

**ESTUDIO DE LA FLORACION, FRUCTIFICACION Y PRODUCCION DE DOS
VARIETADES DE NARANJA, *Citrus sinensis* (L) OESBECK, Y DOS DE MANDARINA,
Citrus reticulata BLANCO, EN CONDICIONES CLIMATICAS DE PALMIRA,
VALLE DEL CAUCA**

Lucy Nuñez R. * *Elvia Yaneth Vidarte G.** *Diosdado Baena G.* ** *William Escobar T.* ***

COMPENDIO

En el trabajo realizado en el Instituto Colombiano Agropecuario en Palmira, Valle del Cauca, se emplearon 12 árboles cítricos de nueve años, injertados sobre mandarina Cleopatra y pertenecientes a dos variedades de naranja: (Nativa del Chocó y Pera del Río) y dos de mandarina (Dancy y Warnurco). Se evaluó el desarrollo floral, tomando dos árboles por variedad, la época e intensidad de la floración y fructificación, el porcentaje de cuajamiento, el desarrollo del fruto y el porcentaje de frutos caídos. Se realizó además un estudio de maduración y calidad del fruto. Los períodos de máxima floración ocurrieron a intervalos de 15 - 30 días después de lluvias intensas. El porcentaje de cuajamiento presenta diferencias entre variedades y entre árboles de una misma variedad, lo mismo que el desarrollo y caída de frutos. El punto de madurez fisiológica medido por la relación de sólidos solubles/acidez, muestra la precocidad de la naranja sobre la mandarina. El potencial productivo, dado por la relación entre la fructificación y la cosecha, presenta diferencias acentuadas entre variedades y fluctúa entre 9.2 y 44.6%.

**ANALYSIS OF FLOWERING, FRUITFULNESS, AND PRODUCTION IN TWO VARIETIES OF
ORANGE *Citrus sinensis* (L.) OESBECK, AND TWO VARIETIES OF TANGERINE *Citrus reticulata*
BLANCO, IN PALMIRA, THE CAUCA VALLEY**

ABSTRACT

This work was made at the Instituto Colombiano Agropecuario, Palmira in the Cauca Valley. Twelve citric trees nine years old were used grafted with Cleopatra tangerine belonging to two oranges varieties: Nativa del Chocó and Pera del Río and two tangerine varieties: Dancy and Warnurco. Flowering development was evaluated taking two trees per variety, epoch and intensity of flowering and fructification, thicken percentage, fruit's development, fruits falled percentage. In addition, maturation and quality studies was made. Definite periods of highest flowering occurs in intervals of 15 to 30 days after intensity rainy day epoch. The ticken percentage of flowers and fruits, fruit's falled and fruit's development show differences among varieties and among trees of a single variety. The physiological maturity point measured by rate soluble solids/acidity, shows precocity of orange's varieties. About productive potential given by rate between fructifying and harvest are shown differences among varieties, fluctuantig between 9.2 and 44/6%.

INTRODUCCION

Ante la necesidad de generar tecnología para una adecuada explotación comercial de frutas cítricas en Colombia, el Instituto Colombiano Agropecuario - ICA, inició desde hace 30 años un Programa de Investigación en Frutales, cuyos logros han servido de soporte en el desarrollo de

muchas de las empresas cítricas del país. Uno de los problemas limitantes en este tipo de explotaciones es el de la estacionalidad de la producción y por consiguiente su efecto pronunciado sobre los precios del mercado.

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

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

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

Estudios fenológicos tendientes a caracterizar los procesos de floración, fructificación y maduración en los diferentes materiales genéticos disponibles en los huertos experimentales, pueden contribuir de manera significativa en el desarrollo de una estrategia de desestacionalización de la producción.

En climas tropicales, el factor que promueve el inicio del proceso de floración esta asociado con la reanudación de las lluvias, razón por la cual en un año pueden suceder hasta ocho períodos y un árbol puede llegar a producir unas 74.000 flores de las cuales aproximadamente un 1.4% llegan a cuajar en frutos, dependiendo de la variedad y del período interfloraciones (Praloran, 1977; Reuther, 1982). El mayor porcentaje de abscisión de frutos ocurre en la época en que caen los pétalos o cuando aún no han alcanzado los 2.0 - 2.5 cm de diámetro. La caída en etapas posteriores está condicionada, en buena parte por las temperaturas elevadas y por las condiciones de sequía.

Con base en las consideraciones anteriores se planteó como objetivo central del trabajo: estudiar algunos aspectos básicos relacionados con la floración, fructificación y producción de dos variedades de naranja y dos de mandarina.

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

Se seleccionaron tres árboles de nueve años de cada una de las variedades de naranja (Nativa del Chocó y Pera del Río) y de mandarina (Dancy y Warnurco) empleadas en el ensayo, los que se encontraban injertadas sobre mandarina Cleopatra.

Se estudió el desarrollo de flores y frutos, haciendo mediciones periódicas y observaciones cualitativas sobre los cambios presentados por dichas estructuras reproductivas, a través del tiempo.

La época e intensidad de la floración y la fructificación, se evaluó durante un año, haciendo conteo quincenal del número de flores y frutos, en cada tercio (alto, medio y bajo) del árbol y en cuatro sitios de muestreo por tercio (dos fijos y

dos escogidos al azar). El proceso de muestreo se llevó a cabo, colocando un marco de madera de 15 x 15 cm en la parte externa del árbol.

Para estimar el número total de flores y frutos por árbol se extrapolaron los resultados obtenidos en el área de muestreo, al área lateral del árbol.

Se marcaron 100 flores recién abiertas en cada árbol y se evaluó el % de formación de frutos y el % de caída de frutos a los 30 - 45 y 60 días. Durante los siguientes estados de desarrollo se contabilizó el número de frutos caídos, especificando su tamaño, cada 15 días.

El grado de madurez se juzgó con base en el aumento de la relación sólidos solubles/acidez (Moncada y Ríos 1968; Reuther, 1982; Morin, 1983).

Finalmente, se registró el número de frutos y su peso, cosechados en cada uno de los árboles para calcular la producción.

RESULTADOS Y DISCUSION

Desarrollo floral

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 3 y 6 días y entre 9 y 12 días hasta el momento previo a la antesis. La apertura floral se inicia con el despliegue de uno de los pétalos, tomando éste una posición perpendicular al resto, posteriormente todos los pétalos toman una posición convexa al pecíolo, quedando al descubierto los estambres y el pistilo. Entre 3 y 6 días después ocurre el desprendimiento de los pétalos, los estambres y en algunos casos los estigmas florales.

Se observó que 20 - 30 días de formada la yema floral, el fruto recién formado conserva el cáliz y la cicatriz que deja el estilo al caer.

Desarrollo del fruto

El modelo logístico subestimó el volumen del

fruto al inicio de la segunda fase y lo sobreestimó al final. Además se observó una mala distribución de los residuales o puntos de dispersión a pesar de que los coeficientes de determinación (R^2) mostraron valores altos. El modelo polinómico, además de presentar altos coeficientes de determinación, mostró el pequeño descanso que ocurre después de la primera fase del crecimiento.

En el Cuadro 1 se hace referencia a los modelos alternativos de crecimiento en volumen del fruto para las cuatro (4) variedades estudiadas.

Epoca e 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 existe desuniformidad en el desarrollo de las flores.

Se presentaron diferencias significativas en el número total de flores por sitio/árbol entre sitios fijos y al azar. Así mismo, la distribución de las flores en los diferentes tercios del árbol no difirieron entre arboles de la misma variedad.

Las variedades florecieron durante casi todo el año, debido al estímulo que ejercen las lluvias sobre el desarrollo de las yemas florales. Las variedades de naranja presentaron cuatro períodos de floración y tres las de mandarina. Estos se presentaron normalmente 15-30 días después de una precipitación intensa. El período duró ocho meses en naranjas y seis en mandarinas.

La máxima floración en la naranja "Nativa del Chocó" se presentó entre abril y mayo; en la var. "Pera del Río" entre octubre y marzo; en la mandarina "Dancy" entre octubre y noviembre y en la mandarina "Warnurco" entre enero y febrero.

El número de flores estimado por árbol/año fue también diferente: "Nativa del Chocó", 22.039 flores; "Pera del Río", 8.570; "Dancy", 18.012 y "Warnurco" 1.138 flores. Si se tiene en cuenta el área lateral de los árboles se producen 215 flores/m² en "Nativa del Chocó", 157 en

"Pera del Río", 117 en "Dancy" y 11 flores/m² en "Warnurco".

Cuajamiento de flores a frutos

El % de cuajamiento de flores a frutos en el período de máxima floración fue mayor en "Nativa del Chocó" y menor en "Dancy". El derrame varió entre 9 y 41% en las naranjas y entre 30 - 32% en las mandarinas, durante los primeros 60 días de desarrollo (Figura 1).

Si se tiene en cuenta la respuesta y se compara con el número de flores totales formadas por árbol al año, la producción potencial de frutos varía entre 383 en "Warnurco" y 10.650 frutos en "Nativa del Chocó" (Cuadro 2).

Epoca de intensidad de la fructificación

Se presentaron diferencias significativas en el número total de frutos/sitio/árbol entre los sitios fijos y al azar, al tener en cuenta todas las variedades y solo se presentaron diferencias significativas entre los tercios del árbol cuando se consideraron los sitios fijos.

Las variedades dosifican la fructificación durante todo el año, sin embargo, hay períodos definidos de mayor fructificación. Las variedades de naranja y la mandarina "Dancy" presentaron cinco períodos y cuatro la mandarina "Warnurco".

Aparentemente el mayor pico de fructificación se presentó entre los 5 - 6 meses después de la mayor precipitación. Los períodos de fructificación son de nueve meses en las variedades de naranja, de ocho en la mandarina "Dancy" y en "Warnurco" de siete meses.

La máxima fructificación en la variedad de naranja "Nativa del Chocó" ocurrió en junio, julio, agosto y septiembre; en junio, septiembre, octubre y diciembre en "Pera del Río"; en la mandarina "Dancy" en junio, julio, noviembre y enero, y en "Warnurco" en mayo, junio y julio.

CUADRO 1. Modelos alternativos de crecimiento en volúmen del fruto para las cuatro variedades estudiadas

VARIEDAD	MODELO POLINOMICO	MODELO LOGISTICO
NATIVA	$V=1.319883+0.272882X_i+0.007255X_i^2-0.000019X_i^3$	$V=199.0562/1+53.20805 \text{ EXP}(-0.036X)$
DEL CHOCO	$0 \leq t \leq 195 \text{ días}$ $R^2 = 0.9855$	$R^2 = 0.9279043$
PERA DE RIO	$V=0.454097+ 0.104492X_i+0.007774X_i^2-0.000024X_i^3$ $0 \leq t \leq 195 \text{ días}$ $R^2 = 0.9923$	$V=142.6194/1+739547 \text{ EXP}(-0.040X)$ $R^2 =0.9549661$
DANCY	$V=2.6184+0.953474X_i-0.004736X_i^2+0.000024X_i^3$ $0 \leq t \leq 195 \text{ días}$ $R^2 =0.9987$	$V=170.8574/1+19.42101 \text{ EXP}(-0.028X)$ $R^2 =0.9342041$
WARNURCO	$V=14.116980+0.552389X_i+0.004966X_i^2$ $0 \leq t \leq 195 \text{ días}$ $R^2 = 0.9989$	$V= 222.4447/1+12.91718 \text{ EXP}(-0.034X)$ $R^2 =0.9874551$

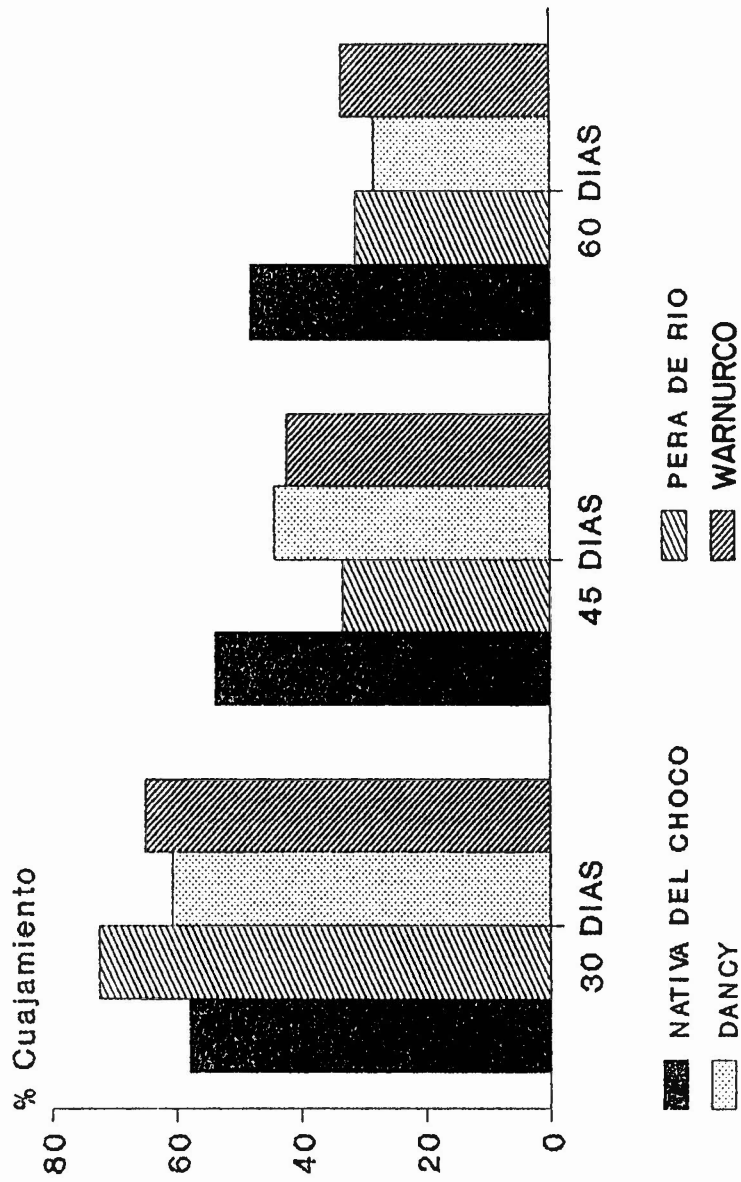


FIGURA 1. Porcentaje de cuajamiento de flores a frutos a los 30, 45 y 60 días para las cuatro variedades

CUADRO 2. Estimación del potencial productivo por árbol/año para cada variedad dependiendo de la floración

	NATIVA DEL CHOCO	PERA DE RIO	DANCY	WARNURCO
Máxima floración	40 (Abril)	34 (Mayo)	130 (Oct.)	20 (Enero)
Máxima floración	92 (Mayo)	147 (Oct.)	52 (Nov.)	10 (Feb.)
No. de flores/árbol/año	22.039,6	8.572,17	18.012,8	1.138,9
Volúmen/árbol m ²	102,35	54,53	153,02	101,35
% Cuajamiento 30 días	58,0	72,33	60,67	65,0
% Cuajamiento 45 días	54,0	33,33	44,33	42,33
% Cuajamiento 60 días	48,33	31,33	28,33	33,67
Producción potencial de frutos	10.651,74	2.685,66	5.103,03	383,47
No. de flores/m ² /año	215,34	157,20	117,71	11,74
Producción real	1.193,73	1.197,7	468,4	168,4
Diferencia de P ⁿ real y P ⁿ potencial	9.458,01	1.487,96	4.634,63	215,07

El número de frutos formados por sitio de muestreo dependió de la variedad cítrica y se presentaron entre 1 y 2 picos máximos de fructificación. En las variedades de naranja esta información correspondió a 8.0 - 9.0 frutos; en las variedades de mandarina se presentaron mayores diferencias pues en "Warnurco" 2.0 frutos y en "Dancy" de 6.0 frutos.

Caída de frutos

El número total de frutos caídos/árbol fue mayor en las variedades de naranja: "Nativa del Chocó" 2052 frutos, "Pera del Río" 1798, "Dancy" 457 y "Warnurco" 1798 frutos. En mayo y julio se presentaron los porcentajes más altos de aborto de frutos. En todas las variedades no coincidió el mayor porcentaje de caída con el tamaño del fruto. En las variedades de naranja los frutos pequeños fueron los que más cayeron y en las mandarinas los que más se desprendieron fueron los de mayor tamaño (Figura 2).

Maduración del fruto

La aparición de tonalidades verde amarillenta sobre la corteza de los frutos se presenta a partir del séptimo mes en las naranjas y desde el octavo mes en las mandarinas. Por esto el color de la corteza no es sinónimo de madurez del fruto como comúnmente se cree.

El grosor y la textura de los frutos no varió del quinto al sexto mes en todas las variedades estudiadas. El grosor de la corteza en "Nativa del Chocó" fue de 3.8 mm; 2.6 mm en "Pera del Río"; 2.7 mm en "Dancy" y en "Warnurco" de 3.5 mm (Cuadro 3).

El número de semillas tampoco varió con el tiempo, se presentaron 6 semillas por fruto en "Nativa del Chocó", e 3n "Pera del Río", 4 en "Dancy" y 5 en "Warnurco".

El porcentaje de jugo con base en el peso aumentó a medida que transcurrió el tiempo hasta un punto máximo (óptimo de cosecha). El peso promedio del fruto fue de 166 g en "Nativa del Chocó", el 56% de los cuales correspondió a jugo; en "Pera del Río" de 116 g y 66%; en

"Dancy" de 123 g y 38% y en "Warnurco" el peso promedio por fruto fue de 162 g y el 37% correspondió a jugo (Figura 3).

Durante la maduración de los cítricos se presentó aumento constante en la concentración de sólidos solubles (azúcares y ácido cítrico) y descenso de la acidez (Cuadro 4). La madurez fisiológica fue mayor en mandarina que en naranja. Las 2 variedades de naranja fueron precoces pues se deben cosechar entre el séptimo y octavo mes; las mandarinas se consideraron como intermedias y se deben cosechar entre el noveno y decimo mes (Figura 4).

El contenido de vitamina C dependió de la especie y variedad cítrica: en "Nativa del Chocó" fue de 83.5; en "Pera del Río" de 61.2; en "Dancy" de 42.3 y en "Warnurco" de 33.2 mg/100 ml de jugo.

Producción

Los mayores porcentajes de cosecha dependieron de la especie y la variedad cítrica: en "Nativa del Chocó" el 56% de la cosecha se realizó entre agosto y octubre; en "Pera del Río" el 80% de la cosecha se presentó entre enero y abril. El 64% de la cosecha de "Dancy" se presentó entre agosto y octubre y en "Warnurco" el 55% de la cosecha se realizó entre enero y abril. Estas respuestas se ajustan a un esquema para romper la estacionalidad de la producción de huertos comerciales, mediante el uso de diferentes variedades.

El número de frutos por árbol/año, en el caso de las naranjas fue de 1195 y de 468 y 118 frutos en "Dancy" y "Warnurco" respectivamente. El peso de los frutos cosechados por árbol/año correspondió en "Nativa del Chocó" a 201 kg (41 t/ha), en "Pera del Río" de 172 kg (35 t/ha), en "Dancy" de 50 kg (20 t/ha) y en "Warnurco" de 29 kg (11.6 t/ha). Lo anterior considerando una población de plantas por hectárea de 200 en naranja y 400 en mandarina (Cuadro 5).

Relación floración, fructificación y producción

Entre el 45 y 50% de la cosecha procede de las

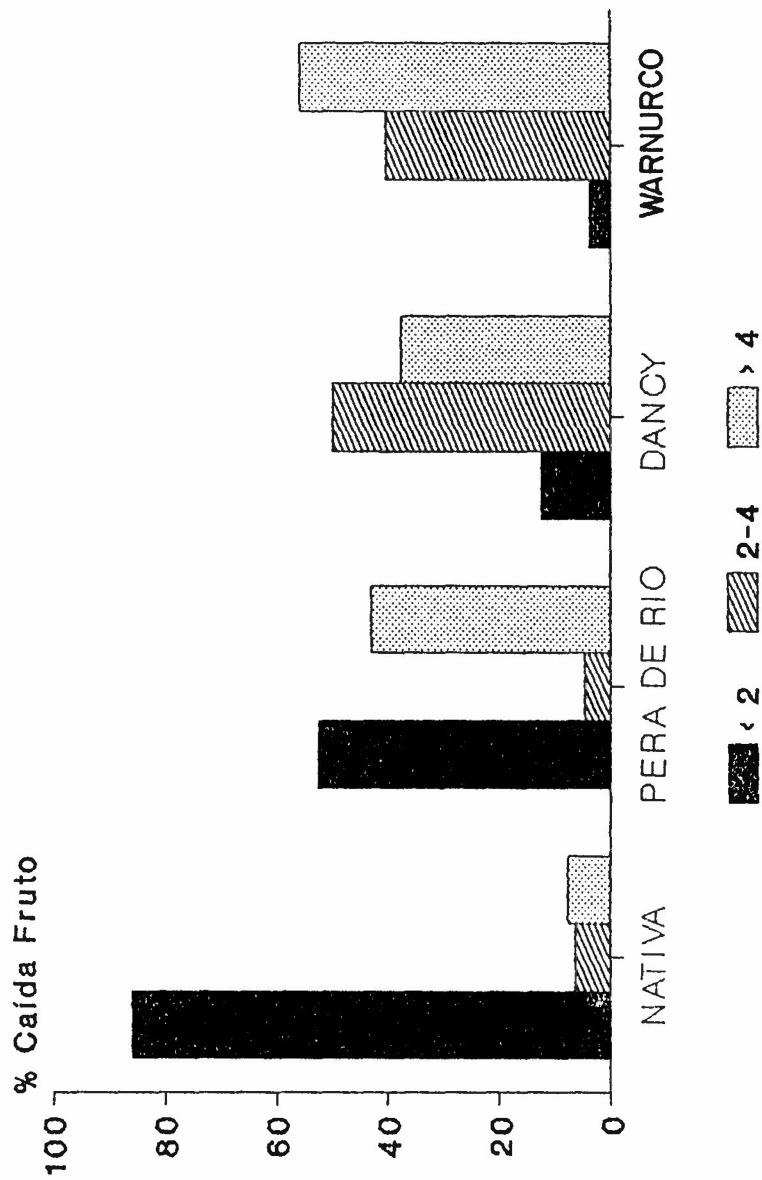


FIGURA 2. Porcentaje de caída de frutos de acuerdo con el tamaño en cada variedad estudiada

CUADRO 3. Cambios físicos en la maduración del fruto a través del tiempo para las 4 variedades estudiadas

MESES	VARIEDAD	C O R T E Z A			P U L P A		
		Grosor (mm)	Textura	Color	Color	Textura	No. Semillas
5	NATIVA	3,6	2,87	36,3	7,0	2,8	7,53
6	DEL	3,7	3,30	49,8	8,83	2,57	6,20
7	CHOCO	3,61	3,50	70,16	9,7	2,60	5,50
8		4,21	3,37	89,80	10,8	2,37	5,23
5	PERA	2,4	1,97	41,0	7,7	2,60	3,67
6	DE	2,5	1,63	48,16	8,5	2,53	3,40
7	RIO	2,35	1,63	70,17	9,87	2,67	3,0
8		3,05	1,67	85,18	11,23	2,33	2,40
6	DANCY	2,73	2,70	25,67	10,63	2,40	4,07
7		3,09	2,50	58,83	10,40	2,33	3,53
8		2,57	3,07	66,0	10,17	2,43	3,77
9		2,42	3,07	94,17	11,0	2,37	4,17
7	WARNURCO	3,55	3,90	11,75	9,35	2,70	5,10
8		3,20	3,70	35,0	10,0	2,80	4,74
9		3,05	3,77	38,17	10,80	2,87	5,77
10		3,50	3,80	93,80	10,80	2,90	5,20

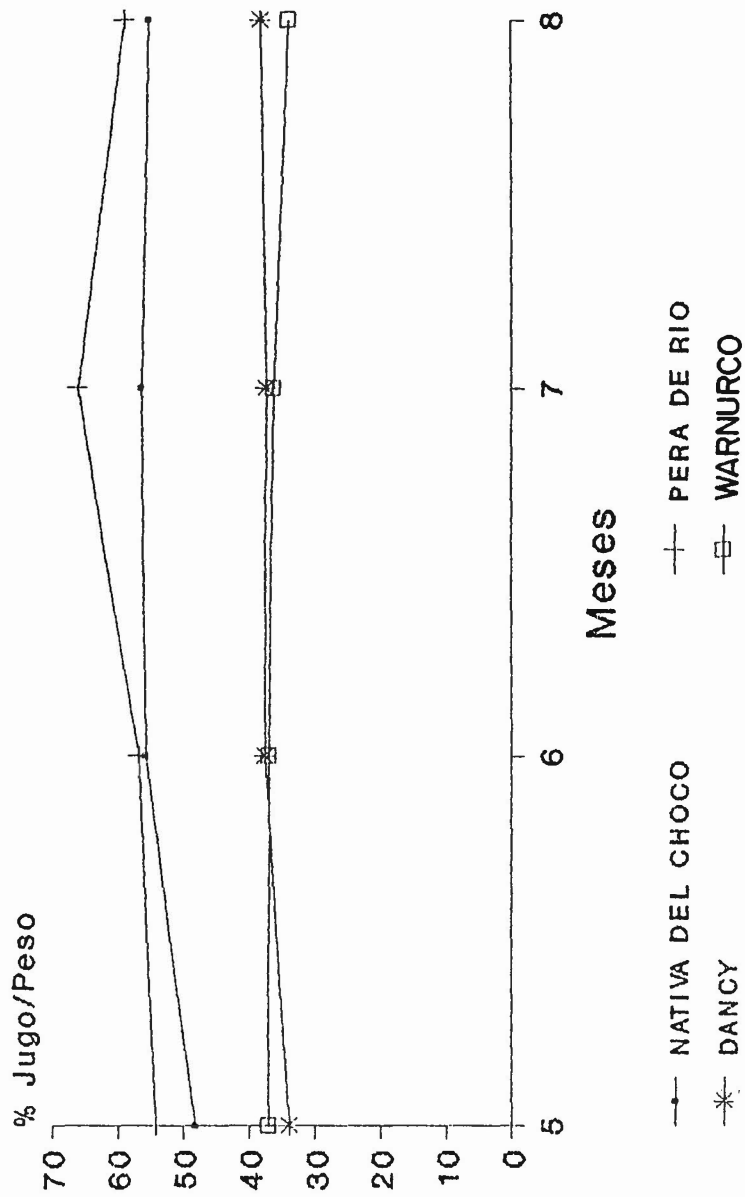


FIGURA 3. Cambios en el porcentaje de jugo/peso durante el desarrollo de las cuatro variedades en estudio

CUADRO 4. Evolución de los parámetros indicadores de maduración y calidad del fruto en las cuatro variedades evaluadas

MES	VARIEDAD	Long. (cm.)	Ancho (cm.)	Vol./ fruto	Peso (g.)	Jugo (g.)	S.S (%)	Ac. (%)	Vit.C	S.S/Ac (%)	Jugo/peso (%)
5	NATIVA	6,03	6,4	193,98	122,33	59,0	10,83	3,47	92,27	3,12	48,23
6	DEL	6,77	7,11	268,79	18,5	102,67	11,72	2,08	92,55	5,71	55,65
7	CHOCO	6,48	6,79	234,64	166,33	93,67	12,1	1,52	83,46	7,96	56,32
8		6,11	6,58	207,77	160,0	88,33	13,23	1,39	92,04	9,5	55,21
5	PERA	6,07	6,016	172,54	116,33	63,0	11,43	2,37	66,70	4,84	54,16
6	DE	6,06	6,04	173,63	122,0	69,33	12,16	1,95	80,39	6,25	56,83
7	RIO	5,99	6,03	171,06	116,7	77,0	12,43	1,63	79,17	7,61	65,98
8		5,84	5,93	161,29	124,0	73,0	12,56	1,25	61,23	10,06	58,87
6	DANCY	4,58	5,6	112,81	81,67	27,67	10,23	1,88	67,45	5,66	33,88
7		4,50	5,88	122,20	88,67	33,33	10,03	1,15	54,51	11,06	37,59
8		5,37	6,90	200,8	126,67	47,33	11,3	1,29	39,21	9,19	37,36
9		5,16	6,93	194,63	123,0	47,0	12,1	0,96	42,35	12,87	38,21
7	WARNURCO	5,93	7,13	236,8	160,5	59,5	10,43	0,97	59,41	11,38	37,07
8		6,00	7,20	245,6	162,3	59,8	10,20	0,90	54,38	13,50	37,00
9		6,03	7,41	260,04	168,33	61,00	11,43	0,92	30,24	12,48	36,24
10		6,62	8,50	292,57	200,50	67,93	11,96	0,68	33,20	18,50	33,88

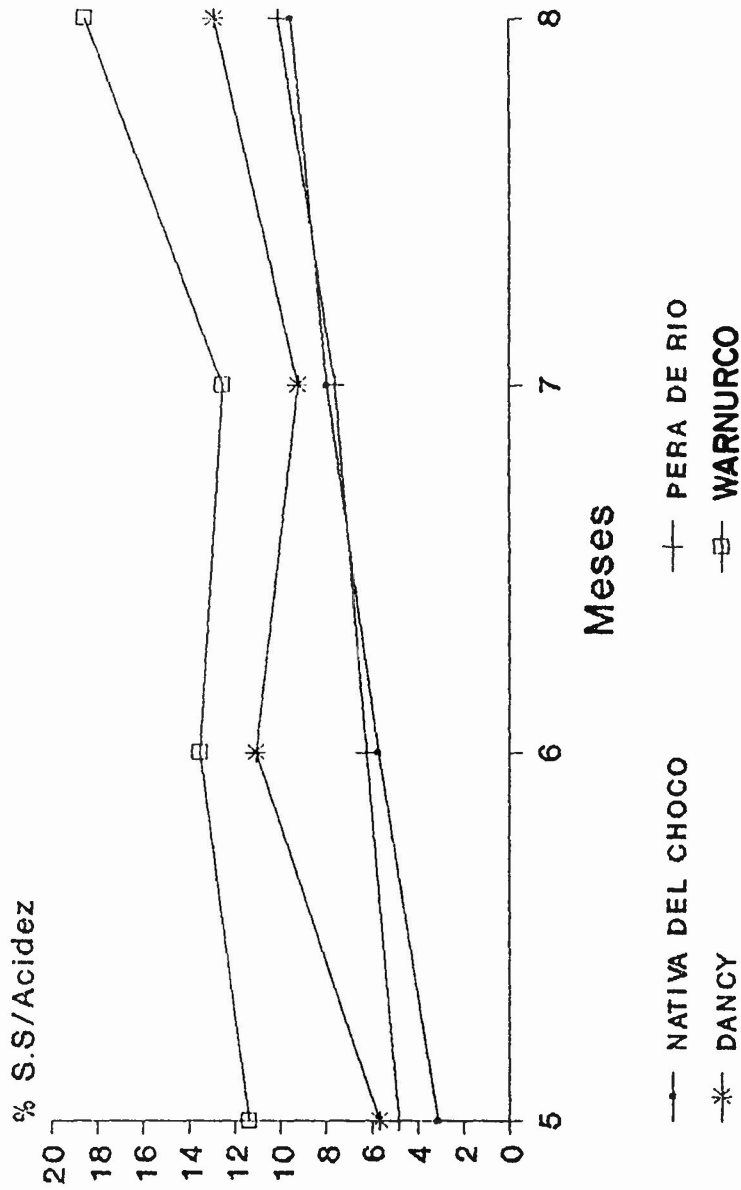


FIGURA 4. Cambios en el porcentaje de sólidos solubles/acidez durante el desarrollo de las cuatro variedades

CUADRO 5. Número, distribución y peso de la cosecha mensual por árbol de las cuatro variedades en estudio

MESES	NATIVA DEL CHOCO			PERA DE RIO			DANCY			WARNURCO		
	No. Fruto	% fruto	Peso (Kg)	No. fruto	% fruto	Peso (Kg)	No. fruto	% fruto	Peso (Kg)	No. fruto	% fruto	Peso (Kg)
Enero	59,7	13,4	34,2	170,6	14,24	27,8						
Febrero												
Marzo												
Abril	48,0	12,4	30,22	507,3	42,36	68,6	20,7	4,42	2,57	21,0	12,47	4,3
Mayo												
Junio												
Julio												
Agosto	62,3	13,6	29,6	153,6	12,82	24,02	273,7	58,43	25,37	56,7	33,70	8,6
Septiembre	56,7	21,5	41,17	63,6	5,31	9,8						
Octubre	46,7	20,67	43,53	75,0	6,26	13,43	26,0	5,55	4,03	18,7	11,10	3,58
Noviembre												
Diciembre												
Enero	220,33	18,46	23,14	227,6	19,01	28,52	148,0	31,6	18,53	72,0	42,76	13,27

TOTAL	1.193,73	100,0	201,86	1.197,7	100,0	172,17	468,4	100,0	50,50	168,4	100,00	29,75

floraciones de febrero y abril para las variedades de naranja y para las mandarinas de las floraciones comprendidas entre enero y marzo. El resto de las floraciones, originan otros momentos de cosecha sincronizados de acuerdo con la duración que tenga el desarrollo de los frutos dependiendo de la variedad.

Hay ocasiones en las cuales no se presentaron floraciones a pesar de las lluvias, porque en esos momentos los árboles están altamente fructificados.

Generalmente, en todas las variedades la fructificación se presentó durante un período, a diferencia de la cosecha que presentó picos en agosto, septiembre, octubre y enero. Además, un buen porcentaje de la cosecha se localizó en la época de fructificación.

No fue posible observar otro tipo de relaciones debido a que la dinámica de estos fenómenos solamente se estudió durante un año.

BIBLIOGRAFIA

- MONCADA, J. y RIOS C., D. Calidad de los frutos cítricos en Colombia. Agricultura Tropical. Vol. 24, No. 9; p. 520-528. 1968.
- MORIN, C. Cultivo de cítricos. 2 ed. San José : IICA, 1985. 598 p.
- PRALORAN, J.C. Técnicas agrícolas y producciones tropicales. Barcelona : Blume, 1977. 520 p.
- REUTHER, W. La floración y fructificación de los cítricos. En: FEDERACION NACIONAL DE CAFETEROS. Fruticultura Tropical, 1982. p. 184-186.