

Desarrollo físico del melocotón Jerónimo (*Prunus Persica* L. Batsch)

POR

S. NAVARRO, J. M. LOPEZ y G. NAVARRO

ABSTRACT

A study of the evolution physical parameters of the Jeronimo peach: diameters, volume, weight and sphericity is made.

The plot of these parameters versus the days elapsed since fructification, show a line adjustable to a double sigmoid function, being able to observe the three characteristic periods of the development of these fruits. The polynomial equations corresponding to the experimental distribution of the points obtained are established, so as the lineal equations relating diameter and volume with the fruit weight.

The terms «absolute and relative development intensity» are used, as we find them very significative to explain the physiological phenomena related with the fruit development.

Based on the data obtained and from an applied point of view, it is possible to state that the fruit can be collected approximately after 110 days of fructification, as if its separation from the tree is delayed, although it would be possible to obtain a greater size, it is necessary to take into account on the other hand, the possibility that a degradation of their organic compounds may happen.



INTRODUCCION

Bajo el punto de vista fisiológico, el crecimiento puede admitirse como la asociación de un conjunto de procesos que se manifiestan por unas modificaciones de las características físicas y químicas del individuo.

A nivel multicelular, tisular o de fruto entero, el desarrollo de éste se puede controlar mediante la medida de uno o más parámetros físicos: peso fresco, seco, diámetro, volumen, etc..., en muestras recogidas a intervalos durante su desarrollo (1, 2, 3, 4). Las determinaciones de diámetros, volumen y peso son las más sencillas de realizar, pero no por ello de interpretar. La evolución de estos parámetros indica de forma bastante precisa los diversos estados por los que atraviesa la vida del fruto. Del estudio de los mismos se desprende una serie de conocimientos fisiológicos que pueden resultar muy útiles para interpretar correctamente los resultados de análisis químicos posteriores.

La gran importancia que en la región murciana tiene el cultivo del melocotonero y en particular, la variedad Jerónimo, de amplia aceptación industrial, nos ha inducido a abordar un extenso estudio sobre la misma, que iniciamos con la discusión sobre la evolución de sus principales características físicas.

MATERIAL Y METODOS

MATERIAL UTILIZADO

Se han utilizado muestras de frutos obtenidos de melocotoneros de la variedad Jerónimo, de cinco años de edad, injertados sobre ciruelo y con un historial óptimo en cuanto a producción, calidad y desarrollo.

La parcela experimental en la cual se desarrollan forma parte de la finca «Casa Grande», situada en los límites de las provincias de Murcia y Alicante, dentro del término municipal de Benferri (Alicante).

TOMA DE MUESTRAS Y DETERMINACIONES EFECTUADAS

Para el muestreo de aquella se eligieron veinte árboles representativos de las características generales de la misma. En cada uno de los árboles a muestrear se eligió una rama con varios frutos testigo, los cuales sirvieron para realizar la toma de muestra según el tamaño adquirido por éstos.

Los frutos se tomaron de las cuatro orientaciones del árbol y de los tercios superior, medio e inferior. En las tres primeras tomas, debido al pequeño tamaño del fruto, el número de éstos fue de cien. A partir de la cuarta, se tomaron tan sólo cincuenta, con el fin de no producir un excesivo clareo de los árboles.

De cada uno de estos lotes, previamente homogeneizados según tamaño y ausencia de defectos, se formaron grupos de frutos, a partir de los cuales se realizaron las diversas determinaciones.

Los pesos de cada fruto en las distintas etapas se obtienen por pesada directa en balanza Mettler P 1210. Las medidas de los diferentes diámetros de los frutos se realizaron con un calibrador.

Las determinaciones químicas efectuadas en el análisis mineral de las hojas se llevaron a cabo con técnicas anteriormente contrastadas (5).

RESULTADOS Y DISCUSION

De los árboles seleccionados y días antes de iniciar la recolección del fruto se realizó un muestreo foliar y posteriormente un análisis mineral, con vistas a determinar posibles deficiencias o excesos nutritivos que pudieran repercutir luego en alguna forma sobre el fruto (tabla I).

TABLA I

Análisis mineral. Hojas de melocotonero Jerónimo

Elemento	\bar{X}	σ	E. M.	C. V. %
N	3,05	0,0043	0,0013	0,1416
P	0,19	0,0018	0,0005	0,3031
K	2,85	0,0258	0,0081	0,2866
Ca	2,30	0,0312	0,0098	0,4300
Mg	0,55	0,0156	0,0049	0,8995
Fe	101	0,0287	0,0090	0,0090
Mn	69	0,9591	0,3035	0,4399

Los valores de Fe y Mn se expresan en partes por millón. El resto de los elementos es tanto por ciento.

Los resultados obtenidos, coincidentes en líneas generales con los dados por otros investigadores (6, 7, 8), confirman el estado óptimo de nutrición.

Previamente a la determinación de los parámetros físicos del fruto, es necesario precisar algunos aspectos relacionados con los mismos.

En primer lugar, en el melocotón, y tal como puede verse en la figura 1, debemos considerar tres diámetros distintos, denominados «polar» (\varnothing_p), «de sutura» (\varnothing_s) y «ecuatorial» (\varnothing_e).

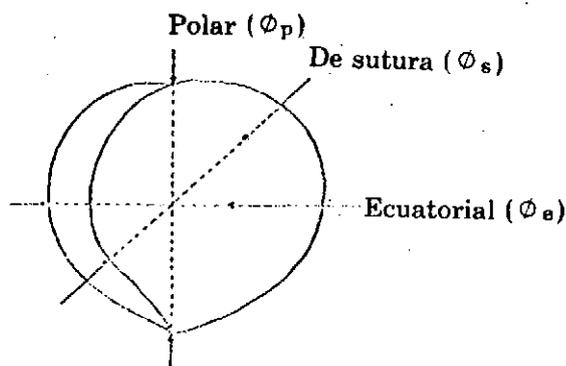


FIGURA 1

Diámetros característicos del melocotón

Por otra parte, para la determinación del volumen, se requiere concretar o establecer el radio a utilizar. La existencia en nuestro caso de tres diámetros hace que la elección del más representativo sea un problema difícil de resolver. Nosotros hemos adoptado como radio principal el correspondiente al diámetro de sutura, que como se verá es el que experimenta menos variación a lo largo del desarrollo, e introduciendo un factor de corrección, la esfericidad (ϵ). Esta la consideramos como el cociente entre los diámetros ecuatorial y polar, cuyas variaciones son las más amplias y las que más influyen en la esfericidad del fruto. Con este criterio, la fórmula para calcular el volumen del fruto puede establecerse como sigue:

$$V = \frac{4}{3} \pi \left[\frac{\varnothing_s}{2} \frac{\varnothing_e}{\varnothing_p} \right]^3$$

Por último, el peso puede proporcionar otro tipo de dato, en ocasiones más real y completo, para estudiar el desarrollo del fruto, ya que nos permite conocer el desarrollo de zonas internas que no se manifiestan al exterior por variación de las dimensiones de aquél. Hay que tener en cuenta además que en el peso no intervienen determinados fac-

tores, tales como el espacio intercelular existente, que puede alterar los valores de diámetro y volumen.

Los valores de las tres dimensiones mencionadas han sido establecidos durante los diferentes estados de desarrollo y los datos obtenidos y las fechas de toma de muestra se exponen y representan, respectivamente, en las tablas II y III y figura 2.

Los datos estadísticos expuestos en las mencionadas tablas permiten considerar como correctamente homogéneos cada uno de los lotes de frutos correspondientes a las diferentes muestras, dadas las variaciones estadísticas mínimas observadas en los parámetros estudiados.

La evolución de los tres diámetros considerados indica que el ecuatorial, que es el que se tiene en cuenta a efectos de calibrado, invierte su magnitud, en relación con los dos restantes, poco antes del momento de la recolección. Debido a esta particularidad es por lo que este parámetro se toma como indicativo del tamaño final del fruto y es el responsable de la tendencia a la esfericidad del mismo.

En cuanto al volumen, al considerarlo aisladamente como parámetro indicativo del desarrollo (13, 14), presenta a lo largo de su evolución unos valores que para las mismas etapas son aproximadamente una potencia cúbica del radio para la etapa en cuestión. Esto origina una ampliación de la escala con respecto al diámetro, que puede permitir apreciar mejor los diversos periodos de desarrollo del fruto. En relación con la esfericidad (ϵ), se aprecia claramente que ésta se acerca más a la unidad hacia la etapa número 7, la cual coincide con la inversión de los valores de los diámetros polar y ecuatorial.

La evolución de los datos de peso guarda una gran similitud con la experimentada por diámetro y volumen.

Por otra parte, puede observarse cómo las gráficas de diámetro, volumen y peso presentan la forma sigmoideal. Este tipo de curva de crecimiento observada para colonias de organismos unicelulares es característica también del crecimiento de plantas individuales multicelulares (9, 10, 11). Esto es exacto no sólo para la planta completa, sino también para órganos de la misma e incluso zonas del vegetal (12). En el caso del melocotón, la pauta de su desarrollo sigue un proceso caracterizado por dos fases muy activas, separadas por otra, durante la cual el crecimiento es suave o nulo; este crecimiento es considerado cíclico y se manifiesta gráficamente mediante una curva doble sigmoideal (figura 2), sobre la cual se pueden reseñar los tres periodos de crecimiento mencionados: I (etapas 1 a 4), II (etapas 5 a 7) y III (etapas 8 a 10).

TABLA II
Evolución de los diámetros (en cm) del melocotón Jerónimo durante su desarrollo

Muestra	Periodo	t	\varnothing_p				\varnothing_s				\varnothing_a			
			\bar{X}_p	σ	C.V. %	E.M.	\bar{X}_s	σ	C.V. %	E.M.	\bar{X}_a	σ	C.V. %	E.M.
1		16	2,52	0,0231	0,9172	0,0051	2,11	0,0259	1,2338	0,0058	1,83	0,0149	0,8171	0,0033
2		26	3,08	0,0217	0,7087	0,0070	2,65	0,0220	0,8300	0,0049	2,37	0,0257	1,0861	0,0057
3	I	37	3,44	0,0322	0,9366	0,0093	3,18	0,0199	0,6271	0,0044	2,96	0,0609	2,0577	0,0136
4		48	3,61	0,0565	1,5658	0,0156	3,45	0,0387	1,1217	0,0086	3,27	0,0657	2,0083	0,0146
5		58	3,67	0,0598	1,6294	0,0162	3,56	0,0447	1,2561	0,0100	3,40	0,0637	1,8772	0,0142
6	II	72	3,98	0,0675	1,6978	0,0169	4,01	0,0695	1,7362	0,0155	3,87	0,0887	2,2931	0,0198
7		88	4,80	0,1314	2,7518	0,0275	4,92	0,0782	1,5881	0,0174	4,76	0,1210	2,5413	0,0270
8		98	5,41	0,0867	1,6019	0,0193	5,88	0,1004	1,7070	0,0224	5,80	0,0967	1,5517	0,0216
9	III	108	5,76	0,1100	2,0945	0,0246	6,08	0,1181	1,9445	0,0264	6,17	0,1259	2,0406	0,0281
10		115	5,91	0,0845	1,4306	0,0189	6,26	0,1290	2,0619	0,0288	6,44	0,0902	1,3988	0,0201

t = días desde el cuaje del fruto.

TABLA III

Fechas de toma de muestras y evolución del volumen, esfericidad y peso del melocotón Jerónimo durante su desarrollo (año 1976)

Fecha de muestreo	Muestra	Período	t	V (cm ³)	ε	P (g)			
						\bar{X}_p	σ	C. V. %	E. M.
26-IV	1	I	16	1,83	0,72	4,93	0,1577	3,2012	0,0352
6-V	2		26	4,27	0,76	10,09	0,2058	2,0391	0,0460
17-V	3		37	10,71	0,86	17,45	0,6454	3,6974	0,1443
28-V	4		48	15,68	0,90	22,57	0,8787	3,8946	0,1965
7-VI	5	II	58	18,40	0,92	25,36	1,2299	4,8526	0,2750
21-VI	6		72	30,81	0,97	34,36	1,9396	5,6186	0,4337
2-VII	7		88	60,50	0,99	62,89	3,4222	5,4579	0,7652
12-VII	8	III	98	130,40	1,07	101,42	4,7563	4,6881	1,0635
22-VII	9		108	152,40	1,09	117,46	9,6266	8,1844	2,1525
29-VII	10		115	166,30	1,09	123,10	6,0753	4,5137	1,3584

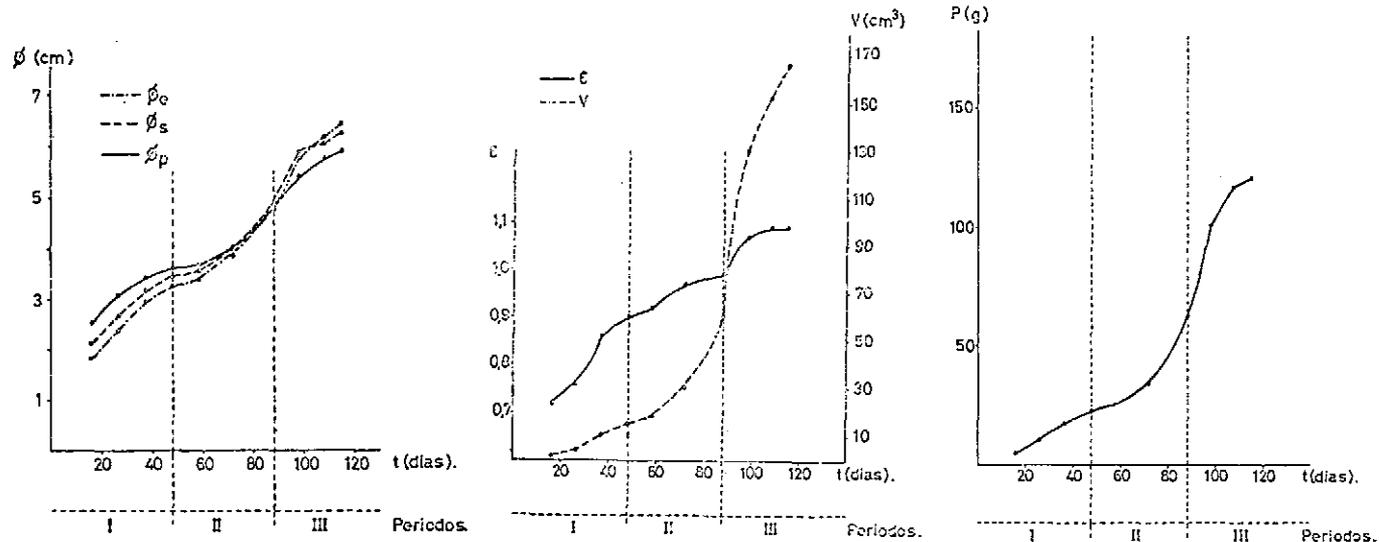


FIGURA 2

Evolución de los diámetros, volumen, esfericidad y peso del melocotón Jerónimo durante su desarrollo

Las ecuaciones polinómicas que más se ajustan a los puntos experimentales se muestran en la tabla IV, en la que se exponen, junto a aquéllas, los coeficientes de correlación que nos indican un excelente ajuste. Con dichas ecuaciones podemos conocer con bastante aproximación el valor que tendrá el parámetro en cuestión al cabo de un cierto tiempo.

TABLA IV

Ecuaciones de regresión y coeficientes de correlación existentes entre los parámetros físicos del fruto y los días transcurridos desde el cuaje del mismo

$\varnothing_p = -2,5 \cdot 10^{-7} t^4 + 6,8 \cdot 10^{-5} t^3 - 6,2 \cdot 10^{-3} t^2 + 2,4 \cdot 10^{-1} t - 9 \cdot 10^{-2}$; r = 0,9992
$\varnothing_s = -2,8 \cdot 10^{-7} t^4 + 7,5 \cdot 10^{-5} t^3 - 6,7 \cdot 10^{-3} t^2 + 2,6 \cdot 10^{-1} t - 7,7 \cdot 10^{-1}$; r = 0,9974
$\varnothing_e = -2,5 \cdot 10^{-7} t^4 + 6,8 \cdot 10^{-5} t^3 - 6,2 \cdot 10^{-3} t^2 + 2,5 \cdot 10^{-1} t - 9,9 \cdot 10^{-1}$; r = 0,9977
$V = -1,0 \cdot 10^{-5} t^4 + 2,9 \cdot 10^{-3} t^3 - 2,4 \cdot 10^{-1} t^2 + 8,16 t - 81,0$; r = 0,9906
$P = -8,3 \cdot 10^{-6} t^4 + 2,2 \cdot 10^{-3} t^3 - 1,9 \cdot 10^{-1} t^2 + 6,48 t - 61,8$; r = 0,9952

\varnothing_p , \varnothing_s , \varnothing_e , V, P y t tienen el mismo significado que en las tablas anteriores.

Asimismo, en la tabla V se relacionan las ecuaciones que nos permiten conocer, en función del calibre del fruto, el peso del mismo.

TABLA V

Ecuaciones de regresión y coeficientes de correlación entre características físicas

$P = 38,2 \varnothing_p - 1,09$; r = 0,9809
$P = 30,2 \varnothing_s - 75,0$; r = 0,9784
$P = 27,7 \varnothing_e - 61,4$; r = 0,9818
$P = 0,7 V + 10,54$; r = 0,9951

Todos los símbolos tienen el significado anteriormente expuesto.

Estos dos grupos de ecuaciones hacen posible el control del tamaño y peso del fruto sin necesidad de desprenderlo del árbol, lo cual puede tener aplicación tanto desde el punto de su comercialización en fresco como para establecer una correcta planificación de su elaboración industrial.

Un más completo estudio del desarrollo físico del fruto se puede llevar a cabo si consideramos en lugar de los valores absolutos de cada parámetro los incrementos de los mismos de una etapa a la siguiente en relación al tiempo transcurrido entre ambas. Este dato, apreciable-

mente más significativo, puede denominarse «intensidad de desarrollo absoluta» de aquéllos a lo largo de las distintas etapas (tabla VI y figura 3).

En ellas se aprecian dos períodos de disminución de la intensidad de desarrollo absoluta. El primero, que abarca de la etapa 3 a la 5, coincide con la primera inflexión de la doble sigmoide característica (figura 2), zona que corresponde a un período de reposo en el crecimiento del fruto. El segundo se inicia en la etapa 8 y marca el momento en el que las dimensiones de aquél se mantienen prácticamente constantes, debido a la gran disminución de su capacidad de desarrollo.

Si en lugar de la intensidad de desarrollo absoluta consideramos la relativa, definida como $\Delta P/P\Delta t$ (12,15), ésta puede proporcionar de forma más clara la influencia sobre la intensidad de formación de materia de la masa celular ya existente. Los valores obtenidos con este criterio y su representación gráfica se muestran en la tabla VI y figura 4.

En dicha representación se aprecian dos disminuciones en los valores de la mencionada relación, que coinciden aproximadamente con los dos períodos existentes a lo largo del desarrollo. Ello es debido a un resurgimiento de esa capacidad activa de desarrollo en esas etapas de la masa celular ya formada.

El aumento de los valores de la intensidad relativa de crecimiento, correspondiente al período comprendido entre las dos fases de reposo, es debido a un resurgimiento de esa capacidad activa ya mencionada. Este aumento se manifiesta en la evolución del fruto como un incremento triple en su peso en un tiempo que es la mitad del transcurrido hasta ese momento.

Los datos encontrados en el presente estudio físico del desarrollo del melocotón Jerónimo y la forma de las gráficas correspondientes a los mismos nos inducen a considerar al parámetro «intensidad de desarrollo» como más significativo para estudiar la evolución física del fruto que cualquier otra dimensión considerada aisladamente.

Asimismo, y desde un punto de vista aplicado de los datos expuestos en la tabla II (dimensiones del fruto), se deduce que es en torno a los 110 días desde el cuaje del fruto cuando, con arreglo a su tamaño y sin tener en cuenta otros parámetros de referencia, se puede iniciar su recolección. El retrasar su separación del árbol, si bien podría dar lugar todavía a un pequeño incremento del calibre, tal y como se observa en la figura 2 (evolución de dimensiones del fruto), hay que tener en cuenta, por otra parte, el posible inicio de la degradación de los principales componentes orgánicos.

TABLA VI

Evolución de las intensidades absolutas y relativas de desarrollo de los diámetros, volumen y peso del melocotón Jerónimo

Muestra	Periodo	t	$\frac{\Delta\phi_v}{\Delta t}$	$\frac{\Delta\phi_v}{\phi_v \Delta t}$	$\frac{\Delta\phi_s}{\Delta t}$	$\frac{\Delta\phi_s}{\phi_s \Delta t}$	$\frac{\Delta\phi_o}{\Delta t}$	$\frac{\Delta\phi_o}{\phi_o \Delta t}$	$\frac{\Delta V}{\Delta t}$	$\frac{\Delta V}{V \Delta t}$	$\frac{\Delta P}{\Delta t}$	$\frac{\Delta P}{P \Delta t}$
1		16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2	I	26	0,056	0,0222	0,054	0,0256	0,054	0,0295	0,243	0,0568	0,510	0,0505
3		37	0,032	0,0103	0,048	0,0181	0,053	0,0223	0,585	0,0546	0,660	0,0378
4		48	0,015	0,0041	0,024	0,0069	0,028	0,0085	0,451	0,0287	0,460	0,0203
5	II	58	0,006	0,0016	0,011	0,0030	0,013	0,0038	0,271	0,0147	0,250	0,0098
6		72	0,022	0,0016	0,032	0,0079	0,033	0,0085	0,886	0,0287	0,780	0,0227
7		88	0,051	0,0106	0,056	0,0113	0,055	0,0115	1,855	0,0306	1,780	0,0283
8	III	98	0,061	0,0112	0,096	0,0163	0,104	0,0179	6,988	0,0535	3,850	0,0379
9		108	0,035	0,0060	0,020	0,0032	0,037	0,0060	2,200	0,0144	1,600	0,0136
10		115	0,021	0,0035	0,025	0,0040	0,038	0,0059	1,990	0,0119	0,800	0,0065

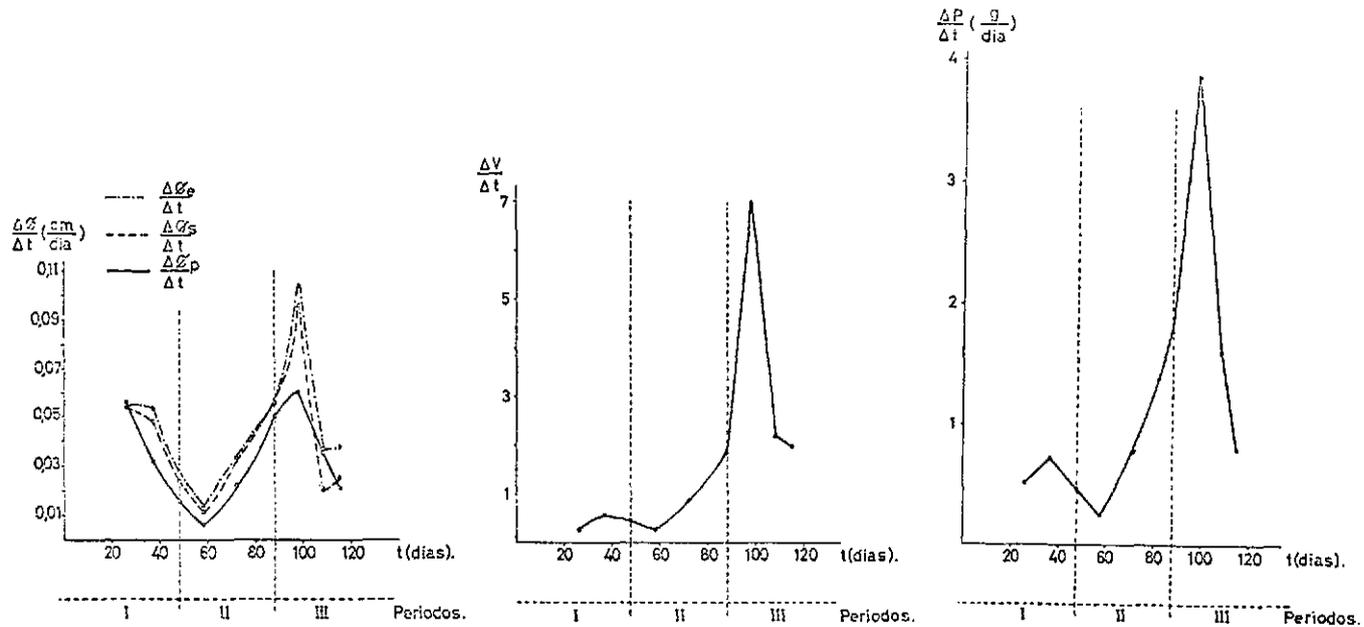


Figura 3
 volumen y peso del melocotón Jerónimo.
 Evolución de la intensidad absoluta de desarrollo de los diámetros,

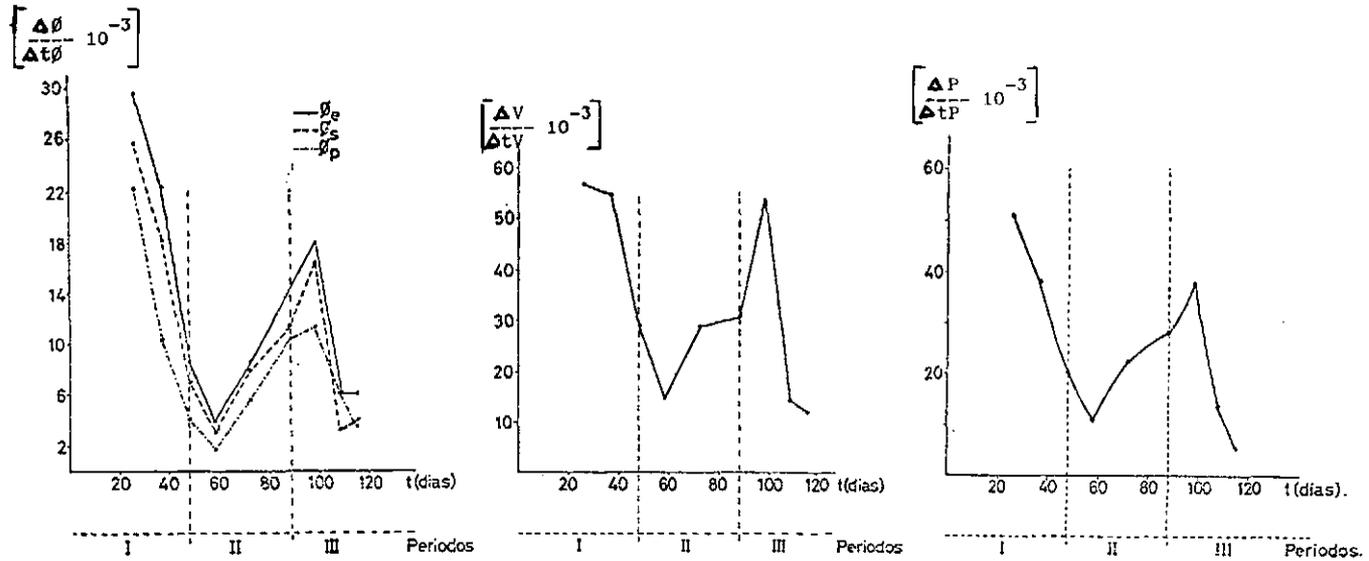


FIGURA 4

Evolución de la intensidad relativa de desarrollo de los diámetros, volumen y peso del melocotón Jerónimo

BIBLIOGRAFIA

1. AMER, F. A., y WILLIAMS, W. T. (1957), «Leaf area growth in "Pelargonium zonale"», *Anal. Botany.*, 21, 339.
2. PROESTING, Jr. E. L. (1962), «Factors influencing the relationship of harvest diameter to reference date diameter of Elberta peaches», *Proc. Am. Soc. Hort. Sci.*, 80, 154.
3. ROMOJARO, F. (1972), *Aspectos agrobiológicos en la industrialización del limón*. Tesis Doctoral, Universidad de Murcia.
4. BANET, E. (1978), *Nutrición del pomelo Marsh y estudio evolutivo del fruto*. Tesis Doctoral, Universidad de Murcia.
5. NAVARRO, G. (1978), *Contribución al estudio del desarrollo y conservación por liofilización del melocotón Jerónimo (Prunus persica L. Batsch)*. Tesis Doctoral, Universidad de Murcia.
6. FERNÁNDEZ, F. G.; GUILLÉN, M. G., y CARO, M. (1965), «Evolución de nutrientes en hojas de frutales. II, Melocotonero», *Anal. Edaf. Agrobiol.*, 24, 91.
7. CARPENA, O.; MONLLOR, E., y HELLÍN, E. (1970), «Técnica de muestreo foliar en albaricóquero y melocotonero», *Agroq. Tecnol. Alim.*, 10, 132.
8. EGEA, L.; LEÓN, A., y CARPENA, O. (1972), «Nutrition minérale chez certains Prunus L. Influence de l'espèce», *Fruits*, 27, 287.
9. WAREINGS, P. F., y PHILLIPS, I. D. J. (1970), *The control of growth and differentiation in plants*. Ed. Pergamon Press, Londres.
10. FLOOD, A. E.; HULME, A. C., y WOOLTORTON, L. S. C. (1960), «The organic acid metabolism of Cox's Orange Pipping aples. I. Some effects of the addition of organic acids to the peel of the fruits», *J. Exptl. Botany*, 11, 316.
11. BAIN, J. M. (1961), «Some morphological, anatomical and physiological changes in the pear fruit during development and following harvest», *Australian J. Botany*, 9, 99.
12. MILTHORPE, F. L., y MOORBY, J. (1974), *An introduction to crop physiology*. Ed. Cambridge University Press, Londres.
13. CRANE, J. C.; REBEIZ, C. A., y CAMPBELL, Q. C. (1961), «Gibberellin-induced partenocarpy in the hale peach and the probable cause of button production», *Proc. Am. Soc. Hort. Sci.*, 78, 111.
14. REBEIZ, C. A., y CRANE, J. C. (1961), «Growth regulator-induced partenocarpy in the Bing cherry», *Proc. Am. Soc. Hort. Sci.*, 78, 69.
15. WAREING, P. F., y PHILLIPS, I. D. J. (1970), *The control of growth and differentiation in plants*. Ed. Pergamon Press, Oxford, Inglaterra.