

PRODUCCION Y DESARROLLO DE NUEVE VARIEDADES DE NARANJA *Citrus sinensis* (L.)
Osbeck EN LA ZONA PLANA DEL VALLE DEL CAUCA

Ricardo A. Morales G*.;

Raul Salazar C.** ;

Jaime E. Muñoz F.***

COMPENDIO

En árboles de naranja de cinco años injertados sobre mandarina Cleopatra, se evaluaron nueve variedades sembradas en un diseño experimental de bloques completos al azar. El crecimiento de los frutos presentó las tres fases típicas, con duración variable dependiendo de la variedad: lento, crecimiento acelerado y estabilización. Los máximos crecimientos se obtuvieron en las variedades Old Vini, Valencia y Valle Washington. En todas las variedades los sólidos solubles disminuyeron y el porcentaje de acidez aumentó hasta ciertos límites con la edad del fruto. Considerando como momento óptimo para iniciar la cosecha una relación de sólidos solubles: acidez de 9.5:1, la más temprana fue la Valle Washington (7.5 meses), intermedias Old Vini y Australia Navel y la más tardía García Valencia. Todas las variedades presentaron contenidos de jugo mayores del 50 o/o y color atractivo de la pulpa. El color más atractivo de la corteza se obtuvo en Parson Brown (97.5 o/o amarillo), las otras variedades fluctuaron entre 48 y 79 o/o. Todas las variedades tuvieron menos de seis semillas por fruto. Se presentaron dos épocas de cosecha y las variedades con mayor producción: Hamlin, García Valencia y Pineapple tuvieron la mayor variación mensual. La mejor alternativa sembrando 90 o/o de variedades para industria y 10 o/o para mesa se obtuvo con las variedades Pineapple, Hamlin, Parson Brown, Valle Washington y Old Vini.

ABSTRACT

Five years Old orange trees, were grafted on Cleopatra scions of nine cultivars planted in a completely randomized block design were evaluated. Fruit growths presented three typical phases of variable length, depending on the cultivar: slow, rapid and stable growth rates. Largest growth were observed in the Old Vini, Valencia and Valle Washington cultivars. In all cases total soluble solid contents and acidity increased, up to certain point, with fruit age. Considering that the optimum time to initiate cropping is when the relationship between solids and acidity is 9.5:1, the earliest cultivar is Valle Washington (7.5 months) while the Old Vini and Australian Navel are intermediate and Garcia Valencia is late. All cultivars had solid content above 50 o/o and attractive pulp color. Most attractive rind color was found in the Parson Brown (97.5 yellow), the rest fluctuated between 48 and 79 o/o. All cultivars had less than six seeds per fruit. There were two cropping seasons. Largest producers (Hamlin, Garcia Valencia and Pineapple) had the largest monthly variation, marketing 90 o/o for industrial purposes and 10 o/o for as fresh product the best cultivars were Pineapple, Hamlin, Parson Brown, Valle Washington and Old Vini.

1. INTRODUCCION

El alto consumo de cítricos, especialmente de naranja, lo ubican como uno de los principales cultivos de fruto en el mundo. En el trópico, a pesar de que se producen frutos en todos los meses, se presentan dos épocas de máxima producción, lo que hace fluctuar drásticamente el precio, el cual es menos de la mitad en julio con relación a diciembre y enero (CAVASA, 1984).

Aunque existen métodos que tienen alguna influencia sobre la época de cosecha, los factores climáticos son determinantes y Morin (1983) menciona que la temperatura incide en el crecimiento y producción. En Colombia, los cítricos tienden a florecer continuamente con diferente intensidad dependiendo de los períodos de lluvia (Torres y Rios, 1968).

Existen variedades con altos rendimientos que maduran sus frutos en épocas diferentes y

* Estudiante de pregrado, Universidad Nacional de Colombia. A. A. 237 Palmira.

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

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

se catalogan como tempranas, intermedias o tardías dependiendo de las horas sol acumuladas, Morin (1983) indica que la duración de la maduración del fruto esta regulada por el número de unidades térmicas requeridas.

Con relación al crecimiento y desarrollo del fruto Reuther (1985) menciona que con el primer mes entre apertura de flores y caída de pétalos, el fruto alcanza 2-3 mm, en las siguientes 2 - 3 semanas crece lentamente hasta alcanzar un diámetro de 2 cm, luego crece rápidamente hasta alcanzar un diámetro de 10 - 15 cm después crece lentamente.

Sobre la calidad de los frutos Morin (1983) indica que la sobremaduración trae como consecuencia un desbalance entre azúcares y ácidos lo que hace a la fruta insípida y además disminuye la cantidad de jugo. Torres y Rios (1968) le dan importancia a la relación sólidos solubles totales y acidez, para determinar si la calidad de la fruta está balanceada.

Según Reuther (1985), en el Valle del Cauca, se dispone de 2-3 semanas después de la maduración para cosechar los frutos en óptimas condiciones.

Con este trabajo, se evaluó el comportamiento de nueve variedades de naranja que el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), recomienda para la siembra por su calidad y producción. Los objetivos específicos fueron: caracterizar y analizar el crecimiento de los frutos de nueve variedades de naranja; evaluar la maduración de los frutos con base en sólidos solubles, acidez, relación sólidos solubles: acidez y contenido de jugo; evaluar la influencia de la variedad y edad del fruto sobre el color de la pulpa, número de semillas y color de la "cáscara"; comparar la productividad y distribución de la producción de nueve variedades de naranja, y proponer alternativas para sembrar variedades en un huerto que permitan la cosecha en diferentes épocas del año.

2. MATERIALES Y METODOS

2.1. Variedades y diseño experimental utilizado

El trabajo se realizó en el Centro Nacional de Investigación Regional No. 5 del Instituto Colombiano Agropecuario ICA, Palmira, Colombia; se inició en octubre de 1985 y el análisis de calidad se realizó en diciembre de 1986.

Las variedades evaluadas fueron Australian Navel, Hamlin, Valencia, Valle Washington, Pineapple, García Valencia, Parson Brown, Old Vini y Salerma.

La edad de los árboles era de cinco años al inicio de la evaluación y fueron injertados sobre mandarina Cleopatra.

El ensayo se había sembrado en un diseño experimental de bloques completos al azar, con cuatro bloques y un árbol como unidad experimental, la distancia de siembra fue de 7 x 7 m.

2.2. Métodos

En el momento de la floración y cuajamiento de frutos se marcó el máximo de frutos formados en dos repeticiones. Se seleccionaron de 5 a 10 frutos por repetición a los cuales se les midió el diámetro transversal y axial, cada 15 días desde el cuajamiento hasta la caída del fruto.

Por unidad experimental, a partir del sexto mes de cuajamiento del fruto, se cosecharon cada 15 días de 5 a 10 frutos para determinar peso del fruto, tamaño con base al diámetro axial y transversal, color de la corteza y de la pulpa (según tabla de Munsell), espesor de la corteza, número de semillas por fruto, sólidos solubles (con refractómetro), acidez (por titulación con NaOH), porcentaje de jugo en base

a peso, vitamina C (por titulación con sal de sodio). A dos árboles por variedad se les llevó el registro de producción.

2.3. Análisis de la información

2.3.1. Crecimiento de los frutos

Con el diámetro transversal (D_t) y el diámetro axial (D_a) se estimó el volumen del fruto: $V = 1/6 \pi D_t^2 D_a$; para cada variedad se hicieron diagramas de dispersión de volumen del fruto como función del tiempo, lo cual permitió el análisis del crecimiento en dos formas:

En la primera se utilizaron ecuaciones de regresión lineales por fases y en la segunda se utilizó el modelo logístico $\hat{V} = \frac{L}{1 + K e^{bt}}$ siendo L volumen máximo y K, b , parámetros de la ecuación.

2.3.2. Maduración y calidad de los frutos

Para porcentaje de sólidos solubles (PSS), acidez (A) y la relación PSS/A, se hicieron diagramas de dispersión (por variedad) como función de la edad del fruto, de acuerdo con las tendencias se utilizaron ecuaciones de regresión para describir el comportamiento de la siguiente manera:

$$\hat{Y}_i = \bar{Y} + B (X_i - \bar{X})$$

Siendo: \hat{Y}_i = variable de respuesta en la edad i .

\bar{Y} = promedio de la variable

B = cambio en la variable por unidad de tiempo

X_i = edad del fruto (meses)

\bar{X} = promedio de edad del fruto

Se hallaron los coeficientes de determinación (R^2) para evaluar el ajuste del modelo y se hicieron análisis de varianza para la regresión.

Como indicador de la época óptima de cosecha se utilizó la relación PSS/A y se consideró como época óptima de cosecha el valor 9.5.

Para contenido de jugo, vitamina C, color de la corteza, color de la pulpa, espesor de la corteza, semilla/frutos y peso de los frutos se examinaron las tendencias a través del tiempo.

2.3.3. Alternativas de siembra

Con la producción mensual por variedad y un índice de precios considerando un aumento anual del precio del 24 o/o se obtendrá un ingreso bruto probable (IBP) así:

$$IBP = \sum_{i=1}^{12} P_i \times I_i \quad (i = \text{meses del año})$$

Se tendrán varias alternativas de siembra de variedades considerando 90 o/o de producción para jugo y 10 o/o para mesa (naranjas ombligonas).

3. RESULTADOS Y DISCUSION

3.1. Crecimiento de los frutos

Los máximos crecimientos (valor L en la ecuación de regresión) fueron de 267, 263 y 253 para las variedades Old Vini en 270 días, Valencia en 390 días y Valle Washington a los 330 días (Cuadro 1). Las variedades Australia, Pineapple, Parson Brown, García Valencia y Hamlin tuvieron volúmenes máximos entre 150 y 210 cm^3 , la variedad Salerma solo alcanzó 108 cm^3 a los 330 días. A pesar de que los coeficientes de determinación fueron mayores de 90 o/o en todas las variedades (Cuadro 2), el modelo presentó imperfecciones por sobreestimaciones y subestimaciones en largos períodos de tiempo, por lo anterior, se utilizaron modelos lineales por fases.

En los diagramas de dispersión para volumen del fruto como función del tiempo, se encontraron tendencias semejantes para las variedades, diferenciándose tres etapas marcadas durante el desarrollo del fruto.

En la etapa I, de los 15 a los 60 días para la mayoría de las variedades, con excepción de Old Vini (Cuadro 3); de los 30-60 días se presentó crecimiento lento del fruto, debi-

Cuadro 1

Volumen promedio (\bar{V}) del fruto (cm^3) y desviación estandar (\bar{S}) de algunas variedades de naranja injertada sobre mandarina "Cleopatra"

Días	Valencia		Pineapple		Valle Washington		Parson Brown		García Valencia	
	\bar{V}	\bar{S}	\bar{V}	\bar{S}	\bar{V}	\bar{S}	\bar{V}	\bar{S}	\bar{V}	\bar{S}
15	0.08	0.02	0.08	0.02	0.19	0.05	0.13	0.03	0.16	0.57
30	0.66	0.20	0.95	0.30	0.92	0.30	0.74	0.25	0.80	0.24
45	4.0	2.8	4.6	1.5	2.83	1.9	3.7	1.02	3.45	0.90
60	10.21	2.06	11.2	1.7	11.62	2.6	10.40	2.10	9.50	1.32
75	18.21	4.50	21.5	3.14	18.21	4.6	18.7	2.8	16.52	2.15
90	31.0	4.4	34.4	3.52	33.73	6.8	31.3	4.5	27.16	3.1
105	48.8	5.55	49.0	6.3	47.3	9.16	48.44	5.4	38.1	5.5
120	64.18	6.0	64.9	7.9	61.9	10.3	63.0	6.7	51.12	9.9
135	81.3	8.4	81.5	9.4	85.8	15.4	77.4	7.2	62.1	8.9
150	98.5	9.7	101.17	11.0	106.8	15.9	91.5	8.4	71.2	8.8
165	105.4	8.8	121.5	11.0	121.5	11.0	101.7	9.1	82.3	10.0
180	129.5	12.6	128.2	15.1	128.2	2.6	114.4	10.4	93.9	11.6
195	146.3	19.0	142.2	17.3	142.2	17.3	122.8	12.5	101.2	12.5
210	155.6	17.6	147.2	14.0	147.2	14.0	128.7	12.6	108.9	14.8
225	169.7	19.5	159.7	14.1	159.7	14.1	141.2	13.8	120.8	16.2
240	181.0	18.8	165.0	15.6	200.4	31.2	146.0	14.8	125.2	16.3
255	186.6	24.4	160.9	15.3	204.5	29.8	151.4	24.4	125.4	15.6
270	199.7	24.3	165.3	13.4	211.4	35.2	154.6	17.3	133.0	18.9
285	201.8	24.0	176.3	34.2	204.5	35.4	150.8	16.2	135.3	19.7
300	218.7	23.4	174.6	19.3	218.7	29.3	158.9	15.6	145.4	16.1
315	213.9	26.0	172.3	15.7	221.8	31.6	160.1	16.1	149.0	20.6
330	227.4	30.8	173.5	16.2	252.5	36.3	169.0	23.0	163.2	13.6
345	238.9	25.8	180.7	19.2	-	-	-	-	147.9	20.3
360	239.7	34.3	185.6	15.9	-	-	-	-	164.9	29.2
375	244.4	36.5	170.8	5.2	-	-	-	-	161.8	32.3
390	260.0	35.0	181.2	20.0	-	-	-	-	166.7	26.4

Cuadro 1

(Continuac.)

Volumen promedio del fruto (cm³) de algunas variedades de naranja injertadas sobre mandarina "Cleopatra"

Días	Australian Navel		Salerna		Old Vini		Hamlin	
	\bar{V}	\bar{S}	\bar{V}	\bar{S}	\bar{V}	\bar{S}	\bar{V}	\bar{S}
15	0.09	0.04	0.10	0.03	-	-	0.08	0.02
30	0.73	0.28	0.42	0.14	1.01	0.69	0.4	0.14
45	2.71	1.03	1.7	0.58	8.2	2.8	2.8	1.42
60	10.96	2.6	4.8	1.25	16.9	4.6	8.2	3.8
75	18.64	3.71	13.77	2.75	35.83	11.16	14.93	5.98
90	32.18	5.58	21.26	3.63	54.25	11.48	28.06	7.47
105	46.62	6.31	21.77	4.32	72.61	12.8	41.8	9.9
120	59.59	10.18	27.73	4.9	104.07	12.7	58.66	12.83
135	76.39	11.65	35.9	6.11	123.4	18.16	71.69	14.24
150	92.48	14.72	42.1	10.82	145.32	17.9	86.7	16.79
165	107.95	14.93	46.96	9.73	170.33	18.03	104.07	16.3
180	118.17	16.9	58.03	10.13	186.13	18.6	114.99	19.21
195	129.64	16.07	70.63	11.8	200.41	20.67	128.8	20.62
210	145.64	24.99	75.2	12.3	216.0	20.24	132.84	17.86
225	153.81	21.94	77.62	7.6	229.85	24.0	146.52	8.37
240	163.25	29.67	83.28	7.8	249.31	16.54	148.3	-
255	156.7	24.21	86.11	4.95	263.58	13.66	152.9	9.75
270	162.2	18.24	80.08	7.5	266.20	14.80	-	-
285	200.27	20.43	81.30	0.52	238.07	23.6	-	-
300	168.33	38.6	107.17	11.6	209.39	20.4	-	-
315	176.9	26.9	85.53	-	-	-	-	-
330	181.45	29.1	94.44	-	-	-	-	-
345	178.61	23.44	-	-	-	-	-	-
360	207.6	-	-	-	-	-	-	-
375	204.24	9.08	-	-	-	-	-	-
390	202.54	9.74	-	-	-	-	-	-

Cuadro 2

Ecuaciones de regresión y R^2 para el modelo de la curva logística de volumen del fruto (cm^3) como función del tiempo (días)

Variedad	E_c de regresión	R^2 (o/o)
Valencia	$\hat{Y}_i = \frac{263}{1 + 128.7 e^{-0.0223 T_i}}$	85.8
Pineapple	$\hat{Y}_i = \frac{186}{1 + 76.94 e^{-0.0241 T_i}}$	84.4
Valle Washington	$\hat{Y}_i = \frac{253}{1 + 196.7 e^{-0.0276 T_i}}$	86.9
Australian Navel	$\hat{Y}_i = \frac{208}{1 + 116.5 e^{-0.0241 T_i}}$	84.0
Parson Brown	$\hat{Y}_i = \frac{169}{1 + 162.9 e^{-0.0302 T_i}}$	86.6
García Valencia	$\hat{Y}_i = \frac{167}{1 + 107.14 e^{-0.0241 T_i}}$	89.3
Salerma	$\hat{Y}_i = \frac{108}{1 + 114.96 e^{-0.0245 T_i}}$	82.0
Old Vini	$\hat{Y}_i = \frac{267}{1 + 178.15 e^{-0.0354 T_i}}$	93.1
Hamlin	$\hat{Y}_i = \frac{153}{1 + 670.09 e^{-0.0455 T_i}}$	92.4

Cuadro 3

Ecuaciones de regresión lineal para volumen (cm³) del fruto de algunas variedades de naranja, en la etapa I de desarrollo injertada sobre "Cleopatra"

Variedades	Regresión $\hat{Y}_i = \bar{Y} + B (X_i - \bar{X})$			R	n	t _i *
Valencia	$\hat{Y}_i =$	3.7 +	0.22 (X _i - 37.5)	0.87	4	15 - 60
Pineapple	$\hat{Y}_i =$	4.2 +	0.24 (X _i - 37.5)	0.89	4	15 - 60
Valle Washington	$\hat{Y}_i =$	3.9 +	0.24 (X _i - 37.5)	0.78	4	15 - 60
Australian Navel	$\hat{Y}_i =$	3.6 +	0.23 (X _i - 37.5)	0.79	4	15 - 60
Parson Brown	$\hat{Y}_i =$	8.7 +	0.22 (X _i - 37.5)	0.85	4	15 - 60
García Valencia	$\hat{Y}_i =$	3.5 +	0.20 (X _i - 37.5)	0.86	4	15 - 60
Salerna	$\hat{Y}_i =$	1.8 +	0.10 (X _i - 37.5)	0.86	4	16 - 60
Old vini	$\hat{Y}_i =$	8.7 +	0.52 (X _i - 45.0)	0.99	3	30 - 60
Hamlin	$\hat{Y}_i =$	2.9 +	0.18 (X _i - 37.5)	0.84	4	15 - 60

* t_i : Rango de tiempo en días de la etapa de crecimiento

do a que en este período de desarrollo hay una división bastante activa de las células meristémicas a lo cual se debe exclusivamente el aumento del tamaño (Reuther, 1982). La variedad Old Vini en 45 días logró el máximo crecimiento (8.7 cm^3) y el mayor incremento ($0.52 \text{ cm}^3/\text{día}$); mientras que la variedad Salerma en 37.5 días obtuvo el más bajo promedio por fruto (1.8 cm^3) debido a su más lento crecimiento ($0.10 \text{ cm}^3/\text{día}$).

En la etapa II, de los 60 días de formado el fruto hasta los 240 días para las variedades Pineapple, Valle Washington, Australian Navel, García Valencia y Salerma; hasta los 270 días para las variedades Valencia y Old Vini; 210 días para Parson Brown y 255 días para Hamlin (Cuadro 4). Este período fue el de mayor crecimiento y los incrementos se deben al aumento del tamaño de las células, pues se ha reducido o ha cesado la división celular (Reuther, 1982). La variedad Old Vini en 172.5 días logró el máximo crecimiento promedio (165.5 cm^3 y un incremento de $1.2 \text{ cm}^3/\text{día}$); mientras que la variedad Salerma en 157.5 días obtuvo el más bajo crecimiento ($0.5 \text{ cm}^3/\text{día}$). Las demás variedades presentaron crecimiento intermedio (entre 115.4 y 74.9 cm^3).

La etapa III duró de los 240 hasta los 390 días para las variedades Pineapple, Australian Navel y García Valencia; hasta los 330 días para Valle Washington y Salerma; de 270 - 390 días para Valencia; de los 210 a 330 días para Parson Brown y para Hamlin con un período de 225 a 270 días (Cuadro 5). El incremento diario de volumen fue intermedio al de las etapas anteriores y al final se estabilizó, ya que según Reuther (1985) se reduce el aumento en el tamaño de las células y hay concentración de azúcares y demás sólidos solubles. Las variedades Valencia y Valle Washington obtuvieron los mayores crecimientos en esta fase y los mayores tamaños finales, la variedad Salerma obtuvo el más bajo crecimiento $0.15 \text{ cm}^3/\text{día}$ y el menor tamaño final.

3.2. Porcentaje de sólidos solubles (PSS), acidez (A) y relación PSS/A

Para sólidos solubles (Cuadro 6) se observó

como tendencia general que disminuyeron a partir del decimo mes, con excepción de las variedades Valencia y García Valencia a los 12 meses, por ser tardías. Las variedades Valencia y Australian Navel no presentaron tendencias definidas, lo cual se manifestó en los bajos R^2 , cuando se relaciona la variable con la edad de los frutos.

El porcentaje de acidez (Cuadro 7) decreció con la edad de los frutos, algunas variedades son notablemente más ácidas como la Valencia. Para esta variable la tendencia a través del tiempo fue más definida y se obtuvieron R^2 mayores del 70 o/o (Cuadro 8). Con excepción de Pineapple que presentó aumento entre los 8 y 8.5 meses debido a variaciones en los frutos muestreados. Los porcentajes de acidez al sexto mes variaron entre 1.7 (Valle Washington) y 3.2 (Valencia); la disminución mensual fue mayor para Valencia (0.34 o/o) y Old Vini (0.31 o/o), la menor disminución se dió en Pineapple (0.19 o/o/mes); las otras variedades presentaron disminuciones mensuales entre 0.22 y 0.27 o/o.

La relación PSS/A es la variable más importante para determinar la madurez fisiológica del fruto, la relación aumenta a través del tiempo por aumentarse los sólidos, solubles y disminuir la acidez. El ICA considera que una relación 9.5:1 es óptima para cosechar los frutos y se obtuvo a los 7.5 meses en Valle Washington, 8 en Hamlin, 9 en Pineapple y Parson Brown, 10 en Old Vini, Australian Navel y 12 y 14 meses para Valencia y García Valencia respectivamente; éstas últimas de maduración tardía. Al analizar la relación PSS/A un mes después del momento óptimo de cosecha, se observó que en general las variedades presentaron valores mayores lo que indica que pueden conservarse los frutos durante este tiempo en el árbol.

3.3. Contenido de jugo

A partir del 6.5 mes la mayoría de las variedades presentaron un porcentaje de jugo por encima del 45 o/o (Cuadro 9), que se considera como bueno (Torres y Rios, 1968),

Cuadro 4

Ecuaciones de regresión lineal para volumen (cm³) del fruto de algunas variedades de naranja, en la etapa II de desarrollo, injertadas sobre mandarina "Cleopatra"

Variedades	Regresión $\hat{Y}_i = \bar{Y} + B(X_i - \bar{X})$	R ²	n	t _i *
Valencia	$\hat{Y}_i = 115.4 + 1.0(X_i - 172.5)$	0.99	14	60 - 270
Pineapple	$\hat{Y}_i = 101.4 + 0.9(X_i - 157.5)$	0.98	12	60 - 240
Valle Washington	$\hat{Y}_i = 104.4 + 1.0(X_i - 157.5)$	0.97	12	60 - 240
Australian Navel	$\hat{Y}_i = 95.5 + 0.9(X_i - 157.5)$	0.99	12	60 - 240
Parson Brown	$\hat{Y}_i = 76.8 + 0.9(X_i - 142.5)$	0.93	10	60 - 210
García Valencia	$\hat{Y}_i = 74.9 + 0.7(X_i - 157.5)$	0.99	12	60 - 240
Salerna	$\hat{Y}_i = 47.8 + 0.5(X_i - 157.5)$	0.98	12	60 - 240
Old Vini	$\hat{Y}_i = 165.5 + 1.2(X_i - 172.5)$	0.98	14	60 - 270
Hamlin	$\hat{Y}_i = 84.5 + 0.9(X_i - 150.0)$	0.99	11	60 - 225

* t_i Rango de tiempo en días de la etapa de crecimiento

Cuadro 5

Ecuaciones de regresión lineal para volumen (cm) del fruto, en la etapa III de desarrollo, de algunas variedades de naranja injertadas sobre mandarina "Cleopatra"

Variedades	Regresión $\hat{Y}_i = \bar{Y} + B(X_i - \bar{X})$	R ²	n	t _i *
Valencia	$\hat{Y}_i = 230.6 + 0.49(X_i - 337.5)$	0.94	8	270 - 390
Pineapple	$\hat{Y}_i = 174.12 + 0.11(X_i - 322.5)$	0.50	10	240 - 390
Valle Washington	$\hat{Y}_i = 218.88 + 0.54(X_i - 292.5)$	0.72	6	240 - 330
Australian Navel	$\hat{Y}_i = 183.88 + 0.31(X_i - 322.5)$	0.58	10	240 - 390
Parson Brown	$\hat{Y}_i = 153.98 + 0.22(X_i - 277.5)$	0.90	8	210 - 330
García Valencia	$\hat{Y}_i = 149.25 + 0.30(X_i - 322.5)$	0.85	10	240 - 390
Salerna	$\hat{Y}_i = 89.10 + 0.15(X_i - 292.5)$	0.19	6	240 - 330
Hamlin	$\hat{Y}_i = 150.57 + 0.30(X_i - 247.5)$		2	225 - 270

* Rango de tiempo en días de la etapa de crecimiento

Cuadro 6

Variación del porcentaje de sólidos solubles, en frutos de algunas variedades de naranja, injertadas sobre mandarina "Cleopatra"

Variedades	Meses													
	6	6.5	7	7.5	8	8.5	9	10	11	12	13	14		
Old Vini	8.5	9.2	8.9	8.9	10.3	9.8	9.6	11.2*	9.5	-	-	-	-	-
Pineapple	9.2	8.4	9.0	8.9	9.5	10.2	9.8*	10.2	9.8	10.9	8.9	-	-	-
Hamlin	9.7	8.7	8.7	10.2	10.7*	9.9	10.2	11.5	9.8	-	-	-	-	-
Parson Brown	9.5	8.5	8.8	9.5	9.8	10.1	10.0	10.5	9.7	-	-	-	-	-
Valencia	8.7	8.1	8.4	8.6	9.5	9.0	8.6	9.5	9.0	11.5*	8.3	-	-	-
Valle Washington	9.8	9.1	9.7	10.0*	11.0	10.4	10.4	11.5	8.8	-	-	-	-	-
Australian Navel	8.9	8.0	8.5	7.6	10.2	8.8	9.2	9.5*	8.5	-	-	-	-	-
García Valencia	-	9.1	-	8.5	9.4	8.6	8.4	9.1	7.9	10.7	7.8	7.3*	-	-
Salerna	-	-	-	-	-	-	8.5	11.6*	9.2	-	-	-	-	-

* Momento óptimo de cosecha, según relación 9.5:1 de SS/Ac. aceptado por el ICA.

Cuadro 7

Variación de la relación sólidos solubles/acidez (o/o), del fruto de algunas variedades de naranja, injertadas sobre mandarina "Cleopatra"

Variedades	Meses													
	6	6.5	7	7.5	8	8.5	9	10	11	12	13	14		
Old Vini	3.1	3.6	5.1	5.7	6.4	6.6	8.0	9.9*	9.0	-	-	-	-	-
Pineapple	4.8	5.5	7.4	8.5	8.3	6.2	9.7*	13.5	10.0	-	-	-	-	-
Hamlin	5.3	5.7	7.1	8.5	9.7*	7.3	11.4	11.3	10.6	-	-	-	-	-
Parson Brown	4.5	4.9	6.6	7.9	8.6	8.2	9.5*	12.5	15.1	-	-	-	-	-
Valencia	2.6	2.6	3.5	3.9	3.6	4.0	5.5	6.6	8.0	10.8*	9.9	-	-	-
Valle Washington	5.5	6.2	8.5	11.3*	11.6	10.9	14.1	17.0	15.9	-	-	-	-	-
Australian Navel	4.1	4.2	5.4	4.7	7.1	6.2	7.5	9.7*	9.8	-	-	-	-	-
García Valencia	-	2.8	-	4.11	3.9	3.6	5.0	5.6	6.2	8.5	5.9	9.5*	-	-
Salerna	-	-	-	-	-	-	6.9	11.5*	9.5	-	-	-	-	-

* Momento óptimo de cosecha según relación 9.5:1 de SS/Ac. aceptado por el ICA.

Cuadro 8

Ecuaciones de regresión lineal de porcentaje de acidez, durante el desarrollo del fruto de algunas variedades de naranja, injertada sobre mandarina "Cleopatra"

Variedades	Regresión $Y_i = \bar{Y} + B(X_i - \bar{X})^2$	R	n	t_i^*
Valencia	$\hat{Y}_i = 1.98 - 0.34(X_i - 9.0)$	0.89	11	6 - 13
Pineapple	$\hat{Y}_i = 1.30 - 0.19(X_i - 7.81)$	0.53	8	6 - 10
Valle Washington	$\hat{Y}_i = 1.02 - 0.22(X_i - 8.16)$	0.82	9	6 - 11
Australian Navel	$\hat{Y}_i = 1.50 - 0.24(X_i - 8.16)$	0.94	9	6 - 11
Parson Brown	$\hat{Y}_i = 1.30 - 0.25(X_i - 8.16)$	0.85	9	6 - 11
García Valencia	$\hat{Y}_i = 1.80 - 0.27(X_i - 10.0)$	0.84	10	6.5 - 14
Old Vini	$\hat{Y}_i = 1.70 - 0.31(X_i - 8.16)$	0.78	9	6 - 11
Hamlin	$\hat{Y}_i = 1.31 - 0.24(X_i - 7.5)$	0.71	7	6 - 9

* t_i Rango de tiempo en meses de desarrollo del fruto

Cuadro 9

Variación del porcentaje de jugo durante el desarrollo del fruto de algunas variedades de naranja, injertadas sobre mandarina "Cleopatra"

Variedades	Meses													
	6	6.5	7	7.5	8	8.5	9	10	11	12	13	14		
Old Vini	35.8	48.0	47.5	49.1	63.4	50.0	55.0	35.4*	48.6	-	-	-		
Pineapple	35.8	40.8	51.4	44.6	49.1	44.9	54.5*	47.2	47.9	-	-	-		
Hamlin	36.7	43.9	37.4	44.9	49.0*	46.4	58.6	35.0	55.0	-	-	-		
Parson Brown	39.3	46.8	50.4	48.9	55.4	40.0	59.3*	50.0	50.9	-	-	-		
Valencia	39.6	46.8	49.0	49.1	40.2	46.7	50.5	40.0	53.0	54.4*	51.0	-		
Valle Washington	37.8	48.5	47.4	46.8*	46.8	43.1	52.5	56.4	48.4	-	-	-		
Australian Navel	45.4	45.5	49.7	50.6	54.9	50.0	55.5	50.0*	47.4	-	-	-		
García Valencia	-	46.1	-	42.0	51.0	46.4	55.9	55.0	52.9	53.4	55.2	54.9*		
Salerna	-	-	-	-	-	-	49.6	38.1*	46.4	-	-	-		

* Momento óptimo de cosecha según relación 9.5:1 de SS/Ac. aceptado por el ICA.

aunque no alcanzaron el límite adecuado de madurez; la tendencia que se presentó fue la de aumentar el porcentaje de jugo, aunque después de la maduración se invirtió el proceso; algunas variaciones en la tendencia general se deben posiblemente a deficiencias hídricas y cambios de temperatura que afectan la absorción de agua.

Australian Navel, Valencia, Parson Brown, García Valencia, Pineapple y Hamlin lograron su máximo contenido de jugo con valores mayores de 50 o/o, considerado como muy bueno. Old Vini y Valle Washington al octavo y décimo mes presentaron valores de 63.4 o/o (Excelente) y 56.4 (muy bueno). Todas las variedades alcanzaron en su momento óptimo de cosecha un porcentaje de jugo por encima del 50 o/o, considerado muy bueno, con excepción de la variedad Old Vini (35.4 o/o), debido posiblemente a los frutos muestreados, ya que en el mes anterior presentaba 55 o/o de jugo.

3.4. Contenido de vitamina C

Como tendencia general se observó una disminución de ácido ascórbico a través del tiempo. Las variedades presentaron los siguientes porcentajes de vitamina C en el momento óptimo de cosecha: Salerma 6.9, Valencia 7.7, Pineapple 8.0, Australian Navel 8.6, Valencia 8.7, Valle Washington 9.0, Old Vini 9.2, Parson Brown 9.4 y Hamlin con el mayor valor 9.9.

3.5. Color de la pulpa y la corteza

Para evaluar el color de la pulpa se tuvo como guía una escala de colores que va desde verde hasta anaranjado rojizo con valores de 3 y 13 respectivamente. Al sexto mes el promedio de coloración de las variedades fue de 5.85 (amarillo-verdoso) el cual va cambiando al avanzar la madurez.

Al momento óptimo de cosecha (9.5: 1 en la relación sólidos solubles: acidez) todas las variedades presentaron color amarillo con valores por encima de 8.8. El color más intenso

se presentó en Valencia (9.9) y el menos intenso en Hamlin (8.8), al final del ciclo del fruto todas las variedades tuvieron valores superiores a 9.2.

Se tuvo como base para el color amarillo de la corteza, con valores entre 0 y 100 o/o. Al sexto mes los porcentajes no superaban el 5 o/o, los mayores cambios se produjeron entre el mes 6.5 y el octavo con incrementos de hasta 78 o/o para la variedad Valle Washington. Al momento óptimo de cosecha se presentaron diferentes intensidades de color amarillo, desde 48.7 o/o (fruto pintón), en la variedad García Valencia hasta 97.5 o/o en la variedad Parson Brown, las variedades Old Vini, Pineapple y Hamlin presentaron valores altos de 78.1, 78.8 y 78.6 muy atractivos para el mercado; la variedad Valle Washington a pesar de que a los 7.5 meses en su momento óptimo de cosecha solo tenía el 50 o/o de color amarillo en el fruto, 15 días después presentaba 83.5 o/o y siguió aumentando hasta llegar a valores de 93 o/o a los nueve meses.

3.6. Espesor de la corteza y números de semillas por fruto

El grosor de la corteza tuvo muy pequeñas variaciones a partir del sexto mes de edad, pero su contribución al peso del fruto disminuyó con la edad de éste porque hay aumentos en el tamaño del fruto. Al momento óptimo de cosecha Parson Brown presentó el mayor valor (5.3 mm) y Hamlin el menor (3.7 mm).

El número de semillas por fruto fue muy bajo, menor de cinco, el menor valor lo presentaron las variedades Valle Washington y Australian Navel con 0.5, el mayor se encontró en Pineapple con cinco y Old Vini y Parson Brown con cuatro.

3.7. Peso promedio de frutos

Esta variable está altamente correlacionada con el volumen de frutos. Todas las variedades alcanzaron al final del ciclo pesos superiores a los 200 g con excepción de la Salerma

Cuadro 10

Producción promedia mensual por árbol en kilos, precio promedio mensual e índice de precio; de algunas variedades de naranja, injertadas sobre mandarina "Cleopatra". 1986

Variedad	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Valle Washington	0.7	2.2	3.7	42.4	2.6	19.6	16.4	-	-	12.7	4.9	-
Australian Navel	11.5	2.7	4.7	8.9	4.6	16.5	6.5	-	-	11.5	11.4	-
Old Vini	1.4	1.4	1.5	17.0	13.2	28.2	18.4	-	-	15.3	8.9	-
Pineapple	7.0	1.3	1.8	80.7	5.4	7.3	10.4	-	-	4.8	10.6	-
Hamlin	3.0	1.9	1.3	1.4	0.4	135.1	4.4	-	-	18.2	13.2	-
Parson Brown	4.3	1.8	3.4	16.5	9.8	37.7	27.0	-	-	21.6	20.4	-
Valencia	-	1.5	2.0	7.0	2.0	5.8	44.2	-	-	36.3	13.9	-
García Valencia	12.6	2.6	0.9	9.1	8.2	29.4	12.0	0.7	0.7	51.3	9.6	-
Salerma	28.0	0.6	1.3	4.4	0.9	15.5	18.2	0.3	0.5	14.3	14.1	-
Precio (1.984)	23.3	20.9	23.6	22.0	15.8	12.2	11.6	13.3	17.6	19.2	22.9	31.7
I. P.*	68.0	62.5	69.2	63.4	44.5	33.9	31.7	35.7	46.4	49.7	58.3	43.9

* Corregido a 1989 asumiendo un incremento de precio anual del 25 o/o

Cuadro 11

Alternativas de siembra e Ingreso Bruto Probable anual (I B P)/árbol de algunas variedades de naranja injertada sobre mandarina "Cleopatra"

VARIEDADES DE MESA (OMBLIGONA)	I B P año (\$)/árbol*
Valle Washington - Australian Navel	4709.5
Valle Washington - Old Vini	5062.4
Australian Navel - Old Vini	4424.3
Valle Washington - Australian - Old Vini	4722.9
VARIEDADES DE INDUSTRIA (JUGO)	
Pineapple - Hamlin- Parson Brown	6967.0
Pineapple - Hamlin - Valencia	6453.5
Pineapple - Hamlin - García Valencia	6768.0
Pineapple - Hamlin - Salerma	6467.2
Pineapple - Parson Brown - Valencia	6323.9
Pineapple - Parson Brown - Salerma	5749.9
Pineapple - Valencia - García Valencia	6337.9
Pineapple - Valencia - Salerma	5297.2
Pineapple - García Valencia - Salerma	6354.1

* Datos ajustados al año 1989 suponiendo un incremento en precio del 25 o/o a partir de los precios de 1984.

que solo alcanzó 121 g. Los mayores pesos promedios se hallaron en las variedades Valencia (338 g), Australian Navel (279) y Valle Washington (250 g); las demás variedades tuvieron pesos entre 200 (Hamlin) y 235 g (Parson Brown).

3.8. Distribución de la producción

Se cosechó mensualmente durante 1986 cuando los frutos presentaron de 50 a 80 o/o de amarillo en la corteza. A pesar de que se encontraron regularmente frutos durante gran parte del año se presentaron dos épocas de máxima producción, que dependen de la variedad y de las condiciones climáticas, especialmente del régimen de lluvias.

Las variedades Valle Washington y Pineapple presentaron su máxima producción en abril (40 y 62 o/o) y en junio-julio (34 y 14 o/o). Valle y Washington tuvieron una producción relativamente baja (séptimo lugar) y la variación de sus producciones mensuales en términos absolutos (desviación estandar) y relativos (coeficiente de variación) fue alta porque concentró en gran porcentaje sus producciones en pocos meses (Cuadro 10).

Valencia y García Valencia obtuvieron las máximas producciones en octubre - noviembre (44.50 y 44.46 o/o) y en junio-julio (39.19 y 30.16 o/o). La variedad Valencia ocupó el quinto lugar en producción y fue muy variable indicando esto concentración de producción en poco tiempo; García Valencia fue la segunda variedad en producción pero presentó alta variación.

De enero a marzo las producciones fueron relativamente bajas, sin embargo las variedades Salerma y Australian Navel logran el 28.48 y 14.7 o/o de sus producciones, y aunque son las variedades con menor producción tienen mejor distribución de esta a través del año.

El Old Vini se concentró la producción en abril-julio (72.96 o/o) y en octubre - noviembre (23 o/o), ocupó el sexto lugar en producción y esta no fue muy variable.

La variedad Hamlin fue la de más alta producción, pero el 75.5 o/o de su producción se obtuvo en un solo mes (junio) y fue la de mayor variación.

Parson Brown presentó producción y variaciones intermedias.

3.9. Alternativas de siembra

Las mejores alternativas para variedades de industria fueron Pineapple- Hamlin- Parson Brown con un I B P de \$ 6 967, y para mesa Valle Washington y Old Vini con \$ 5 062/árbol/año (Cuadro 11). Sembrando estas variedades se tiene cosecha durante nueve meses al año y el mayor I B P ha/año comparado con otras alternativas.

Con distancias de 7 m entre árboles en una hectárea se tendrán 204 árboles, de los cuales 184 (90 o/o) serían de industria y 20 de mesa, se obtendría un I B P/ha de \$ 1 383 168 (precios de 1989).

Si no se tiene en cuenta el destino de la fruta ni la distribución de la producción, se podría pensar en la alternativa de sembrar solo variedades de industria, mínimo tres para evitar la uniformidad y los riesgos a que lleva, con las variedades Pineapple - Hamlin - Parson Brown con un I B P de \$ 1 421 229/ha/año.

4. CONCLUSIONES

- 4.1. El modelo logístico no describió adecuadamente el desarrollo de los frutos para todas las variedades, con la regresión lineal por etapas de crecimiento se lograron mejores ajustes.
- 4.2. Los máximos volúmenes de fruto se encontraron en Old Vini, Valencia y García Valencia, pero la de más rápido crecimiento fue Old Vini. La variedad Valencia presentó el mayor peso por fruto.
- 4.3. A partir del sexto mes los sólidos solubles aumentaron hasta el mes 10 o 12 de desarrollo dependiendo de la varie-

dad, después disminuyeron. Valle Washington y Hamlin alcanzaron altos valores de sólidos solubles en relación con las otras variedades.

- 4.4. El porcentaje de acidez disminuyó con la edad de los frutos. La relación sólidos solubles: acidez aumentó con el tiempo hasta alcanzar un valor de 9.5 considerado como óptimo para cosecha. La variedad Valle Washington lo obtuvo al 7.5 mes, Hamlin al 8o., Parson Brown y Pineapple al 10o.; las más tardías fueron Valencia (13) y García Valencia (14).
- 4.5. La relación sólidos solubles: acidez después del tiempo óptimo a la cosecha, presentó ligeras variaciones. La variedad Hamlin permitió la cosecha (almacenamiento en el árbol) hasta tres meses después, Pineapple dos, Valle Washington 1.5 y 1 mes las variedades Old Vini, Parson Brown, Valencia y Australian Navel.
- 4.6. Al momento de la cosecha todas las variedades presentaron un porcentaje de jugo por encima de 46.8 o/o (bueno) hasta 59.3 o/o en Parson Brown (excelente).
- 4.7. Las variedades disminuyeron el contenido de vitamina C con la edad, con valores por encima de 7.7 en el momento óptimo de cosecha.
- 4.8. La coloración de la pulpa fue superior a 8.8, (amarillo, atractivo para el consumidor), el mayor valor (9.9) lo presentó la variedad García Valencia. Parson Brown presentó 97.5 o/o de coloración amarillo en la corteza, las demás variedades oscilaron entre 48.7 y 78.8 o/o.
- 4.9. En general las variedades concentraron su producción en dos épocas al año, las variedades de mayor producción tuvieron las mayores variaciones mensuales.

- 4.10. La mejor alternativa de siembra con 10 o/o para mesa y 90 o/o para industria, se logró con las variedades Pineapple, Hamlin, Parson Brown, Valle Washington y Old Vini.

5. BIBLIOGRAFIA

1. CENTRO DE ACOPIO DEL VALLE S. A. CAVASA. Registros diarios de precios de 1984. Departamento de Mercadeo.
2. MORIN, CH. Cultivos de cítricos. 2. ed. San José, Costa Rica. IICA- CIDIA, 1983. 607 p.
3. REUTHER, W. La floración y fructificación de los cítricos. p. 185-186. En: FEDERACION NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA. Fruticultura tropical. Ibagué, Atlas, 1985. 321 p.
4. TORRES, R. y RIOS, D. C. Crecimiento y maduración de frutos cítricos en el Valle del Cauca. Agricultura tropical (Colombia). V. 24, No. 9. pp. 503-527. 1968.