

Evolución de los parámetros físicos del fruto de limonero, variedad fino, mediante fertirrigación

R. Madrid, C. Ferrer, J. S. Ferrando, E. Pérez-Crespo, E. Balsalobre.
Departamento de Química Agrícola, Geología y Edafología.
Facultad de Ciencias Químicas y Matemáticas. Universidad de Murcia.

Recibido: 23-3-88
Aceptado: 30-12-88

Evolution of physical parameters of the lemon fruit, fino variety, under drip irrigation.

Summary: The seasonal evolution of several physical parameters of the fruit and its parts, is studied, for the lemon Fino variety, under fertilized irrigation system with suitable program. The analysis of this results is completed with others the juice and fruit results, in the second part of this work. Conclusion on the influence of the controled fertilization respect to the growth and quality of the fruit are presented.

A statistical study of the different parameters tested is realized, and the evolution with the time and the fruit weight, is represented.

Key words: Lemon drip irrigation soil.

INTRODUCCIÓN

Factores influyentes en el desarrollo de los cultivos, desde el punto de vista nutricional, son la asimilación de nutrientes, las necesidades hídricas y la fotosíntesis. En nuestra investigación, se estudia el desarrollo del fruto del limonero, variedad Fino, controlando el riego fertilizante (fertirrigación) según demanda mineral e hídrica de la planta, mediante una actuación racional y equilibrada según programas de fertirrigación (LEÓN y col., 1983; MADRID y col. 1986) ^{3,5}.

El tamaño de los frutos viene influenciado por factores internos, la denominada potencialidad genética y factores externos al fruto, que determinan la disponibilidad de metabolitos para su crecimiento, tales como elementos minerales, carbohidratos, agua, etcétera, en el sentido más amplio (GUARDIOLA, 1987) ².

El grado de humedad que se alcanza en la zona radicular, bulbo húmedo formado en el suelo por el sistema de

riego por goteo utilizado, es controlado constantemente, debiendo presentar niveles por encima de la capacidad de campo; que a su vez está influenciada por la evapotranspiración y la concentración de sales en el suelo. El aporte de fertilizante mediante la técnica utilizada, debe cubrir en todo momento la demanda de la planta y presentar niveles óptimos, bajo las condiciones físicas y químicas del suelo, que pueden influir en la absorción de determinados elementos (MADRID y col., 1987) ⁶.

Llorente y col ⁴ estudian en el limonero Verna y Primofiore la evolución con el tiempo del contenido en zumo y bagazo, como factores íntimamente ligados a la calidad del limón (1976) y Banet, E. (1978) ¹ los estudia en pomelo Marsh.

Se determinan los parámetros físicos y químicos del suelo de las parcelas plantadas con limoneros y de las aguas de riego utilizadas. Se aplican los programas de fertirrigación adecuados. Se estudian los parámetros físicos del fruto, desde el cuajado al corte, obteniendo las curvas de

TABLA 1. Datos climáticos, valores medios

Año	Precipit. med. anual (mm)	Humedad rel. media (%)	Temperatura media (°C)	Número días precipit.	Precipitación total (mm)	Número hr. sol
1985	782	61.3	18.5	83.0	276	2680
1986	779	63.0	18.4	89.0	341	2634

crecimiento de los diámetros ecuatorial y longitudinal del fruto y mamelón; junto al porcentaje y espesor de corteza, esfericidad, excentricidad y la variación estacional de los valores incrementales de altura y diámetro del fruto (MELDRERAS y col., 1983; YAGEV, 1977)^{7,10}.

También se estudia la variación con el tiempo, de la superficie, volumen y pesos de fruto, gajos, corteza, bagazo y semillas. Paralelamente se estudia la evolución del peso, volumen y porcentaje de zumo, suero y pulpa.

Es de interés estudiar las relaciones entre diversos parámetros ensayados, y obtener las ecuaciones de las curvas correspondientes. Se realiza, finalmente, un estudio descriptivo y estadístico de la variación estacional de los distintos parámetros analizados.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las parcelas en estudio se encuentran en la provincia de Alicante, en la parte meridional junto a Algarfa, cultivadas

con limoneros adultos de la variedad Fino, sobre pie de naranjo amargo, con ocho años en el momento del estudio.

En la tabla 1, se muestran los datos climáticos correspondientes a los valores medios de los parámetros considerados, para la zona en donde se encuentran ubicadas las parcelas.

Los suelos de ambas parcelas fueron roturados y abanacados en su día, resultando antropizados y permeables. No presentan en ningún caso problemas de retención de agua ni mal desarrollo del sistema radicular de las plantaciones de limoneros.

En la tabla 2 se muestran los valores de los análisis correspondientes a la capa arable de suelo, correspondiente a la franja entre árboles, para un muestreo representativo.

El suelo presenta un alto contenido en carbonatos totales; poder clorosante de medio a alto; bajo contenido en materia orgánica y nitrógeno; la relación carbono/nitrógeno es normal, valor 11 en el primer año y 11.8 para el segundo;

TABLA 2. Análisis del horizonte antrópico del suelo

Años	1985	1986
Carbonato total (%)	51.0	50.3
Carbonato activo (%)	15.0	15.2
Carbono total (%)	0.55	0.57
Materia orgánica (%)	0.95	0.99
Nitrógeno total (%)	0.050	0.048
Relación C/N	11.0	11.8
Fósforo asimilable (ppm)	7.00	6.39
pH (agua)	7.70	7.75
pH (ClK)	7.10	7.12
EC ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	605	645
Cloruros (meq./100 g.)	0.30	0.28
Sulfatos (meq./100 g.)	1.40	1.39
C.C.C. (meq./100 g.)	9.00	9.20
Potasio de Cambio (meq./100 g.)	0.32	0.35
Sódio de Cambio (meq./100 g.)	0.17	0.18
Magnesio de Cambio (meq./100 g.)	5.60	5.35
Calcio de Cambio (meq./100 g.)	3.36	3.40
Arena gruesa (%)	11.30	11.50
Arena fina (%)	36.80	36.70
Limo (%)	25.40	25.10
Arcilla (%)	26.50	26.20
Textura: Franco-Arcillo-Arenosa		

TABLA 3. Análisis de aguas de riego

Año	pH	CE(μ S/Cm)	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	CO ₃ ²⁻	CO ₃ H ⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	SAR	I.Eaton	Dur. (°F)	I.Scott	Sol. Dis.(g/l)
			(meq./l)												
1985	8.15	1900	10.00	4.16	—	4.60	4.20	5.40	8.25	0.26	3.77	-6.65	48.00	8.52	1.18
1986	8.30	1935	10.60	3.86	0.10	3.80	3.72	5.26	11.31	0.24	5.34	-5.08	51.10	5.35	1.20

TABLA 4. Calendario de tomas de muestras de fruto y edad a partir del cuajado

Fecha (1985)	24/5	16/6	1/7	10/7	22/7	5/8	19/8	11/9	30/9	14/10	27/10	10/11	24/11	8/12	26/12
T(Días)	39	62	77	86	98	112	126	149	168	182	195	209	223	237	254
Δ T(Días)	39	23	15	9	12	14	14	23	19	14	13	14	14	14	17
Fecha (1986)	23/5	16/6	30/6	—	23/7	7/8	19/8	8/9	30/9	15/10	27/10	12/11	23/11	8/12	27/12
T(Días)	37	61	75	—	98	113	125	145	167	182	194	210	221	236	255
Δ T(Días)	37	24	14	—	23	15	12	20	22	15	12	16	11	15	19

capacidad de cambio catiónica media y alta saturación en calcio; textura franco-arcillo-arenosa.

Hay que tener presente que el limonero es exigente en cuanto permeabilidad al aire y al agua, siendo buena en ambos suelos, así como su profundidad. La naturaleza física del suelo, particularmente estructura y textura, tiene gran importancia respecto al buen desarrollo de estos frutales, no debiendo ser limitante respecto al sistema radicular.

Si bien los cítricos, en general, son poco exigentes respecto al suelo, en relación a la fertilidad del mismo, es necesario considerar las propiedades físicas así como las químicas y fisico-químicas, y conocer el estado actual y disponibilidad de nutrientes, dado que la variedad en estudio es de las más sensibles.

La recogida de muestras de aguas de riego se han efectuado siguiendo las normas habituales. En la tabla 3 se muestran los resultados analíticos correspondientes al agua utilizada en la explotación agrícola, para los dos años de ensayo.

El agua utilizada en la finca no presenta problemas de permeabilidad. Los valores de sodio y cloruro son algo altos, lo que implica ligeros problemas de toxicidad específica de intensidad media y escaso riesgo de salinización del suelo. La dureza es algo elevada y según el valor de carbonato sódico residual es recomendable; el valor del coeficiente alcalimétrico indica que es tolerable.

En la toma de muestra de fruto, para las parcelas con límites perfectamente reconocibles, con aproximadamente 100 árboles adultos, se muestrean 22 árboles en cada parcela, recogiendo los frutos del tercio medio, de la periferia y el interior, dando una vuelta completa. En las cinco primeras tomas se recogen 42 frutos/árbol. La primera reco-

gida se efectúa a los 39 días del cuajado del fruto. Se establece, como fecha aproximada del cuajado del fruto, el día 15 de abril para 1985 y 16 de abril para 1986.

En la tabla 4 se muestra el calendario de tomas de muestras de fruto a lo largo de su desarrollo para las dos campañas consideradas, efectuándose a continuación las determinaciones de los parámetros físicos establecidos, según la periodicidad señalada.

En la tabla 5 se muestra el programa de fertilización estacional correspondiente, aplicado en ambas parcelas de estudio, junto con el programa de riego efectuado.

En el primer caso se exponen las cantidades y tipo de fertilizante aplicado en cada período de tiempo, expresado en gramos/árbol; junto al riego en litros agua/árbol/mes.

Se lleva a cabo de forma simultánea, el riego y la fertilización, haciendo uso en ambas parcelas del sistema de goteros y conducciones, instrumentos de mezcla y distribución y automatismos de control e instalaciones fijas, con fertilizantes de alta solubilidad y pureza, con un mayor índice de aprovechamiento que en los fertilizantes clásicos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La calidad de los frutos cítricos está asociada, entre otros, a sus medidas físicas y a su contenido en zumo, considerado como índice de madurez (OCDE, 1971)⁹, junto a los parámetros que permiten establecer el momento óptimo de la recogida. El Ministerio de Agricultura español en 1974⁸ publica la norma de calidad para cítricos, que incluye a limones, naranjas, mandarinas y pomelos.

En cada uno de los gráficos que se muestran a continua-

TABLA 5. Programa de fertilización estacional

Año 1985	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII					
Fertilizantes	PO ₄ H ₃	NO ₃ K-F _e - EDDHA	NO ₃ K	NO ₃ NH ₄	NO ₃ NH ₄	Sol.N(32%)	PO ₄ H ₃ - NO ₃ K	Sol.N(32%)	Sol.N(32%)- NO ₃ K-QF _E	NO ₃ K-QF _E	PO ₄ H ₃	PO ₄ H ₃					
(g/árbol)	154	230	28	230	365	365	570	232	230	380	190	96	3	154	4	153	153
Agua(l/árbol)	800	800	1000	1350	1350	1400	1400	1400	1400	1350	1000	800	800				
Año 1986																	
Fertilizantes										NO ₃ K							
(g/árbol)	160	350	30	350	520	520	820	240	350	545	275	115	8	230	155	155	
Agua(l/árbol)	600	1000	1400	1800	2200	3000	3600	3400	3000	3000	2000	1000	600				

ción, aparecen los valores medios estadísticos, relacionados con la edad de desarrollo del fruto.

La variación estacional de los diámetros ecuatorial y longitudinal del fruto se representan en la figura 1, junto a la esfericidad, que corresponde a la razón entre los diámetros ecuatorial y longitudinal del fruto (ϕ_E/h) y la excentricidad del fruto ($e = h^2 - \phi_E^2$). Los dos parámetros primariamente señalados presentan curvas de crecimiento semejantes en su forma, siendo en todo momento más elevados los valores correspondientes a la altura del fruto (h). Se obtienen curvas de crecimiento que en la mayoría de los casos responden a expresiones de tipo logarítmico, al proceder al ajuste por el método de mínimos cuadrados, apli-

cables a valores de ordenada positivos, y considerando las fechas siguientes al cuajado del fruto.

La velocidad del crecimiento de los parámetros considerados modifica su pendiente con el momento de desarrollo del fruto, siendo esta mayor en los primeros meses después del cuajado, llegando a ser nula al final del desarrollo o invirtiendo su signo al superar la época adecuada de recolección. En la figura 1, se evidencia de forma gráfica lo expuesto, al representar los valores incrementales para la altura y diámetro ecuatorial frente a la edad del fruto expresada en días; aparecen unos dientes de sierra que reducen su tamaño con el tiempo; los valores incrementales absolutos son mayores al comienzo de la experiencia.

En la evolución temporal de la esfericidad, se pone de manifiesto la influencia o mayor desarrollo de uno u otro diámetro según el momento de crecimiento del fruto. Se observa una constancia de la razón hasta aproximadamente los 90 días a partir del cuajado del fruto, con una rápida elevación hasta alcanzar un nuevo sostenimiento de la razón que se produce desde aproximadamente 120 días hasta el corte del fruto. La excentricidad presenta una curva de evolución inversa a la anterior.

Las curvas de crecimiento de diámetro y altura de mamelón, representadas en la figura 2 muestran que los diá-

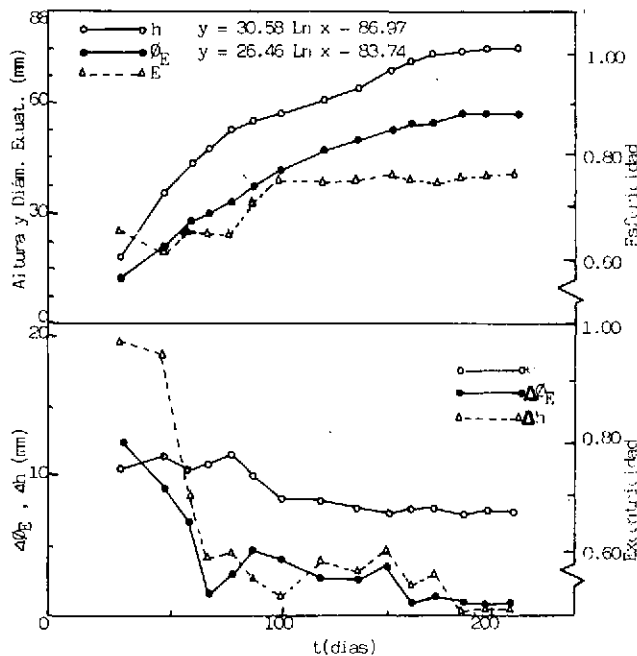


FIGURA 1. Variación estacional de la altura, el diámetro ecuatorial, esfericidad y excentricidad del fruto. Valores incrementales de la altura y el diámetro. Valores medios, años 1985 y 1986.

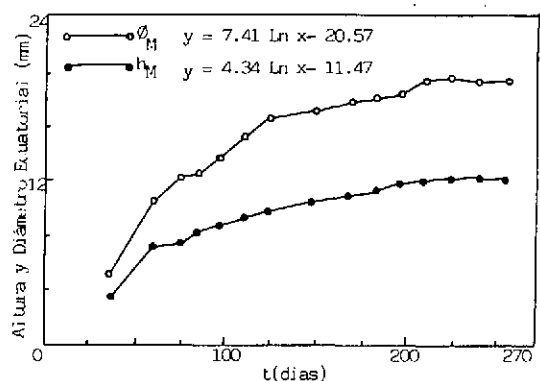


FIGURA 2. Evolución de la altura y diámetro del mamelón con el desarrollo del fruto.



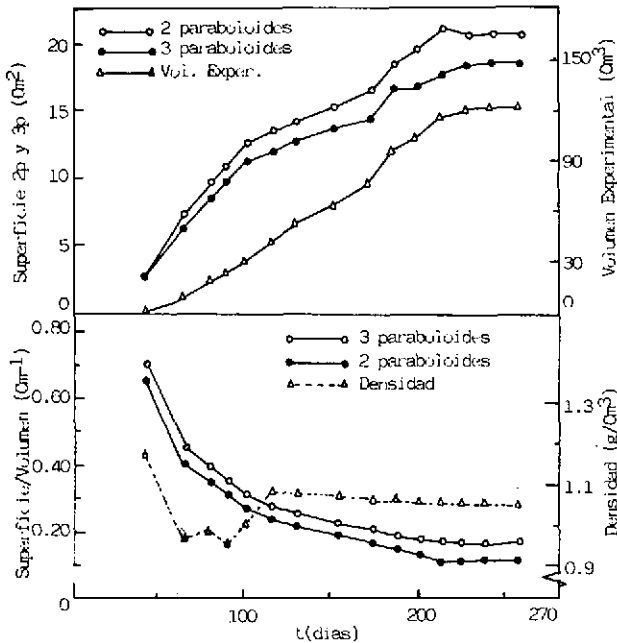


FIGURA 3. Variación estacional de la superficie teórica, para dos y tres paraboloides, y el volumen experimental del fruto. Variación de las relaciones Superficie/Volumen experimental para 2 y 3 paraboloides y densidad del fruto.

metros son mayores que las alturas a lo largo de todo el desarrollo, al contrario de lo que ocurre en el fruto.

La superficie teórica del limón se ha calculado considerando que está formando, en un caso por dos paraboloides y en otro por tres paraboloides. En la figura 3 aparecen las variaciones estacionales correspondientes, observándose valores próximos en ambos casos, aunque algo menores cuando se considera el limón constituido por tres paraboloides.

La expresión utilizada para la determinación de la superficie desarrollada por un paraboloides corresponde a: $S = 4\pi / 3((y + 1/4)^{1.5} - (1/y)^{1.5})$; donde y es la altura considerada en cada caso.

En la misma figura 3(1), se representa la evolución estacional del volumen experimental, obtenido mediante dispositivo apropiado de desplazamiento de volumen de líquido.

En la segunda parte de la figura 3, se representan las relaciones superficie/volumen experimental y densidad del fruto.

La curva de crecimiento del volumen experimental muestra un incremento gradual a lo largo del desarrollo del fruto y una estabilización en la última etapa, previa al corte.

Para las relaciones superficie/volumen experimental, se observa una rápida disminución inicial y un posterior sostenimiento hasta el final del ciclo evolutivo, lo que evidencia un aumento proporcional y equilibrado del fruto con el desarrollo para la superficie y el volumen, al acercarse al momento del corte.

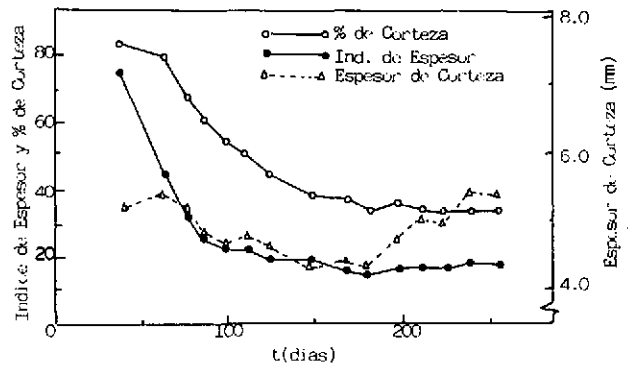


FIGURA 4. Variación estacional del porcentaje y espesor de corteza, y el índice de espesor del fruto de limón.

La evolución estacional de la densidad del fruto, muestra inicialmente una brusca disminución, aumentando a partir de los 121 días y manteniéndose prácticamente constante hasta el final de la evolución, siendo su valor en torno a 1.1 g/l.

En la figura 4 se representan las variaciones estacionales del porcentaje y espesor de corteza de limón, y el índice de espesor.

El espesor de la corteza presenta un mínimo entre los 150 y 180 días; inicialmente la curva de evolución muestra una pendiente acentuada, lo que indica que la mayor proporción del fruto corresponde a la corteza, estabilizándose los valores del espesor al aumentar el tamaño del fruto con la formación de los gajos.

El índice de espesor de corteza viene dado por la expresión $E_c \cdot 2.100 / \phi_E (E_c, \text{ espesor de corteza; } \phi_E, \text{ diámetro ecuatorial del fruto})$, y su representación gráfica corresponde a curvas con una caída muy acentuada en los primeros estadios de desarrollo del fruto, hasta alcanzar un valor prácticamente constante, que se mantiene hasta el momento de corte del fruto. La curva correspondiente al porcentaje de corteza es de igual forma que la anterior.

Una de las características físicas directamente relacionada con la producción, es el peso del fruto, que viene determinado por dos factores fundamentales: uno su tamaño, en el cual están implicados diámetro y altura; y otro la densidad, dependiente de su contenido en zumo, sólidos solubles y corteza. En la figura 5 aparecen, respectivamente, las variaciones estacionales correspondientes al peso del fruto, gajos, bagazo, corteza y semillas.

El sentido evolutivo correspondiente al peso de fruto, gajos y bagazo es bastante similar, presentando forma constantemente creciente, y las tres evoluciones un máximo de peso en el mismo momento del ciclo, 223 días desde el inicio del cuaje. A partir de estas fechas, el ritmo de crecimiento se anula y mantiene incluso cierta tendencia a la disminución de peso en épocas posteriores.

La evolución de los pesos de corteza ofrece diferencias significativas, lo que indica que su crecimiento no está en relación con los tres parámetros anteriores. El punto de encuentro y el aumento de la curva correspondiente al peso de los gajos con respecto a la curva de crecimiento de



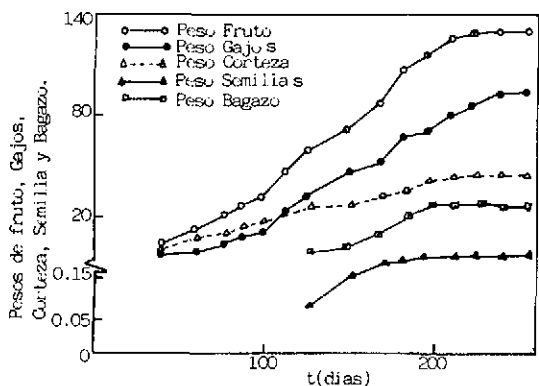


FIGURA 5. Variación estacional de los pesos de semillas gajos, bagazo, corteza y fruto de limón.

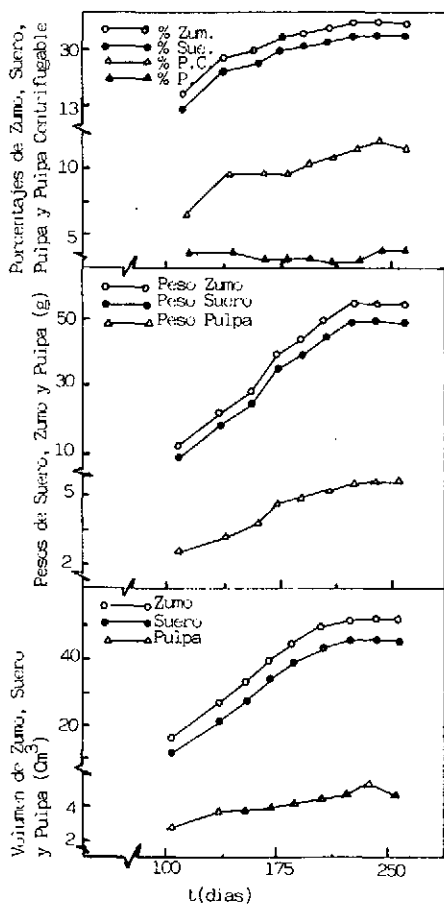


FIGURA 6. Variación estacional de los porcentajes de zumo, suero, pulpa y pulpa centrifugable (I). Variación de los pesos de zumo, suero y pulpa (II). Variación de los volúmenes de zumo, suero y pulpa (III).

la corteza, indica el momento a partir del cual los gajos contribuyen al peso del fruto en mayor proporción que la corteza; presentándose esta circunstancia con anterioridad en el tiempo.

La curva de crecimiento del peso de las semillas con su desarrollo, muestra inicialmente una pendiente acentuada, lo que evidencia un crecimiento rápido, estabilizándose a continuación.

La mayor razón incremental de los pesos se produce entre el quinto y el sexto mes a partir de la fructificación, experimentando una importante reducción al llegar la época de la recolección. No se aprecian comportamientos dispares para las floraciones.

Dentro de los parámetros físicos referidos al zumo de limón, se ha seguido la evolución estacional de peso y volumen de zumo y sus fracciones suero y pulpa, junto al porcentaje de cada uno de ellos referido al peso global del fruto y el porcentaje de pulpa centrifugable, representados en la figura 6.

Junto con el porcentaje en peso de corteza, una medida física de interés en la definición de calidad de los cítricos es el porcentaje en peso de zumo relacionado con la totalidad del fruto, característica limitante en las normas de calidad de la O.C.D.E. (1971)⁹.

Las curvas evolutivas de los tres parámetros muestran forma similar, excepto el porcentaje en pulpa que tras una breve disminución inicial se mantiene prácticamente constante hasta el final del ciclo. También para esta variedad observamos un cierto incremento de los valores en función del tiempo, quedando limitados después de transcurrir 223 días desde el cuaje, mostrando finalmente una tendencia a la disminución. Estos momentos marcan con bastante claridad los correspondientes al corte de la cosecha sin detrimento en las funciones fisiológicas normales del fruto.

La variación estacional del porcentaje de pulpa centru-

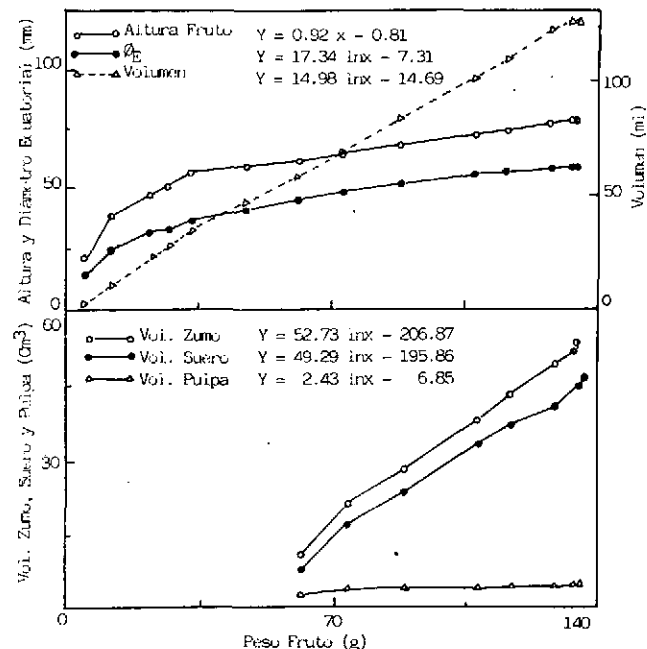


FIGURA 7. Relación de la altura, diámetro ecuatorial y volumen del fruto con el peso del mismo (I). Volúmenes de zumo, suero y pulpa con el peso del fruto (II).



TABLA 6. Resultados estadísticos de las determinaciones y relaciones obtenidas

Parámetro	Valor máx.	Valor mín.	Valor (X) prom.	Desv. Típica(S)	(S/X)× 100
H Fruto (mm)	79.00	21.00	62.01	16.38	26.41
D Fruto (mm)	60.08	14.00	45.19	14.11	31.23
Esfericidad	0.77	0.63	0.72	0.05	7.27
Excentricidad	0.78	0.64	0.69	0.05	7.43
H Mamelón (mm)	12.02	3.50	9.66	2.31	24.13
D Mamelón (mm)	19.40	5.07	15.52	3.39	25.71
Superficie 2P (Cm ²)	20.99	2.94	15.03	5.34	35.52
Superficie 3P (Cm ²)	18.40	2.58	13.16	4.69	35.58
Vol. Experimental (Cm ³)	123.24	1.87	68.32	42.79	62.64
Vol. Elipsoidal (Cm ³)	194.14	2.37	82.32	52.10	63.30
Densidad (g/Cm ³)	1.20	1.03	1.10	0.04	3.47
Espesor Corteza (mm)	5.46	4.31	4.92	0.36	7.38
Índice Espesor	74.43	15.45	25.95	15.06	58.03
% Corteza	84.74	34.27	48.83	16.72	34.24
N. Semilla	15.00	1.00	7.59	3.70	48.75
N. Gajos	11.00	8.00	9.72	0.83	8.54
Peso Fruto (g)	134.32	5.93	74.99	46.40	61.87
Peso Corteza (g)	47.00	5.01	29.60	13.86	46.81
Peso Bagazo (g)	29.35	17.67	25.80	3.88	15.03
Peso Semillas (g)	0.14	0.07	0.12	0.02	16.72
Peso gajos (g)	88.06	6.10	45.18	32.67	72.31
Peso Zumo (g)	54.63	11.12	39.62	14.99	37.83
Peso Suero (g)	50.05	8.75	35.91	14.15	39.41
Peso Pulpa (g)	4.73	2.36	3.74	0.82	21.93
Vol. Zumos (ml)	52.75	10.83	38.42	14.34	37.32
Vol. Suero (ml)	47.54	7.81	33.41	13.43	40.21
Vol. Pulpa (ml)	5.27	3.01	4.50	0.65	14.43
% Zumos	41.11	18.00	34.97	7.05	20.15
% Suero	37.67	14.16	31.52	7.18	22.78
% Pulpa	3.82	3.24	3.48	0.18	5.10
% Pulpa Centr.	10.54	6.02	9.00	1.30	14.43

gible experimenta un aumento acentuado para los primeros estadios de desarrollo del fruto, llegando al final del período estudiado a una disminución.

Las curvas evolutivas correspondientes al volumen de zumo y de suero presentan una forma similar. Se produce un incremento de los valores de volumen en función del tiempo, que son menos acentuados al final del período evolutivo estudiado.

Las curvas evolutivas del peso de zumo, suero y pulpa presentan forma similar para los tres parámetros; se observa un incremento gradual con el tiempo y sostenimiento, e incluso disminución.

En la tabla 6 aparecen los resultados estadísticos correspondientes a los distintos parámetros físicos estudiados y sus relaciones, durante el desarrollo del fruto.

En la figura 7 se muestran las relaciones entre altura, diámetro ecuatorial y volumen del fruto con el peso del mismo y la relación de volúmenes de zumo, suero y pulpa con el peso del fruto.

La relación entre los diámetros longitudinal (altura) y ecuatorial del fruto con su peso responde a ecuaciones de

tipo logarítmico, mientras la relación con el volumen es de tipo lineal, cuyos parámetros de regresión se representan en la figura 7. La evolución de los volúmenes de zumo, suero y pulpa frente al peso del fruto responde a ecuaciones de tipo logarítmico.

El ajuste de curvas se efectúa mediante la utilización de un programa elaborado según el método de los mínimos cuadrados, tanto en las ecuaciones originales (línea recta y curva logarítmica), como en las ecuaciones transformadas (curvas exponencial y potencial).

CONCLUSIONES

La razón de los diámetros del fruto, esfericidad, es bastante homogénea, con mayores disparidades en los 100 primeros días de desarrollo, a partir de los cuales se produce una constancia. El estudio estadístico de la calibración de los frutos muestra una alta homogeneidad.

Una vez alcanzado el nivel óptimo de desarrollo del fruto, el retraso en la recolección, permite una ligera dis-

minución en el rendimiento, y disminución del tamaño del fruto. El espesor de corteza presenta un mínimo al comienzo de la segunda mitad del desarrollo del fruto.

Las curvas evolutivas correspondientes a las relaciones superficie/volumen experimental del fruto del limón presentan una constancia, alrededor de 0.20 cm^{-1} . También la densidad presenta una constancia en torno a 1.15 g/Cm^3 , después de una depresión inicial de hasta 1.05 g/Cm^3 .

La relación entre los diámetros longitudinal y ecuatorial del fruto con su peso responde a ecuaciones de tipo logarítmico, mientras la relación con el volumen es de tipo lineal.

Dada la enorme influencia que los factores climáticos pueden ejercer sobre la producción y calidad de los limones, se entiende esencial el perfecto conocimiento microclimático.

La importancia del agua de riego para los limones, sobre todo en los meses de mayo y septiembre, de escasa precipitación en la zona, queda mejorada, al utilizar la técnica de riego localizado en suelos de buen drenaje.

BIBLIOGRAFÍA

- 1 BANET, E. 1978: Nutrición del pomelo Marsh y estudio evolutivo del fruto. Tesis doctoral. Universidad de Murcia, p. 234.
- 2 GUARDIOLA, J. L. 1987. Factores internos que determinan el tamaño del fruto en los agrios. *Levante Agrícola*, N, 247-250.
- 3 LEÓN, A.; TORRECILLAS, A.; DEL AMOR, F. 1983: La fertirrigación como alternativa en el regadío de la región de Murcia. *Actas V Congreso Nacional de Química. Química y Tecnología del Agua*. Vol. II, 147-156.
- 4 LLORENTE, S.; ROMOJARO, F.; LÓPEZ-ANDREU, F. J.; LEÓN, A. 1976: Aspectos físico-químicos del limón del sureste español. *Agrochimica*. XX, 60-69.
- 5 MADRID, R.; FERRER, C.; FERRANDO, J. S. 1986: Evolución de los parámetros físicos del limón con su desarrollo mediante fertirrigación. XVIII Jornadas: Uso de los fertilizantes. Zaragoza, ITEA 6, 157-162.
- 6 MADRID, R.; FERRER, C.; FERRANDO, J. S. 1987: Movilidad y distribución de los iones en el suelo, mediante fertirrigación localizada, en el cultivo de cítricos. I Simposio Nacional de fertilización en riego localizado. Almería. Vol. I, 126-138.
- 7 MELENDRERAS, F. A. 1983. Aceites esenciales en limonero (*Citrus limon* Burm. f.). Tesis doctoral. CSIC-Univ. de Murcia, 221-244.
- 8 MINISTERIO DE AGRICULTURA 1974: Norma de los cítricos, p. 63.
- 9 OCDE, 1971: Normalización internationale des fruits et légumes. Paris, pp. 1-50.
- 10 YAGEV, E. 1977: Drip irrigation in citrus orchards. *Proc. Int. Soc. Citriculture*. 1, 110-113.