indican diferencia estadística, según la prueba Duncan al 5%.

Tabla 14. Promedios de producción, volumen y eficiencia de naranja García Valencia sobre 13 portainjertos. Valores de los tres últimos años evaluados.

Patrón	Producción (kg/árbol)	Volumen (m ³)	Eficiencia (kg/m ³)
T. Rich 21-3	77,53	8,40	9,23
T. English L.	74,53	8,40	8,87
T. Kryder 15-3	100,43	11,63	8,63
CPB 4475	149,33	20,20	7,39
Sunki x English	234,67	32,30	7,27
C. Carrizo	146,47	21,70	6,75
Sunki x Jacobson	207,33	30,93	6,70
C. Troyer	191,77	28,90	6,64
L. Volkameriana	207,07	34,60	5,98
M. Cleopatra	202,43	35,87	5,64
L. Rangpur	214,73	40,37	5,32
L. rugoso	196,17	39,23	5,00
Naranja nativa	181,67	38,17	4,76

nativa). Este indicador está tomando mucha importancia en la fruticultura mundial moderna, debido a que con base en él, las empresas logran eficiencia y competitividad.

Se aprecia una relación inversa entre el volumen y la eficiencia; a mayor volumen, menos producción por m³. Este comportamiento se fundamenta en que los árboles de mayor volumen, dada su mayor tasa de crecimiento, consumen más asimilados en la fase vegetativa, en detrimento de la producción.

1.2.5 Distribución de la producción

La producción está influenciada por factores climáticos, es decir, la floración está inducida por estrés de sequía, lo que lleva a que todos los árboles, independientemente del portainjerto y de las características varietales (temprana, semitardía o tardía), florezcan en la misma época.

Con relación a la distribución de la cosecha (Figura 16), el análisis se realizó con frecuencias bimestral, trimestral, cuatrimestral y semestral. Los resultados indican un comportamiento similar de todos los

portainjertos. Sin embargo, como tendencia se observa una mayor producción (55 - 65%) durante el primer semestre. A través de los años de evaluación, las épocas de mayor producción ocurrieron en los meses abril-junio y septiembre-noviembre, meses que obedecen a los períodos de floración (9 -10 meses antes), que están determinados por los meses menos lluviosos (con déficit hídrico en enero-febrero y julio-agosto) (Figura 17). Se observa que la distribución de la cosecha a través del tiempo, independiente de la producción de cada portainjerto, es muy similar en los patrones limón rugoso

► DISTRIBUCIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE NARANJA VALENCIA

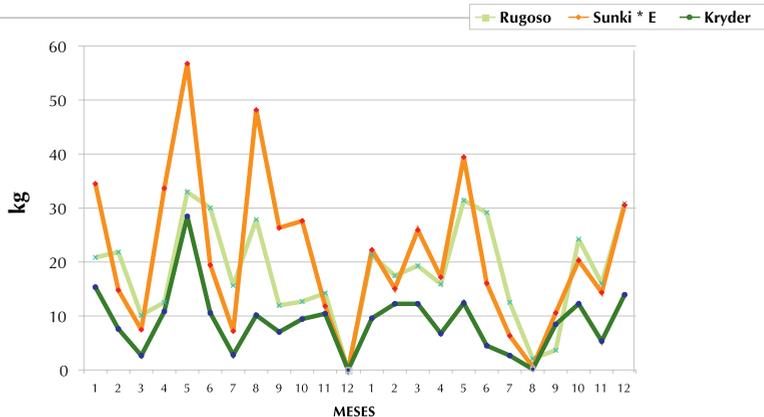


Figura 16. Distribución anual de la cosecha de tres portainjertos: porte alto (L. rugoso), porte medio (Sunki x English) y porte bajo (Kryder).

► BALANCE HÍDRICO - LA CATALINA

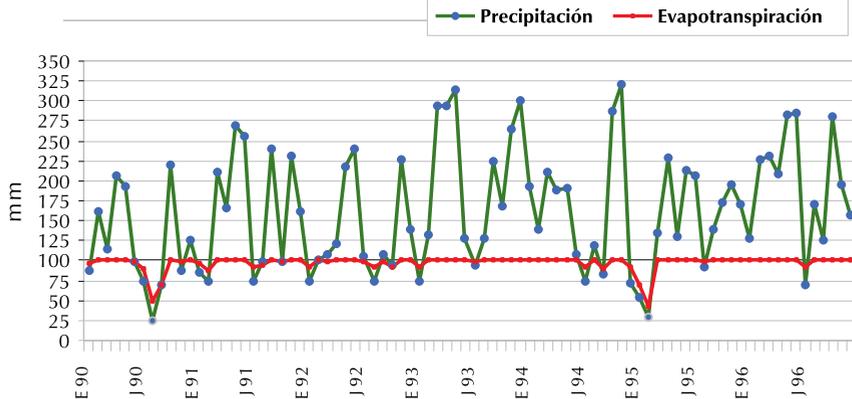


Figura 17. Balance hídrico a través del tiempo, en la Subestación Experimental La Catalina (Pereira, Risaralda).

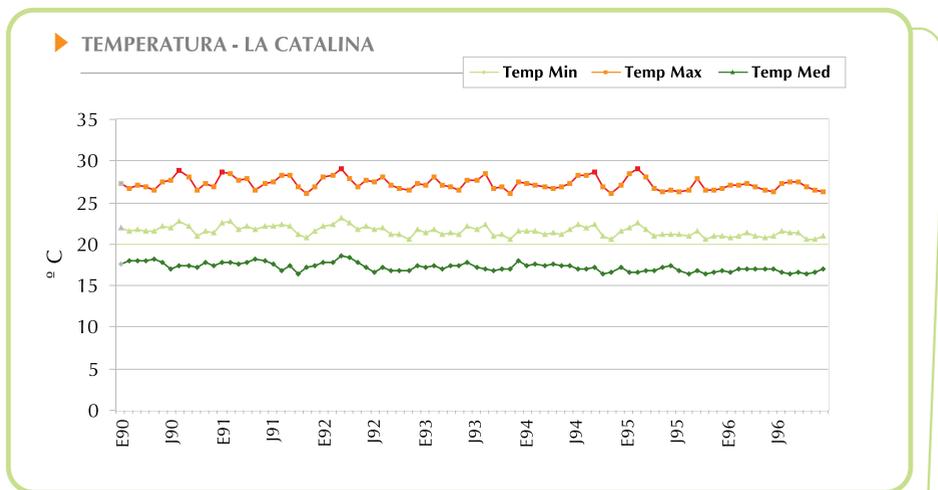


Figura 18. Registro de la temperatura durante el período de investigación, en la Subestación Experimental La Catalina.

(porte alto), Sunki x English (porte medio) y T. Kryder 15-3 (porte bajo); además, se observa que coinciden los períodos de mayor y menor producción.

En la Figura 18, se detalla la temperatura máxima, que fluctuó entre 26,1 y 29,1°C; la temperatura media que varió entre 20,5 y 23,1°C y la temperatura mínima entre 16,5 y 18,5°C durante los 7 años de cosecha.

1.3 Características de calidad

Aunque el objetivo fundamental era el de conocer el comportamiento agronómico y productivo de los portainjertos, conscientes de las limitaciones del sitio respecto a las condiciones

de clima (altitud 1.350 m) desfavorables para obtener frutos de buena calidad (°Brix y acidez), se evaluó la calidad de los frutos como una información complementaria.

Los parámetros de calidad están basados en los requisitos de las industrias procesadoras: rendimiento en jugo, sólidos solubles (°Brix), acidez titulable, ratio (Brix/Acidez), número de semillas y tamaño del fruto.

Rendimiento en jugo. Para los mercados nacionales e internacionales se prefieren naranjas que tengan rendimientos superiores a 45%. Para la calificación del porcentaje en jugo se tuvo en cuenta la siguiente escala: 55=excelente, 50=muy bueno, 45=bueno,

40=corriente y 35=pobre.

Los sólidos solubles o °Brix: expresan el grado de dulzura o azúcares que tiene la naranja. La escala de calificación es la siguiente: 12= excelente, 11= muy bueno, 10= bueno, 9= normal y 8= pobre. Para la industria se aceptan valores superiores a 10,5.

Acidez. El valor óptimo está entre 0,6 y 0,9 para la industria procesadora. La escala para evaluar el porcentaje de acidez es: >1,25 = alto; 1,00 = bueno; 0,75= normal y 0,50= pobre.

Índice de madurez (Ratio). Se refiere a la relación sólidos solubles/acidez. A nivel internacional, este valor debe ser > de 13.

En la Tabla 15 se observan las características de calidad de la naranja García Valencia

1.3.1 Rendimiento (porcentaje de jugo)

El promedio más bajo (43%) lo registró el portainjerto L. Volkameriana; para el resto de patrones los valores fluctuaron entre 46 y 50,5%.

De acuerdo con la escala internacional, los rendimientos fueron considerados buenos a muy buenos. Los valores encontrados para todos los portainjertos están dentro

Tabla 15. Calidad de la Naranja García Valencia sobre 13 portainjertos.

Patrón	Rendimiento (% de jugo)	Sólidos solubles (°Brix)	Acidez (%)	Índice de madurez (Ratio)
M. Cleopatra	48,0	9,3	1,15	8,09
L. Rangpur	46,0	8,4	1,13	7,43
L. rugoso	46,0	8,0	1,11	7,20
L. Volkameriana	43,0	8,3	1,13	7,35
Naranja nativa	46,0	9,6	1,10	8,73
C. Carrizo	49,0	10,3	1,14	9,04
C. Troyer	50,5	11,3	1,16	9,74
Sunki x English	49,0	9,4	1,16	8,00
Sunki x Jacobson	49,0	10,0	1,18	8,47
CPB 4475	50,0	10,3	1,14	9,03
T. English L.	49,0	10,3	1,23	8,37
Kryder 15-3	49,0	10,0	1,25	8,00
Rich 21-3	49,0	10,4	1,27	8,18

► RENDIMIENTO EN JUGO - NARANJA GARCÍA VALENCIA

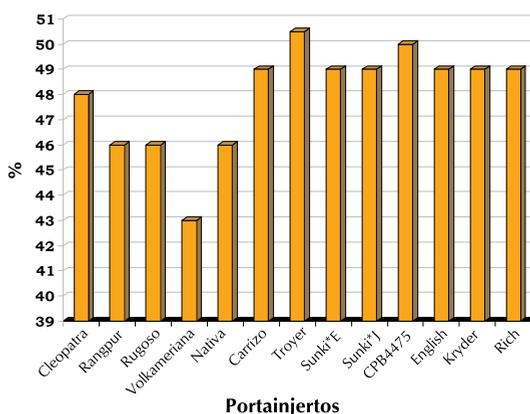


Figura 19. Rendimiento (%) de jugo de la Naranja García Valencia sobre 13 portainjertos.

del límite inferior, según la Norma ICONTEC 4086 (Tabla 15) (Figura 19).

1.3.2 Grados Brix

Con respecto a esta variable, el C. Troyer tuvo el mayor valor, seguido de los patrones trifoliados, con valores entre 9,7 y 10,4. Los menores valores se registraron con L. Volkameriana y L. rugoso. Estos resultados confirman lo reportado por Camacho *et al.* (3), sobre el efecto detrimental en la calidad de las naranjas, que causan los patrones L. rugoso y L. Volkameriana, como también los incrementos en los °Brix que inducen los portainjertos de origen trifoliado. En un trabajo de evaluación de portainjertos en la

granja El Agrado (1.310 m.s.n.m.), Cardona (5), con la misma variedad observó comportamientos similares a los de este estudio, y encontró los mayores valores de °Brix en las naranjas sobre los portainjertos CPB 4475, C. Troyer y C. Carrizo mientras que los menores se encontraron en L. Volkameriana y L. rugoso.

1.3.3 Acidez

Como una consecuencia de la altitud del sitio de evaluación (1.350 m), los valores de acidez, en general, fueron mayores que el 1% (Figura 20). Con base en los resultados obtenidos en otros países y durante el trabajo de Caracterización y Normalización de Frutas y Hortalizas (22), se concluye

que a mayor altitud, la fruta tiene mayor acidez. Esta situación no permitió determinar la influencia de los portainjertos sobre el contenido de acidez.

1.3.4 Índice de madurez (°Brix/acidez)

Debido a que los valores de acidez registrados fueron muy altos (Figura 21), como lógica consecuencia, esta variable obtuvo valores bajos, de acuerdo con las normas internacionales.

Los valores de °Brix e índice de madurez registrados por los portainjertos, L. rugoso, L. Volkameriana y L. Rangpur, están por fuera de los límites aceptados por la Norma Técnica Colombiana 4086.

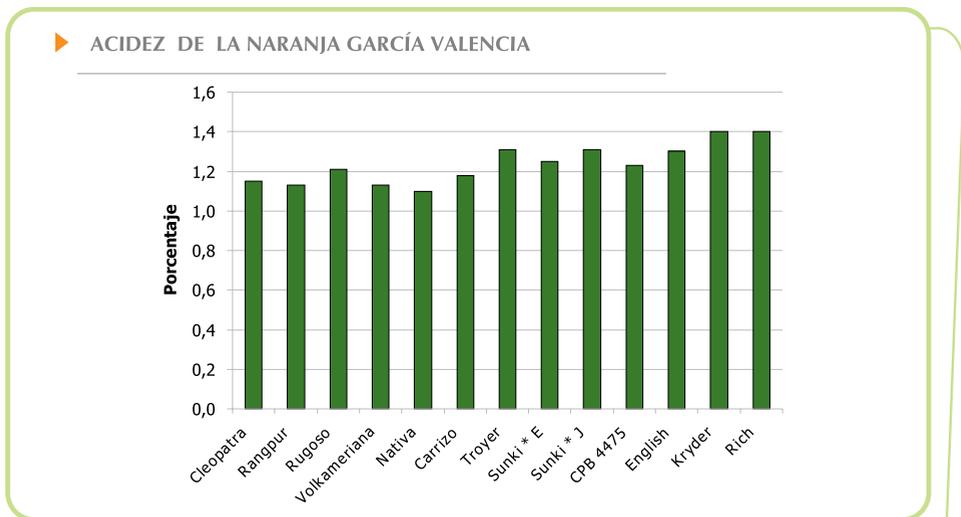


Figura 20. Porcentaje de acidez de la Naranja García Valencia sobre 13 portainjertos.

▶ SÓLIDOS SOLUBLES E ÍNDICE DE MADUREZ NARANJA GARCÍA VALENCIA

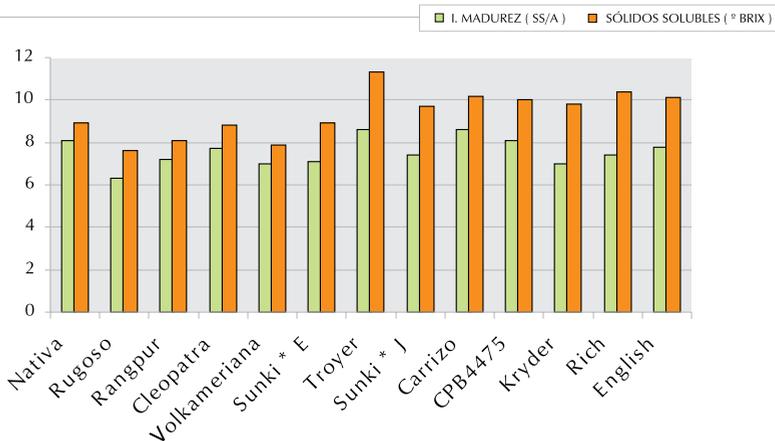


Figura 21. Sólidos solubles (° Brix) y Ratio (SS/A).

1.4 Aspectos fitosanitarios

Durante el período de investigación, se detectaron los problemas sanitarios comunes a los cítricos en la zona cafetera, antracnosis (*Colletotrichum* sp) en las flores, mancha grisienta (*Mycosphaerella citri*), así como la presencia de diferentes especies de ácaros. Las evaluaciones realizadas no permitieron relacionar la mayor o menor incidencia de estos organismos con los portainjertos estudiados.

Conclusiones

- Los valores registrados en la relación perímetro tallo patrón/ perímetro tallo copa permiten concluir que todos

los portainjertos evaluados son compatibles con la copa de naranja dulce García Valencia.

- Los portainjertos tradicionales M. Cleopatra, L. rugoso, L. Rangpur, L. Volkameriana y naranja nativa, tienen altas tasas de crecimiento y por ello, inducen árboles de porte alto, muy voluminosos y con baja eficiencia productiva.
- Los portainjertos del grupo trifoliado (Sunki x English, Sunki x Jacobson, CPB 4475, C. Carrizo, C. Troyer) inducen árboles de porte medio, bajo volumen de copa y alta eficiencia productiva. Este tipo de árbol se ajusta a los requerimientos de la citricultura moderna, por que facilita la realización de las diferentes labores culturales; además, puede

optimizarse el recurso tierra debido a que es posible sembrar el huerto con una mayor densidad de plantas (280- 300 árboles/ha).

- Los portainjertos Kryder 15-3, Rich 21-3 y English Large, mostraron las menores tasas de crecimiento, con lo que se confirma su efecto "enanizante". Estos árboles, por su bajo volumen, permiten establecer mayores densidades de siembra (500 árboles/ha).

- Con respecto a la variable producción, los mayores registros se observaron con los portainjertos Sunki x English, Lima Rangpur, Sunki x Jacobson, L. rugoso, L. Volkameriana, M. Cleopatra y CPB 4475; sin embargo, al tener en cuenta la variable eficiencia (kg/m³) los portainjertos de porte

medio (Sunki x English, Sunki x Jacobson y CPB 4475) son más competitivos debido a que son más eficientes. Además, por su porte medio se facilitan las labores culturales, lo que implica menores costos de producción.

- Con relación a la distribución de la producción, se determinó que está influenciada por las condiciones de clima (períodos de lluvia y sequía)

y que independientemente de los portainjertos, los árboles florecen en la misma época. Para el caso de la localidad donde se llevó a cabo la investigación, la cosecha se distribuye entre 55 y 65% durante el primer semestre.

- No ocurrieron problemas sanitarios graves en los

árboles durante todo el período de evaluación. Un aspecto importante fue el manejo agronómico adecuado que brinda condiciones que previenen el ataque de plagas y enfermedades.

2. Evaluación de portainjertos para mandarina Oneco



2.1 Variables de crecimiento

2.1.1 Perímetro del tallo del portainjerto

Al evaluar el perímetro del tallo del patrón 10 cm por debajo del punto de unión del injerto, el análisis de

varianza mostró efectos del portainjerto y la prueba de comparación de Duncan indicó diferencias estadísticas significativas. En la Tabla 16 se muestran los valores del perímetro del tallo de los portainjertos evaluados. Aunque se aprecian diferencias muy notorias, cabe aclarar que tanto

los árboles con tallos gruesos como aquellos más delgados, mostraron buen desarrollo y vigor.

Perímetro del tallo de la copa. Con respecto al perímetro del tallo de la copa, 10 cm por encima del injerto, el análisis de varianza mostró efectos del patrón y

Tabla 16. Variación del perímetro del tallo de los portainjertos evaluados.

Patrón	Perímetro del tallo del patrón (cm)	C.V.
L. rugoso	66,66 A*	8,51
M. Cleopatra	66,25 A	6,54
L. Rangpur	60,75 A	15,92
C. Carrizo	60,00 A	4,79
Sunki x English	59,12 A	4,18
Naranja nativa	49,00 B	17,04
T. Rich 21-3	43,37 B	13,81
T. Kryder 15-3	44,87 B	23,02

*Promedios identificados con letras diferentes presentaron diferencia estadística, Duncan al 5%.

la prueba de comparación de Duncan indicó que hubo diferencias estadísticas significativas. En la Tabla 17, se presentan los valores promedios registrados.

Relación entre los perímetros del tallo del portainjerto y la copa. Con respecto a esta variable que indica el grado de compatibilidad entre los

portainjertos y la mandarina Oneco, se determinó una relación cercana a la unidad (Figura 22) lo que según la literatura, corresponde a un grado de compatibilidad adecuado (Tabla 18).

Tabla 17. Promedios y variación del perímetro del tallo de la copa de la mandarina Oneco sobre los portainjertos evaluados

Tratamiento	Perímetro del tallo de la copa (cm)	C.V.
M. Cleopatra	63,50 A*	7,89
L. rugoso	60,44 AB	10,13
L. Rangpur	60,12 AB	15,35
Sunki x English	54,75 BC	4,75
C. Carrizo	50,75 C	5,84
T. Rich 21-3	42, 62 D	30,04
Naranja nativa	41,40 D	20,94
T. Kryder 15-3	39, 62 D	14,52

*Promedios con letras diferentes presentaron diferencia estadística, Duncan al 5%.

La diferenciación que es bien marcada en la naranja García Valencia con los portainjertos de origen trifoliado, no ocurre con la copa mandarina Oneco.

2.1.2 Desarrollo de la copa

Altura. Con relación a esta variable, hay que tener en cuenta que la mandarina Oneco tiene como característica una marcada dominancia apical, la cual se refleja en los resultados, debido a que en todos los

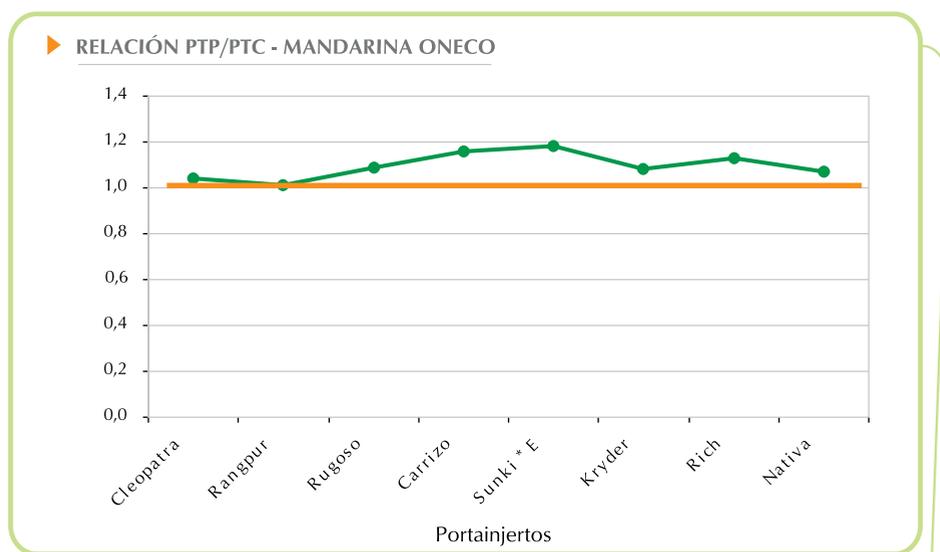


Figura 22. Relación perímetro tallo patrón/ perímetro tallo copa de ocho patrones con la copa mandarina Oneco.

Tabla 18. Relación del perímetro del tallo del patrón / perímetro del tallo de la copa, de portainjertos evaluados para mandarina Oneco.

Patrón	Años de evaluación					
	4	5	6	7	8	9
M. Cleopatra	1,07	1,03	1,06	1,06	1,07	1,04
L. Rangpur	1,10	1,05	1,07	1,07	1,06	1,01
L. rugoso	1,11	1,09	1,08	1,12	1,12	1,09
C. Carrizo	1,18	1,23	1,14	1,12	1,15	1,16
Sunki x English	1,23	1,20	1,17	1,11	1,20	1,18
T. Kryder 15-3	1,10	1,08	1,29	1,05	1,07	1,08
T. Rich 21-3	1,23	1,16	1,12	1,12	1,19	1,13
Naranja nativa	1,15	1,11	1,06	0,96	1,10	1,07

portainjertos se observaron árboles muy altos, valores entre 4,49 y 6,23 m (Tabla 19).

El análisis de varianza muestra efectos del patrón y la prueba de comparación de Duncan indica que se presentan diferencias estadísticas significativas; las mayores alturas se observaron en los portainjertos M. Cleopatra, L. Rangpur, L. rugoso, Sunki x English y Carrizo. Los menores valores se presentaron con los patrones T. Rich 21-3, T. Kryder 15-3 y naranja nativa.

Estos resultados indican que si se pretende tener plantas de porte más bajo, la única alternativa es el manejo de los árboles mediante podas (despuntas de las ramas centrales), para restringir el crecimiento vertical y estimular y fortalecer el

Tabla 19. Promedios y variación de la altura de la copa de mandarina Oneco sobre los 8 portainjertos evaluados.

Tratamiento	Altura de la copa (m)	C.V.
M. Cleopatra	6,10 A*	5,13
L. Rangpur	6,07 A	3,37
L. rugoso	5,92 A	7,24
Sunki x English	5,83 A	6,26
C. Carrizo	5,79 A	8,23
T. Rich 21-3	4,73 B	13,04
T. Kryder 15-3	4,58 B	10,00
Naranja nativa	4,49 B	25,42

*Promedios identificados con letras diferentes presentaron diferencia estadística, Duncan al 5%.

desarrollo plagiotrópico de la copa.

- Diámetro de la copa.

Ésta es una variable muy importante porque de ella depende en gran parte el área foliar, responsable de la captación de energía, elaboración de los asimilados y la producción de frutos. Entre mayor sea el diámetro

de la copa, se tendrá mayor potencial productivo. Los valores promedios de la altura de la copa de la mandarina Oneco sobre los ocho portainjertos evaluados se observa en la Tabla 20.

El análisis de varianza muestra efectos del patrón y la prueba de comparación de Duncan indica que

Tabla 20. Promedios y variación del diámetro de la copa, de mandarina Oneco en los portainjertos evaluados.

Tratamiento	Diámetro de la copa (m)	C.V.
M. Cleopatra	5,44 A*	13,73
Sunki x English	5,30 AB	5,76
L. Rangpur	4,80 AB	10,34
C. Carrizo	4,80 B	4,87
L. rugoso	4,78 BC	8,44
T. Kryder 15-3	4,00 CD	10,50
Naranja nativa	3,80 D	23,29
T. Rich 21-3	3,70 D	22,68

*Promedios identificados con letras diferentes presentaron diferencia estadística, Duncan al 5%.

se presentan diferencias estadísticas significativas; los mayores valores se presentan con el patrón M. Cleopatra y los menores con Naranja nativa y los trifoliados T. Kryder 15-3 y T. Rich 21-3.

Las diferencias de altura y diámetro están relacionadas con las mayores o menores tasas de crecimiento de

los diferentes portainjertos evaluados. Los portainjertos con mayor tasa de crecimiento de acuerdo con la altura son: M. Cleopatra, Rangpur y Kryder; y con respecto al diámetro: M. Cleopatra, Kryder y Sunki x English (Tabla 21).

- **Volumen.** El general, los árboles de mandarina Oneco son muy voluminosos,

como consecuencia de la marcada dominancia apical de esta variedad; el análisis de varianza mostró efectos del patrón y la prueba de comparación de Duncan indica que hubo diferencias estadísticas significativas. Con la información obtenida en la Tabla 22 se conformaron tres grupos:

- Grupo 1. A este grupo pertenecen los portainjertos de mayor volumen, entre 85,7 y 94,7 m³: M. Cleopatra y Sunki x English.

- Grupo 2. Patrones con valores intermedios, entre 69,8 y 73,6 m³ como Rangpur, rugoso y Carrizo.

- Grupo 3. En éste se incluyen los patrones con los promedios más bajos, entre 33,7 y 38,5 m³. A este grupo pertenecen los patrones trifoliados: T. Kryder 15-3, T. Rich 21-3 y naranja nativa, que inducen un menor volumen de la copa de la mandarina Oneco.

Tabla 21. Tasa anual de crecimiento de la copa de mandarina Oneco en función de las variables altura y diámetro.

Patrón	Altura	Diámetro
T. Rich 21-3	0,506	0,583
N. nativa	0,597	0,669
L. rugoso	0,617	0,706
Sunki x English	0,651	0,751
Carrizo	0,669	0,689
Rangpur	0,674	0,731
M. Cleopatra	0,674	0,871
Kryder 15-3	0,674	0,857

2.2 Variables de producción

2.2.1 Número de frutos por árbol

En la Tabla 23, se observa el promedio acumulado del número de frutos de mandarina Oneco sobre los ocho portainjertos evaluados. El análisis de varianza, indica que hay

efecto de los patrones y la prueba de comparación de Duncan indica que se presentan diferencias estadísticas significativa; el portainjerto naranja nativa presentó el menor promedio; los patrones Sunki x English, Kryder y C. Carrizo presentaron los mayores promedios.

2.2.2 Peso del fruto

Para esta variable los tratamientos (portainjertos) se dividieron en 2 grupos, que representan tamaños aceptados comercialmente (Tabla 24).

Grupo 1 : Frutos con peso entre 100 y 120 g.

Grupo 2 : Frutos con peso superior a 120 g.

2.2.3 Producción (kilogramos/árbol)

La mandarina Oneco, fue más tardía (1 año para iniciar el período productivo), que la naranja Valencia y la lima ácida Tahití, como una consecuencia de su mayor dominancia apical. En la Tabla 25, se registran los valores promedio por árbol, de las cosechas evaluadas durante seis años; el análisis de varianza mostró efecto de los patrones y la prueba de comparación de Duncan, indica que sobre el patrón naranja nativa la menor producción y que los portainjertos Sunki x English, Kryder y C. Carrizo presentaron los mayores promedios.

Tabla 22. Promedios y variación del volumen de la copa, de la mandarina Oneco sobre los portainjertos evaluados.

Tratamiento	m ³	C.V.
M. Cleopatra	94,7 A*	26,09
Sunki x English	85,7 AB	10,96
L. Rangpur	73,6 B	22,79
L. rugoso	71,9 B	21,88
C. Carrizo	69,8 B	12,65
T. Kryder 15-3	38,5 C	28,04
Naranja nativa	35,8 C	64,24
T. Rich 21-3	33,7 C	63,50

*Promedios identificados con letras diferentes presentaron diferencia estadística, Duncan al 5%.

Tabla 23. Promedio acumulado del número de frutos de mandarina Oneco por árbol, en distintos portainjertos.

Patrón	Nº frutos	C.V.
Sunki x English	7.475 A*	27,55
T. Kryder 15-3	6.615 A	35,02
C. Carrizo	6.342 A	17,92
L. Rangpur	5.838 AB	49,05
L. rugoso	5.091 AB	28,35
M. Cleopatra	4.798 AB	41,10
T. Rich 21-3	4.002 B	63,16
Naranja nativa	2.506 C	79,98

*Promedios con letras diferentes presentaron diferencia estadística, Duncan al 5%.

Sin embargo, los patrones naranja nativa y T.Rich 21-3, por inducir árboles de menor volumen, ofrecen la posibilidad de incrementar su densidad de siembra, con lo que se podría aumentar la producción por unidad de superficie.

Al comparar los portainjertos de porte alto con los de mediana altura se aprecia que, por lo general, estos últimos son más productivos, debido a que son más eficientes.

Tabla 24. Análisis del peso por fruto de mandarina Oneco sobre ocho patrones.

Grupo	Portainjerto	Peso (g)	C.V.
2	Rich 21-3 y Kryder.	127,4 A	3,64
1	Sunki x English, C. Carrizo, L. Rangpur, L. rugoso, naranja nativa, M. Cleopatra	110,2 B	11,54

*Promedios con letras diferentes presentaron diferencia estadística, Duncan al 5%.

2.2.4 Eficiencia productiva

Este es un indicador de mucha importancia porque permite comparar árboles de diferentes volúmenes. La eficiencia está dada por la relación entre la producción y el volumen ocupado por el árbol y se expresa en kg/m³. En el Tabla 26, pueden observarse los valores promedio de la producción, el volumen y la eficiencia, de la mandarina Oneco sobre ocho patrones evaluados.

Los datos indican que los portainjertos con la mayor eficiencia son Kryder y Rich 21-3, que fueron los de menor volumen de copa, mientras que los de menor eficiencia fueron la mandarina Cleopatra y la Lima Rangpur.

Existe una relación inversa entre el volumen y la eficiencia así, a mayor volumen del árbol menos producción por metro cúbico. Este

comportamiento se fundamenta en que los árboles de mayor volumen, dada la mayor tasa de crecimiento, consumen más asimilados en la fase vegetativa en detrimento de la producción.

2.2.5 Distribución de la producción

La producción está influenciada por factores climáticos, es decir, la floración está inducida por estrés de sequía, lo que conlleva a que todos los árboles independientemente del portainjerto y de las características varietales, florezcan en la misma época.

Con relación a la distribución de la cosecha de mandarina Oneco (Figura 23), el análisis se realizó con frecuencias bimestral, trimestral, cuatrimestral y semestral. Los resultados indican un comportamiento similar de todos los portainjertos; sin embargo, se observa que el mayor porcentaje de producción (55-70%) ocurre en el segundo semestre

Tabla 25. Promedios y variación de la producción (acumulada) de mandarina Oneco sobre los portainjertos evaluados.

Tratamiento (patrón)	Producción (kg/árbol)	C.V.
Sunki x English	880 A	25,03
T. Kryder 15-3	757 A	33,07
C. Carrizo	752 A	18,76
L. Rangpur	723 AB	45,63
L. rugoso	624 AB	29,15
M. Cleopatra	554 AB	39,94
T. Rich 21-3	476 B	55,94
Naranja nativa	310 C	76,43

*Promedios con letras diferentes presentaron diferencia estadística, Duncan al 5%.

▶ DISTRIBUCIÓN DE LA PRODUCCIÓN MANDARINA ONECO

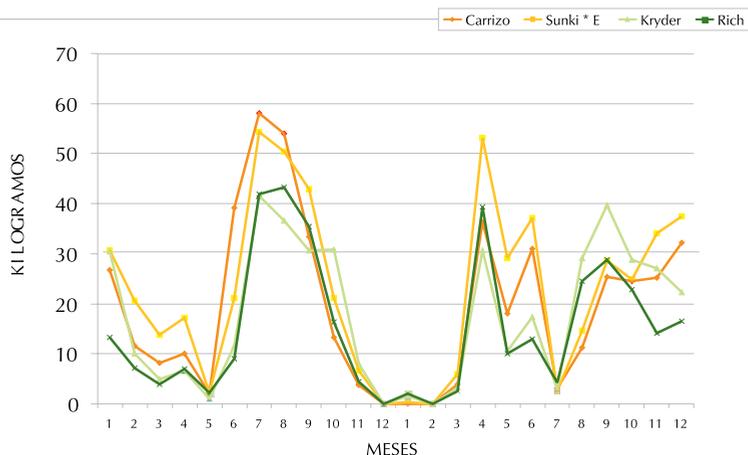


Figura 23. Distribución mensual de la cosecha de mandarina Oneco sobre cuatro portainjertos. Árboles de 9 años de edad.

Tabla 26. Promedios de producción, volumen y eficiencia de mandarina Oneco sobre ocho portainjertos. Valores de los tres últimos años evaluados.

Patrón	Producción (kg/árbol)	Volumen (m ³)	Eficiencia (kg/m ³)
M. Cleopatra	178,5	75,6	2,4
L. Rangpur	180,5	59,0	3,1
L. rugoso	194,4	54,6	3,6
Sunki x English	252,8	70,6	3,6
C. Carrizo	214,5	53,6	4,0
N. nativa	146,8	28,2	5,2
Kryder 15-3	205,6	28,8	7,2
Rich 21-3	145,9	22,4	6,5

del año. Durante los años de evaluación, las épocas de mayor producción ocurrieron durante los meses julio a septiembre y una cosecha de mitaca, en abril, que obedecen a los ciclos de floración (7 meses antes) los cuales, están determinados

por los períodos menos lluviosos (con déficit hídrico) en enero - febrero y julio - agosto (Figuras 17 y 18).

Se observa que la distribución de la cosecha a través del tiempo, independiente

de la producción en cada portainjerto, es muy similar en los diferentes patrones y coinciden con los períodos de mayor y menor producción los cuales a su vez, están influenciados por la distribución de las lluvias.

2.3 Aspectos fitosanitarios

Durante el período de investigación se encontró un árbol injertado sobre Limón rugoso afectado por *Phytophthora*. La mandarina Oneco mostró susceptibilidad a *Alternaria tenuissima*. No hubo árboles afectados por exocortis, psorosis ni tristeza.

Conclusiones

- Los valores registrados de la relación perímetro del tallo del patrón/ perímetro del tallo de la copa permiten concluir que todos los portainjertos evaluados mostraron compatibilidad con la mandarina Oneco. En esta variedad no hubo sobrecrecimiento del tallo del patrón, el cual es muy notorio en naranjas injertadas sobre portainjertos trifoliados.

- Aunque se aprecian diferencias muy notorias en el grosor de los tallos en los diferentes portainjertos, es de aclarar que tanto los árboles con tallos gruesos como los más delgados,

mostraron un adecuado desarrollo y vigor.

- Con relación a la altura, en general, los árboles son muy altos, con lo que se confirma la dominancia apical de esta variedad. En todos los portainjertos evaluados fue predominante la altura sobre el diámetro de la copa.

- Los portainjertos tradicionales (L. rugoso, M. Rangpur y M. Cleopatra) mostraron altas tasas de crecimiento vertical y por ello, inducen árboles de porte alto, muy voluminosos y con baja eficiencia productiva.

- Los portainjertos del grupo trifoliado (Rich 21-3 y Kryder) inducen árboles de porte medio, bajo volumen de copa y alta eficiencia productiva. Este tipo de árbol se ajusta a los requerimientos de la citricultura moderna, por que permiten un eficiente manejo de las plantaciones

por la facilidad de realizar las diferentes labores culturales.

- Con respecto a la variable producción, los mayores registros se lograron con los portainjertos Sunki x English, Kryder y Carrizo.

- Con relación a la distribución de la producción, se determinó que está influenciada por las condiciones de clima (períodos de lluvia y sequía), y que independientemente de los portainjertos los árboles florecen en la misma época. Para el caso de la localidad donde se llevó a cabo la investigación, la cosecha se distribuye entre el 55 y el 70% durante el segundo semestre del año.

3. Evaluación de portainjertos para lima Tahití



3.1 Variables de crecimiento

3.1.1 Perímetro del tallo del portainjerto

Al evaluar el perímetro del tallo del patrón 10 cm por debajo del punto de unión del injerto, el análisis de varianza mostró efectos del patrón sobre la copa de lima Tahití y la prueba de comparación de Duncan indicó que hubo diferencias estadísticas significativas. Los portainjertos L. Volkameriana, L. rugoso y L. Rangpur, mostraron los mayores promedios para esta variable, mientras que el patrón con menor perímetro fue C- 1449.

En la Tabla 27 se observan los valores promedio registrados para esta variable.

Perímetro del tallo de la copa. Con respecto al perímetro del tallo de la copa, el análisis de varianza muestra efectos del patrón y la prueba de comparación de Duncan indica que se presentan diferencias estadísticas significativas; en los

portainjertos L. rugoso y L. Volkameriana se registraron los mayores promedios del perímetro del tallo de la copa, mientras que el menor valor se registró en C. 1449 (Tabla 28).

Aunque son muy evidentes las diferencias, tanto los

Tabla 27. Promedios y variación del perímetro tallo del patrón de los 8 portainjertos evaluados.

Tratamiento	Perímetro del tallo (cm)	C.V.
L. Volkameriana	60,00 A*	12,80
L. rugoso	58,00 AB	6,16
L. Rangpur	56,85 AB	10,02
CPB 4475	51,50 C	9,62
C. Carrizo	49,25 C	9,28
M. Cleopatra	49,00 C	20,23
T. Rich 21-3	44,25 C	11,12
C .1449	33,85 D	12,92

*Promedios con letras diferentes presentaron diferencia estadística, Duncan al 5%.

Tabla 28. Promedios y variación del perímetro del tallo de la copa de lima ácida Tahití, sobre los portainjertos evaluados.

Tratamiento	Perímetro del tallo de la copa (cm)	C.V.
L. rugoso	65,50 A*	8,06
L. Volkameriana	63,14 AB	6,36
M. Cleopatra	54,42 BC	12,54
L. Rangpur	52,80 BC	8,19
C. Carrizo	51,75 C	12,36
CPB 4475	45,62 CD	19,06
T. Rich 21-3	38,25 DE	15,97
C 1449	31,28 EF	17,28

*Promedios con letras diferentes presentaron diferencia estadística, Duncan al 5%.

árboles con tallos gruesos como los más delgados presentaron un desarrollo normal. Sin embargo, en este estudio se observó que los árboles de lima Tahití sobre el patrón M. Cleopatra tuvieron poco vigor y hojas cloróticas. Además, dentro del grupo de los patrones tradicionales, éste fue el de menor producción, lo cual confirma la incompatibilidad de este portainjerto con la copa lima Tahití.

La relación entre el grosor del tallo del patrón y el grosor del tallo de la copa, indica que ésta fue < 1 para los portainjertos: M. Cleopatra, L. rugoso, L. Volkameriana y C. Carrizo; para los demás patrones esta

relación fue mayor que la unidad (Figura 24).

3.1.2 Desarrollo de la copa

Altura y diámetro. Con relación a la variable altura, los mayores promedios se observaron en los patrones L. Volkameriana, L. rugoso y C. Carrizo, mientras que los menores en los portainjertos CPB 4475, T. Rich 21-3 y C 1449. Respecto al diámetro de la copa, la lima ácida Tahití mostró un crecimiento plagiotrópico (Tabla 29). Los mayores promedios de diámetro de copa de lima Tahití se registraron sobre los patrones L. Volkameriana y L. rugoso; con respecto a los demás materiales evaluados,

el menor valor lo registró el patrón C 1449.

El diámetro de la copa para la variedad lima ácida Tahití predomina sobre la altura, y es un valor importante porque con base en él pueden definirse la distancia y las densidades de siembra; árboles con mayor diámetro tienen más área foliar y disponen de mayor potencial productivo.

Las diferencias de altura y diámetro están relacionadas con las mayores o menores tasas de crecimiento a través del tiempo de los diferentes portainjertos evaluados (Tabla 30). Debido al carácter plagiotrópico de esta variedad, la mayor

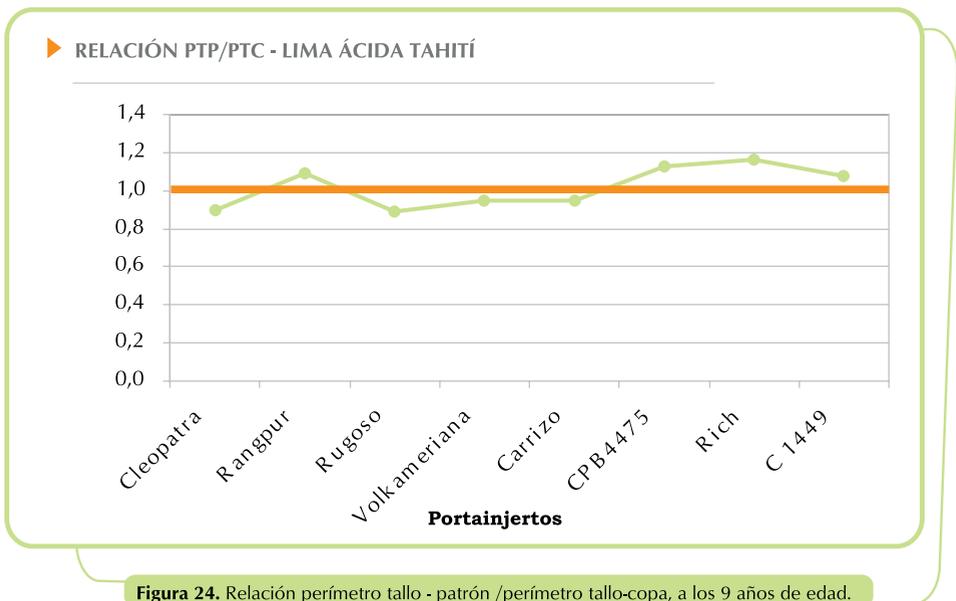


Figura 24. Relación perímetro tallo - patrón /perímetro tallo-copa, a los 9 años de edad.

Tabla 29. Promedios y variación de la altura y diámetro de la copa de lima ácida Tahití sobre los 8 portainjertos evaluados.

Tratamiento	Altura de la copa (m)	C.V.	Diámetro de la copa (m)	CV
L. Volkameriana	4,88 A*	11,88	7,40 A*	8,63
L. rugoso	4,70 AB	8,18	7,07 AB	8,17
C. Carrizo	4,22 ABC	16,88	6,32 B	15,41
L. Rangpur	3,88 BC	14,52	6,17 BC	5,78
M. Cleopatra	3,66 CD	25,14	5,24 CD	18,74
CPB 4475	3,06 DE	36,14	4,93 D	24,93
T. Rich 21-3	2,90 DE	8,64	4,57 D	5,42
C 1449	2,63 E	21,81	3,25 E	37,14

*Promedios identificados con letras diferentes presentaron diferencia estadística, Duncan al 5%.

Tabla 30. Tasa de crecimiento en función de las variables altura y diámetro de copa.

Patrón	Altura	Diámetro
C. Carrizo	0,523	0,909
L. Volkameriana	0,300	0,683
L. rugoso	0,289	0,591
M. Cleopatra	0,286	0,446
CPB 4475	0,277	0,637
L. Rangpur	0,197	0,520
C 1449	0,123	0,297
T. Rich 21-3	0,100	0,351

tasa de crecimiento está relacionada con el diámetro de la copa. Los portainjertos con las menores tasas, especialmente de altura, tienen efecto enanizante (C.1449 y T. Rich 21-3).

- **Volumen.** El análisis de varianza mostró efecto de los patrones sobre el volumen de la copa de lima ácida Tahití y la prueba de comparación de Duncan mostró diferencias

estadísticas significativas entre los portainjertos (Tabla 31, Figura 25). Los resultados permiten conformar tres grupos:

- Grupo 1. Incluye los portainjertos de mayor volumen, entre 140,5 y 124,0 m³.

- Grupo 2. Patrones con valores intermedios, entre 84,5 - 55,2 m³.

- Grupo 3. A este grupo pertenecen los portainjertos con los promedios más bajos, entre 42,2 y 16,7 m³.

3.2 Variables de producción

3.2.1 Número de frutos por árbol.

El mayor promedio de frutos por árbol lo registraron los portainjertos L. Volkameriana, L. rugoso y L. Rangpur y los menores los portainjertos CPB 4475 y C.1449 (Tabla 32).

3.2.2 Peso del fruto.

Para analizar esta variable los tratamientos (portainjertos) se dividieron en dos grupos:

Grupo 1: Frutos con menos de 100 g de peso.

Grupo 2: Con frutos con un peso mayor a 100 g.

► VOLUMEN AL NOVENO AÑO - LIMA ÁCIDA TAHITÍ

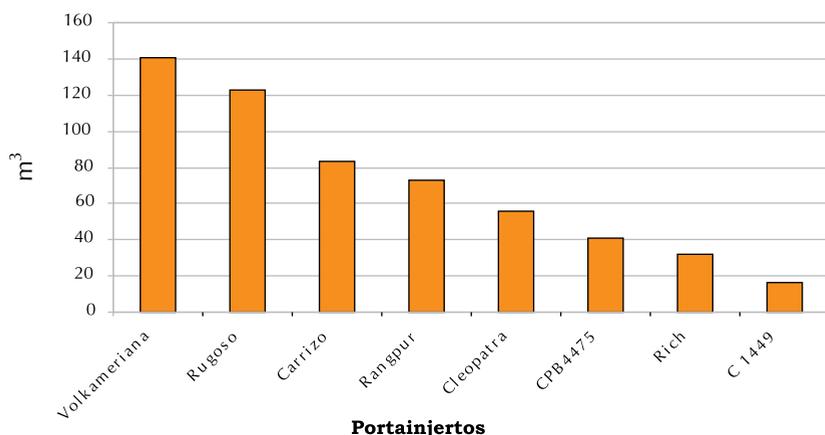


Figura 25. Volumen de la copa de la lima ácida Tahití sobre ocho portainjertos.

Tabla 31. Promedios y variación del volumen de la copa de la lima ácida Tahití sobre los portainjertos evaluados.

Tratamiento	m ³	C.V.
L. Volkameriana	140,49 A*	16,62
L. rugoso	124,05 A	16,03
C. Carrizo	84,53 B	15,43
L. Rangpur	74,03 B	27,02
M. Cleopatra	55,21 BC	52,91
CPB 4475	42,21 CD	71,07
T. Rich 21-3	32,13 CD	12,81
C 1449	16,67 D	77,92

*Promedios con letras diferentes presentaron diferencia estadística, Duncan al 5%.

El análisis de varianza mostró efecto de los portainjertos y la prueba de comparación de Duncan indica que el patrón C. Carrizo registró el menor promedio del peso del fruto con respecto a los demás portainjertos (Tabla 33). Los valores encontrados

están dentro de la Norma de Calidad NTC 4087, y corresponden a los calibres B y C.

3.2.3 Producción (kilogramos/árbol).

En la Tabla 34, se registran los valores promedio de

producción de lima ácida Tahití sobre los ocho portainjertos evaluados, en las cosechas evaluadas durante 7 años.

El análisis de varianza mostró efecto de los patrones y la prueba de comparación de Duncan, indica que L. Volkameriana, difiere de T. Rich 21-3, M. Cleopatra, C. Carrizo, CPB 4475 y C.1449.

Es notoria la baja producción obtenida con el patrón M. Cleopatra, si se compara con los demás portainjertos tradicionales (Volkameriana, L. rugoso y L. Rangpur), lo que indica una incompatibilidad entre estas dos especies. Es muy posible que el

Tabla 32. Promedios y variación del número de frutos (acumulado) por árbol de lima ácida Tahití, sobre los portainjertos evaluados.

Tratamiento	Nº Frutos	C.V.
L. Volkameriana	8577 A*	27,33
L. rugoso	7799 AB	33,04
L. Rangpur	6711 AB	32,13
T. Rich 21-3	3837 BC	28,32
M. Cleopatra	3196 CD	58,41
C. Carrizo	3117 CDE	70,84
CPB 4475	1604 DE	77,08
C 1449	1438 E	52,67

*Promedios con letras diferentes presentaron diferencia estadística, Duncan al 5%.

Tabla 33. Análisis del peso del fruto de lima ácida Tahití sobre ocho patrones.

Grupo	Portainjerto	Peso (g)	C.V.
2	L. rugoso, Volkameriana, L. Rangpur, M. Cleopatra, T. Rich 21-3, C 1449, CPB 4475	114,1 A*	4,03
1	C. Carrizo	94,8 B	-

*Promedios con letras diferentes presentaron diferencia estadística, Duncan al 5%.

Tabla 34. Promedios y variación de la producción (acumulada) de lima ácida Tahití sobre los portainjertos evaluados.

Tratamiento	Producción (kg/árbol)	C.V.
L. Volkameriana	991,1 A	24,31
L. rugoso	918,3 AB	29,75
L. Rangpur	757,6 AB	31,33
T. Rich 21-3	414,2 BC	28,37
M. Cleopatra	349,8 CD	57,02
C. Carrizo	327,3 CDE	71,79
CPB 4475	165,7 DE	55,40
C 1449	154,5 E	77,82

*Promedios con letras diferentes presentaron diferencia estadística, Duncan al 5%.

deficiente sistema radical del portainjerto mandarina Cleopatra, durante los primeros años, sea la causa de esta incompatibilidad, ya que la lima ácida Tahití, es una planta muy vigorosa y muy exigente en nutrimentos y agua.

3.2.4 Eficiencia productiva

En general, la eficiencia productiva de la lima ácida Tahití es baja, comparada con las especies naranja García Valencia y mandarina Oneco.

En la Tabla 35 los datos indican que el portainjerto que registra la mayor eficiencia es el Rich 21-3 y los de menor valor son M. Cleopatra y CPB 4475.

Al comparar los portainjertos de porte alto y más voluminosos con los de mediana altura se aprecia que, por lo general, estos últimos son más eficientes.

Es importante resaltar que dentro del grupo de los cítricos comerciales, la lima ácida Tahití presenta la menor producción por hectárea, debido al menor tamaño y peso de los frutos.

La apariencia externa del limón es muy importante durante el proceso de comercialización; en los patrones L. rugoso y L. Volkameriana, la corteza

de los limones es rugosa, en cambio con los demás patrones se obtienen frutos con una superficie lisa, la cual tiene mayor aceptación en el mercado.

3.2.5 Distribución de la producción.

Con relación a la distribución de la cosecha, el análisis se realizó con frecuencia bimestral, trimestral, cuatrimestral y semestral. Los resultados muestran un comportamiento similar de todos los portainjertos. Ello indica que, independiente del patrón, la producción está influenciada por factores climáticos (Figuras 17 y 18). Como se aprecia en la Figura

Tabla 35. Producción volumen y eficiencia promedio de tres años.

Patrón	Producción (kg/árbol)	Volumen (m ³)	Eficiencia (kg/m ³)
L. Volkameriana	178,6	110,2	1,62
L. rugoso	191,9	107,4	1,79
L. Rangpur	123,2	70,2	1,75
C. Carrizo	96,1	58,8	1,63
M. Cleopatra	66,5	48,2	1,38
CPB 4475	39,0	27,5	1,42
T. Rich 21-3	72,2	26,8	2,69
C 1449	25,1	14,9	1,68

26, no se detecta influencia de los portainjertos sobre la precocidad o tardanza de la época de producción de esta variedad. Las épocas de producción

están relacionadas con las condiciones de clima como los períodos menos lluviosos, que inducen las floraciones responsables de la producción.

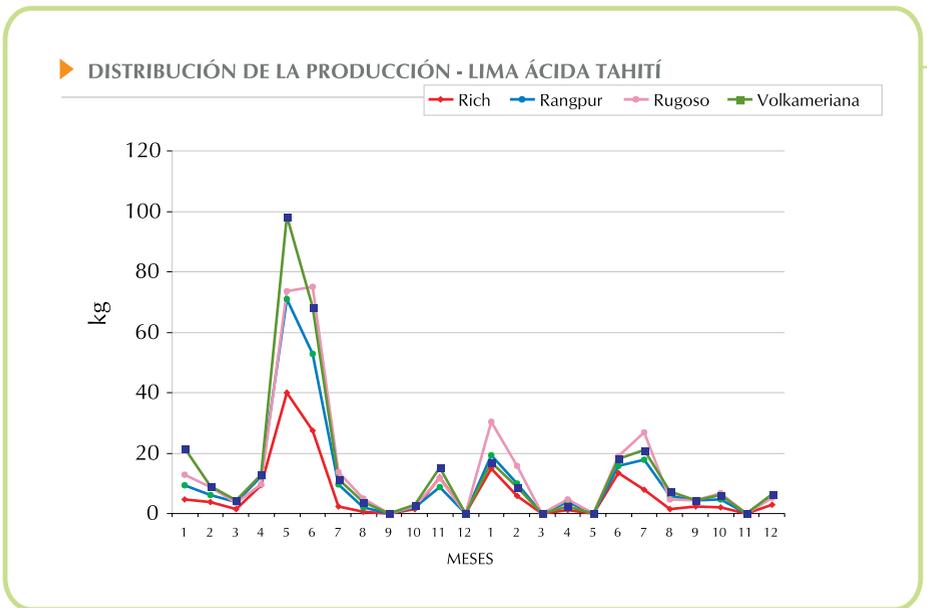


Figura 26. Distribución mensual de la cosecha de lima ácida Tahití sobre cuatro portainjertos evaluados.

3.3 Sanidad

Durante el proceso de investigación, los árboles fueron frecuentemente afectados por *Epitrix vorax*, con lo que se confirma la gran susceptibilidad de la lima ácida Tahití al ataque de este insecto. No se presentaron ataques de *Phytophthora*, ni se evidenciaron síntomas de exocortis, psorosis y tristeza.

Conclusiones

- Aunque se aprecian diferencias muy notorias en el grosor de los tallos en los diferentes portainjertos, exceptuando al patrón mandarina Cleopatra, tanto los árboles con tallos gruesos como los más delgados, presentaron buen desarrollo y vigor.
- En relación con las variables altura y diámetro de la copa, se confirma que la lima ácida Tahití, tiene una marcada predominancia plagiotrópica,

y se observó que en todos los portainjertos evaluados fue predominante el diámetro de la copa sobre la altura.

- En general, los portainjertos tradicionales (L. Volkameriana, L. rugoso y L. Rangpur) indujeron árboles de mayor altura.
- Los portainjertos del grupo trifoliado (T. Rich 21-3 y CPB.4475 y C.1449) inducen árboles de porte bajo y por ende, de menor volumen de copa.
- Con respecto a la variable producción, los mayores registros se obtuvieron con los portainjertos L. Volkameriana, L. rugoso y L. Rangpur.
- Con el portainjerto T. Rich 21-3, se obtienen árboles de mediana altura, bajo volumen y con la mayor eficiencia productiva. Con este portainjerto se podría incrementar la densidad de

árboles por hectárea (500-600 plantas/ha) y obtener producciones equivalentes a los portainjertos tradicionales, con la ventaja adicional de un manejo más fácil y eficiente de los huertos, debido a la menor altura de los árboles.

- Con relación a la distribución de la producción, se determinó que está influenciada por las condiciones de clima (períodos de lluvia y sequía) y que independientemente de los portainjertos, los árboles florecen en la misma época.
- Se confirmó la alta susceptibilidad de la lima ácida Tahití al ataque del crisomélido *Epitrix vorax*, conocido como pulguilla del limón.

● Agradecimientos

Cuando se trabaja en especies perennes, como es el caso de los cítricos, se requiere el apoyo de muchas personas durante las diferentes fases de la investigación. Este trabajo no habría podido llevarse a cabo sin el aporte y el compromiso de:

Gabriel Cadena Gómez
Luis Fernando Ceballos Loaiza
Luis Arcadio Becerra Ochoa
Julio César Toro Mesa
Consuelo Jaramillo de Giraldo
Raúl Salazar C.
Juan Jaramillo
Maurico Castillo C.
Barbara Kraush
Javier Gracia A.
Dariel Vallejo Ortiz
Mario López López
Fabio Trejos Quebrada

A todos ellos expresamos los más sinceros agradecimientos.

● Literatura citada

1. AMOROS, C., M. Patrones. En: Agrios. Zaragoza, España. Editorial Castañer, 1989. p. 52 – 82.
2. AVILAN, R. L.; LEAL, F.; BATISTA, D. Patrones. En: Manual de fruticultura. Caracas, Venezuela. Ediciones América, segunda edición. 1994. p. 1221 – 1227.
3. CAMACHO B., S.; RÍOS C., D.; TORRES M., R. Desarrollo y rendimiento de las mandarinas “Oneco” y “Oneco Nucelar” *Citrus reticulata* B., sobre varios patrones. Agricultura Tropical. 14(9) 1968. p. 497-501
4. CARDONA A., J.H. Evaluación de 11 variedades de naranja dulce *Citrus sinensis*, sobre 6 portainjertos. Granja el Agrado. CORPOICA Armenia 1995. 15 p
5. CARDONA A., J.H. Evaluación de portainjertos para naranja (*Citrus sinensis* (L) Osbeck) Zona Central Cafetera. Informe Anual CORPOICA. Regional N° 9. Manizales, 1998 – 1999.
6. CASTLE, W. S.; TUCKER, D. H. P.; KREZDORN, A. H. Rootstock, Selection. The first step to success 2. ed. Gainesville, University of Florida, 1993. 91 p.
7. ESCOBAR T.; W. Patrones o portainjertos para Cítricos. Memorias del Tercer Curso Nacional de Frutales de Clima Cálido. Palmira (Colombia). 24 Oct. - 3 Nov. 1993 ICA.
8. FEDERACIÓN NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA. El Cultivo de los Cítricos. En: Programa de Desarrollo y Diversificación de Zonas Cafeteras. 1985. 27p.
9. JARAMILLO DE G., C. Patrones para cítricos: Experiencias con patrones en Colombia. In: Fruticultura tropical. Becerra O., L.A. (Ed.). Bogotá, FNC, 1984. p. 172-179 .
10. LÓPEZ R., J. A. Evaluación de portainjertos para naranja en la zona central cafetera. Programa ETIA Informe anual . Cenicafe, Chinchiná. 1991. p91-94.
11. LÓPEZ R., J. A. Evaluación de portainjertos para naranja en la zona central cafetera. Programa ETIA, Informe anual . Cenicafe, Chinchiná. 1992. p95-101.
12. LÓPEZ R., J. A. Evaluación de portainjertos para naranja en la zona central cafetera. Programa ETIA, Informe anual . Cenicafe, Chinchiná. 1993. p 186-202.
13. LÓPEZ R., J. A. Evaluación de portainjertos para naranja en la zona central cafetera. Programa ETIA, Informe anual . Cenicafe, Chinchiná. 236-242.
14. LÓPEZ R., J. A. Evaluación de portainjertos para naranja en la zona central cafetera. Programa ETIA, Informe anual . Cenicafe, Chinchiná. 1995. p 359-362.
15. LÓPEZ R., J. A. Evaluación de portainjertos para naranja en la zona central cafetera. Programa ETIA, Informe anual . Cenicafe, Chinchiná. 1996. p266-276.
16. LÓPEZ R., J.A.; CARDONA H., J. H. Evaluación de portainjertos para cítricos en la zona cafetera. Memorias del Primer Simposio Internacional sobre Certificación de Cítricos y Quinto Congreso Nacional de Citricultores. Pereira. 2005. 16p.

17. LOUSSERT, R. Portainjertos. En: Los Agrios. Zaragoza. Ediciones Mundiprensa. 1992. p 43 - 82.
18. MORIN, CH. Patrones y variedades. En: Cultivo de los cítricos. San José de Costa Rica. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, IICA. 1985. p 445 - 536.
19. PALACIO, J. Patrones. En: Citricultura moderna. Buenos Aires, Argentina. Ediciones Hemisferio Sur. 1978. p 39 - 51.
20. PRALORAN, J. C. Los Agrios. Editorial Blume. Barcelona. España. p 47-251
21. RÍOS C., D.; CAMACHO B., S.; CARDONA M., C.; GRANADA C., G. A. Cítricos. In: Frutales. Bogotá, ICA - INCORA - Caja de Crédito Agrario Industrial y Minero, 1976. p. 41 - 133. (Manual de Asistencia Técnica No. 4)
22. ROJAS A., J. M.; PEÑUELA M., A. E.; GÓMEZ P., C. R.; ARISTIZÁBAL V., G. E.; CHAPARRO C., M. C.; LÓPEZ R., J. A. Caracterización de los productos hortícolas colombianos y establecimiento de normas técnicas de calidad. Chinchiná, Cenicafé - FNC-SENA, 2004.213 p.
23. SAMSON, J. A. Cítricos. Fruticultura Tropical. Versión española Grupo Noriega Editores . 1991. p 95-131.
24. SÁNCHEZ L., L. A.; JARAMILLO DE G., C.; TORO M., J. C. Fruticultura colombiana. Cítricos. Cali, ICA, 1987. 105 p. (Manual de Asistencia Técnica No.42).
25. SAUNT, J. Variedades de cítricos del mundo. Valencia, Edipublic,1992. 128 p.
26. TORO M., J. C.; JARAMILLO DE G., C. Aumente la producción de naranja con patrones seleccionados. Palmira, ICA, 1986. 12 p. (Boletín Divulgativo No.077)
27. VALDERRAMA Y., M. E.; CASELLES N., A. A. Influencia de 46 porta - injertos para cítricos en la precocidad o retardo de maduración de la naranja "Frost Valencia" *Citrus sinensis* (L.) Osbeck. Palmira, Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Programa Ingeniería Agronómica, 1986. 119 p.
28. VIVEROS ALCANAR. Material sano, libre de virus, buenas raíces, plantones de calidad, rápida y excelente producción. Valencia. España. Viveros Alcanar, 1985. p. 9 - 13.



Al servicio de los caficultores colombianos desde 1938