

Estudio sobre el crecimiento y maduración del «Limón mexicano».

L. HARO-GUZMAN*

ETUDE SUR LA CROISSANCE ET LA MATURATION DE LA LIME MEXICAINE

L. HARO-GUZMAN

Fruits, juin 1979, vol. 34, n° 6, p. 417-422.

RESUME - La croissance et l'évolution des fruits de *C. aurantifolia* CHRISM. a donné lieu à des observations échelonnées depuis le début de la formation du fruit jusqu'à maturité totale. Deux séries de mesures ont été menées simultanément. L'une sur limettier greffé sur bigaradier, l'autre sur limettier greffé sur *C. macrophylla*. Elles portent sur le poids du fruit, le diamètre, la couleur de l'écorce, la teneur en huile essentielle, la teneur en jus, l'acidité libre, l'indice formol, les sucres totaux et réducteurs, le pH et l'acide ascorbique. Le greffage sur bigaradier est responsable d'un développement plus lent du limettier. Les fruits atteignent leurs qualités optimales quand ils commencent à jaunir. On n'a pas trouvé de relations directes entre le volume des précipitations atmosphériques et les changements de composition du fruit.

La lime mexicaine, Citrus aurantifolia CHRISM., vulgairement appelée citron vert, a déjà donné lieu à une étude réalisée sur la Station de Recherches agronomiques de Corse à San Giuliano (Fruits, vol. 33, n° 10, p. 701-715). Les résultats exposés dans notre revue pourraient sans doute paraître incomplets, la latitude de la Station de San Giuliano se trouvant à la limite Nord de la zone de végétation de la lime. C'est dire tout l'intérêt que présente pour nos lecteurs l'étude menée par L. HARO-GUZMAN au Mexique où la culture de la lime couvre plus de 46.000 hectares. La comparaison des résultats révèle une différence de comportement du fruit. Au Mexique, il s'enrichit en acides jusqu'à la maturation révélée par le jaunissement du zeste. En Corse, l'extrait sec soluble du jus diminue régulièrement et l'acidité varie peu. Une prochaine étude nous apprendra si les facteurs climatiques qui favorisent au Mexique la qualité de la lime exercent aussi une heureuse influence sur la composition de l'huile essentielle de zeste.

R. HUET

OBJETIVO

Determinar como varía la composición química de los frutos durante su crecimiento y maduración y de acuerdo a dos portainjertos utilizados.

MÉTODO DE MUESTREO

En el campo Experimental del Fideicomiso del Limón en Tecmán, Col., se tomaron 15 árboles injertados sobre *C. macrophylla* y 15 sobre naranjo amargo, los cuales fueron plantados en Septiembre de 1975, o sea, con una edad de 2 años 7 meses y durante la floración principal, los días 18 y 19 Abril se mercaron las flores.

*Fideicomiso del Limón - Av. Michoacan n°64 - Mexico 11 D.F. México

La primera muestra se tomó a los 2 meses y las sucesivas cada 14 días hasta que los frutos cayeron naturalmente del árbol.

Cada muestra constó de 42 frutos recolectados de los 15 árboles.

Las muestras se enviaron al Laboratorio en México, D.F., y se analizaron dentro de los cuatro días siguientes a su corte.

EXPERIMENTAL

Los frutos se pesan, se mide su diámetro ecuatorial y se estima el color.

A diez frutos se les determina el contenido de aceite esencial.

Al resto se les extrae el jugo, se determina su porcentaje, se tamiza y se le hacen las siguientes determinaciones :

1. grados Brix (a 20°C) corregidos
2. acidez libre
3. índice de formol
4. azúcares (glucosa, fructosa y sacarosa)
5. pH
6. ácido ascórbico.

Los métodos empleados para los análisis son los siguientes :

Aceite esencial.

Los frutos se cortan en cuatro partes a lo largo de su eje polar, se toma un «cuarto» de cada limón y se desechan los otros tres. Se pesan los «cuartos». Se eliminan cuidadosamente las semillas. Se muelen en la licuadora con 500 ml. de agua destilada, durante 2 ó 3 minutos a baja velocidad y 10 minutos a alta velocidad, de manera de obtener un tamaño pequeño de partícula y una mezcla homogénea. Se pasa cuantitativamente a un matraz aforado de 1 l. y se afora con agua destilada. Se tiene cuidado en el momento de tomar la alícuota, de mantener una vigorosa agitación para evitar la sedimentación de sólidos.

Se toma una alícuota de 25 ml. y se determina el contenido de aceite esencial por el método de SCOTT-VELDHUIS (como se describe en los métodos FIJU). Para los cálculos se utiliza la fórmula :

$$\text{Aceite esencial en \% v/p} = 0.0012 (V_1 - V_2) \cdot \frac{V_0}{25} \cdot \frac{100}{P}$$

en donde

0.0012 = factor encontrado experimentalmente para «limón mexicano», es un poco mayor que el 0.001 usado para otros cítricos.

Grados Brix (a 20°C) corregidos.

Leídos directamente en el refractómetro a 20°C y corrigiendo por contenido de ácido cítrico (Método FIDELIM # 3).

Acidez libre.

Determinada titulando con sosa 2N hasta pH de 8.1 leído en un pH-metro (Método FIDELIM #2).

Índice de formol.

Se determinó usando el método FIJU No. 30.

Azúcares.

Glucosa, fructosa y sacarosa, se determinaron utilizando el método colorimétrico descrito por TING (3).

pH.

Se determinó por lectura directa con un pH-metro.

Acido ascórbico.

Se determinó utilizando el método FIJU No. 17.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos se encuentran en las tablas 1 y 2 y en las gráficas 1 a 13.

Desarrollo del fruto.

El desarrollo se caracteriza por un aumento continuo de diámetro y de peso, mientras el fruto permanece en el árbol.

Se nota que los frutos de los árboles injertados sobre *C. macrophylla* alcanzan un tamaño y peso mayor que los de naranjo amargo.

Sólidos solubles.

El comportamiento de los sólidos solubles es errático, sin embargo, se puede notar que los frutos obtenidos de árboles injertados sobre naranjo amargo prestan un mayor contenido de sólidos solubles.

Contenido de jugo.

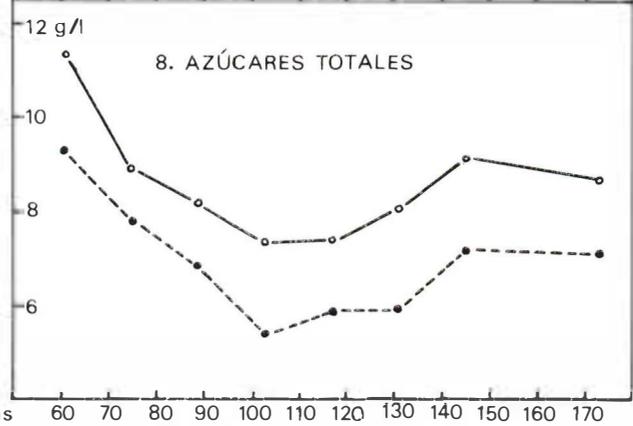
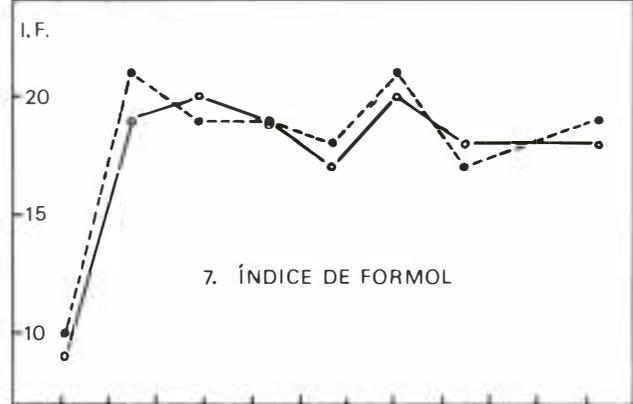
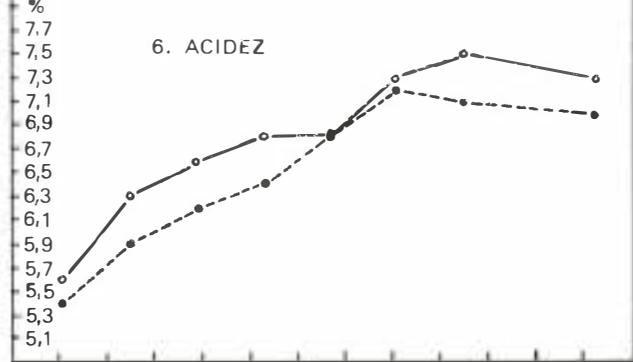
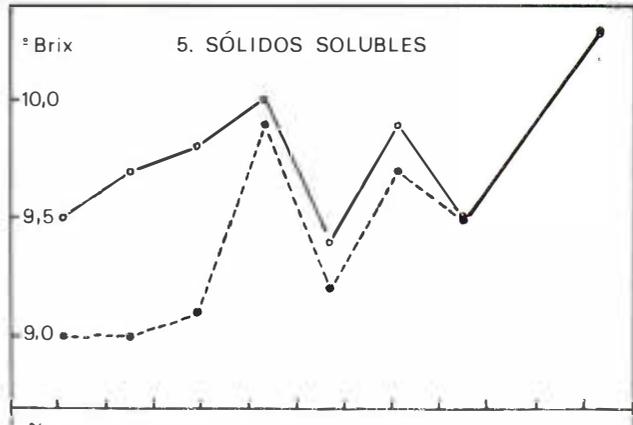
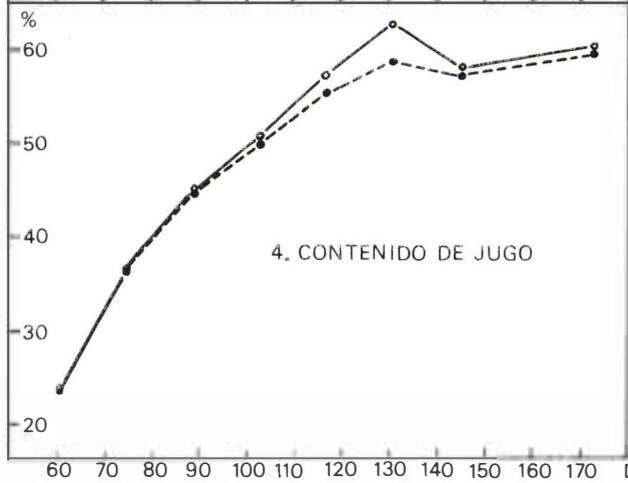
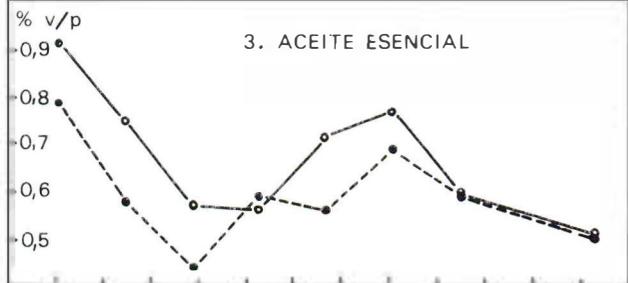
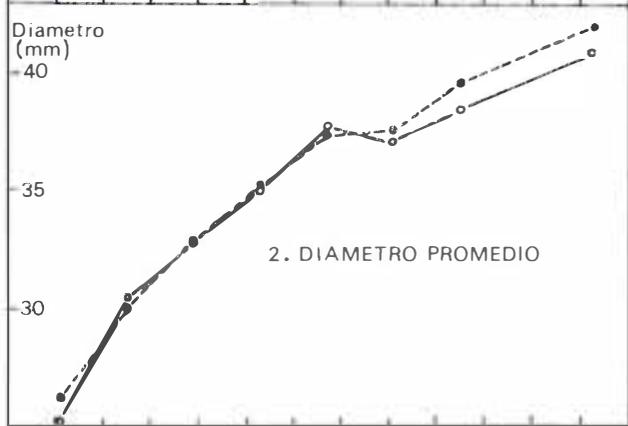
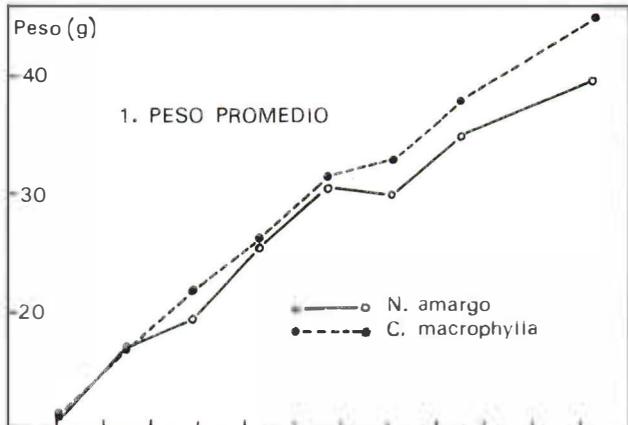
El contenido de jugo aumenta constantemente hasta alrededor del día 130 en que desciende ligeramente.

El naranjo amargo presenta un contenido de jugo ligeramente superior que el obtenido de *C. macrophylla*.

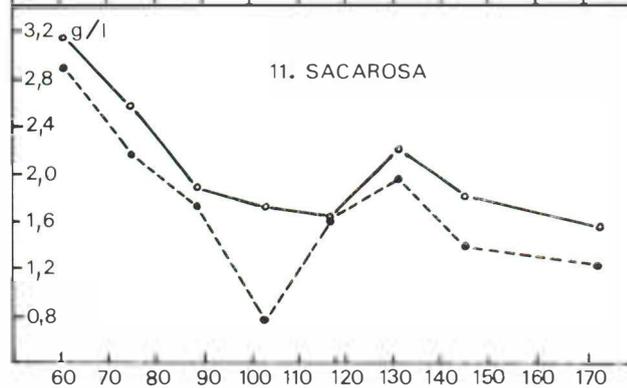
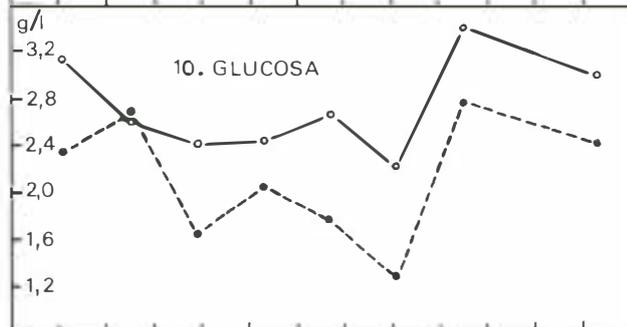
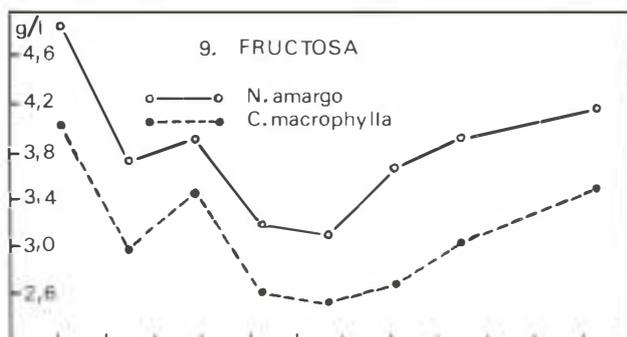
Contenido de aceite esencial.

El contenido de aceite esencial empieza alto (0.8 - 0.9 %) cuando el fruto tiene unos 60 días y desciende hasta un mínimo (0.45 - 0.65 %) alrededor del día 90 - 100 y aumenta nuevamente hasta un máximo de 0.68 - 0.77 % alrededor del día 130 y desciende nuevamente.

El naranjo amargo presenta un contenido de aceite esencial más alto.



Días

**pH.**

Solamente se puede notar que desciende ligeramente con el crecimiento.

Acidez libre.

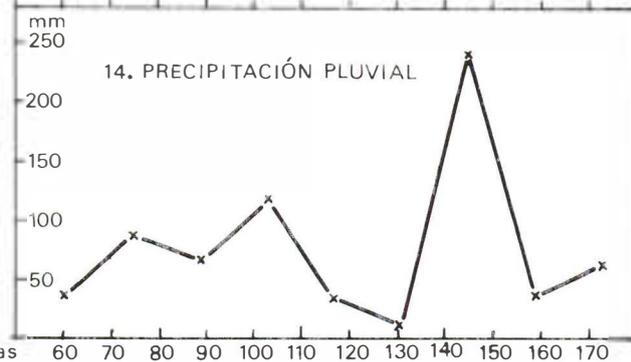
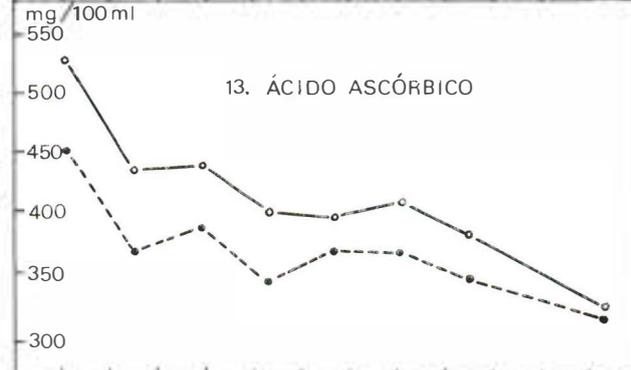
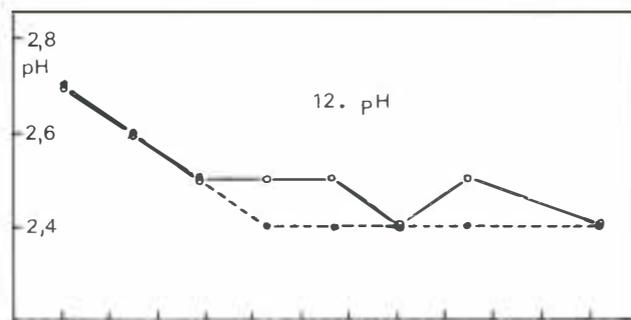
La acidez aumenta lentamente con el crecimiento del fruto alcanzando un máximo entre los días 130 y 145 y entonces desciende un poco.

La acidez del naranjo amargo es mayor que la del *C. macrophylla*.

Índice de formol.

Aumenta rápidamente entre los días 60 y 70 y desciende suavemente teniendo un pequeño ascenso con máximo en el día 130 y nuevo descenso.

No hay una diferencia clara entre naranjo amargo y *C. macrophylla*.

**Ácido ascórbico.**

Desciende continuamente con el crecimiento del limón.

El naranjo amargo presenta un mayor contenido de ácido ascórbico.

Azúcares totales.

Descienden desde el día 60 hasta el 100 y ascienden alcanzando un máximo alrededor del día 145, desciendiendo, después, lentamente.

El naranjo amargo presenta un contenido de azúcares totales mayor que el *C. macrophylla*.

Individualmente, la glucosa, la fructosa y la sacarosa presentan un comportamiento similar, si bien, después del día 145 la fructosa aumenta y la glucosa y la sacarosa disminuyen.

TABLA 1 - Evolución de la composición química del «Limón mexicano» injertado sobre naranjo amargo.

Fecha de corte	780619	780703	780717	780731	780814	780828	780911	781009
Día No.	61	75	89	103	117	131	145	173
Peso promedio en g	11.1	17.0	19.5	25.5	30.6	30.0	35.0	39.8
Diámetro promedio en mm	25.3	30.4	32.8	35.0	37.7	37.1	38.5	40.9
Color de la cáscara	verde	verde	verde	verde	verde	alimonado	alimonado	alimonado
Aceite esencial % v/p	0.914	0.749	0.571	0.559	0.715	0.768	0.591	0.510
Jugo %	24.0	36.7	44.8	50.6	57.1	62.7	58.1	60.2
Sólidos solubles °Brix	9.5	9.7	9.8	10.0	9.4	9.9	9.5	10.3
Acidez libre % ac. cítrico anh.	5.6	6.3	6.6	6.8	6.8	7.3	7.5	7.3
Índice de formol	9	19	20	19	17	20	18	18
Azúcares totales g/l	11.33	8.89	8.19	7.34	7.40	8.05	9.12	8.70
Fructosa g/l	4.86	3.73	3.91	3.18	3.10	3.65	3.91	4.16
Glucosa g/l	3.13	2.59	2.41	2.44	2.67	2.21	3.40	2.99
Sacarosa g/l	3.34	2.57	1.87	1.72	1.63	2.19	1.81	1.55
pH	2.7	2.6	2.5	2.5	2.5	2.4	2.5	2.4
Acido ascórbico mg/100 ml.	527	435	439	400	396	409	382	321

TABLA 2 - Evolución de la composición química del «Limón mexicano» injertado sobre *Citrus macrophylla*.

Fecha de corte	780619	780703	780717	780731	780814	780828	780911	781009
Día No.	61	75	89	103	117	131	145	173
Peso promedio en g	11.3	16.8	21.8	26.3	31.4	33.0	38.0	45.0
Diámetro promedio en mm	26.3	30.0	32.8	35.2	37.4	37.6	39.6	42.0
Color de la cáscara	verde	verde	verde	verde	verde	alimonado	alimonado	alimonado
Aceite esencial % v/p	0.790	0.581	0.439	0.588	0.561	0.680	0.587	0.500
Jugo %	23.9	36.5	44.7	49.8	55.3	58.7	57.3	59.5
Sólidos solubles °Brix	9.0	9.0	9.1	9.9	9.2	9.7	9.5	9.5
Acidez libre % ac. cítrico anh.	5.4	5.9	6.2	6.4	6.8	7.2	7.1	7.0
Índice de formol	10	21	19	19	18	21	17	19
Azúcares totales g/l	9.26	7.81	6.85	5.42	5.88	5.92	7.18	7.12
Fructosa g/l	4.01	2.98	3.46	2.60	2.51	2.67	3.03	3.48
Glucosa g/l	2.35	2.67	1.66	2.04	1.76	1.29	2.77	2.41
Sacarosa g/l	2.90	2.16	1.73	0.78	1.61	1.96	1.38	1.23
pH	2.7	2.6	2.5	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4
Acido ascórbico mg/100 ml.	451	367	386	343	367	366	344	311

Efecto del patron.

Los árboles injertados sobre *Citrus macrophylla* produjeron frutos más grandes y más pesados, pero los árboles injertados sobre naranjo amargo dieron mejores características para industrialización: Más alto contenido de jugo, de sólidos solubles, de aceite esencial, de ácidos, de ácido ascórbico y de azúcares.

CONCLUSIONES

Las conclusiones no son definitivas, pues los árboles no han alcanzado su pleno desarrollo, tenían 2 años 7 meses en la floración de Abril de 1978.

La cantidad de frutos producidos durante un año, corrobora esto, pues en el periodo comprendido entre Octubre

de 1977 y Octubre de 1978, se obtuvieron los siguientes rendimientos:

39.8 kg/árbol para naranjo amargo
148.9 kg/árbol para *Citrus macrophylla*

Los que son muy diferentes, y esto, hace pensar que el árbol injertado sobre naranjo amargo tiene un desarrollo más lento.

Se cree que la lluvia tuvo influencia en los cambios de la composición, se anexa una gráfica de la precipitación pluvial

en la zona. No se encontró ninguna relación muy directa.

Los frutos se consideran aptos para el mercado cuando aún están verdes, pues cuando empiezan a amarillarse, no son tan apreciados y su valor descendiendo. Sin embargo, observando las gráficas de los diferentes componentes se concluye que éstos alcanzan su óptima composición desde el punto de vista industrial alrededor de los días 130 - 140, es decir, cuando los frutos empiezan a cambiar de color.

Será necesario continuar estos estudios en las siguientes cosechas para obtener conclusiones más válidas.

REFERENCIAS

1. FIJU.
Analyses.
Fédération internationale des Producteurs de Jus de Fruits.
2. FIDEICOMISO DEL LIMÓN.
Manual No. 3.
Métodos Analíticos para Limón Fruta y Jugo. México, 1978.
3. TING (S.V.).
Rapid colorimetric methods for simultaneous determination of total reducing sugars and fructose in citrus juices.
Agricultural and Food Chem., 1956.

