

FLORACION, CRECIMIENTO Y MADURACION DE LA NARANJA VALLE  
WASHINGTON, *Citrus sinensis* Osbek

Víctor E. Villafañe\* Jaime E. Muñoz F.\*\* Hector R. Torres \*\*\*

COMPENDIO

En cítricos de ocho años, se determinó la caída de flores y frutos en tres épocas de floración y se evaluó el crecimiento utilizando el modelo logístico y modelos de línea recta. Se cuantificó el porcentaje de jugo, pulpa y cáscara en tres estados de madurez. Se encontraron tres etapas de caída de estructuras: rápida en los primeros 25 - 30 días (flores), lenta 30 - 200 días y estabilización; el porcentaje de formación de frutos fue del 9 o/o. El modelo logístico no describió bien el crecimiento del fruto; con modelos de línea recta, se explicaron cuatro fases: muy lenta (0-30 días) con  $0.21 \text{ cm}^3/\text{día}$ , intermedia (30 - 105 días) con  $1.21 \text{ cm}^3/\text{día}$ , rápido crecimiento (105- 195 días) con  $2.36 \text{ cm}^3/\text{día}$  y tendencia a estabilización ( $>195$  días) con  $1.1 \text{ cm}^3/\text{día}$ . Los frutos fueron aptos para el consumo desde los 180 - 200 días pero pueden permanecer en el árbol hasta los 295-350 días. El contenido de jugo de la fruta madura fue del 35.5 o/o.

ABSTRACT

The fall of flowers and fruit was studied in 8 years old citrus at three times of flowering, growth following the logistic model and straight line model was also studied. Percentage of juice, pulp, and skin in three maturity stages were quantified. Three stages of structures fall were found: quick during the first 25 - 30 days (flowers), slow 30 - 200 days and stabilization. Fruit formation percentage was 9 o/o. The logistic model did not describe well fruit growth; with straight line models four phases were explained: Slow (0 - 30 days) with  $0.21 \text{ cm}^3/\text{day}$ , intermediate (30 - 105 days) with  $1.21 \text{ cm}^3/\text{day}$ , quick growth (105 - 195 days) with  $2.36 \text{ cm}^3/\text{day}$  and tendency to stabilization (195 days) with  $1.1 \text{ cm}^3/\text{day}$ . Fruits good for consumption after 180 - 200 but main remain on the tree up to 295 - 350 days. Juice content of the rippen fruit reached 35.5 o/o.

1. INTRODUCCION

El cultivo, mercadeo y consumo de los cítricos plantea grandes expectativas a entidades y personas comprometidas en la diversificación de las zonas cafeteras, y que ven en este, un cultivo promisorio para esta zona y para otras más cálidas.

La floración en los cítricos es abundante y periódica en el trópico pero la calidad y cantidad y sus épocas críticas deben conocerse para lograr un buen manejo agronómico del cultivo.

En el trópico se tienen floraciones en los cítricos en 4 a 8 períodos, se puede inducir floración mediante irrigaciones controladas, y es mayor el número de flores que cuajan con respecto al subtrópico (Reuther, 1985). El fruto alcanza cierto estado de desarrollo cuando ha acumulado determinada cantidad de energía o "grados diarios de calor" (Boshel, 1985).

Para cada zona climática, un fruto está "hecho" cuando ha acumulado determinada cantidad de horas-luz. Existen sin embargo, períodos definidos para cosechar, que se pue-

\* Estudiante de pre-grado. Universidad Nacional de Colombia. Palmira.

\*\* Profesor Asistente. Universidad Nacional de Colombia. Palmira.

\*\*\* Estudiante de postgrado. Universidad Nacional de Colombia. Palmira

den manejar de acuerdo con un mercadeo, lográndose mayor eficiencia en la producción.

El estado fisiológico al momento de la cosecha es fundamental en la calidad y la conservación de los frutos y el índice de maduración de los cítricos responde a los criterios fisiológico y antropomórfico (Riverou *et al*, 1980).

Las frutas cítricas constituyen un alimento valioso para el organismo por su contenido de vitaminas, minerales, azúcares, grasas, hidratos de carbono, pectinas y celulosa (González, 1973). La cáscara y pulpa pueden sustituir los granos en la fabricación de alimentos para animales (Santos, 1976; Rodríguez, 1976).

Los objetivos planteados para este trabajo fueron: evaluar la caída de flores y frutos de naranja "Valle Washington" en varias épocas del año, en árboles de ocho años de edad; cuantificar el crecimiento del fruto de la naranja "Valle Washington" en varias épocas del año, y cuantificar los porcentajes de jugo, pulpa y cáscara en tres estados de madurez del fruto.

## 2. METODOLOGIA

### 2.1. Generalidades

El trabajo se desarrolló entre 1984 y 1989, en el municipio de Florida (Valle), vereda el Tamboral, Finca La Gaviota, con árboles de la cultivariedad Valle Washington de naranja *C. sinensis*, de ocho años de edad e injertados sobre limón "rugoso", *Citrus jambhiri*.

### 2.2. Factores estudiados

#### 2.2.1. Caída de flores y frutos

Se marcaron racimos florales próximos a abrirse o antesis, en tres épocas durante un semestre (Cuadro 1). En cada época se hicieron conteos diarios durante los primeros ocho días y luego se espació a los 10 o 15 días por nueve meses para revisar los frutos en crecimiento.

Para cada época se hizo un diagrama de dispersión del número de flores y frutos (ordenada) como función de la edad de la flor o fruto (abscisa). Para describir el comportamiento de este fenómeno se determinaron períodos de rápida y lenta caída de estructuras; en cada caso se utilizaron modelos de regresión de la forma:

$$\hat{Y}_i = \bar{Y} + B(t_i - \bar{t}) \quad (t_0 < t_i < t_a)$$

$\hat{Y}_i$  = número de flores o frutos

$\bar{Y}$  = promedio de estructuras en el período ( $t_0, t_a$ )

B = pérdida de estructuras por unidad de tiempo

#### 2.2.2. Crecimiento del fruto de la naranja "Valle Washington"

Se marcaron sesenta inflorescencias, en promedio, al iniciar antesis, por siete veces en un lapso de noventa días y con un intervalo promedio de quince días: 18 de junio, 4 de julio, 17 de julio, 31 de julio, 15 de agosto, 28 de agosto y 11 de septiembre de 1984, se marcaron ramos florales con cintas de colores, para identificar la semana en la cual se inició la marcación. El período de observaciones comprendió 13 meses.

El diámetro se midió cada 15 o 20 días con un pie de rey, las lecturas se hicieron a un promedio de 12 frutos los primeros doscientos días, luego, por la caída de algunos frutos, se efectuaba a un promedio de ocho frutos. Las lecturas se realizaron hasta los 295 días, cuando solamente quedaron tres o cuatro frutos de cada época de marcación.

Se realizaron gráficas entre el tiempo y el volumen y se estimó la velocidad de crecimiento con el coeficiente de regresión de cada fase. Este trabajo se adelantó por espacio de 310 días. Para estimar el volumen de los frutos se utilizó la fórmula del volumen de la esfera así:

$$V = 4/3\pi (D/2)^3 \quad V = 1/6\pi D^3$$

Cuadro 1

Pérdidas de estructuras y su acumulado por fases *C. sinensis*

Fase	Pérdida de estructuras por día <sup>1/</sup>			Porcentaje perdido en cada fase <sup>2/</sup>			Porcentaje perdido acumulado		
	Primera	Segunda	Promedio	Primera	Segunda	Promedio	Primera	Segunda	Promedio
1	7.90	4.50	6.20	52.13	59.35	55.74	52.13	59.35	55.74
2	0.94	0.44	0.69	67.73	65.42	66.57	86.10	92.34	89.22
3	0.07	0.064	0.064	9.96	30.28	20.12	90.05	93.27	91.63

1/ Dos épocas más contrastantes

2/ Con relación al número de estructuras iniciales en cada fase

Para explicar el desarrollo del fruto se usó el modelo logístico:

$$\hat{V} = \frac{V_{\max}}{1 + ke^{-bt}}$$

siendo  $\hat{V}$  = volumen estimado

t = tiempo

$V_{\max}$  = volumen máximo

k,b = parámetros

Al conocer el volumen máximo del fruto (403.1 cm<sup>3</sup> promedio), la ecuación de predicción quedó así:

$$\frac{V_{\max}}{V} - 1 = ke^{-bt} \quad \text{haciendo } Z = \frac{V_{\max}}{V} - 1$$

y aplicando la función Ln queda  $\text{Ln } Z = \text{Ln } K + bt$ . Se obtuvieron las estimaciones de b y k, se estimaron las tasas de crecimiento relativo  $dV/dt/V$  que indican el crecimiento en volumen por unidad de tiempo de volumen presente.

### 2.3.3. Edad del fruto y cantidad de jugo y pulpa

Se cosecharon frutos de diferente edad, clasificados como viche, enverados y maduros. Por cada grupo se tomaron 27 frutos y se les estimó la edad, con los modelos utilizados para las curvas de crecimiento.

Los frutos se pesaron; se calculó el volumen en cm<sup>3</sup>, se les midió la cantidad de jugo en volumen y en peso, se pesó la pulpa y la cáscara por separado. Se sacaron los promedios generales para cada variable y se relacionó el porcentaje del volumen del fruto con el volumen de jugo y los porcentajes de jugo, pulpa y cáscara, con el peso del fruto.

La extracción del jugo y la separación de la pulpa y cáscara se hizo en forma manual; el navel (omblijo) se dejó prendido de la cáscara. Se sacaron los promedios de las distintas variables para este trabajo. Los frutos viches tomados en el muestreo tenían aproximadamente en promedio 141 días; los frutos enverados tenían aproximadamente en promedio 190 días y los maduros más de 240 días.

## 3. RESULTADOS Y DISCUSION

### 3.1. Caída de flores y frutos

El número de frutos por inflorescencia fue muy variable, puede tener desde una hasta once flores por racimo.

En la primera época, el cuajamiento de frutos llegados a cosecha fue el 10.46 o/o : de 3.82 o/o para la segunda época, y de 1.68 o/o para la tercera época.

El porcentaje de frutos cuajado en las tres épocas fue alto, si se lo compara con lo ex-

puesto por Reuther (1985), cuando menciona que en el subtropical los prendimientos no llegan al uno por ciento en algunos casos; González (1973) comentó que las flores terminales y solitarias, son privilegiadas por la circulación de savia. Comparando los porcentajes de inflorescencia con flores unitarias, fue relativamente alto, lo que puede explicar los prendimientos obtenidos.

En las dos épocas de marcación más contrastantes, se presentaron en forma similar tres etapas de caída de estructuras, rápida, lenta y una etapa de estabilización (Fig. 1). La fase de caída rápida estuvo comprendida desde el primer día hasta 25 ó 30 días en forma general; en esta fase caen únicamente flores y posteriormente frutos recién formados; luego sigue la fase de caída lenta que puede ir hasta los doscientos días, de esa época en adelante no hay caída de frutos, fase de estabilización.

La caída de flores y frutos para la fase 1 en las dos épocas, fue muy fuerte en los primeros 25 días con un promedio de 6.2 estructuras/día, y un promedio de estructuras perdidas en la fase de 55.74 o/o; para la fase dos, la pérdida de estructuras por día fue de 0.69 y un promedio de estructuras perdidas en la fase de 66.57 o/o; en la fase tres, lo perdido por día fue de 0.0671, y 20.12 o/o de pérdida de la fase, con un promedio acumulado total de 91.63 o/o.

Los porcentajes de cuajado de frutos fueron diferentes en las tres épocas: en la primera época, fue de 28 el porcentaje de flores solitarias con relación al número de inflorescencias y de 7.71 o/o con relación al total de flores de la época. Para la segunda y tercera época, los resultados fueron: 12.0 y 3.27 o/o y 6.0 y 1.68 o/o respectivamente.

La cantidad de flores no es buen indicio del potencial de cuajamiento de la fruta. Se deduce que un porcentaje muy reducido de flores produce frutos, según la variedad del cítrico; en el subtropical el cuajamiento se ha registrado en algunos casos por debajo del 0.5 o/o. En

el trópico es mayor el porcentaje de flores que cuajan en frutos, lo que coincide con los resultados obtenidos en esta investigación.

### 3.2. Crecimiento del fruto de la naranja Valle Washington

En la Figura 2 se presenta la curva del promedio general del crecimiento del fruto y las ecuaciones de regresión ajustadas. En el modelo logístico se obtuvo un  $R^2$  de 79.88 o/o, pero subestima el crecimiento en la fase inicial y lo sobreestima al final. También se establecieron, con base en el diagrama de dispersión, fases bien diferenciadas del crecimiento y desarrollo del fruto utilizando para describirlas el modelo de regresión lineal; las fases de crecimiento fueron: muy lento (Fase 1), intermedio (Fase 2), rápido (Fase 3) y lento (Fase 4).

En la fase primera el crecimiento solo alcanza  $0.21 \text{ cm}^3/\text{día}$  y va de cero hasta los 30 días; en la fase dos de los 30 a los 105 días el crecimiento fue intermedio ( $1.21 \text{ cm}^3/\text{día}$ ) y un  $R^2$  de 98.2 o/o; la fase tres va desde los 105 a 195 días, allí se midió el mayor crecimiento del fruto ( $2.36 \text{ cm}^3/\text{día}$ ) y un  $R^2$  de 99.8 o/o, y en la fase cuatro el crecimiento declinó con respecto a la fase tres y ligeramente con respecto al de la fase dos ( $1.1 \text{ cm}^3/\text{día}$ ) y un  $R^2$  de 98.9 o/o.

Derivando el volumen respecto al tiempo se ve que en los primeros 95 días es lento, de 95 a 200 días es rápido y de los 200 días en adelante vuelve a ser lento (Figura 3).

En cuanto al crecimiento relativo del fruto, el mayor valor se obtuvo a los 80 días ( $0.037 \text{ cm}^3/\text{día}$ ) de los 80 a los 180 días este valor decrece ( $0.008 \text{ cm}^3/\text{día}/\text{cm}^3/\text{fruto}$ ), de ahí en adelante el crecimiento relativo fue bajo.

El crecimiento en volumen del fruto está asociado con cambios cualitativos. Al principio, el fruto tiene una división bastante activa de células meristemáticas a las cuales se debe el aumento del tamaño inicial, luego cesa la

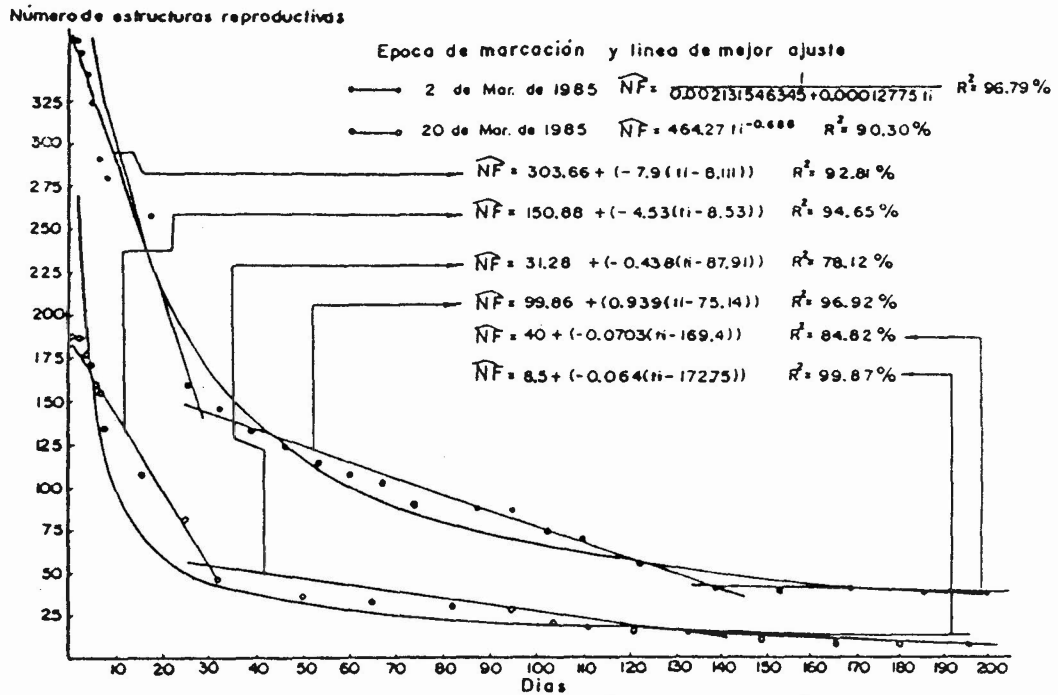


FIGURA 1 Caída de flores y frutos de naranja 'Valle Washington', en dos épocas, en Florida Valle

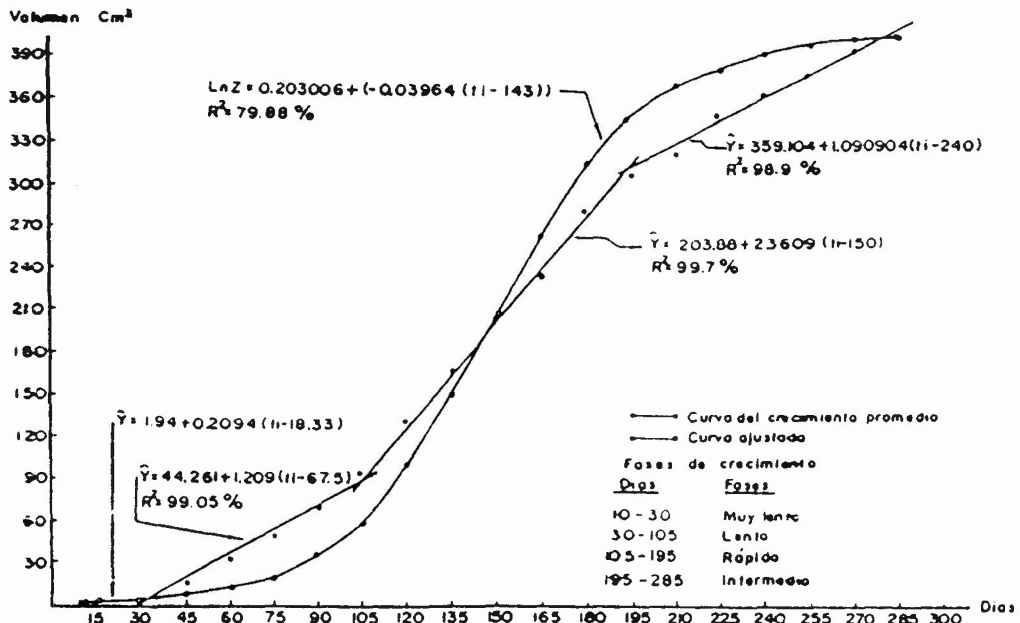


FIGURA 2 Curva de crecimiento promedio del fruto de naranja Valle Washington *C. sinensis*, Florida Valle.

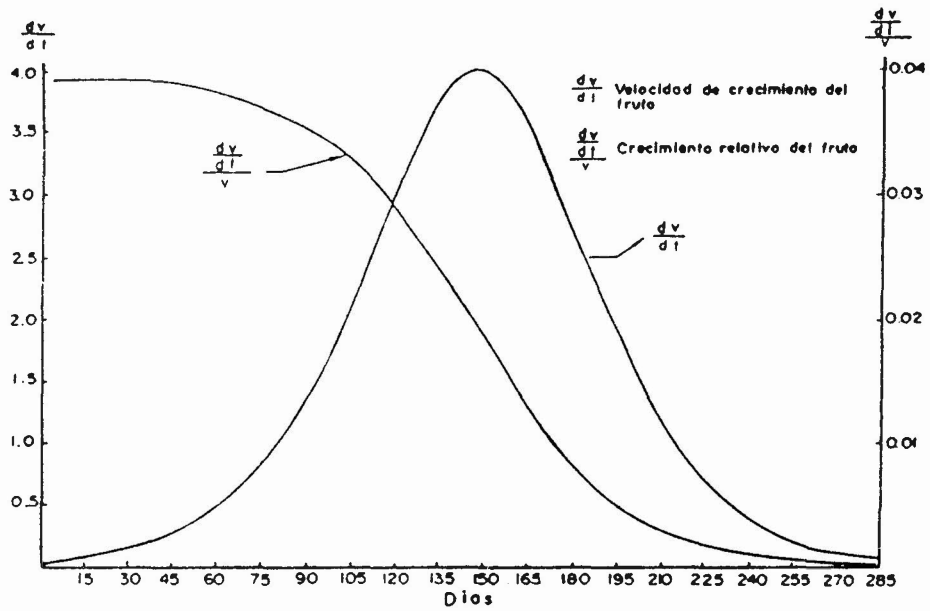


FIGURA 3 Velocidad de crecimiento y crecimiento relativo de naranja 'Valle Washington'

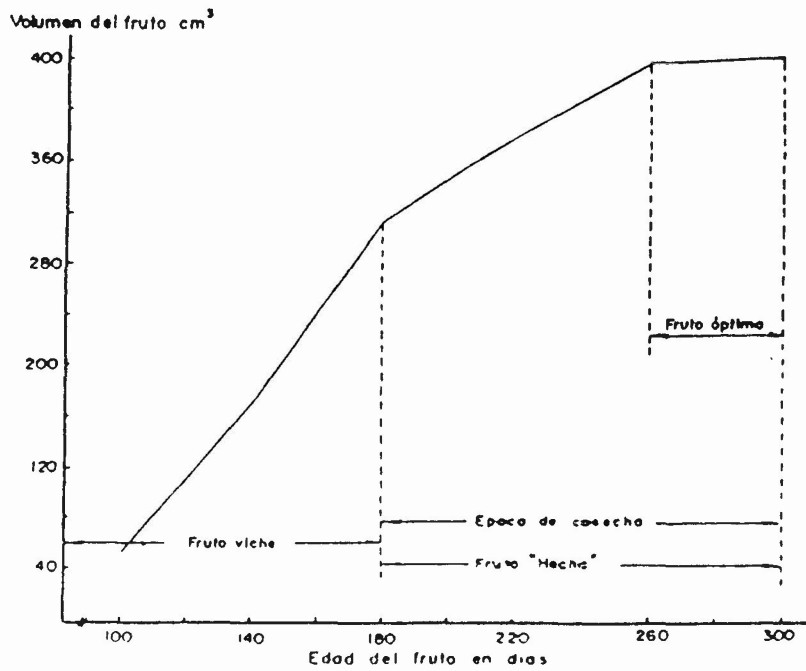


FIGURA 4 Estados de desarrollo, volumen del fruto y época de cosecha

división de células y comienza a crecer en tamaño. Las vesículas del fruto se llenan de jugo, sólidos solubles y azúcares para desarrollar el fruto a su mayor tamaño, desde los 100 días hasta los 230 días; estos frutos tienen mayor concentración de ácidos pero, son aptos para consumo en su estado verde o enverado (pintonear), desde los 180-200 días en adelante (Figura 4).

De los 230 días en adelante los frutos iniciaron su madurez y pueden estar en el árbol hasta los 295 días en promedio. El fruto se puede dejar en el árbol, a manera de almacenamiento, por un período de unos 40-50 días más; en la recolección de los frutos influyen los precios de comercialización que se presente en el mercado.

### 3.3. Edad del fruto y cantidad de zumo, pulpa y cáscara

Relacionando en porcentaje el volumen del jugo con el volumen del fruto en las tres edades, fue menor este que la relación que resultó con base en peso de la misma variable (Cuadro 2).

Los frutos biches tenían un promedio en volumen de 181.70 cm<sup>3</sup> y un peso de 152.1 g.

El porcentaje del volumen del fruto en jugo fue de 17.00 o/o; los porcentajes en peso del jugo, pulpa y cáscara fueron de 21.00, 39.5 y 38.5 o/o respectivamente.

Frutos enverados, promedio en volumen 298.03 cm<sup>3</sup>, promedio de jugo en cm<sup>3</sup> 24.73 o/o, el promedio del peso en gramos es de 270.75, los porcentajes de jugo, pulpa y cáscara fueron de: 28.13, 41.71 y 29.13 o/o respectivamente.

Para los frutos maduros los promedios en volumen y peso fueron de 283.85 y 261.46, el porcentaje en volumen fue de 31.86 o/o y los promedios de jugo, pulpa y cáscara fueron 35.53, 35.33 y 28.85 respectivamente.

El fruto biche tuvo un contenido de jugo del 21 o/o y la relación pulpa cáscara fue de 1 a 1 y es el doble con respecto al jugo.

En el fruto maduro la cantidad de jugo aumentó a 35.53 o/o y la cáscara disminuyó en porcentaje con respecto al del enverado, la pulpa, disminuyó por el mismo fenómeno de presión lateral de las vesículas al llenarse de agua y sustancias alimenticias.

Cuando el fruto está biche el contenido de jugo fue menor y va aumentando a medida que este alcanza la madurez total. La pulpa se mantuvo a niveles iguales cuando el fruto estaba biche y enverado (40 o/o) y se redujo cuando el fruto está maduro (35 o/o). La cáscara en el fruto biche tuvo porcentajes más altos (38.5 o/o) y cuando el fruto está enverado y maduro este porcentaje bajó (29 o/o).

El aprovechamiento del fruto por el consumidor sería el siguiente de acuerdo con la relación de peso y sus porcentajes: fruto biche: zumo y pulpa y cáscara 21 o/o y 79 o/o; fruto enverado 28 o/o y 72 o/o. Esto muestra que cuando se usa solamente el jugo en los dos estados de madurez del fruto (enverado y maduro), hay pérdida alta en porcentaje de pulpa, rica en minerales, ácidos, pectinas, vitaminas, azúcares y proteínas.

## 4. CONCLUSIONES

- 4.1. La pérdida de estructuras reproductivas en la primera fase (25 días) fue del 55.74 o/o, en la segunda, el promedio fue del 67 o/o dentro de esa fase y presentó un acumulado del 89 o/o; en la fase tres o de estabilización el acumulado total llegó al 91 o/o. Las flores con mayor cuajamiento, fueron las de inflorescencias solitarias.
- 4.2. El modelo logístico no describió de manera adecuada el desarrollo del fruto. Se encontraron cuatro fases en el crecimiento del fruto, lento hasta los 30 días (0.21 cm<sup>3</sup>/día), intermedio 30 - 105 días (1.21 cm<sup>3</sup>/día), rápido 105- 195 días (2.36 cm<sup>3</sup>/día) y tendencia a estabilización 195- 285 días.

- 4.3. El fruto se puede cosechar desde los 180 días en adelante, en estado verde o pintón ya que contiene sus vesículas llenas de jugo ácido. A los 240 días inició su madurez y puede estar en el árbol hasta los 295 ó 310 días, cuando está en pleno desarrollo y madurez. No se afectó el tamaño del fruto por la época en que se presentó la floración.
- 4.4. Los porcentajes de jugo aumentaron con el desarrollo del fruto, de 20.97 o/o en estado biche a los 141 días a 35.53 o/o en estado maduro a los 240 días.

### 5. BIBLIOGRAFIA

1. **BOSSHÉL V, J. F.** Influencia del clima en el rendimiento y la calidad de los frutales. p. 30-31 En: FEDERACION NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA Fruticultura tropical. Ibagué, Atlas, 1985. 321 p.
2. **GONZALEZ, R.** Frutas cítricas: su valor nutritivo. Boletín Rural Estación Experimental Agropecuaria San Pedro. Provincia de Buenos Aires, Argentina. Agosto de 1973, p. 9.
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. **RIVEROU, W. et al.** Edad del fruto; factor esencial de calidad en los cítricos. Ciencia Técnica Agrícola. Cítricos y otros frutales. Estación Experimental de Cítricos. Jagüey Cuande Matanzas, Cuba. Suplemento. Mayo 1980. p. 263-277.
5. **RODRIGUEZ D, V.** El uso de la pulpa deshidratada de naranja como fuente de energía para la producción de leche. Centro Información y Documentación Agropecuarias, CIDA. INTA. La Habana. 1976. Boletín de Reseñas, Serie Ganadera, p. 604-608.
6. **SANTOS, A.** Uso de la pulpa de cítricos deshidratada en la ceba de toros. Centro de Información Científica y Documentación Agropecuaria INRA. Universidad de La Habana. La Habana, Cuba. 1976. p. 27-33.