

TERRA
Latinoamericana

Terra Latinoamericana

E-ISSN: 2395-8030

terra@correo.chapingo.mx

Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo,
A.C.
México

Pérez Zamora, Octavio; Becerra Rodríguez, Salvador; Medina Urrutia, Víctor
Selección de portainjertos para naranja "Valencia" en suelos calcimórficos
Terra Latinoamericana, vol. 21, núm. 1, enero-marzo, 2003, pp. 47-55
Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, A.C.
Chapingo, México

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57321106>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica
Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

SELECCIÓN DE PORTAINJERTOS PARA NARANJA “VALENCIA” EN SUELOS CALCIMÓRFICOS

Rootstock Selection for “Valencia” Orange in Calcimorphic Soils

Octavio Pérez Zamora¹, Salvador Becerra Rodríguez¹ y Víctor Medina Urrutia¹

RESUMEN

La naturaleza calcimórfica de los suelos tiene efecto negativo en el desarrollo y la producción de los cítricos en Colima. Durante el período de 1997 a 2001, se evaluaron quince portainjertos de cítricos para naranja Valencia (*Citrus sinensis* L.) en suelo calcimórfico. El objetivo del trabajo fue seleccionar portainjertos para cítricos con buena adaptación al suelo, alto rendimiento y calidad de fruta para jugo. Los tratamientos (portainjertos) incluyeron limones, mandarinos, lima ácida y varios trifoliados; como testigo se utilizó naranjo agrio (*C. aurantium* L.). Macrofila (*C. macrophylla* wester), Volkameriana (*C. volkameriana*, pasq) y naranjo agrio mostraron buena adaptación al suelo; sin embargo, Carrizo [*Poncirus trifoliata* (L.) Raf x *C. sinensis* L.], Amblicarpa (*C. amblycarpa* Ochse) y el híbrido Sunki x Trifoliado (Sunki x *P. trifoliata*), además de mostrar buena adaptación, propiciaron rendimientos y calidad de fruta de naranja comparables al testigo. Los portainjertos con pobre adaptación fueron Morton [*P. trifoliata* (L.) Raf. x *C. sinensis* L.], C-32 [*P. trifoliata* (L.) Raf x *C. sinensis* L.] y Rubidoux (*P. trifoliata*). La mayoría de los portainjertos produjeron frutos con aceptable calidad (°Brix/acidez) de jugo.

Palabras clave: Citranges, mandarino, trifoliados, crecimiento, producción, adaptación al suelo, calidad de jugo.

SUMMARY

Calcimorphic nature of soils have negative effects on growth and yield of citrus in Colima, Mexico. From 1997 to 2001 fifteen citrus rootstocks for sweet orange “Valencia” (*Citrus sinensis* L.) were evaluated in a

calcimorphic soil. The objective of this work was to select citrus rootstocks well adapted to soil conditions, with high yield and good quality fruit for juice. Treatments (rootstocks) included were lemons, mandarin orange, limes and various trifoliates; the control was sour orange (*C. aurantium* L.). Macrofila (*C. macrophylla* wester), Volkameriana (*C. volkameriana*, pasq), and sour orange were well adapted to soil; however, Carrizo [*P. trifoliata* (L.) Raf x *C. sinensis* L.], Amblicarpa (*C. amblycarpa* Ochse), and the hybrid Sunki x Trifoliado (Sunki x *P. trifoliata*), besides showing good soil adaptation, also had orange yield and fruit quality comparable to the control. Morton [*P. trifoliata* (L.) Raf. x *C. sinensis* L.], C-32 [*P. trifoliata* (L.) Raf x *C. sinensis* L.] and Rubidoux (*P. trifoliata*) had the poorest soil adaptation. All the rootstocks induced acceptable Valencia orange juice quality (°Brix/acidity).

Index words: Citranges, mandarin orange, trifoliolate, juice quality, growth, yield, soil adaptation.

INTRODUCCIÓN

El limón mexicano [*Citrus aurantifolia* swingle (Christm)] es el cítrico más importante en la planicie Costera de Colima, sin embargo, su potencial de producción está afectado entre 20 y 80% por la naturaleza calcárea de los suelos, que predominan en 80% de superficie plantada (Pérez, 1999) y amenazado por la entrada potencial de la enfermedad denominada tristeza (closterovirus transmitido por *Toxoptera citricidus* Kirkaldy) de los cítricos (Orozco, 1995). Los estudios y la selección de portainjertos para naranja “Valencia” (*Citrus sinensis* L.) son necesarios para encontrar sustitutos de limón mexicano en el estado de Colima, de manera que los productores puedan elegir el portainjerto más conveniente de acuerdo con las características del suelo de la región. La naranja tiene potencial, ya que su existencia en numerosos huertos de traspatio y algunas plantaciones comerciales de Colima, muestra que tienen buen rendimiento, no obstante que

¹ Campo Experimental Tecmán. Apartado Postal 88, 28100 Tecmán, Colima. (inifaptecoman@prodigy.net.mx)

Recibido: Julio de 2001. Aceptado: Junio de 2002.
Publicado en Terra 21: 47-55.

la calidad externa de la fruta no es tan buena como la de otras regiones productoras.

En estudios previos sobre portainjertos establecidos en suelos franco arcillosos, Reyes *et al.* (1984) detectaron que Volkameriana, (*C. volkameriana*, Ten. y Pasq) produjo árboles más grandes, pero con frutos bajos en la concentración de azúcar (9.37%) y de acidez (0.70%), que dieron una relación sólidos solubles totales (SST)/acidez de 13.6, considerada alta; además, los frutos producidos fueron grandes y de cáscara gruesa (3.93 mm); estos valores son aceptables en calidad de fruto y jugo. En Venezuela y países del Caribe, se ha utilizado, con resultados favorables, a Volkameriana como portainjerto en reemplazo de naranjo agrio, susceptible a tristeza de los cítricos (Jackson, 1999); también en Florida, se observaron buenos resultados al utilizar Volkameriana como portainjerto para naranja de jugo (Castle *et al.*, 1989; Castle y Gmitter, 1999).

En suelos franco arcillosos calcáreos de Cuba, Nuñez (1981) encontró que el toronjo "Marsh" (*C. paradisi* Macf.), el mandarino "Dancy" (*C. reshni*) y el naranjo "Valencia" injertados sobre Macrofila y Volkameriana produjeron frutos de mayor tamaño, y menor contenido de jugo, acidez y SST que cuando se injertaron sobre naranjo agrio. Macrofila se usa en Florida y España como portainjerto para naranjos y mandarinos, pero produce jugo de pobre calidad (Nef, 1997a,b; Castle y Gmitter, 1999).

En cuanto a vigor, Sobrinho *et al.* (1984) indicaron que los árboles de naranjo más pequeños se obtuvieron con el patrón *Poncirus trifoliata*, mientras que los más grandes se obtuvieron con el portainjerto Sunki (*Sunki sp.* L.). En tanto que el mayor rendimiento de naranja "Valencia" se obtuvo con Sunki, y el más bajo con *Poncirus trifoliata*. En el mismo estudio, se obtuvo mayor rendimiento para la naranja "Natal" con ambos portainjertos y la mejor calidad de fruto se tuvo con *P. trifoliata*.

En suelos arcillosos de Cuba, árboles de naranjo "Valencia" sobre Amblicarpa, (*C. amblycarpa* Ochse) y Volkameriana mostraron mayor altura, volumen de copa y rendimiento que aquéllos injertados sobre naranjo agrio; sin embargo, los dos primeros portainjertos produjeron frutos con menor contenido de jugo, menos SST y menor acidez que los injertados sobre naranjo agrio (Del Valle *et al.*, 1981). En Florida, "Amblicarpa" indujo una producción de 10 a 20% más fruta de naranja que el mandarino "Cleopatra" (*C. reshni* Hort. ex Tan.), sin detrimento

de la calidad de fruta (Castle y Gmitter, 1999). Entre los mandarinos "Sun Chu Sha" (*C. reshni* Hort. ex Tan.) y "Shekwasha" (*C. depressa* Hayata), se les reporta como portainjertos de mayor tolerancia a clorosis férrica ocasionada por suelos calcáreos (Zekri, 1995; Alva y Tucker, 1999).

Por lo que respecta a adaptación de portainjertos a condiciones de suelo, los naranjos "Taroco" y "Moro" (*Citrus sinensis* L.) injertados sobre *P. trifoliata* mostraron síntomas de deficiencias de hierro en terrenos con contenido de medio a alto de carbonato de calcio (Russo y Reforgiato-Recupero, 1984). Los naranjos trifoliados se reconocen como bien adaptados a suelos arcillosos con drenaje pobre; sin embargo, no toleran condiciones calcáreas o salinas (Tucker *et al.*, 1995; Zekri, 1995; Goldschmidt y Spiegel-Roy, 1996; Castle y Gmitter, 1999).

Los portainjertos varían en habilidad para absorber Fe; los naranjos trifoliado y sus híbridos Citrumelo "Swingle" (*P. trifoliata* x *C. paradisi* L. Raf) y citrange "Carrizo" (*P. trifoliata* (L.) Raf. x *C. sinensis* L.) son más ineficientes para absorber Fe que los portainjertos tipo limón y mandarino (Zekri, 1995).

En Florida, Hutchison (1982) encontró que los portainjertos tipo limón son superiores a los mandarinos en su tolerancia a suelos calcáreos. A su vez, los mandarinos "Sun Chu Sha" (*C. reshni* Hort. ex Tan.) y "Shekwasha" (*C. depressa* Hayata), de tolerancia intermedia, son los mejores en este grupo, mientras que naranjo dulce, toronjo y pomelo desarrollan una pobre adaptación a suelos calcáreos.

En la Costa de Sonora, Macrofila ha promovido rendimientos de naranja "Valencia" de 52 a 115% mayores que los obtenidos con naranjo agrio y citrange "Carrizo", respectivamente, en suelos alcalinos. En contraste, naranjo trifoliado (*P. trifoliata* L.) resultó sensible a alcalinidad y salinidad del suelo (Durón, 1999).

Considerando los antecedentes, el objetivo del estudio fue seleccionar portainjertos que formen árboles de naranjo con buena adaptación a condiciones de suelo franco arcilloso calcáreo, adecuado vigor, buena calidad de fruta para jugo y alto rendimiento.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación

El estudio se realizó en el rancho San José, municipio de Tecomán, Colima; las coordenadas del terreno son 18°52'22.2" N y 103°53'21.3" O. El

clima, según la estación meteorológica 0623 de la Comisión Nacional del Agua, corresponde a BS1(h)W(w) con lluvias en verano; los registros promedio de 1951 a 2001 mostraron que la precipitación anual es de 808.7 mm, de la cual 86.9% ocurre durante el periodo de junio a octubre; las temperaturas medias, máximas y mínimas mensuales fueron de 26.3, 35.9 y 16.9 °C, respectivamente.

Características Calcimórficas del Suelo

El pH del suelo superficial es 7.9, con contenido de materia orgánica de 2.9%, CE = 1.1 dS m⁻¹, N-NO₃ = 2.89 mg kg⁻¹, P = 61 mg kg⁻¹, Ca = 1400 mg kg⁻¹, Mg = 420 mg kg⁻¹, K = 389 mg kg⁻¹, Na = 38 mg kg⁻¹, Cu = 1.2 mg kg⁻¹, Fe = 16 mg kg⁻¹ y Mn = 32.4 mg kg⁻¹, pendiente menor que 1%, 10 m de altitud. El suelo se clasificó como Calcisol pétrico (FAO, 1991). El terreno donde se estableció el experimento tiene un estrato endurecido (CaCO₃) a la profundidad de 40 a 60 cm. En esta área algunos portainjertos no crecieron a causa de clorosis férrica, y el 20 de octubre de 1997 tuvo que derribarse 16% del total de árboles. Los portainjertos eliminados fueron 60% de "C-32", 40% de "Cleopatra" y "Rubidoux" y 20% de "Sun Chu Sha", "Shekwasha", "Carrizo" y naranjo agrio (considerado como tolerante a condiciones calcáreas).

Calidad del Agua de Riego

La conductividad eléctrica es de 1.32 dS m⁻¹, con alto contenido de Ca²⁺, Na⁺, HCO₃⁻ y SO₄²⁻; la clasificación del agua para fines de riego es C₃S₁, es decir, de alto riesgo de salinidad (Pérez, 1999).

Portainjertos Evaluados

Los 15 portainjertos evaluados fueron los siguientes: 1. Volkameriana (*C. volkameriana*, pasq), 2. Citrange "Carrizo" [*P. trifoliata* (L.) Raf x *C. sinensis* L.], 3. Mandarin "Shekwasha" (*C. depressa* Hayata), 4. Mandarin "Cleopatra" (*C. reshni* Hort. ex Tan.) 5. Naranjo agrio (*C. aurantium* L.), 6. Mandarin "Sun Chu Sha" (*C. reshni* Hort. ex Tan.), 7. Lima ácida "Rangpur" (*C. limonia*), 8. Amblicarpa (*C. amblycarpa* Ochse), 9. Macrofila (*C. macrophylla* wester), 10. Citrange "Willis" (*P. trifoliata* (L.) Raf. x *C. sinensis* L.), 11. Citrange "Rusk" (*P. trifoliata* (L.) Raf x *C. sinensis* L.), 12.

Citrange "C-32" (*P. trifoliata* (L.) Raf x *C. sinensis* L.), 13. Rubidoux (*P. Trifoliata*), 14. Sunki x Trifoliado (Sunki x *P. Trifoliata*) y 15. Citrange "Morton" (*P. trifoliata* (L.) Raf. x *C. sinensis* L.); el testigo fue naranjo agrio, portainjerto utilizado para naranja en el estado de Colima. Sobre los portainjertos se injertó naranjo "Valencia" (*Citrus sinensis* L.), que es de maduración tardía. Los portainjertos seleccionados fueron materiales reconocidos por servir a dos propósitos: primero, el portainjerto debería de minimizar los efectos de sitio (patógenos del suelo como gomosis (*Phytophthora parasitica* Dastur), de calidad pobre del suelo, de insuficiencia y de calidad pobre de agua; segundo, el portainjerto debería mejorar el rendimiento y la calidad de fruto (Ferguson *et al.*, 1990).

Plantación y Manejo del Huerto

Los árboles injertados se establecieron en campo el 22 de agosto de 1993; la distancia de plantación fue de 8 x 4 m. Los árboles se irrigaron por microaspersión a una tensión de humedad no mayor que 75 kPa, según lecturas de tensiómetros colocados a 30 y 60 cm de profundidad. La fertilización y el control de plagas, enfermedades y malezas se efectuaron de acuerdo con las recomendaciones del Campo Experimental Tecmán.

Variables Estudiadas

Durante cuatro ciclos, de 1997 a 1998 y de 2000 a 2001 en tres árboles centrales se midieron las siguientes variables: a) altura; b) diámetro del portainjerto y copa de cada árbol; c) volumen de copa (se calculó asumiendo que la forma del árbol correspondía a una semiesfera [(volumen = (4/6) x π x altura x radio de copa²)] (Roose *et al.*, 1989); d) rendimiento en kg árbol⁻¹ y t ha⁻¹; e) eficiencia de producción que resultó del cociente de rendimiento/volumen de copa (Roose *et al.*, 1989); f) calidad de jugo, para ello se colectaron 25 frutos de la unidad experimental (tres árboles), tomando frutos de los cuatro puntos cardinales de cada árbol; Wardowski *et al.* (1979) establecieron la metodología para las determinaciones de calidad.

Cosecha

La cosecha constó de tres cortes de fruta, que se efectuaron de septiembre a enero en cada uno de los

cuatro ciclos (de 1997 a 1998 y de 2000 a 2001); previo al corte de naranja, se efectuaron muestreos de fruta

para detectar el punto de cosecha (índice de madurez), una vez alcanzado dicho índice, 10 ó mayor, se procedió al corte manual utilizando redes con gancho.

Diseño Experimental y Análisis Estadístico

Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar con cinco repeticiones; los tratamientos fueron los portainjertos, la parcela experimental total constó de cinco árboles y la parcela experimental útil de los tres árboles centrales (unidad experimental).

Se efectuó análisis de varianza de los tratamientos utilizando procedimiento GLM con el paquete estadístico CoHort Software (1995), con la interacción tratamiento x bloque como término del error y la comparación de medias de Tukey ($P \leq 0.05$). También se efectuaron contrastes ortogonales para crecimiento y rendimiento; los contrastes entre portainjertos de naranja considerados relevantes fueron los siguientes: naranjo agrio vs. Citranges, naranjo agrio vs. mandarinos, naranjo agrio vs. Lima ácida, naranjo agrio vs. Trifoliados y naranjo agrio vs. Tipo limón. Además, se estimó la interacción portainjerto x año, efectuando análisis de varianza para lo cual se utilizó

el diseño de parcelas divididas; los años fueron las parcelas grandes y los portainjertos las parcelas chicas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Crecimiento

Las variables indicadoras del vigor del naranjo "Valencia", registradas en el año 2000, se muestran en el Cuadro 1.

Altura. Las diferencias en altura entre portainjertos resultaron significativas, los árboles de naranja más altos fueron los injertados sobre Volkameriana y Amblicarpa; estos resultados se encuentran en concordancia con lo encontrado por Del Valle *et al.* (1981), Reyes *et al.* (1984) y Castle y Gmitter (1999). Le siguieron Carrizo, Rangpur y Macrofila, estos últimos portainjertos son del tipo citrange, lima ácida y limón, respectivamente. Los portainjertos que indujeron la menor altura fueron Rubidoux y Morton (Trifoliado y Citrange).

Al comparar entre portainjertos, el naranjo agrio propició mayor altura que los citranges, excepto Carrizo, Sunki x Trifoliado y Willis; sin embargo, naranjo agrio resultó igual que la lima ácida y los

Cuadro 1. Tamaño de árboles de naranjo "Valencia" injertado sobre 15 distintos portainjertos, rancho San José. Tecomán, Colima. 2000.

Portainjerto	Altura	Diámetro		Volumen copa
		portainjerto	copa	
	m	cm	m	m ³
Volkameriana	3.72 a [†]	15.28 bcd	3.76 ab	28.22 a
Carrizo	3.54 abc	18.62 a	3.68 abc	25.16 ab
Shekwasha	3.10 bcd	12.38 e	3.02 c	17.13 ab
Cleopatra	3.24 abcd	14.24 de	3.24 bch	22.78 ab
Naranjo agrio	3.46 abcd	13.94 de	3.32 abcd	21.80 ab
Sun Chu Sha	3.28 abcd	16.14 abcd	3.62 abc	22.95 ab
Rangpur	3.54 abc	14.02 de	3.62 abc	24.50 ab
Amblicarpa	3.58 ab	17.12 ab	3.66 abc	25.44 ab
Macrofila	3.50 abcd	15.34 bcd	3.92 a	28.63 a
Willis	3.26 abcd	18.64 a	3.54 abc	23.00 ab
Rusk	3.22 bcd	16.60 abcd	3.44 abc	20.20 ab
C-32	3.16 efg	18.56 a	3.40 abc	28.08 ab
Rubidoux	2.96 d	15.34 bcd	3.08 c	17.98 ab
Sunki x Trifoliado	3.30 abcd	16.18 abcd	3.66 abc	23.27 ab
Morton	3.00 cd	16.98 abc	3.30 abc	17.12 b
Tukey. 5%	0.30	1.50	0.37	6.65
Media	3.30	15.85	3.47	22.67
C.V.	7.26	7.48	8.47	21.43

[†] Valores con la misma letra dentro de columnas son estadísticamente iguales (Tukey $P \leq 0.05$).

mandarinos. Carrizo y Amblicarpa fueron considerablemente más altos que el resto de los portainjertos tipo citrange y mandarino, respectivamente; en consecuencia, las diferencias en altura se dan entre y dentro de portainjertos.

Diámetro de portainjerto. En congruencia con resultados de otros investigadores (Del Valle *et al.*, 1981; Ferguson *et al.*, 1990; Castle y Gmitter, 1999), con los citranges Carrizo, Willis, Rusk, C-32 y Morton se registró mayor diámetro (28.8%) de portainjerto con respecto del testigo (Cuadro 1); naranjo agrio fue estadísticamente igual a los portainjertos tipo lima ácida, limón y mandarino, excepto Amblicarpa. El portainjerto que desarrolló el menor diámetro fue Shewasha, lo cual resultó contrastante con lo indicado por Zekri (1995) y Alva y Tucker (1999).

Diámetro de copa. El testigo naranjo agrio fue superado por portainjertos tipo limón que tuvieron 15.7% más de copa; estos resultados son similares a los obtenidos en Cuba por Del Valle *et al.* (1981) y Reyes *et al.* (1984) en Venezuela. El comportamiento de un mayor diámetro de copa de los árboles resultantes de naranjo “Valencia” fue similar al observado por Valdez-Verduzco y Medina-Urrutia (1981) para limón mexicano, injertado en portainjertos tipo limón en suelos calcáreos de Colima. Sin embargo, las diferencias no fueron significativas entre el testigo y portainjertos tipo trifoliado, mandarino y lima ácida (Cuadro 1). El mandarino “Shekwasha” y el Trifoliado “Rubidoux” indujeron el menor diámetro de copa de la naranja que todos los portainjertos; estos resultados fueron similares para Rubidoux, pero contrastaron con lo observado en mandarino “Shekwasha” por Del Valle *et al.* (1981) y Reyes *et al.* (1984).

Volumen de copa. Los árboles de naranjo sobre Volkameriana (29%) y Macrofila (31%) mostraron mayor volumen de copa que el testigo naranjo agrio (Cuadro 1). Este resultado confirma lo encontrado por Tribulato *et al.* (1981) en mandarino “Clementina” y por Valdez-Verduzco y Medina-Urrutia (1981) en limón mexicano en suelos arcillo-arenoso y franco arcilloso ricos en Ca, respectivamente. Naranjo agrio fue estadísticamente igual a los portainjertos del tipo citrange, mandarino, lima ácida y trifoliado. Sin embargo, el volumen de copa de los árboles con naranjo agrio fue 21, 17 y 21%, mayor que en el mandarino “Shekwasha”, trifoliado “Rubidoux” y Citrange “Morton”, pero menor que en los Citranges “Carrizo” y “C-32” y mandarino “Amblicarpa” en 15, 28 y 17%, respectivamente. Estos resultados corroboran lo anotado

para altura en el sentido de que existen diferencias entre portainjertos y dentro de un mismo tipo de portainjerto.

En crecimiento (vigor o porte) de los portainjertos evaluados, además de Volkameriana y Macrofila, destacaron Carrizo, Amblicarpa y Sunki x Trifoliado por ser de manera consistente los que propiciaron una mayor altura, diámetro de tronco del portainjerto, diámetro y volumen de copa del árbol. Estos resultados coinciden con lo observado por Simón y Jiménez (1986) para Amblicarpa, en Cuba, y contrastaron con los de Durón (1999) para el citrange “Carrizo”, en la costa de Hermosillo.

Producción de Fruta

El rendimiento de cuatro ciclos de cultivo se muestra en el Cuadro 2. El Citrange “Carrizo”, mandarino “Amblicarpa” y el híbrido “Sunki x Trifoliado” de manera consistente propiciaron mayor rendimiento acumulado (Cuadro 2). La producción acumulada fue 62.9% mayor en el híbrido Sunki x Trifoliado que en el testigo (naranjo agrio); los portainjertos Carrizo, Amblicarpa, Rangpur y Rusk fueron 56.9, 26, 19 y 14% superiores al testigo. Los resultados obtenidos para Carrizo contrastaron con lo reportado por Durón (1999) en suelos calcáreos de la costa de Hermosillo. En congruencia con lo encontrado por Del Valle *et al.* (1981), Volkameriana mostró consistencia en favorecer un mayor rendimiento de naranja durante los cuatro ciclos de cultivo; también en Colima al igual que en la costa de Hermosillo (Durón, 1999), el Macrofila resultó consistente. Tanto Macrofila como Volkameriana han resultado ser la mejor opción para limón mexicano en Colima (Valdez-Verduzco y Medina-Urrutia, 1981).

Por otra parte, el Trifoliado “Rubidoux”, los Citranges “Willis” y “C-32”, los mandarinos “Sun Chu Sha” y “Cleopatra” en este trabajo indujeron los rendimientos acumulados más bajos, resultados que son de interés, ya que Cleopatra y Sun Chu Sha se reportan como las mejores opciones dentro del grupo de mandarinos, por su adaptación a suelos calcáreos (Hutchison, 1982; Castle y Gmitter, 1999). En el caso de “Rubidoux” y “C-32”, su comportamiento fue similar al de investigaciones previas (Tucker *et al.*, 1995; Zekri, 1995; Castle y Gmitter, 1999), ya que no toleran las condiciones calcáreas del terreno, y mostraron severos síntomas de deficiencia de Fe, así como el más alto porcentaje de árboles eliminados con 60% para el C-32 y 40% para el Rubidoux.

Cuadro 2. Rendimiento del naranjo "Valencia" injertado sobre 15 portainjertos en rancho San José. Tecomán, Colima. (1997 a 1998 y 2000 a 2001).

Portainjerto	Ciclo de cosecha				Rendimiento acumulado
	1997-1998	1998-1999	1999-2000	2000-2001	
	t ha ⁻¹				
Volkameriana	7.86 a [†]	10.21 ab	11.92 abc	14.82 a	44.81 ab
Carrizo	5.21 abcd	11.61 a	13.84 a	14.85 a	45.51 ab
Shekwasha	2.48 cd	4.02 b	3.39 f	8.91 ab	18.79 def
Cleopatra	1.99 cd	3.08 b	5.89 def	8.34 ab	19.30 cdef
Naranjo agrio	3.90 abcd	6.56 ab	7.95 bcdef	10.58 ab	28.99 bcdef
Sun Chu Sha	2.06 cd	3.37 b	4.90 ef	6.97 ab	17.30 ef
Rangpur	4.54 abcd	7.72 ab	9.16 abcde	12.98 a	34.40 abcd
Amblicarpa	5.46 abc	7.23 ab	10.69 abcd	13.20 a	36.58 abc
Macrofila	7.67 ab	10.92 a	12.66 ab	14.16 a	45.41 ab
Willis	2.64 cd	5.25 ab	6.87 cdef	7.91 ab	22.67 cdef
Rusk	5.83 abc	8.11 ab	9.73 abcde	9.46 ab	33.13 abcde
C-32	1.05 d	10.23 ab	3.73 ef	6.85 ab	21.86 cdef
Rubidoux	1.23 d	2.52 b	2.65 f	4.10 b	10.50 f
Sunki x Trifoliado	7.26 ab	11.23 a	13.86 a	14.89 a	47.24 a
Morton	3.62 bcd	5.36 ab	6.83 def	8.42 ab	24.23 cdef
Tukey 0.05	4.19	3.67	2.88	4.21	9.36

[†] Medias con la misma letra dentro de columnas son estadísticamente iguales (Tukey $P \leq 0.05$).

En todo el experimento se perdió 16.9% de los árboles, debido al grado de afectación por clorosis férrica. El porcentaje de árboles derribados a causa de la clorosis férrica fue 40% para el mandarino "Cleopatra", 20% en mandarinos "Sun Chu Sha" y "Shekwasha", 20% de los citranges "Willis" y "Carrizo" y 20% del testigo naranjo agrio (considerado como adaptado a condiciones calcáreas).

Los resultados del estudio mostraron que existen portainjertos alternativos para naranjo "Valencia" diferentes al naranjo agrio. En este sentido destaca el comportamiento del citrange "Carrizo" y del híbrido "Sunki x Trifoliado", los cuales se reportan como sensibles a suelos calcáreos (Tucker *et al.*, 1995; Durón, 1999); en pruebas con limón mexicano, los portainjertos trifoliados mostraron pobre adaptación a suelos calcáreos de Colima (Valdez-Verduzco y Medina-Urrutia, 1981), de manera que las mejores alternativas en estas condiciones fueron los portainjertos "Amblicarpa" y Volkameriana. Macrofila es tolerante a condiciones calcáreas, sin embargo, es sensible a la Tristeza de los cítricos (Orozco, 1995). El citrange "Morton", que es considerado como uno de los portainjertos más sobresalientes para variedades de naranjo, toronjo y mandarino, en varias regiones de Estados Unidos por producir rendimientos de fruta aceptables (Gardner y Horanic, 1967; Hutchison, 1978), en este estudio tuvo un comportamiento intermedio.

Las diferencias estadísticas entre años y la interacción años x portainjertos fueron amplias ($P \leq 0.01$). Considerando el incremento en la producción de fruta año con año, es de suponer que la máxima producción aún no se obtiene. Sin embargo, las diferencias entre portainjertos se manifestaron claramente en los cuatro años de evaluación, aunque algunos portainjertos como "Cleopatra" y "Sun Chu Sha" son lentos en producir (Castle y Gmitter, 1999). En conclusión, la capacidad de producción de los portainjertos promisorios alternativos a naranjo agrio ya está probada en el estudio. Por otra parte, también es posible descartar a aquellos portainjertos que afrontan serios problemas en crecimiento y rendimiento, de adaptación al suelo calcáreo: como son: "Rubidoux", "C-32", "Willis", "Cleopatra" y "Sun Chu Sha".

Calidad de Fruta y Jugo

Los resultados de calidad de fruto y jugo se presentan en el Cuadro 3. Se observaron diferencias estadísticas entre portainjertos sólo para el tamaño de la fruta. Congruente con la literatura (Reyes *et al.*, 1984; Castle y Gmitter, 1999; Jackson, 1999) Volkameriana produjo los frutos de mayor tamaño, naranjo agrio de tamaño medio a pequeño (Posición 14 entre los portainjertos). De los portainjertos con un rendimiento

Cuadro 3. Calidad de fruta (peso) y jugo para naranjo “Valencia” injertado sobre 15 portainjertos en rancho San José, Tecomán, Colima.

Portainjerto	Peso de fruto	Volumen jugo/fruto	SST [†] °Brix jugo	Acidez jugo	Relación SST/ acidez jugo
	g	%		%	
Volkameriana	275.8 ab [‡]	51.9 a	7.77 c	0.615 bc	12.78 ab
Carrizo	243.8 abc	54.7 a	8.37 abc	0.736 abc	11.47 ab
Shekwasha	264.8 abc	51.0 a	8.47 abc	0.674 abc	12.79 ab
Cleopatra	277.8 ab	50.8 a	8.07 bc	0.594 c	14.18 a
Naranja agrio	248.8 abc	51.6 a	8.82 ab	0.655 abc	13.67 ab
Sun Chu Sha	236.2 abc	52.7 a	9.20 a	0.816 ab	11.34 ab
Rangpur	223.2 abc	51.2 a	8.20 abc	0.747 abc	11.04 ab
Amblicarpa	265.8 bc	53.2 a	8.17 bc	0.660 abc	12.59 ab
Macrofila	237.0 abc	52.8 a	7.87 bc	0.734 abc	10.73 ab
Willis	208.0 c	49.9 a	8.80 ab	0.781 abc	11.49 ab
Rusk	301.2 a	54.4 a	8.5 abc	0.641 bc	13.33 ab
C-32	249.0 abc	53.8 a	8.30 abc	0.713 abc	11.66 ab
Rubidoux	240.0 abc	50.4 a	8.17 bc	0.847 a	9.63 b
Sunki x Trifoliado	248.8 abc	47.6 a	8.32 abc	0.781 abc	10.73 ab
Morton	250.2 abc	50.2 a	8.60 abc	0.647 abc	13.52 ab
Tukey 0.05	65.2	7.28	1.01	0.204	4.23

[†] SST = sólidos solubles totales. [‡] Medias con la misma letra dentro de columnas son estadísticamente iguales (Tukey P ≤ 0.05).

promisorio, “Carrizo”, “Macrofila”, “Sunki x Trifoliado” y “Amblicarpa” no produjeron frutos de mayor tamaño que naranja agrio, inclusive el híbrido “Sunki x Trifoliado” produjo los frutos más pequeños. El volumen de jugo por fruto (Cuadro 3) varió de 47.6 a 54.7%, sin embargo, no se tuvieron diferencias estadísticas entre portainjertos. De acuerdo con la literatura, este porcentaje de jugo es aceptable para naranja Valencia en condiciones subtropicales (Castle *et al.*, 1993; Castle y Gmitter, 1999; Jackson, 1999).

En general, la calidad de jugo fue, de acuerdo con los valores establecidos, aceptable para la mayoría de los portainjertos. Naranja agrio, que es el portainjerto para la referencia de calidad (Hutchison, 1978), en este estudio tuvo contenidos de azúcar más bajos que los determinados por Reyes *et al.* (1984), sin embargo, la acidez y cociente SST/acidez (valores mayores que 10) del jugo fue aceptable según referencias previas (Jackson, 1999). Es de señalar que se tuvieron diferencias altamente significativas para calidad de jugo, el comportamiento de Volkameriana resultó congruente con lo indicado por Del Valle *et al.* (1981), sin embargo, contrastó con lo observado para “Amblicarpa”, ya que este portainjerto desarrolló frutos de buena calidad de jugo en este estudio. Los portainjertos tipo limón, Volkameriana y Macrofila propiciaron los menores valores de SST en la fruta lo cual es característico para este tipo de portainjertos (Cuadro 3).

Dentro de los citrangs, “Rusk” es utilizado principalmente para mandarinos y, en menor escala, para naranja en Florida (Campbell, 1972; Hutchison, 1978, 1982; Castle, 1982), debido a que los árboles tienen menor porte que otros citrangs, pero con mayor calidad de fruta y jugo (Cuadros 1 y 3); en el estudio, “Rusk” tuvo mayor tamaño de fruta y una calidad de jugo comparable con el resto de los citrangs y con el testigo naranja agrio. Con el mandarino “Sun Chu Sha” y naranja agrio, se registraron los más altos valores de SST, aceptable grado de acidez y cociente SST/acidez muy bueno en el jugo de frutos de naranja.

Eficiencia de Producción

Los resultados de eficiencia de producción (t m^{-3} de follaje) se muestran en el Cuadro 4. La eficiencia de producción media (cuatro años), osciló entre 0.26 y 0.69 t m^{-3} . Los portainjertos sobresalientes en rendimiento “Volkameriana”, “Carrizo”, “Sunki x Trifoliado”, “Amblicarpa” y “Macrofila” fueron más eficientes que el tratamiento testigo (naranja agrio) en cada uno de los ciclos, aunque resultaron estadísticamente iguales.

Los valores de eficiencia de producción más bajos se observaron con “Cleopatra”, “Sun Chu Sha”, “Willis”, “C-32” y “Rubidoux”, sin embargo, no fueron diferentes estadísticamente al testigo. En contraste, la eficiencia de producción media con “Sun Chu Sha”,

Cuadro 4. Eficiencia de producción para naranjo “Valencia” injertado sobre 15 portainjertos en rancho San José, Tecmán, Colima. (1997 a 1998 y 2000 a 2001).

Portainjertos	Ciclo de cosecha (Eficiencia t m ⁻³ de follaje)				Eficiencia media
	1997-1998	1998-1999	1999-2000	2000-2001	
Volkameriana	0.57 ab [†]	0.62 a	0.63 abcd	0.52 abc	0.58 abc
Carrizo	0.49 abc	0.66 a	0.70 abc	0.59 ab	0.61 ab
Shekwasha	0.41 abc	0.47 ab	0.41 bcd	0.52 abc	0.45 bcde
Cleopatra	0.36 bc	0.26 b	0.37 bcd	0.36 bc	0.34 de
Naranja agrio	0.48 abc	0.49 ab	0.56 abcd	0.47 abc	0.50 abcd
Sun Chu Sha	0.35 bc	0.26 b	0.33 cd	0.30 c	0.31 e
Rangpur	0.46 abc	0.53 ab	0.59 abcd	0.52 abc	0.52 abc
Amblicarpa	0.52 abc	0.53 ab	0.65 abc	0.52 abc	0.55 bcd
Macrofila	0.56 ab	0.57 ab	0.66 abc	0.49 abc	0.57 abc
Willis	0.31 bc	0.41 ab	0.41 bcd	0.37 bc	0.38 bcde
Rusk	0.58 ab	0.58 ab	0.59 abcd	0.48 abc	0.56 abcd
C-32	0.27 c	0.50 ab	0.26 cd	0.25 c	0.32 e
Rubidoux	0.26 c	0.25 b	0.25 d	0.26 c	0.26 e
Sunki x Trifoliado	0.64 a	0.71 a	0.80 a	0.64 a	0.69 a
Morton	0.48 abc	0.50 ab	0.58 abcd	0.49 abc	0.51 abcd
Tukey 5%	0.27	0.18	0.21	0.13	0.20

[†] Medias con la misma letra dentro de columnas son estadísticamente iguales (Tukey P ≤ 0.05).

“C-32” y “Rubidoux” resultaron estadísticamente inferiores al testigo; esto se debió a que en todos los ciclos registraron las menores eficiencias.

Al comparar naranja agrio con los portainjertos tipo limón, mandarinos y trifoliados no se observaron diferencias estadísticas entre tratamientos. Sin embargo, la comparación entre portainjertos dentro del grupo de los citrines indicó que el “Carrizo” resultó superior (altamente significativo) a “C-32” y “Willis”. En tanto que al usar “Amblicarpa” no registraron diferencias estadísticas en la eficiencia de producción de naranja con el resto de los mandarinos, excepto el “Sun Chu Sha”. Por último, se observaron diferencias estadísticas en eficiencias de producción entre años y para la interacción años x portainjertos; éstas se atribuyeron a diferencias en crecimiento y variaciones climáticas entre años.

CONCLUSIONES

- El objetivo del estudio se logró al encontrar portainjertos alternativos al testigo naranja agrio, que mostraron buena adaptación al suelo calcimórfico, vigor adecuado, buen rendimiento y calidad de jugo aceptable. Los portainjertos “Amblicarpa” y “Volkameriana” mostraron mayor crecimiento y vigor. En cuanto a rendimiento (t m⁻³) sobresalieron “Volkameriana”, “Macrofila”, “Carrizo”, “Amblicarpa” y “Sunki x Trifoliado”; los tres últimos son importantes, ya que corresponden al grupo de

citrines, mandarinos y trifoliados, respectivamente. En general, todos los portainjertos produjeron frutos con buena calidad de jugo. “Rubidoux”, “Sun Chu Sha” y “Cleopatra” mostraron crecimientos bajos, rendimientos y eficiencia de producción muy bajos. La mayor eficiencia media de producción se obtuvo en “Sunki x Trifoliado”, “Volkameriana”, “Carrizo”, y “Macrofila”; la más pobre eficiencia se registró en “Rubidoux”, “Willis”, “Sun Chu Sha” y “Cleopatra”.

- Entre los portainjertos más promisorios a suelos calcáreos de la región se encuentran “Sunki x Trifoliado”, “Volkameriana”, “Carrizo”, “Macrofila” y “Amblicarpa”. Sin embargo, en la literatura “Macrofila” se reporta como muy susceptible al virus de la tristeza de los cítricos.

LITERATURA CITADA

- Alva, A.K. y D.H. Tucker. 1999. Soils and nutrition. pp. 59-71. In: L.W. Timmer y L.W. Duncan (eds.). Citrus health management. The American Phytopathological Society Press. St. Paul, MN.
- Campbell, C.W. 1972. Rootstock effects on tree size and yield of “Tahiti” lime. Proc. Fla. State Hort. Soc. 85: 332-334.
- Castle, W.S. 1982. Commercial rootstock in the United States. Fruit Var. J. 236(3): 74-79.
- Castle, W.S. y F.G. Gmitter. 1999. Rootstock and scion selection. pp. 21-34. In: L.W. Timmer y L.W. Duncan (eds.). Citrus health management. The American Phytopathological Society Press. St. Paul, MN.

- Castle, W.S., D.P.H. Tucker, A.H. Krezdorn y C.O. Youtsey. 1993. Rootstocks for Florida citrus. Special Publication SP-42. University of Florida. Gainesville, FL.
- Castle, W.S., D.P.H. Tucker, A.H. Krezdorn y C.O. Youtsey. 1989. Rootstocks for Florida citrus. Institute of Food and Agricultural Sciences. University of Florida. Gainesville, FL.
- CoHort Software. 1995. CoStat Manual 5.00. Minneapolis, MN.
- Del Valle, N., O. Herrera y A. Rios. 1981. The influence of rootstocks on the performance of Valencia orange under tropical conditions. *Proc. Int. Soc. of Citriculture* 1: 134-137.
- Durón N., L.J. 1999. Establecimiento de huertas. *In:* L.J. Durón N., B. Valdez G., J.H. Núñez M. y G. Martínez D. (eds.). *Cítricos para el noroeste de México*. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural. Hermosillo, Sonora, México.
- FAO. 1991. Soil Resources. An explanatory note on the FAO World Soil Resources. Map at 25 000 scale. World Soil Resources Rep. 66. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, Italy.
- Ferguson, L., N. Sakovich y M.L. Roose. 1990. California citrus rootstocks. Publication 21477. University of California. Davis, CA.
- Gardner, F.E. y G.E. Horanic. 1967. *Poncirus trifoliata* and some of its hybrids as rootstocks for Valencia sweet orange. *Proc. Fla. State Hort. Soc.* 80: 85-88.
- Goldschmidt, E.E. y P. Spiegel-Roy. 1996. *Biology of citrus*. Cambridge University Press. Cambridge, UK.
- Hutchison, D.J. 1978. Influence of rootstock on the performance of Valencia sweet orange. pp. 523-525. *In:* Grierson, W. (ed.). *Proc. Int. Soc. Citriculture*. Citriculture II., Orlando. Fla. Intern. Soc. Citriculture. Lake Alfred, FL.
- Hutchison, D.J. 1982. Performance of Queen orange trees on 15 rootstocks. *Proc. Fla. Sta. Hort. Soc.* 94: 29-30.
- Jackson, L.K. 1999. Citrus cultivation. pp. 17-21. *In:* Citrus health management. L.W. Timmer y L.W. Duncan (eds.). The American Phytopathological Society Press. St. Paul, MN.
- Nef, E. 1997a. Rootstock: One size does not fit all. *Citrus Industry* 78(2): 48-50.
- Nef, E. 1997b. Which rootstocks will make the most money? *Citrus Industry* 78(6): 17-18.
- Núñez, M. 1981. A study of some fruit quality indexes on three citrus species influenced by different rootstocks. *Proc. Int. Soc. of Citriculture* 1: 146-148.
- Orozco S., M. 1995. *Enfermedades presentes y potenciales de los cítricos en México*. Primera edición. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México.
- Pérez Z., O. 1999. Distribución y acumulación de carbonato de calcio en los suelos de la llanura costera de Tecomán, Colima. *Agrociencia* 33: 11-20.
- Reyes, F.J., E.E. Monteverde y M. Espinoza. 1984. Preliminary results of Valencia Orange on several rootstocks in Venezuela. *Proc. Int. Soc. of Citriculture* 1: 34-35.
- Roose, M.L., D.A. Cole, D. Atkin y D.R. Kupper. 1989. Yield and tree size of four citrus cultivars on 21 rootstocks in California. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 114: 678-684.
- Russo, F. y G. Reforgiato-Recupero. 1984. Recent results of some citrus rootstocks experiments in Italy. *Proc. Int. Soc. of Citriculture* 1: 42-45.
- Simón, A. y R. Jiménez. 1986. El Citrus amblycarpa, un patrón con perspectivas para la citricultura cubana. pp. 275-277. *In:* Vol. 1. Mem. Simp. Int. Citricultura Tropical. La Habana, Cuba.
- Sobrinho, J.T., J. Pompeum, J.O. Figuerido, D. Barbin y C.G.B. Demetrio. 1984. Fourteen-year study of rootstocks for Valencia and Natal Sweet oranges. *Proc. Int. Soc. of Citriculture* 1: 27-28.
- Tribulato, E., G. Continella, P. Damigella y G. Mangano. 1981. Comparative observations on the root systems of eleven citrus rootstocks. *Proc. Int. Soc. of Citriculture* 1: 137-140.
- Tucker, D.P.H., A.K. Alva, L.K. Jackson y T.A. Wheaton. 1995. Nutrition of Florida citrus trees. Publ. SPI169. Univ. Fla. Coop. Ext. Serv. Gainesville, FL.
- Valdez-Verduzco, J. y V.M. Medina-Urrutia. 1981. Influence of rootstocks on Mexican lime performance in Colima, Mexico. *Proc. Int. Soc. of Citriculture* 1: 142-144.
- Wardowski, W., J. Soule, W. Grierson y G.W. Westbrook. 1979. Florida quality test. Bulletin 188. Florida Cooperative Ext. Service. Inst. of Food and Agric. Sci., University of Florida. Gainesville, FL.
- Zekri, M. 1995. Nutritional deficiencies in citrus trees: iron, zinc and manganese. *Citrus Industry* 76: 16-17.