

EFFECTO DE CINCO PORTA-INJERTOS SOBRE LA FLORACION, FRUCTIFICACION Y MADURACION DE LA NARANJA "FROST VALENCIA" *Citrus sinensis* (L.) OBS. EN CONDICIONES DEL CNI-PALMIRA, VALLE DEL CAUCA

Carmen Lucía Holguín E. *

Gustavo Adolfo Angel S. *

Diosdado Baena G. **

William Escobar T. ***

COMPENDIO

En el trabajo, realizado en el Instituto Colombiano Agropecuario en Palmira, Valle del Cauca, se consideraron 20 árboles cítricos injertados sobre Citrumelo 4475, *Citrus amblycarpa*, Citrange yuma, Trifoliado por Ruby Or y Mandarina Cleopatra. Se evaluaron los parámetros desarrollo floral, época e intensidad de la floración, porcentaje de cuajamiento, desarrollo del fruto, proceso de maduración y número y peso de frutos cosechados. La floración de la naranja ocurrió 15-30 días después de una lluvia; la máxima producción de frutos se presentó entre cinco y seis meses después de la máxima precipitación. Los porta-injertos mostraron diferencias significativas en período de maduración y producción de frutos; no obstante, su potencial productivo fue relativamente similar (17-20%).

EFFECT OF FIVE ROOTSTOCKS IN FLOWERING, FRUCTIFICATION AND MATURITY IN ORANGE "FROST VALENCIA" *Citrus sinensis* (L.) OBS. IN PALMIRA, THE CAUCA VALLEY

ABSTRACT

The work was made at Instituto Colombiano Agropecuario, Palmira in the Cauca Valley. It was considered under observation twenty citric trees over five rootstocks: Citrumelo 4475, *Citrus amblycarpa*, Citrange yuma, Trifoliado por Ruby Or and Mandarina Cleopatra. Flower development, intensity of flower and fruit production, thicken percentage, fruit's development, fruits failed percentage, maturation process and number and weight at harvested fruits was evaluated. Flowering is induced between 15-30 days after any rain. The maximum fruit production was between five and six months after maximum precipitation. The rootstocks are different in maturity epoch, fruit's production; however there were not great differences in potential production (17-20%).

INTRODUCCION

El Programa de investigación en Frutales del Instituto Colombiano Agropecuario - ICA (Palmira), recomienda un grupo de variedades y porta-injertos de cítricos para diversas zonas ecológicas; sin embargo, poco se sabe sobre su grado de adaptación a las variadas zonas agroclimáticas del trópico.

La escogencia del patrón está entre los factores de mayor incidencia en el establecimiento de un huerto de cítricos, ya que suministra el alimento para el follaje, responsable de la producción (Ríos, 1970). La influencia de los patrones sobre las copas y viceversa son a menudo más importantes que la de los factores ambientales. El patrón influye sobre la precocidad, la adapta-

* Estudiante de Grado. Universidad Nacional de Colombia, Sede Palmira. A.A. 237.

** Profesor Asociado. Universidad Nacional de Colombia, Sede Palmira. A.A. 237.

*** Instituto Colombiano Agropecuario. A.A. 233. Palmira.

ción a las condiciones de suelo y clima, expresadas en términos de vigor, rendimiento, precocidad y calidad del fruto (Ríos, 1970; Morín, 1985; Torres y Ríos, 1977).

En Colombia, se recomienda algunos porta-injertos de buen desempeño como la Mandarina Cleopatra, Citrumelo 4475, Citrange Carrizo, el limón rugoso y la naranja dulce nativa. Evaluar la eficiencia del patrón sobre la copa, en términos de precocidad en floración y fructificación, potencial productivo y calidad del fruto, es una estrategia investigativa que apunta hacia la desestacionalización de la producción como alternativa para mejorar las condiciones de mercado (Salazar, 1988).

Con base en las consideraciones anteriores, se propuso el siguiente objetivo general como marco para el desarrollo del presente trabajo:

- Determinar la influencia de cinco porta-injertos sobre la dinámica de la floración, fructificación y maduración de la naranja "Frost Valencia".

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

En un huerto de 16 años, destinado al desarrollo del proyecto de investigación sobre Comportamiento de la Naranja "Frost Valencia" injertada en 46 patrones o porta-injertos; se seleccionaron cuatro árboles por cada uno de los siguientes porta-injertos: Citrumelo 4475, *Citrus amblycarpa*, Citrange yuma, Trifoliado por Ruby Or y Mandarina Cleopatra.

Se estudió el desarrollo de flores y frutos mediante mediciones periódicas. Para determinar la época e intensidad de la floración y la fructificación durante un año, los árboles se dividieron en tres niveles (alto, medio y bajo) en cada tercio; cada 15 días se midió el número de flores y/o frutos por sitio de muestreo.

Para el muestreo se usó un marco de madera de 20 x 20 cm, colocándolo sobre la parte externa del árbol y midiendo en cuatro sitios por cada nivel del árbol. Los sitios de muestreo se

dividieron en dos fijos y dos al azar. Se pretendió calcular el número total de flores y/o frutos en todo el árbol en las diferentes fechas, comparando el área del marco con el área lateral de todo el árbol, así como también, verificar si se presentaban diferencias entre tercios y entre sitios de muestreo fijos y al azar.

Adicionalmente se calculó el porcentaje de cuajamiento de flores a frutos, marcando 100 flores abiertas por árbol y se evaluó el porcentaje de formación de frutos y el porcentaje de caída de los frutos en los primeros estados de desarrollo a los 30 y 45 días.

Finalmente, se registró el número de frutos y su peso cosechándolos en cada uno de los árboles y de esta manera estimar la producción.

RESULTADOS Y DISCUSION

Desarrollo floral

El desarrollo floral no presentó diferencias por efecto del porta-injerto. Inicialmente la yema floral se distingue de la vegetativa por ser más redondeada. A partir de la yema floral hasta el estado de botón, transcurren entre tres y seis días y cambia su coloración de verde claro a color cremoso. De este estado hasta el momento previo a la antesis transcurren entre 6 y 8 días más.

La apertura floral se inicia cuando uno de los pétalos toma una posición perpendicular al resto, luego continuando con la apertura, todos los pétalos toman una posición convexa al pecíolo, dejando los estambres y el pistilo al descubierto.

Los estambres se encuentran agrupados en tres y el número total varía entre 17 y 27 por flor.

Desarrollo del fruto. Crecimiento

El modelo logístico subestimó el volumen del fruto al inicio de la segunda fase y la sobre-estimó al final. La ecuación logística se obtuvo sobre promedios móviles mejorando el ajuste de la curva con coeficientes de determinación altos (Cuadro 1).

CUADRO 1. Modelos alternativos de crecimiento en volúmen del fruto para los cinco porta-injertos

PORTA-INJERTO	MODELO DISCONTINUO		MODELO LOGISTICO
	FASE I	FASE II	
CITRUMELO 4475	$V = 0.15 + 0.031 (t-10)$ $1 \leq t \leq 40$ días $R^2 = 0.765$ tasa cre/=0.031cc/día	$V = 18.63 + 0.51 (t-90)$ $40 \leq t \leq 325$ días $R^2 = 0.967$ tasa cre/=0.51 cc/día	$V = 139.3607/1 + 820,8024 \text{ EXP}(-0.036 X)$ $R^2 = 0.823$
CITRUS AMBLYCARPA	$V = 0.09 + 0.044 (t-10)$ $1 \leq t \leq 40$ días $R^2 = 0.736$ tasa cre/=0.044cc/día	$V = 38,90 + 0.84 (t-90)$ $40 \leq t \leq 295$ días $R^2 = 0.992$ tasa cre/=0.819cc/día	$V = 196,1812/1 + 1.472,55 \text{ EXP}(-0.046 X)$ $R^2 = 0.886$
CITRANGE YUMA	$V = 0.03 + 0.017 (t-10)$ $1 \leq t \leq 40$ días $R^2 = 0.651$ tasa cre/=0.017cc/día	$V = 36,75 + 1,03 (t-90)$ $40 \leq t \leq 280$ días $R^2 = 0.979$ tasa cre/= 1,03cc/día	$V = 215,3101/1 + 5.906,888 \text{ EXP}(-0.055 X)$ $R^2 = 0.868$
TRIFOLIADO POR RUBY OR	$V = 0.54 + 0.034 (t-10)$ $1 \leq t \leq 10$ días $R^2 = 0.126$ tasa cre/=0.034cc/día	$V = 52,21 + 0.74 (t-90)$ $10 \leq t \leq 280$ días $R^2 = 0.993$ tasa cre/=0.74 cc/día	$V = 196,0541/1 + 166,1181 \text{ EXP}(-0,034 X)$ $R^2 = 0.932$
MANDARINA CLEOPATRA	$V = 0.23 + 0.028 (t-10)$ $1 \leq t \leq 25$ días $R^2 = 0.860$ tasa cre/=0.028cc/día	$V = 32,08 + 0.55 (t-90)$ $25 \leq t \leq 325$ días $R^2 = 0.989$ tasa cre/=0.55cc/día	$V = 152,411/1 + 498,5326 \text{ EXP}(-0.037 X)$ $R^2 = 0.853$

Todos los porta-injertos tuvieron tasas de crecimiento relativamente bajas en la primera fase (0.017 - 0.044 cm³/día), lo que indica que esta es una etapa de diferenciación celular y por ello la acumulación de materia seca se limita al máximo. En la segunda fase, la tasa de crecimiento varió entre 0.51 (Citrumelo 4475) y 1.03 cm³/día (Citrange yuma). La duración de la primera fase varió entre 10 (Trifoliado y Ruby Or) y 40 días (M. Cleopatra, C. amblycarpa y Citrange yuma). La duración de la segunda fase osciló entre 269 (Trifoliado x Ruby Or) y 285 días (M. Cleopatra y Citrumelo 4475). El coeficiente de determinación fue de 0.979 - 0.993.

Como el crecimiento de los frutos depende, además de otros factores, del tipo de porta-injerto se puede inducir una cosecha temprana (280 días con C. yuma y Trifoliado x Ruby Or), intermedia (295 días con C. amblycarpa) o tardía (325 días con Citrumelo 4475 y M. Cleopatra).

Epoca de intensidad de la floración

La floración se distribuyó en el contorno de los árboles y las flores se formaron en las axilas de las hojas de las ramas jóvenes y terminales. Dentro del mismo árbol se encontraron flores en todos los estados en un momento dado. No se presentaron diferencias entre tercios de los árboles ni entre sitios fijos y al azar, lo que implica que los sistemas de muestreo reflejaron el estado de los árboles en una época dada. Entre porta-injertos, los sistemas de muestreo presentaron diferencias, especialmente en lo que se refiere a los tercios del árbol. La tendencia fue mantener menor número de flores en la parte baja. En el Cuadro 2 se consigna el número de flores promedio por sitio, el número de flores por árbol y la distribución de la floración en porcentaje por cada porta-injerto.

Todos los porta-injertos indujeron floraciones durante casi todo el año y presentaron picos definidos de máxima floración, 15 a 30 días después de las épocas de lluvia intensa: Citrumelo 4475 y Trifoliado x Ruby Or indujeron 3 períodos, C. yuma y M. Cleopatra 4 y C.

amblycarpa 5 períodos. La ocurrencia de los picos máximos en Citrumelo 4475 y C. yuma ocurrió en octubre, en C. amblycarpa en febrero y mayo; en Trifoliado x Ruby Or en febrero y julio y en M. Cleopatra en febrero y mayo.

El número de flores formadas por árbol/año (estimado) también dependió del porta-injerto: Citrumelo 4475 indujo 6172 flores; Trifoliado x Ruby Or 7217, Citrange yuma 12598; C. amblycarpa 15107 y M. Cleopatra 19816 flores Árbol/año. Si se tiene en cuenta el volumen del árbol que se induce dependiendo de cada porta-injerto, se producen 136 flores/m³ año con Citrumelo 4475, 159 flores/m³/año con C. amblycarpa, 345 con Trifoliado x Ruby Or y M. Cleopatra y 762/flores/m³/año con C. yuma.

Cuajamiento de flores

El porta-injertos que presentó mayor cuajamiento en el período de máxima floración fue C. yuma y las de menor porcentaje fueron C. amblycarpa y Trifoliado. Posteriormente al cuajamiento de los frutos se presentó un derrame que varió entre 24 y 33.5% hasta los primeros 45 días del desarrollo dependiendo del porta-injerto (Figura 1).

La producción potencial de frutos inducida por cada porta-injerto varió entre 2021 frutos con Trifoliada x Ruby Or y 7332 frutos con M. Cleopatra, datos correspondientes a los primeros estados de desarrollo (Cuadro 3).

Epoca e intensidad de la fructificación

No se presentaron diferencias significativas en el número total de frutos entre los diferentes tercios del árbol ni entre sitios fijos, y al azar, a excepción de porta-injerto C. yuma que presentó diferencias entre tercios en los sitios fijos. Esto indica que para medir la época, intensidad y distribución de la fructificación es indiferente utilizar como sitio de muestreo cualquier parte del árbol escogida al azar.

Los porta-injertos dosifican la fructificación de la naranja durante seis (6) meses a excepción de M. Cleopatra en la que lo hace gran parte del

CUADRO 2. Número de flores promedio por sitio, número de flores/árbol dependiendo del follaje y la distribución de la floración en porcentaje para cada porta-injerto.

FECHA MESES	CITRUMELO 4475			CITRUS AMBLYCARPA			CITRANGE YUMA			TRIFOLIADO POR RUBY OR			MANDARINA CLÉOPATRA		
	\bar{x}	FLOR /ARB	% FLOR	\bar{x}	FLOR /ARB	% FLOR	\bar{x}	FLOR /ARB	% FLOR	\bar{x}	FLOR /ARB	% FLOR	\bar{x}	FLOR /ARB	% FLOR
OC-1-87	1.08	1128	12.28	0.028	47	0.32	1.30	698	5.54	0.13	83	1.15	1.75	2158	10.89
OC-15				0.36	605	4.00	0.44	236	1.87	0.17	108	1.50	0.22	217	1.37
NV-1				0.22	370	2.46	0.053	28	0.22				0.027	33	0.17
DC-1				0.053	89	0.5									
FB-1-68				0.11	185	1.22	0.91	489	3.88	4.50	2860	39.63	2.55	3145	15.87
FB-15	0.30	313	5.07	3.05	5125	33.92	0.056	30	0.24				2.80	3454	17.43
MA-1				0.19	319	2.12									
AB-1													1.80	2220	11.21
AB-15	0.46	480	7.78	0.92	1529	10.12	0.79	424	3.37				1.08	1332	6.72
MY-1	0.42	439	7.11	2.60	4369	28.92	0.40	215	1.71	0.063	40	0.55	3.02	3725	18.80
MY-15				0.10	168	1.11							0.063	78	0.39
JU-15													0.042	52	0.26
JL-1				0.10	168	1.11									
JL-15							0.42	226	1.79	3.12	1983	27.48	0.71	876	4.42
AG-1				0.25	420	2.78	0.40	215	1.71	3.08	1968	27.13	0.25	308	1.55
AG-15				0.13	218	1.44	0.25	134	1.06	0.17	108	1.50	0.063	78	0.39
SP-1				0.10	168	1.11	0.15	81	0.64	0.10	64	0.88	0.021	26	0.13
OC-1	3.65	3812	61.76	0.79	1327	8.78	18.29	9822	77.97	0.021	13	0.18	1.67	2060	10.40

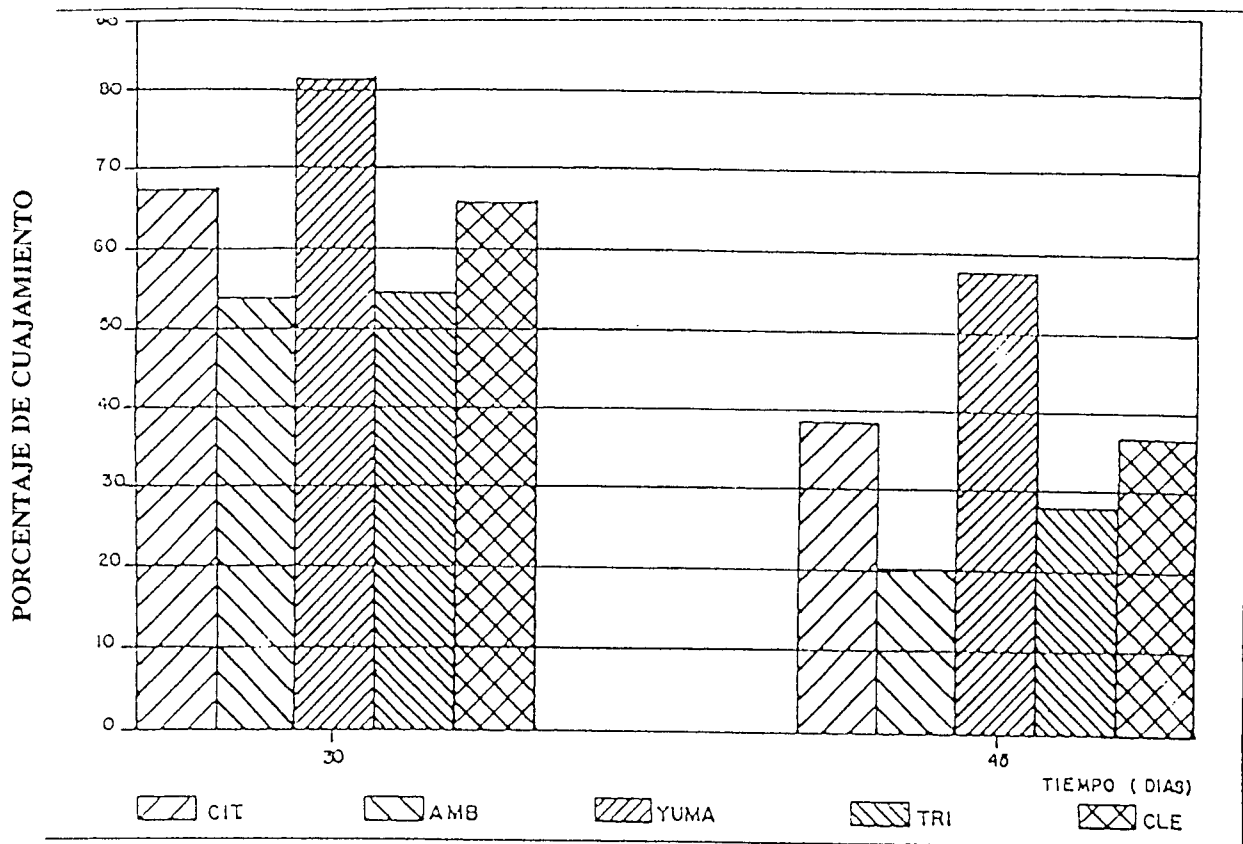


FIGURA 1. Porcentaje de cuajamiento de flores a fruto a los 30 y 45 días para los cinco porta-injertos

CUADRO 3. Estimación del potencial productivo por árbol/año para cada porta-injerto dependiendo de la floración

	CITRUMELO 4475	CITRUS AMBLICARPA	CITRANGE YUMA	TRIFOLIADO POR RUBY DR	MANDARINA CLEOPATRA
Máxima Floración	460 (Abr)	5.125 (Feb)	469 (Feb)	2.860 (Feb)	3.725 (May)
Máxima Floración	3.812 (oct)	1.327 (oct)	9.822 (oct)	1.983 (jul)	2.158 (oct)
No. de flores/árbol/año	6.172	15.107	12.598	7.217	19.816
Volumen/árbol	45.53	94.59	16.54	20.91	57.47
% Cuajamiento 30 días	67.33	54.00	81.66	54.50	65.75
% Cuajamiento 45 días	38.66	20.50	57.66	26.00	37.00
Producción potencial en No. de flores cuajadas	2.386	3.097	7.264	2.021	7.332
3 No. de flores/m /año	136	156	762	345	345

año. Hay períodos definidos de mayor fructificación. Algunos porta-injertos tienden a presentar picos de fructificación, incluso cinco a seis meses después de la máxima precipitación, lo que hace pensar que los dos picos de floración pueden estar relacionados con los picos de fructificación, pues estos últimos preceden de varias floraciones. En forma general los porta-injertos presentaron dos temporadas de máxima fructificación, la primera entre enero y marzo y la segunda entre julio y octubre. También cuando los frutos se están desarrollando se presentan lluvias, lo que hace suponer que el agua además participa fundamentalmente en el desarrollo de los frutos. El mayor porcentaje de la fructificación correspondió al período comprendido entre octubre y marzo, en este período se presentó el 77.5% de los frutos de Citrumelo 4475, 75.5% en C. amblycarpa, el 71.4% en C. yuma, 67.7% en Trifoliado x Ruby Or y 58.4% en M. Cleopatra.

La distribución de la fructificación de la naranja teniendo en cuenta los sitios de muestreo, inducida por los diferentes porta-injertos, se muestra en el Cuadro 4.

El número estimado de frutos por árbol al año, que equivale al número de frutos presentes en el punto máximo de fructificación, dependió del porta-injerto: C. amblycarpa 6856 frutos, Citrumelo 4475 5306, M. Cleopatra 4502, Trifoliado por Ruby Or 2613 y C. yuma 1890 frutos.

Producción

En todos los porta-injertos entre el 70 y 77% de la cosecha se realizó entre mayo y noviembre (7 meses) y entre el 82 y 87% de la cosecha si se incluye una travesía de enero a marzo dependiendo del porta-injerto (8 meses). Se presentaron entre 4 y 5 meses picos de cosecha pero no coincidieron siempre con el mes: en Citrumelo 4475 estos meses fueron febrero, agosto, septiembre y noviembre, en C. amblycarpa además de éstos se incluye junio, en C. yuma fueron junio, agosto, septiembre y noviembre, en Trifoliado x Ruby Or fueron mayo, junio, julio y noviembre y en M. Cleopatra fueron junio, septiembre, noviembre y febrero (Cuadro 5).

El tipo de porta-injertos incidió en el número de los frutos cosechados por árbol/año: la mayor cantidad se obtuvo en C. amblycarpa (1166) seguido de Citrumelo 4475 (977), M. Cleopatra (920), Trifoliado x Ruby Or (453) y C. yuma (392 frutos). En las distancias tradicionales, el patron que indujo mayor rendimiento fue C. amblycarpa (210 kg/árbol), (42.9 t/ha), seguido por M. Cleopatra (159; 32.5); Citrumelo 4475 (148; 30.2). La baja producción que se obtiene usando C. yuma (68.7 kg/árbol; 14.0 t/ha) y Trifoliado x Ruby Or (61; 12.5) no indica que sean malos patrones, simplemente lo que ocurre es que son menos vigorosos e inducen naranjos más pequeños y por lo tanto, se podrían sembrar a distancias más cortas y con las nuevas densidades dependiendo del porta-injerto la producción fluctuaría entre 32 y 56 t/ha. El cultivo de árboles bajos sería menos costoso que el de los más vigorosos (Cuadro 6).

Si se tiene en cuenta el volúmen del árbol se encuentran diferencias en cuanto al número y peso de los frutos por metro cúbico. Los patrones eficientes coincidieron con los menos productivos así: C. amblycarpa indujo 2.22 kg/m³ M. Cleopatra 2.77 kg/m³, Trifoliado x Ruby Or 2.93 kg/m³, Citrumelo 4475 3.25 kg/m³ y C. yuma 4.15 kg/m³. Esto indica que los árboles más bajos son más eficientes desde el punto de vista productivo (Cuadro 6).

Relación floración, fructificación y producción

Entre el 46 y 56% de la cosecha procedió de las floraciones acumuladas entre agosto y octubre, el resto de las floraciones originaron otros momentos de cosecha sincronizados con la duración del desarrollo de los frutos dependiendo del porta-injerto.

En ocasiones no se presentaron floraciones a pesar de que ocurrieron lluvias, porque en esos momentos los árboles están altamente fructificados.

Generalmente la fructificación se presentó durante un período, a diferencia de la cosecha que presentó picos diferentes, cuatro en C. amblycarpa y M. Cleopatra y tres en los otros patro-

CUADRO 4. Número de frutos promedio por sitio, el número de frutos/árbol dependiendo del follaje y la distribución de la fructificación en porcentaje por cada porta-injerto

FECHA	CITRUMELO 4475			CITRUS AMBYCARPA			CITRANGE YUMA			TRIFO. X RUBY OR			MANDARI CLEOPATRA		
	MESES	X	#FRUT	%FRUT	X	#FRUT	%FRU	X	#FRUT	%FRU	X	#FRUT	%FRU	X	#FRUT
OC-1-87	5.00	5.222	10.51	3.30	5.545	7.05	2.49	1.337	5.63	2.75	1.746	5.28	2.91	3.589	5.53
OC-15	5.08	5.306	10.68	2.86	4.806	6.11	3.30	1.772	7.46	2.97	1.888	5.71	3.55	4.379	6.75
NV-1	2.91	3.039	6.12	3.44	5.780	7.35	3.19	1.713	7.21	4.00	2.543	7.69	1.86	2.294	3.53
NV-15	3.33	3.478	7.00	3.27	5.495	6.99	3.52	1.890	7.29	3.41	2.168	6.55	2.98	3.676	5.66
DC-1	3.19	3.332	6.71	3.00	5.041	6.41	3.25	1.745	7.35	3.41	2.168	6.55	3.27	4.033	6.21
DC-15	2.68	3.008	6.06	3.16	5.309	6.75	2.58	1.386	5.84	3.28	2.085	6.30	1.91	2.355	3.63
EN-1-26	2.83	2.956	5.95	4.08	6.856	8.72	2.41	1.294	5.45	3.30	2.098	6.34	2.64	3.256	5.02
EN-15	3.27	3.415	6.87	3.64	6.116	7.78	3.25	1.745	7.35	3.02	1.919	5.80	2.86	3.528	5.44
FB-1	1.94	2.026	4.08	2.72	4.570	5.81	1.63	875	3.68	1.36	864	2.61	1.33	1.640	2.53
FB-15	2.66	2.778	5.59	1.94	3.260	4.14	2.16	1.160	4.88	4.11	2.613	7.90	3.16	3.898	6.01
MA-1	1.94	2.026	4.08	2.25	3.781	4.18	2.41	1.294	5.45	2.11	1.341	4.05	2.80	3.454	5.32
MA-15	1.61	1.682	3.39	2.00	3.361	4.27	1.72	924	3.89	1.55	985	2.98	1.47	1.813	2.79
AB-1	0.92	961	1.93	1.02	1.714	2.18	1.19	639	2.69	0.98	623	1.88	1.21	1.492	2.30
AB-15	0.79	825	1.66	0.33	555	0.71	0.88	473	1.99	1.25	795	2.40	1.21	1.492	2.30
MY-1	1.13	1.180	2.38	0.29	487	0.62	0.96	516	2.17	1.15	731	2.21	1.44	1.776	2.74
MY-15	0.90	940	1.89	0.83	1.395	1.77	0.98	526	2.21	0.90	572	1.73	3.65	4.502	6.94
JU-1	0.96	1.003	2.02	0.77	1.294	1.65	1.02	548	2.31	1.17	744	2.25	1.44	1.776	2.74
JU-15	0.83	867	1.75	0.71	1.193	1.52	1.02	548	2.31	0.98	623	1.88	1.42	1.751	2.70
JL-1	0.85	888	1.79	0.58	975	1.24	0.35	188	0.79	0.75	477	1.44	1.52	1.875	2.89
JL-15	0.79	825	1.66	1.02	1.714	2.18	0.60	322	1.36	0.40	254	0.77	1.27	1.566	2.41
AG-1	1.21	1.264	2.54	1.02	1.714	2.18	0.85	456	1.92	1.67	1.062	3.21	1.69	2.084	3.21
AG-15	0.79	825	1.66	1.31	2.201	2.80	0.98	526	2.21	2.00	1.271	3.84	1.88	2.319	3.57
SP-1	0.71	742	1.49	1.29	2.168	2.76	1.31	704	2.96	2.06	1.309	3.96	1.48	1.825	2.81
SP-15	0.44	460	0.93	0.69	1.159	1.48	1.23	661	2.78	1.62	1.030	3.12	1.52	1.875	2.89
OC-1	0.60	627	1.26	1.27	2.134	2.72	0.92	510	2.15	1.85	1.176	3.55	2.15	2.652	4.09

CUADRO 5. Número, distribución y peso de la cosecha mensual por árbol de la naranja "Frost Valencia" injertada sobre cinco porta-injertos

FECHA	CITRUMELO 4475			CITRUS AMBLYCARPA			CITRANGE YUMA			TRIFOLIADO POR RUBY OR			MANDARINA CLEOPATRA		
	No. FRUTOS	% FRUTO	PESO (kg)	No. FRUTOS	% FRUTO	PESO (kg)	No. FRUTOS	% FRUTO	PESO (kg)	No. FRUTOS	% FRUTO	PESO (kg)	No. FRUTOS	% FRUTO	PESO (kg)
OCT	56.25	5.75	10.6	107.30	9.20	20.8	35.10	8.95	6.2	44.10	9.73	7.2	87.90	9.55	15.3
NOV	127.25	13.02	16.3	160.80	13.80	28.7	43.30	11.04	7.2	71.30	15.74	12.3	101.15	11.00	17.3
DIC	26.40	2.70	4.4	44.25	3.79	7.8	15.35	3.91	2.4	24.00	5.30	4.7	55.25	6.00	10.9
ENE	36.20	3.70	3.1	51.25	4.39	9.0	11.50	2.93	2.1	24.05	5.31	4.5	25.80	2.80	4.5
FEB	136.10	13.93	23.1	129.50	11.10	21.7	29.90	7.62	5.1	23.30	5.14	3.7	99.15	10.78	16.4
MAR	36.15	3.70	8.3	59.50	5.10	11.4	25.10	6.4	4.3	21.00	4.64	3.3	74.80	8.13	13.5
ABR	17.65	1.81	3.6	27.40	2.35	5.5	15.62	3.98	2.9	12.75	2.81	0.4	39.80	4.33	7.4
MAY	29.90	3.06	5.4	41.50	3.58	8.2	33.15	8.45	6.8	46.75	10.32	8.5	64.90	7.05	10.8
JUN	69.40	9.15	15.1	117.30	10.06	20.1	62.90	16.04	9.3	87.50	19.31	1.8	101.15	11.00	18.3
JUL	71.87	7.35	12.8	45.80	3.93	8.9	32.85	8.34	7.8	46.05	10.16	6.7	33.25	3.61	6.9
AGO	156.30	16.00	25.7	194.65	16.69	39.9	39.30	10.02	6.5	32.65	7.21	5.1	57.15	6.21	9.6
SEP	193.75	19.83	19.7	186.90	16.03	28.3	48.15	12.28	8.1	19.60	4.33	3.1	179.80	19.54	28.6
TOTAL	977.22	100.00	148.1	1.166.15	100.00	210.3	392.22	100.00	68.7	453.05	100.00	61.3	920.10	100.00	159.5

CUADRO 6. Efecto del porta-injerto en el desarrollo y rendimiento en la naranja "Frost Valencia" injertada sobre cinco porta-injertos

	CITRUME 4475	CITRUS AMBLV	CITRAN YUMA	TRIFOLI RUBY OR	MANDARI CLEOPA
Altura del árbol (m.)	3.05	3.80	2.22	2.46	3.37
Diámetro de copa (m.)	4.36	5.63	3.08	3.29	4.66
Distancia tradicional (m.)	7 x 7	7 x 7	7 x 7	7 x 7	7 x 7
Densidad tradicional (pla/ha)	204	204	204	204	204
Rendimiento actual (t./ha)	30.20	42.90	14.01	12.50	32.50
Distancia según copa (m.)	4.5 x 6.5	6.0 x 8.0	3.5 x 5.5	3.5 x 3.5	5.0 x 7.0
Densidad según copa (pla/ha)	342	208	519	519	286
Rendimiento potencial (t./ha)	50.60	43.70	35.60	31.80	45.60
Volúmen del árbol (m ³)	45.53	94.59	16.54	20.91	57.47
Eficiencia (kg/m ³)	3.25	2.22	4.15	2.93	2.77
Kg/árbol	148.10	210.30	68.70	61.30	159.50
Peso \bar{X} /fruto (g)	151.51	160.49	175.08	136.68	173.39

nes. Los períodos de cosecha variaron con el porta-injerto: en todos los patrones se cosecharon frutos en septiembre y noviembre; en febrero en Citrumelo 4475, *C. amblycarpa* y M. Cleopatra; en mayo en Trifoliado x Ruby Or, en junio en todos a excepción de Citrumelo 4475, en julio Trifoliado x Ruby Or y en agosto Citrumelo 4475, *C. amblycarpa* y *C. yuma*. Esto quiere decir que usando los cinco porta-injertos se puede cosechar durante siete meses en el año la naranja "Frost Valencia". Además, gran porcentaje de la cosecha está localizada en la época de fructificación.

Otra comparación importante es la relación del potencial productivo, es decir la máxima fructificación con respecto a la cosecha. Con todos los porta-injertos se cosechó entre el 17 y 20.74% de los frutos formados.

Maduración del fruto

La aparición de tonalidades verde-amarilla sobre la corteza de los frutos, se presentó a partir del sexto mes (Cuadro 7); esto no es sinónimo de madurez pues la maduración real de la naranja se presentó 4-6 meses después dependiendo del porta-injerto.

El grosor y la textura de los frutos no varió entre porta-injertos a excepción del Citrange yuma, tampoco se presentaron cambios de este parámetro a partir del sexto mes y hasta el momento de la maduración total en ninguno de los porta-injertos. El grosor de la cáscara de la naranja "Frost Valencia" dependiendo del porta-injerto, alcanzó entre 3.4 y 4.2 milímetros. La textura de la corteza se calificó entre 2.5 y 3.0. El número de semillas formadas por fruto tampoco se modificó con el tiempo ni con el porta-injerto usado: se presentaron entre 1.3 y 2.0 semillas/fruto (Cuadro 7).

En contraste con otros trabajos, en cualquiera de los porta-injertos evaluados el contenido de jugo presentó tendencia hacia incrementos constantes desde los seis meses hasta después del punto óptimo de madurez comercial (Cuadro 8). Es explicable este comportamiento ya que al aumentar los solutos osmóticamente activos, como

azúcares, el potencial hídrico en los tejidos de la pulpa es menor, se hace más negativo y por esta razón la pulpa gana agua de la corteza, de las hojas, en general del árbol. El porcentaje de jugo del fruto fue 58% cuando se usaron los portainjertos Citrumelo 4475 y *C. amblycarpa*, 56% en *C. yuma* y Trifoliado x Ruby Or y 61% con M. Cleopatra.

El intercepto de los modelos de regresión para la relación jugo/peso expresa el porcentaje medio de jugo en el punto óptimo de madurez comercial. Los coeficientes de regresión o pendientes de los modelos (Cuadro 9), que indican la tasa de acumulación mensual de jugo (expresada como porcentaje de jugo), fueron relativamente similares en todos los porta-injertos (5.13 - 5.91), excepto en Trifoliado x Ruby Or (3.79%).

Los frutos más pesados tendieron a proporcionar mayor contenido de jugo, pero esto no implicó que la relación jugo/peso medida por el coeficiente de regresión fuera la más alta. Por ejemplo, Citrumelo 4475 con menor peso de fruto (108.4 g) presentó una relación de 0.84 g de jugo por peso en gramos, superior a los restantes porta-injertos (Cuadro 10).

Durante la maduración se presentó aumento constante en la concentración de sólidos solubles (azúcares y ácido cítrico y descenso en la acidez (Cuadro 8).

La proporción entre los porcentajes de azúcares y el de acidez determina el índice óptimo de madurez de una fruta cítrica, también se reporta que ésta depende de la variedad, los porta-injertos, el clima y del manejo cultural que se le da a los huertos. Los porta-injertos tendieron a incrementar constantemente la relación SS/AC. De acuerdo con el período en el cual se alcanzaron los puntos óptimos de madurez de los frutos, los porta-injertos se clasificaron como precoces (Trifoliado x Ruby or, nueve meses), intermedios (*C. amblycarpa*, Citrumelo 4475 y *C. yuma* diez) y tardíos (M. Cleopatra, con once meses).

Los coeficientes de regresión en los modelos propuestos variaron de 0.61 a 1.06 e indican la

CUADRO 7. Cambios físicos en la maduración del fruto en cinco porta-injertos

MESES	PORTA-INJERTO	CORTEZA			PULPA		
		GROSOR (mm)	TEXTU.	COLOR	COLOR	TEXTU.	N° SEMI.
6	CITRUMELO 4475	3.74	2.35	5GY5/6	5	3	2.12
7		3.32	2.7	5GY6/8	5.5	2.3	2.05
8		3.5	2.87	10Y5/5	6.17	2.52	1.95
9		3.7	2.57	2.5Y5/5	7.71	2.57	1.85
10		3.3	2.05	2.5Y6/8	8.73	2.82	2.02
11		3.35	2.67	2.5Y7/10	9	2.25	1.7
12	3.4	2.5	2.5Y8/12	9	2.25	1.62	
6	CITRUS AMBLYCARPA	4.25	2.95	7.5GY5/7	5	3	2.5
7		3.6	2.92	5GY5/6	4.32	3	2.9
8		3.66	2.77	5Y5/6	6.17	3	1.85
9		3.75	2.65	2.5Y6/8	6.62	3	1.67
10		3.81	2.6	5.5Y7/10	7.71	2.4	2.07
6	CITRANGE YUMA	4.56	3.1	5GY5/6	5	3	1.26
7		3.89	3.3	7.5GY5/7	4.36	3	2.5
8		4.15	3	5GY5/8	5.96	3	1.83
9		4.26	3	2.5Y6/8	7.36	2.73	1.8
10		4.21	3	5Y7/10	8.2	2.66	2.06
6	TRIFOLIADO FOR RUBY OR	3.96	3	7.5GY5/7	5.5	3	1.7
7		3.14	2.83	5Y5/6	5.06	3	1.86
8		3.82	3	5Y6/7	6.9	3	1.3
9		3.86	2.93	2.5Y6/8	7.23	2.73	1.53
10		3.95	2.86	2.5Y8/12	9.13	2.33	1.36
6	MANDARINA CLEOPATRA	3.74	2.53	5GY5/6	5	3	2.26
7		3.4	2.53	7.5GY5/7	5.5	2.46	1.9
8		2.53	3.4	5GY6/8	6.9	3	2.1
9		3.4	2.5	10Y6/7	7.12	3	2.4
10		3.44	2.26	2.5Y6/8	8.02	2.5	2.37
11		3.6	2.7	5Y7/10	8.62	2.5	2.02
12		3.2	2.7	2.5Y8/12	9	2.5	1.52

CUADRO 8. Evolución de los parámetros indicadores de maduración y calidad del fruto en cinco porta-injertos

FECHA (Mes)	PATRON	LONG (cm)	ANCHO (cm)	VOLUMEN /FRUTO	PESO (g)	JUGO (g)	SS (%)	Ac (%)	VIT.C	SS/Ac (%)	JUGO/PESO (%)
6	CITRAMELO	4.88	4.90	61.97	107.57	21.50	8.5	4.12	15.73	2.06	19.98
7	4475	5.24	5.37	78.17	89.37	40.50	9.8	3.33	22.49	2.94	45.31
8		5.60	5.84	98.50	90.62	42.50	10.7	2.92	39.21	3.66	46.89
9		6.04	6.31	123.28	103.00	53.25	10.5	3.00	37.42	3.50	51.69
10		6.15	6.40	129.37	113.75	62.50	12.0	2.28	45.48	5.26	54.94
11		6.29	6.45	132.48	123.00	67.20	13.4	2.00	57.31	6.70	54.67
12		6.35	6.48	138.22	131.50	77.75	13.5	1.84	61.63	7.73	58.97
6	CITRUS	5.69	5.78	96.76	103.75	34.37	9.0	4.79	16.32	1.67	33.13
7	AMELYCARPA	6.56	6.20	135.97	118.25	54.75	9.0	3.90	27.92	2.30	46.31
8		6.84	7.16	179.59	144.25	75.0	10.06	3.09	43.28	3.43	51.99
9		7.10	7.20	187.79	182.00	99.5	11.00	2.80	51.49	3.92	54.67
10		7.09	7.31	195.43	199.00	115.75	11.20	2.40	66.35	4.66	58.16
6	CITRANDE	6.50	6.50	143.79	87.33	27.0	7.50	5.15	13.81	1.45	30.91
7	YUKA	6.59	6.50	146.80	139.33	60.0	8.30	4.46	17.31	1.86	43.03
8		7.07	7.22	150.96	156.00	70.0	9.80	3.83	25.41	2.55	44.87
9		7.41	7.51	217.37	205.00	106.0	10.60	3.19	32.33	3.38	51.70
10		7.42	7.52	218.25	219.00	123.0	11.80	2.50	47.37	4.72	56.16
6	TRIFOLIADO	6.21	6.32	126.75	125.33	48.33	8.50	4.12	14.36	2.06	38.56
7	FOR RUBY OR	6.52	6.68	150.53	153.83	82.33	10.70	3.23	22.42	3.31	53.52
8		6.00	6.65	138.37	166.66	90.00	10.50	3.27	20.83	3.21	54.00
9		7.12	7.13	191.38	192.66	108.66	11.80	2.39	38.46	4.93	56.08
10		7.15	7.34	198.29	203.33	143.33	13.40	2.05	52.48	6.53	56.22
6	MANDARINA	5.07	5.21	71.10	112.16	25.66	8.80	4.61	14.21	1.90	22.86
7	CLEOPATRA	5.74	5.86	102.16	99.83	33.33	9.20	3.99	17.36	2.30	36.69
8		5.74	6.19	111.12	95.87	42.75	9.85	3.33	21.26	2.95	42.80
9		6.40	6.70	147.13	115.00	53.75	9.50	3.44	20.46	2.76	46.73
10		6.42	6.71	146.15	149.25	74.62	10.80	2.89	37.51	3.73	51.08
11		6.46	6.78	151.90	152.50	83.00	11.40	2.38	42.01	4.78	54.42
12		6.49	6.81	153.96	157.72	97.50	11.70	2.06	50.93	5.67	61.81

CUADRO 9. Modelo de regresión de las relaciones sólidos solubles/acidez y jugo/peso, en los últimos 4-5 meses de desarrollo del fruto

PORTA-INJERTO	SOLIDOS SOLUBLES/ACIDEZ	r
CITRUMELO 4475	$Y = 5.48 + 0.93(t_i - 10.0)$	0.97
C. AMBLYCARPA	$Y = 4.72 + 0.76(t_i - 10.0)$	0.99
C. YUMA	$Y = 4.39 + 0.80(t_i - 10.0)$	0.98
TRIFOLIADO POR RUBY OR	$Y = 5.07 + 1.06(t_i - 9.0)$	0.96
M. CLEOPATRA	$Y = 4.66 + 0.61(t_i - 11.0)$	0.96
\bar{X}	$Y = 4.86 + 0.83(t_i - 10.0)$	0.97
JUGO/PESO		
CITRUMELO 4475	$Y = 52.62 + 5.13(t_i - 10.0)$	0.85
C. AMBLYCARPA	$Y = 60.53 + 5.84(t_i - 10.0)$	0.94
C. YUMA	$Y = 57.16 + 5.91(t_i - 10.0)$	0.97
TRIFOLIADO POR RUBY OR	$Y = 55.47 + 3.79(t_i - 9.0)$	0.81
M. CLEOPATRA	$Y = 56.66 + 5.73(t_i - 11.0)$	0.97
\bar{X}	$Y = 56.49 + 5.28(t_i - 10.0)$	0.91

CUADRO 10. Modelo de regresión de Peso vs Jugo y Sólidos Solubles vs acidez

PORTA-INJERTO	SOLIDOS SOLUBLES VS ACIDEZ	r
CITRUMELO 4475	SS = 11.20 - 2.27(Ac - 2.27)	-0.98
C. AMBLYCARPA	SS = 9.85 - 1.40(Ac - 3.39)	-0.98
C. YUMA	SS = 9.64 - 1.69(Ac - 3.82)	-0.99
TRIFOLIADO POR RUBY OR	SS = 10.98 - 2.17(Ac - 3.01)	-0.98
M. CLEOPATRA	SS = 10.17 - 1.23(Ac - 3.24)	-0.97
\bar{X}	SS = 10.37 - 1.75(Ac - 3.25)	-0.98
PESO VS JUGO		
CITRUMELO 4475	P = 57.28 + 0.84(J - 108.54)	0.99
C. AMBLYCARPA	P = 75.87 + 0.69(J - 143.45)	0.92
C. YUMA	P = 77.20 + 0.71(J - 161.33)	0.99
TRIFLOLIADO POR RUBY OR	P = 68.73 + 0.83(J - 168.36)	0.98
M. CLEOPATRA	P = 64.43 + 0.36(J - 112.39)	0.86
\bar{X}	P = 72.70 + 0.68(J - 138.81)	0.95

El porta-injerto de mayor pendiente (Cuadro 10) coincide con el más precoz (Trifoliado x Ruby or), mientras que el de menor pendiente es el más tardío (M. Cleopatra). En general, la variedad de naranja estudiada sobre los diferentes porta-injertos tuvo niveles buenos de sólidos solubles pero fue acentuadamente ácida. En general, los porta-injertos con los más altos contenidos de sólidos solubles fueron los de menor grado de acidez; la relación en el contenido de sólidos solubles por cada grado adicional de acidez fue más acentuada en los porta-injertos con frutos más dulces (Cuadro 10).

El contenido de Vitamina C varió dependiendo del porta-injerto como sigue:

C. yuma 13.8 - 47.4%; M. Cleopatra 14.2 - 42%; Trifoliado Ruby or 14.4 - 38.5%; Citrumelo 4475 15.7 - 45.5%, y C. amblycarpa 16.3 - 66.3%.

BIBLIOGRAFIA

1. ESCOBAR, T.W. Patrones o portainjertos para cítricos. En: Memorias Tercer Curso Nal. de Frutales de Clima Cálido y Primer curso Nal. de Clima Frío. Palmira. Vol. 2 (1988); p. 39-104.
2. MORIN, C. Cultivo de cítricos. 2 ed. San José : IICA, 1985. 598 p.
3. RIOS, C.D. Cítricos. Bogotá : ICA, 1970. p. 41-133.
4. SALAZAR, C.R. et al. Plania sobre frutales. ICA, 1988. Tomo 1, 493 p.
5. TORRES, R. y RIOS, D. Cítricos. Bogotá : ICA, 1977. p. 23-24. (Manual de Asistencia Técnica ; No. 4).