

SEMILLAS OLEAGINOSAS DEL TROPICO AMERICANO¹

Jorge Zúñiga Rojas²

Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP),
Guatemala, Guatemala, C. A.

RESUMEN

Se analizó la composición de ácidos grasos de los aceites de semillas de cuatro especies frutales nativas de los trópicos americanos. Las especies en cuestión son: maracuyá (*Passiflora edulis*), morro (*Crescentia alata*), zapote (*Calocarpum mammosum*) y el icaco (*Chrysobalanus icaco*). En el caso del maracuyá, los resultados confirman los informes de la literatura. No existen datos respecto de las otras tres especies. En el perfil cromatográfico del icaco se detectaron cuatro señales poco usuales en la composición de aceites vegetales: dos de ellas fueron identificadas como isómeros geométricos del ácido lícnico. A las dos restantes se les asignó la estructura del ácido parínico.

INTRODUCCION

El estudio del comercio mundial en aceites y grasas ocurrido en la década 1964-1975 (1), reveló que la importación de estos

Manuscrito modificado recibido: 3-18-81.

1 Dedicado a la memoria del Licenciado Carlos L. Ovalle Barrientos.

2 Químico Principal del Laboratorio Unificado de Control de Alimentos y Medicamentos (LUCAM), OPS/OMS/INCAP/Gobierno de Guatemala, con sede en el Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP), Apartado Postal 1188, Guatemala, Guatemala, C. A.

Publicación INCAP E-1045.

productos aumentó en mayor grado en los países en desarrollo que en los desarrollados. Los incrementos fueron mayores, tanto en cifras relativas como absolutas. A pesar de ello, el consumo de grasa *per cápita* en los países en vías de desarrollo es de 35 g por día, mientras que en los países desarrollados el valor de esta cifra es de 126 g por día (1).

Para poder satisfacer la creciente demanda, originada tanto por el aumento de población como por el incremento en el consumo que deberá producirse si se quiere mejorar la calidad de la dieta, será necesario que los países en desarrollo encuentren nuevas fuentes de aceites y grasas.

A este respecto, una estrategia prometedora es la utilización de subproductos vegetales, actualmente desperdiciados, como materia prima en la extracción de sustancias grasas. Las semillas de frutas destinadas a la producción de zumos y mermeladas deberían examinarse con este fin. En los trópicos americanos existen especies frutales nativas con las cuales es factible desarrollar este tipo de industria.

En el presente trabajo se analizó la composición de ácidos grasos de cuatro especies frutales nativas de los trópicos americanos, con el propósito de determinar la calidad y el tipo de los aceites de las semillas de maracuyá, zapote, morro e icaco.

MATERIALES Y METODOS

Los frutos de maracuyá fueron recolectados en la ciudad de Guatemala. Las semillas se trituraron en un molino y el aceite se extrajo al Soxhlet con éter de petróleo, durante un mínimo de 4 horas.

Las semillas de zapote provenían de la fruta comprada en la ciudad de Guatemala. La pulpa de la semilla fue picada, secada, molida en mortero y finalmente extraída al Soxhlet con éter de petróleo, durante un mínimo de 4 horas.

El aceite de morro fue proporcionado por el Dr. Roberto A. Gómez-Brenes, Científico de la División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos del INCAP.

Las semillas de icaco se obtuvieron de frutas compradas en la ciudad de San Salvador, República de El Salvador. Las almendras fueron molidas en un mortero y maceradas durante 24 horas en éter de petróleo. Este tipo de extracción es deficiente, y por ello no se dan cifras de rendimiento.

Con el propósito de identificar los ácidos grasos componentes del icaco, fue necesario examinar los siguientes aceites:

1. Aceite de oiticica, proporcionado por el Dr. Waldomiro Pregolato, del Instituto Adolfo Lutz, Sao Paulo, Brasil.

2. Aceite de semillas de flores de *Impatiens sultani* (flores de quinceañera); las semillas fueron recolectadas en la ciudad de Guatemala.

3. Aceite de Tung, adquirido de la Compañía Científica "La Pine", Chicago, Ill, EUA.

Los índices de refracción se midieron en un refractómetro Bausch-Lomb.

La conversión de triglicéridos en ésteres metílicos se hizo con BF_3 -metanol, de acuerdo con el protocolo de Metcalfe (2); los perfiles de composición de ácidos grasos se obtuvieron con un cromatógrafo de gas Tracor 222. Los porcentajes de ácidos grasos se calcularon mediante un integrador Hewlett Packard 3380-A, con columna de vidrio, de 6' de largo y 1/4" de grosor. El material de relleno fue de 120/o DEGS en Anakron ABS de 90/100 mallas (Analab INC). Se programó la temperatura de 160 a 200°C, en incrementos de 3 grados por minuto; en el caso del icaco, la corrida fue isotérmica a 200°C. El flujo de gas portador se reguló de manera que el tiempo de retención del ácido palmítico (C16:0) fuera de alrededor de 10 minutos. Con este sistema no es posible separar el ácido linolénico (C18:3) del araquídico (C20:0), por lo que para la resolución de esta pareja se hizo necesario efectuar corridas en columnas rellenas con 30/o OV-1.

Los espectros IR se obtuvieron en un instrumento Perkin-Elmer 467. Las muestras fueron corridas como películas en pastillas de NaCl. Los espectros UV se obtuvieron en un instrumento Variant 634, y se usó como solvente, diclorometano.

RESULTADOS

Maracuyá (*Passiflora edulis*)

Esta es una enredadera que se encuentra difundida por todo el Continente Americano, desde el sur de los Estados Unidos hasta

Bolivia. Se cultiva intensamente en Hawái, Australia y otros países, para la producción industrial del jugo.

Se distinguen dos variedades de maracuyá (3). Una crece preferentemente en valles andinos a más de 1,000 m de altitud y sus frutos maduros son de color morado. La otra se desarrolla en altitudes más bajas, hasta el nivel del mar, con frutos amarillos en el estado de madurez. En ambas, las semillas están rodeadas por un arilo amarillento, de sabor ácido y fragancia aromática.

El estudio del aceite se hizo con la variedad morada. Los rendimientos fluctuaron entre 16 y 20% y están relacionados con la madurez de los frutos. Las semillas provenientes de frutos verdes, no sazonados, producen menor cantidad de aceite. La composición de ácidos grasos del aceite se muestra en la Figura 1, donde se aprecia que la característica notable es la presencia de ácido linoleico (C18:2) en proporciones de 70%. Se observó, asimismo, que la cantidad de este ácido depende también del estado de madurez de los frutos, ya que una muestra de semillas proveniente de frutos no sazonados sólo acusó 60% de ácido linoleico. Concomitantemente, la proporción de ácido oleico (C18:1) se incrementó hasta 26%.

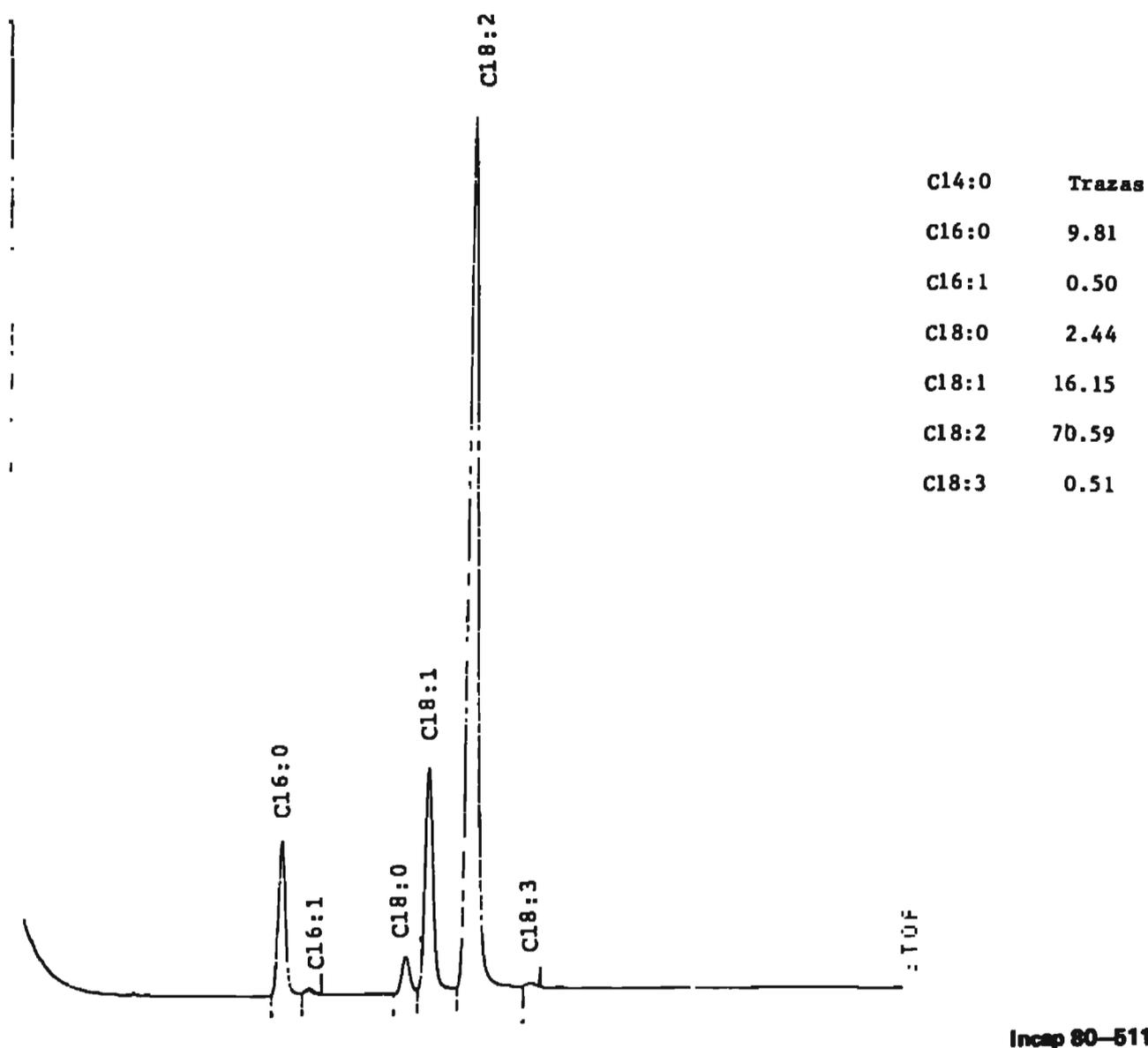
En perfiles cromatográficos de soluciones más concentradas que la muestra de la Figura 1, es posible observar la presencia de ácido mirístico (C14:0) en cantidades muy pequeñas.

Los datos en cuanto a composición de ácidos grasos de que informa la literatura (Tabla 1) son similares a los encontrados en este trabajo. La única diferencia radica en que los estudios previos no informan acerca de la presencia de ácido palmitoleico (C16:1).

Morro o jícara (*Crescentia alata*)

Este es un árbol que crece en las zonas cálidas de América Central. En Nicaragua, las semillas del fruto se utilizan para confeccionar refrescos. A pesar de que el uso del morro como fuente alimenticia está restringido a la elaboración de horchatas, existen estudios (8) indicativos de que la importancia económica de esta especie podría incrementarse. Estas investigaciones revelaron que la semilla tiene 33.4% de aceite y que la harina resultante de la extracción de la grasa contiene 54% de proteína de alto tenor en triptofano.

El perfil cromatográfico de la composición de ácidos grasos del aceite se muestra en la Figura 2, donde se observa que el ácido oleico es el componente predominante del aceite en una propor-



Incap 80-511

FIGURA 1

Composición de ácidos grasos del aceite de maracuyá

ción de alrededor de 530/o. Inyecciones de soluciones más concentradas de los ésteres metílicos hacen conspicuas nuevas señales en el perfil cromatográfico; en especial, en el tramo entre el C16:1 y C18:0 aparecen dos nuevos picos. Es posible que éstos corres-

TABLA 1

DATOS SOBRE LA COMPOSICION DE ACIDOS GRASOS DEL
ACEITE DE MARACUYA Y DE CARTAMO, RECOPIRADOS
EN LA LITERATURA

	Maracuyá		Cártamo	
	Jamieson y McKinney (4)	Hilditch (5)	Cornelius <i>et al.</i> (6)	Spencer y Gormisky (7)
C14:0			trazas	0.1
C16:0	7.3	8.8	11.0	2.0 — 10.0
C16:1				0.5
C18:0	1.9	3.3	2.0	1.0 — 10.0
C18:1	17.0	13.8	14.0	7.0 — 42
C18:2	73.0	73.7	73.0	55 — 81
C18:3		0.4		1.0
Rendimiento	18.2°/o		25°/o	

pondan a la presencia de ácido heptadecanoico (C17:0) o isómeros del ácido palmítico (C16:0) de cadena ramificada. Además, aparecen trazas de ácido lignocérico (C24:0).

Zapote (*Calocarpum mammosum*)

Este es un árbol centroamericano que alcanza hasta 30 m de altura. Crece de preferencia en áreas tropicales, a altitudes que oscilan desde el nivel del mar hasta más o menos 1,000 m de altura (3). De las semillas del fruto se extrae el llamado aceite de zapuyul, tradicionalmente usado como artículo de tocador debido a su aroma agradable, en todo semejante al olor del aceite de almendras. A las semillas fusiformes, de 5 a 6 cm de largo, se les quita la testa dura y brillante, de color marrón oscuro. La pulpa, de color rosado y de consistencia parecida a la de una papa, se corta en pequeños trozos que se calientan en un comal hasta que adquieren

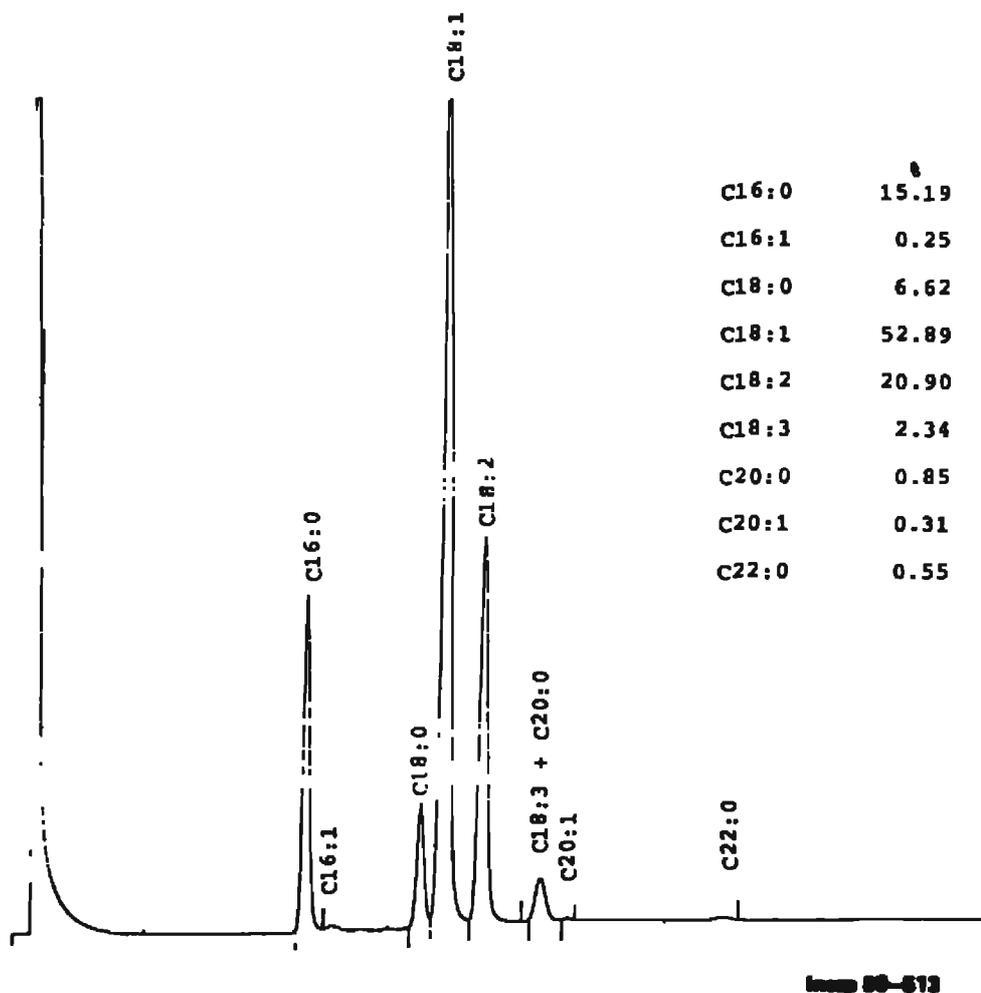


FIGURA 2

Composición de ácidos grasos del aceite de morro

un color amarillento. En este punto, se muelen en piedra y la masa resultante se exprime y se filtra a través de un cedazo delgado. El aceite así extraído se utiliza como brillantina para el cabello.

La composición de ácidos grasos del aceite de zapuyul se expone en la Figura 3, apreciándose que el constituyente principal es el ácido oleico (C18:1) presente en casi 520/o. Asimismo, es característico el porcentaje relativamente alto de ácido esteárico, casi 300/o, poco usual en grasas vegetales.

En relación con los rendimientos obtenidos, existen informes de 50 - 570/o (9, 10). En algunos casos, sin embargo, las semillas analizadas sólo rindieron 170/o de aceite. La extracción se hizo de acuerdo con el procedimiento descrito en el texto, excepto que en vez de presión se usó éter de petróleo. La utilización de este sol-

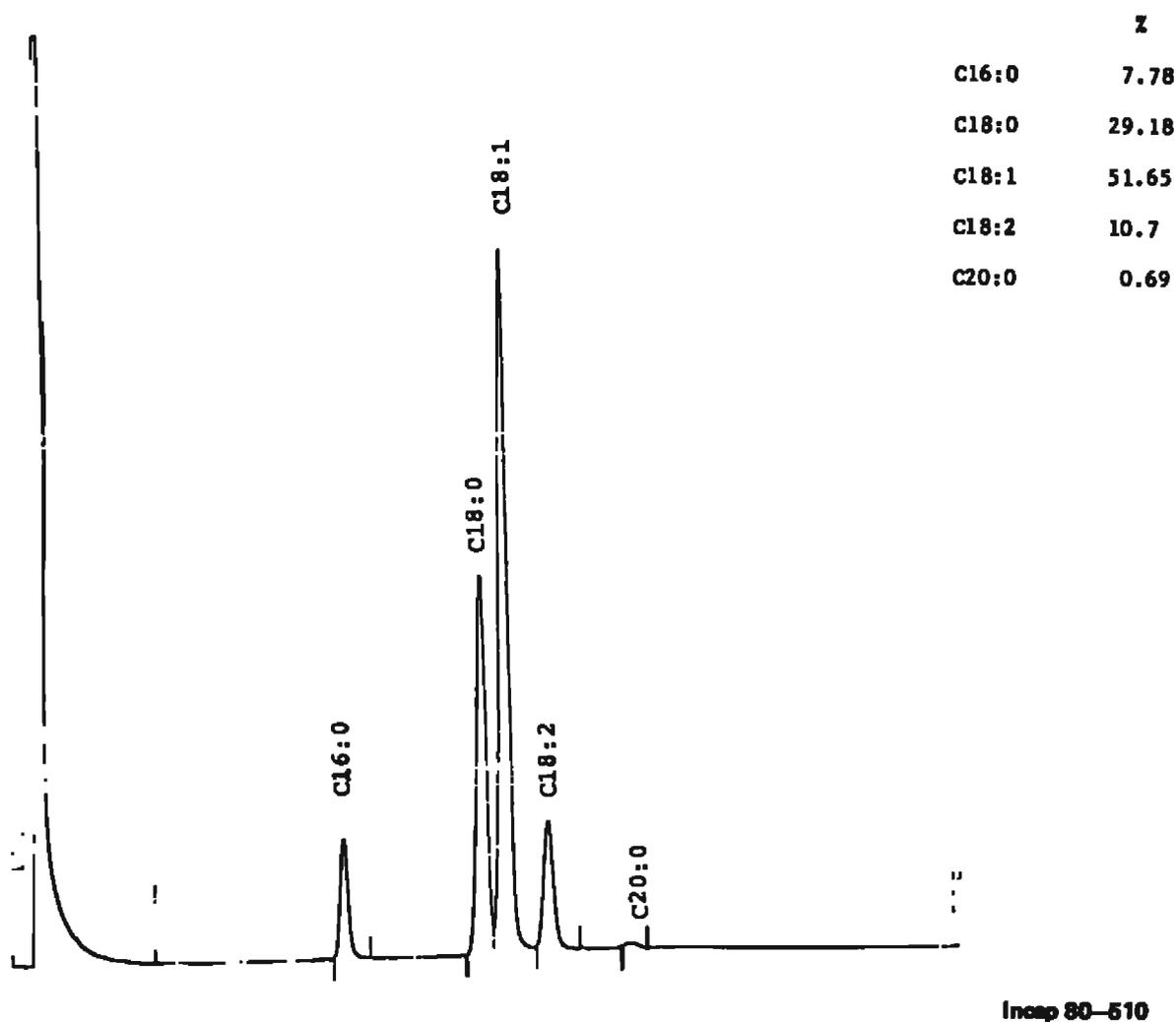


FIGURA 3

Composición de ácidos grasos del aceite de zapuyul

vente deteriora un tanto la fragancia del aceite. Es factible que el estado de madurez de la fruta o la variedad de la especie influyan drásticamente en el contenido de aceite en la semilla.

Icaco (*Chrysobalanus icaco*)

Este es un árbol bajo y achaparrado que crece espontáneamente en los litorales de los trópicos americanos (3). Los frutos son ovoides o esféricos, de color rosado o morado, y se utilizan en la preparación de dulces. La pulpa del fruto es blanca, de consistencia algodonosa y de sabor dulce, y las semillas contienen una almendra rica en grasa vegetal.

La composición de esta grasa vegetal se ilustra en la Figura 4

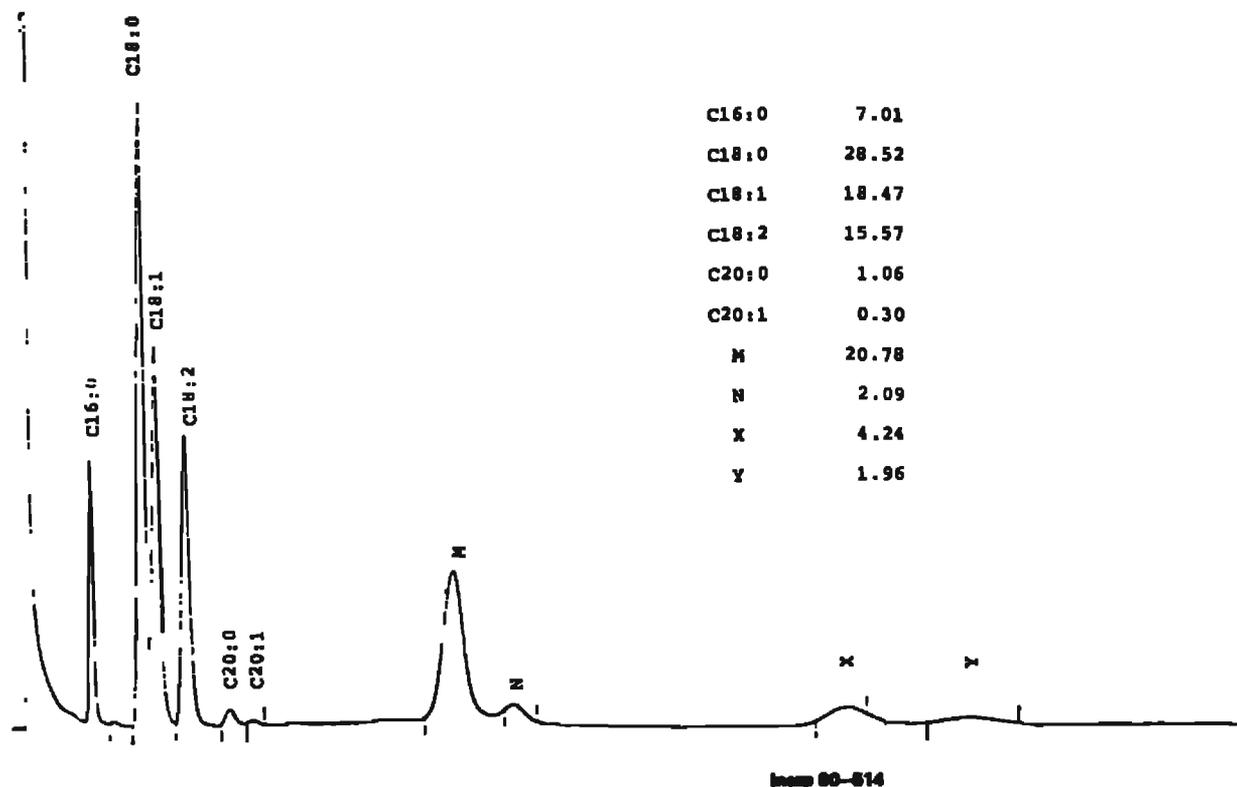


FIGURA 4

Composición de ácidos grasos del aceite de icaco

observándose que los picos marcados con letras son pocos usuales en un perfil cromatográfico de ácidos grasos. La primera pareja de picos (M y N) se halla en la región aproximada donde debería estar el ácido behénico (C22:0); la segunda (X e Y), en la región del ácido lignocérico (C24:0). Sin embargo, coinyecciones de la muestra con patrones de los ácidos mencionados demuestran que los picos del aceite no corresponden ni al uno ni al otro. En efecto, ensayos de brominación de los ésteres metílicos de los ácidos grasos del icaco establecen que los picos en cuestión corresponden a ácidos grasos no saturados.

Se puede conjeturar acerca de la identidad de estos ácidos con base en características físicas y espectroscópicas del aceite de icaco. El elevado índice de refracción (véase Tabla 2) indica la presencia de grupos funcionales poco usuales en los ácidos grasos. El espectro IR del aceite presenta un pico agudo, de intensidad media

TABLA 2
INDICE DE REFRACCION

	Experimental	Literatura	
	Nd ⁴⁰	Nd ²⁵	Nd ⁴⁰
Maracuyá	1.4670	1.4737 (4)	
Morro	1.4630		
Zapuyul	1.4627		1.4635 (9)
Icaco	1.5163		
Cártamo		1.472 — 1.476 (11)	1.467 — 1.469 (11)

a 993 cm^{-1} (Figura 5), originado posiblemente por 3 ó 4 dobles enlaces conjugados (12). La presencia de estos grupos funcionales se confirma con el espectro UV del aceite (Figura 6) (13). Se observan 5 máximas de absorción a las siguientes longitudes de onda: 324, 307, 295, 284 y 275 nm.

En la familia de las rosáceas se ha identificado en varios géneros la presencia de ácidos con dobles enlaces conjugados. Los principales son: ácido elosteárico (9, 11, 13-octadecatrienoico), ácido licánico (4-ketoelosteárico) y ácido parinárico (9, 11, 13, 15-octadecatetraenoico) (13).

Con el propósito de establecer si los picos no identificados correspondían a estos compuestos, se estudiaron los aceites de oiticica (*Licania rigida*), que se caracteriza por su contenido de ácido licánico (5), y el de semillas de flores de la especie *impatiens sultani* (flores de quinceañera), en la cual se ha informado que existe ácido parinárico (5).

El espectro UV del aceite de oiticica (Figura 7) indica la presencia de un componente con un grupo funcional de tres dobles enlaces conjugados. Aquél correspondiente al aceite de *I. sultani* (Figura 8) pone en evidencia un sistema de cuatro enlaces conjugados. Por la forma y la posición de las máximas de absorción del espectro del aceite de icaco (Figura 6), se puede inferir la presencia de las dos unidades estructurales: a) el sistema de tres dobles enlaces, debido a la presencia del ácido elosteárico, o bien a la del ácido licánico; y b) la unidad estructural de cuatro dobles enlaces debido al ácido parinárico.

La absorción a $1,715\text{ cm}^{-1}$ en el espectro IR del aceite de

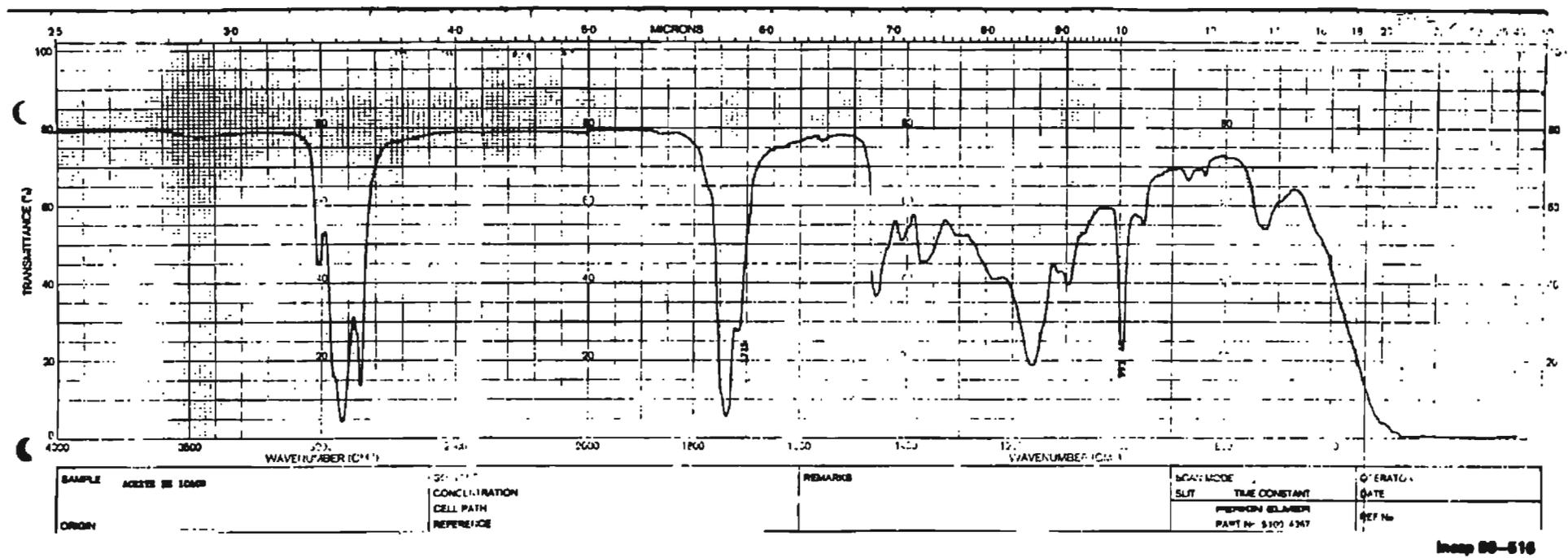
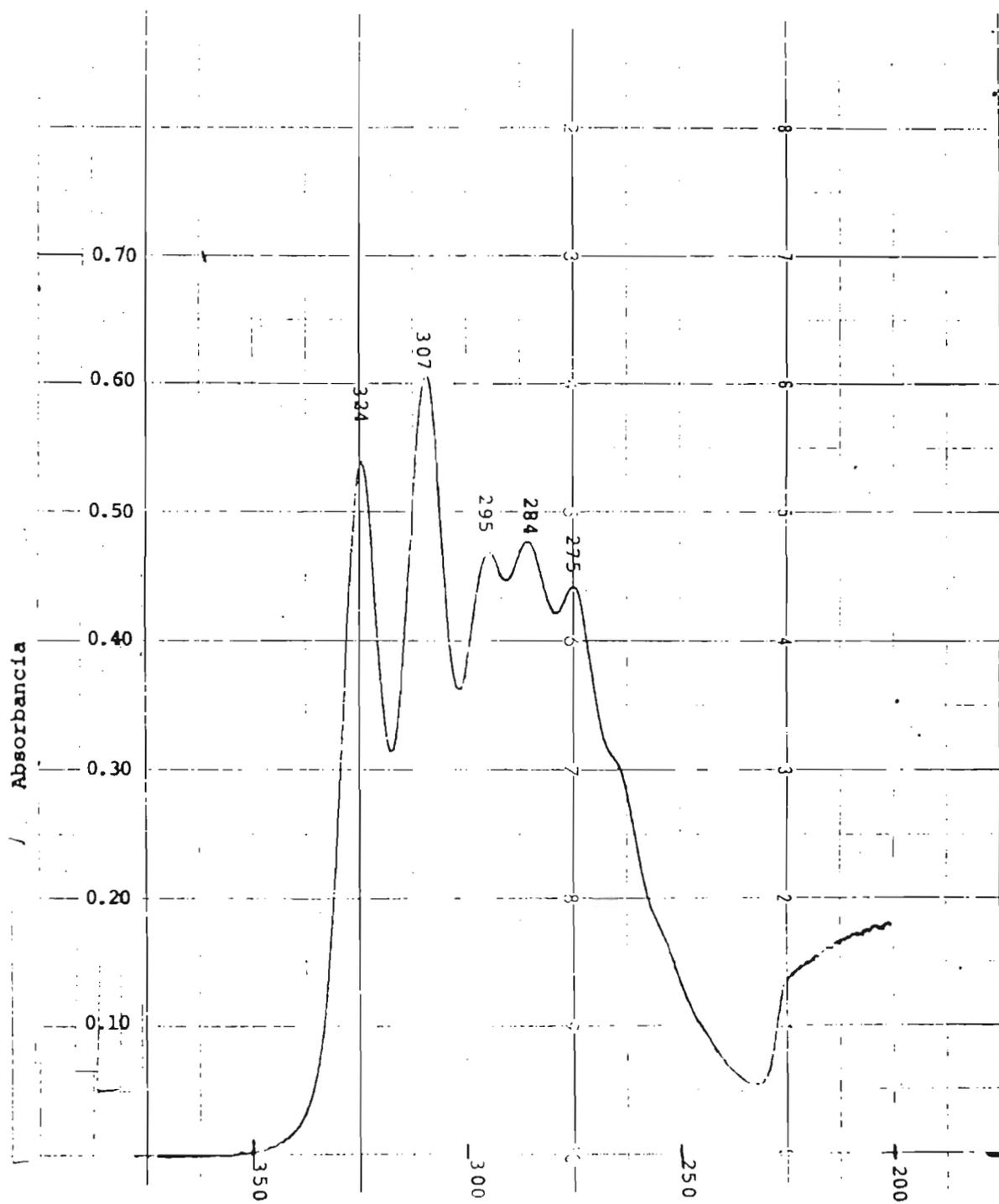


FIGURA 5
Espectro IR del aceite de icaco

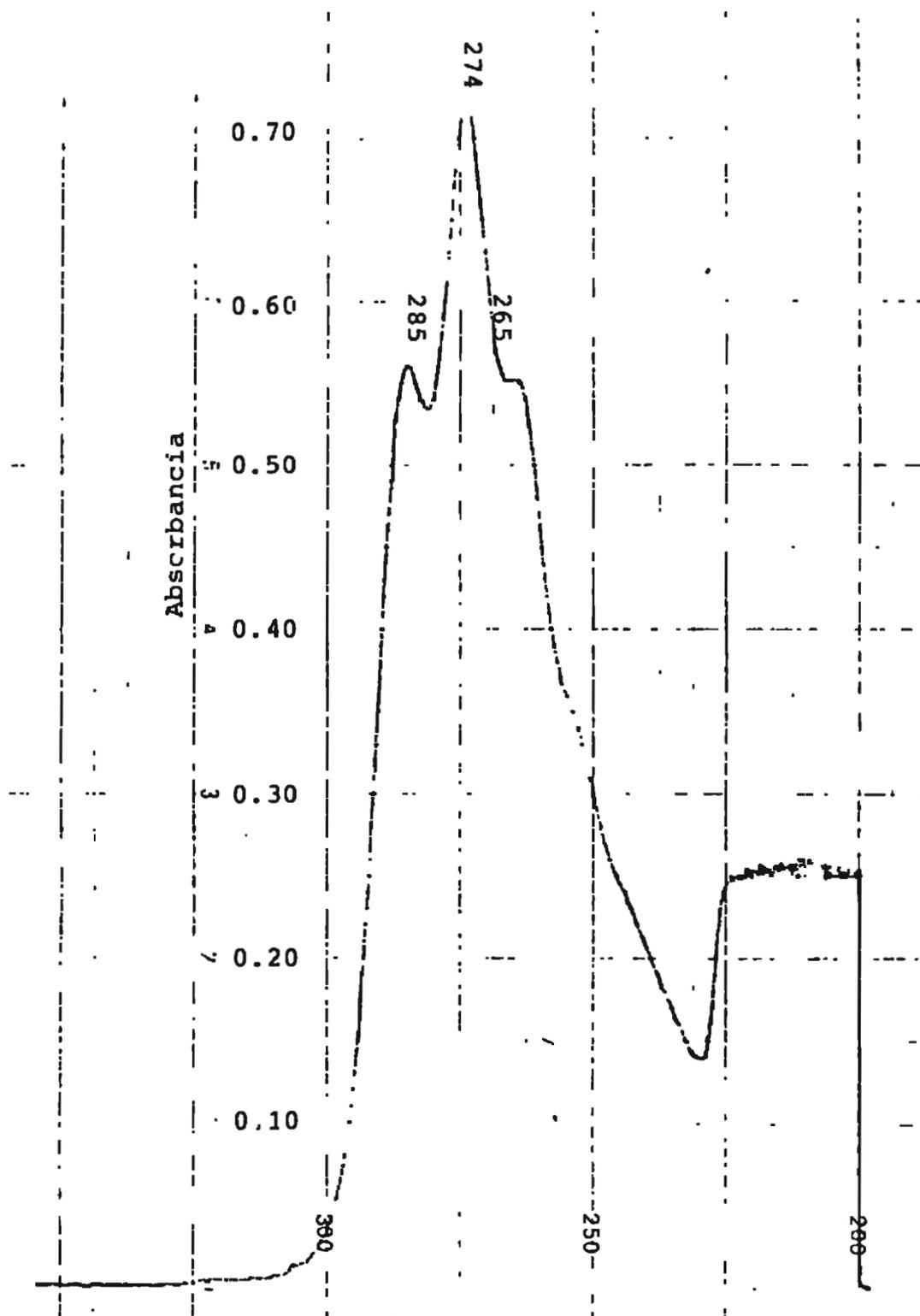


Solvente: Diclorometano.
Concentración; 0.0085 mg/ml.
Absorbancia a 324 nm: 0.54

Incap 80-512

FIGURA 6

Espectro UV del aceite de icaco. Solvente: diclorometano;
concentración: 0.0085 mg/ml

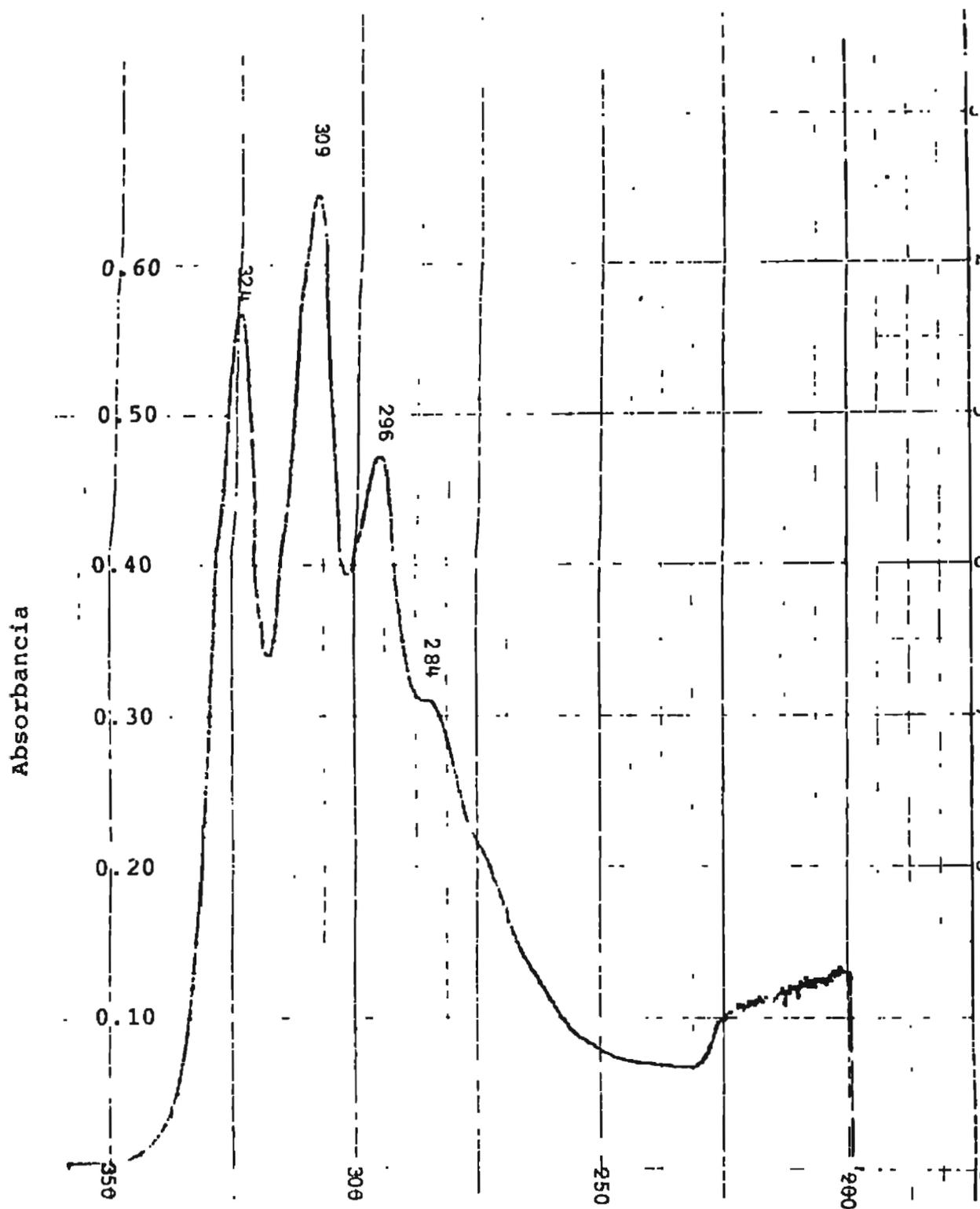


Solvente: Diclorometano
Concentración: 0.0103 mg/ml
Absorbancia a 274 nm: 0.72

Incap 81-97

FIGURA 7

Espectro UV del aceite de oiticica



Solvente: Diclorometano
Concentración: 0.0101 mg/ml
Absorbancia a 324 nm: 0.567

Incap 81-96

FIGURA 8

Espectro UV del aceite de semillas de *Impatiens sultani*

icaco (Figura 5) corresponde a un grupo carbonilo flanqueado por grupos alifáticos (14); esta unidad estructural se encuentra presente en la molécula del ácido licánico. El espectro IR del aceite de oiticica (Figura 9) presenta la misma absorción a $1,715 \text{ cm}^{-1}$. Tal similitud confirma la presencia del ácido licánico en el aceite de icaco.

Por otro lado, la comparación de los perfiles cromatográficos de los ácidos grasos del aceite de icaco con aquéllos correspondientes a los aceites de oiticica y de *I. sultani* corrobora las asignaciones deducidas con base en los análisis espectrofotométricos. En relación con el examen de cromatografía de gas de compuestos que preser tan 3 ó 4 enlaces conjugados, es necesario anotar la peculiaridad de que un solo compuesto origina varias señales. Esta propiedad se debe a la alta temperatura (200°C) en la que se conduce el ensayo, la cual produce la isomerización de estos compuestos (15). Los isómeros formados determinan un grupo de señales características para los diferentes ácidos grasos.

Los picos M y N del perfil cromatográfico del icaco (Figura 4) son idénticos a los correspondientes al ácido licánico en el aceite de oiticica (Figura 10). Cabe agregar que el patrón de señales originadas por el ácido elosteárico es totalmente diferente (véase Figura 11). Los tiempos de retención de los picos X e Y del perfil del icaco (Figura 4) coinciden exactamente con los tiempos de retención de las señales correspondientes al ácido parinárico presente en el aceite de *I. sultani* (véase Figura 12).

Los resultados de los análisis espectrofotométricos y de cromatografía de gas son consistentes sólo si se asume la presencia de los ácidos licánico y parinárico en el aceite de icaco.

DISCUSION

El aceite de maracuyá es rico en ácido linoleico. La demanda por este tipo de aceite aumentará si se presta atención a los expertos en nutrición (16), quienes consideran que por lo menos un 30% de la energía proporcionada por la dieta debe provenir de ácidos grasos esenciales. El perfil de ácidos grasos del aceite de maracuyá es casi idéntico al del aceite de cártamo (véase Tabla 1). De hecho, los exámenes tradicionales para identificar aceites no bastarían para diferenciar el uno del otro.

El desarrollo del zapote como recurso aceitero está supeditado al establecimiento de una industria de procesamiento de la

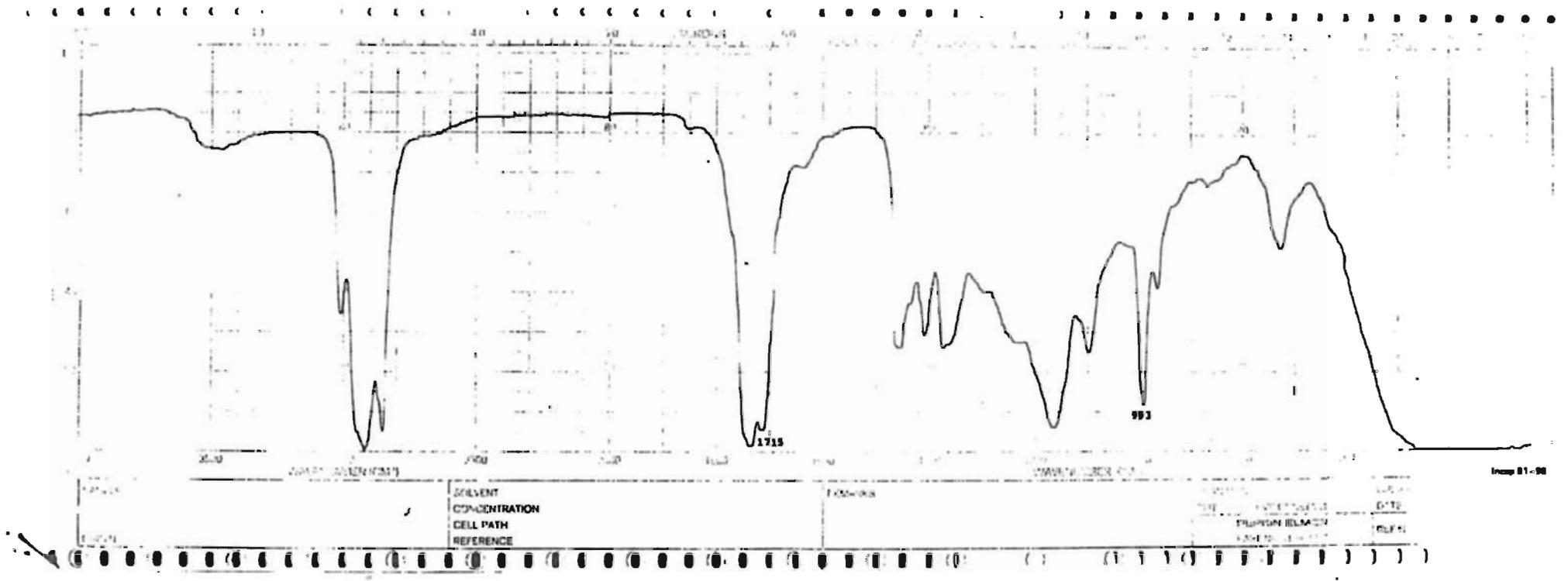


FIGURA 9
Espectro IR del aceite de oiticica

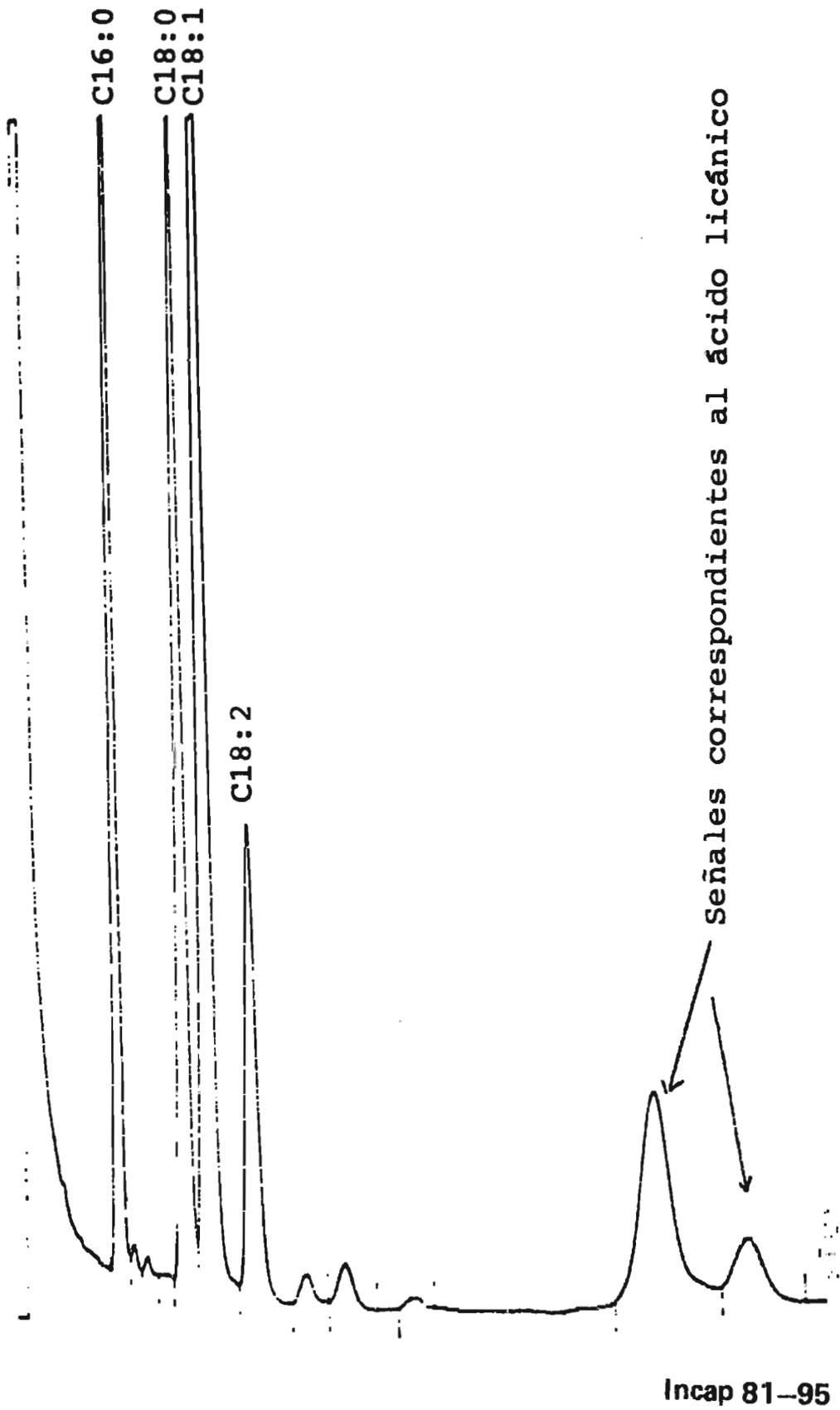


FIGURA 10

Composición de ácidos grasos del aceite de oiticica

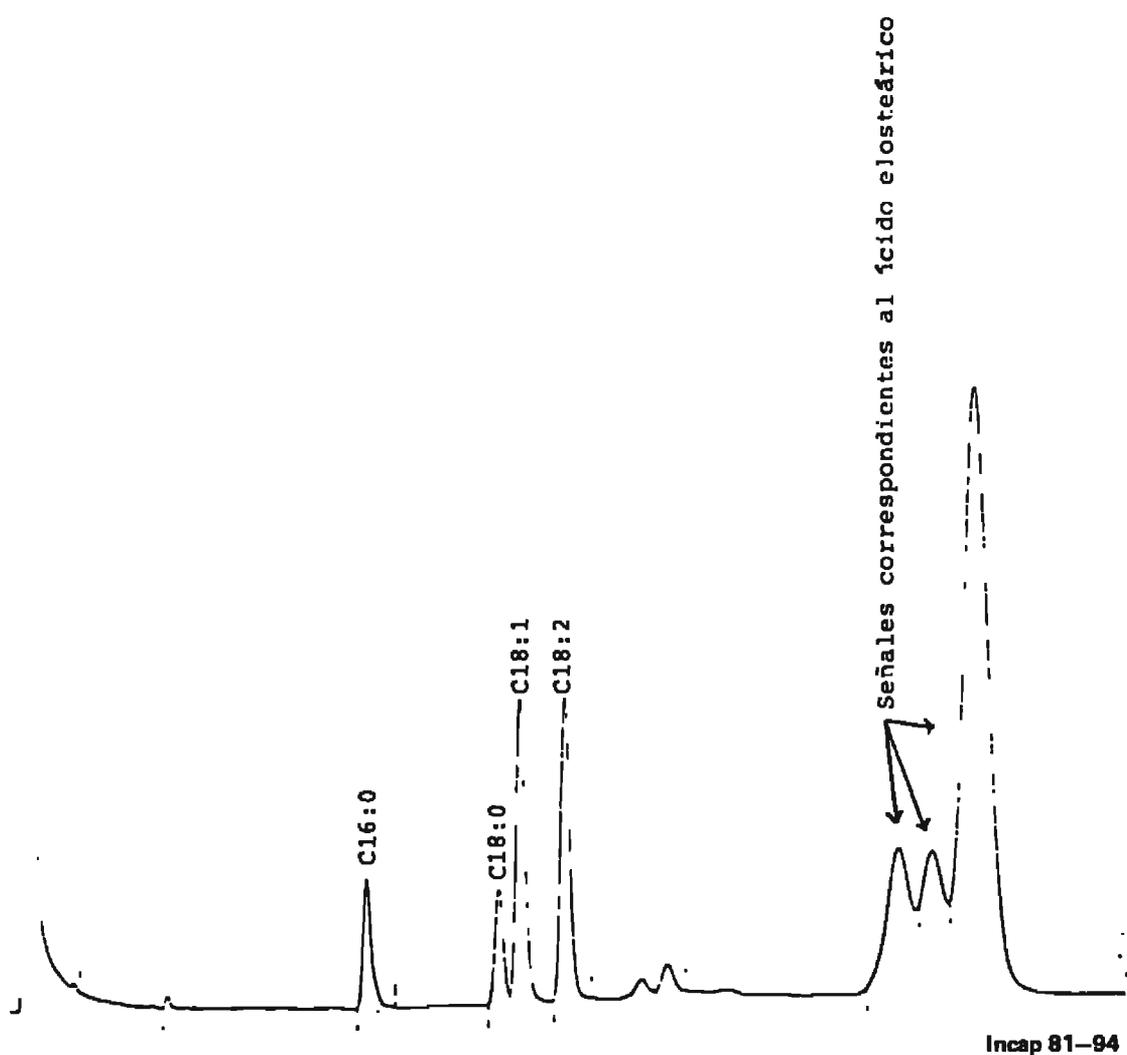


FIGURA 11

Composición de ácidos grasos del aceite de Tung

fruta. La extracción de la esencia responsable de la fragancia de la semilla dejaría una grasa vegetal que podría ser utilizada como base de margarina o manteca vegetal en la industria panificadora. El coeficiente de digestibilidad del aceite refinado es de 94.5 (17). En los mercados tradicionales de Guatemala existe un pequeño comercio de imitaciones del aceite de zapuyul confeccionadas a base de parafinas líquidas y esencias artificiales con la fragancia del aceite natural.

De la misma manera, la utilización del aceite de morro dependerá del uso de la fruta con otros fines comerciales.

La presencia de dobles enlaces conjugados en la grasa vegetal del icaco lo hace una materia prima de alta calidad para la elaboración de barnices.

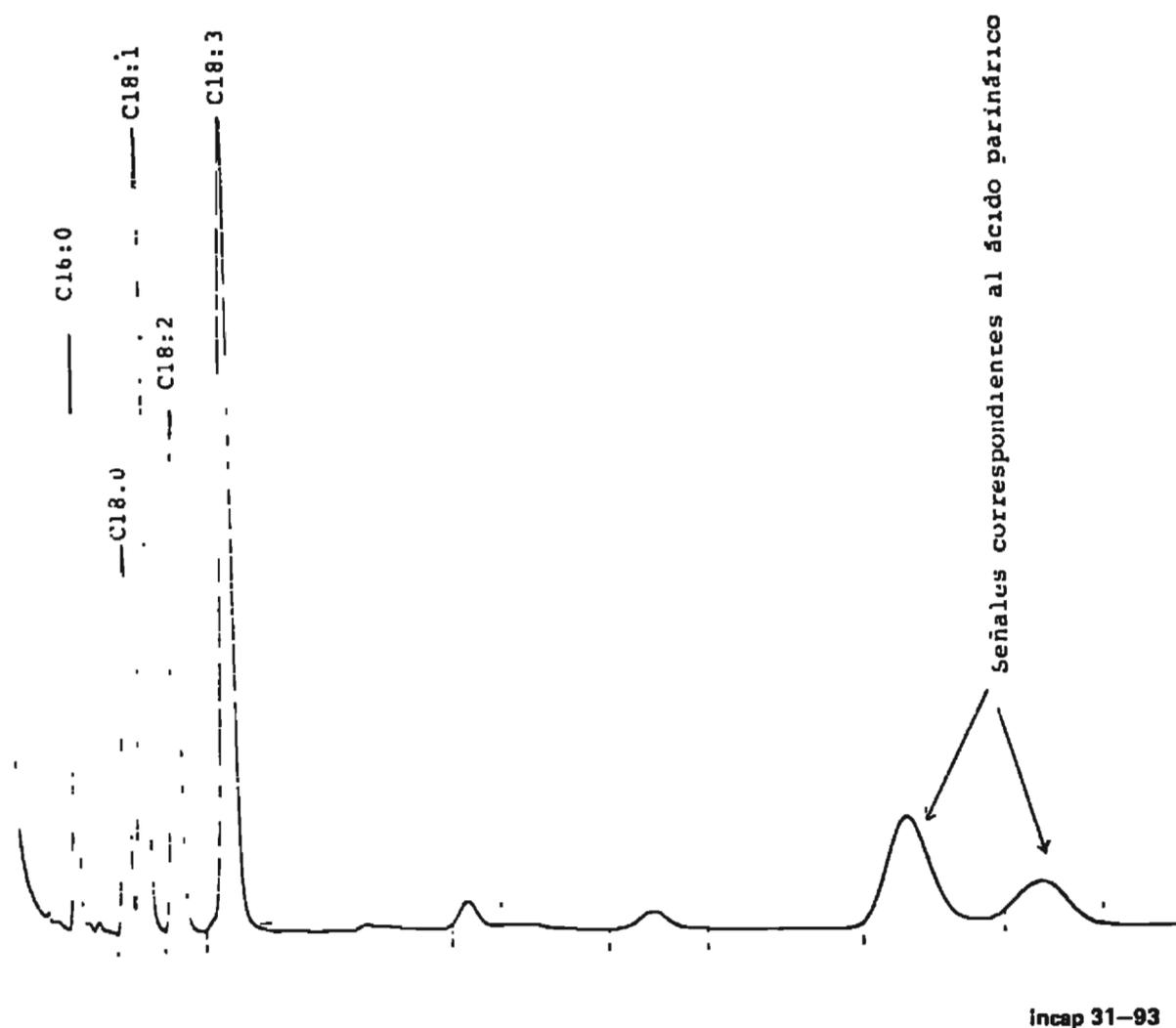


FIGURA 12

Composición de ácidos grasos del aceite de semilla de
Impatiens sultani

SUMMARY

OIL SEEDS FROM THE AMERICAN TROPICS

The fatty acid composition of the oil content of seeds from native fruits of the American Tropics was analyzed. The species studied were maracuyá (*Passiflora edulis*), morro (*Crescentia alata*), zapote (*Calocarpum mammosum*) and icaco (*Chrysobalanus icaco*). The findings for maracuyá are in agreement with the data found in the literature. There is no information

pertaining to the fatty acid composition of the seed oil for the other species. Icaco oil showed 4 unusual signals in its GC profile, two of which were identified as geometric isomers of licanic acid. The structure of parinaric acid was assigned to the second pair.

BIBLIOGRAFIA

1. Anónimo. Recent trends in production, trade and consumption of fats and oils. *Food and Nutrition*, 3(3): 9-13, 1977.
2. Metcalfe, L. D., A. A. Schmitz & J. R. Pelka. Rapid preparation of fatty acid esters from lipids for gas chromatographic analysis. *Anal. Chem.*, 38: 514-515, 1966.
3. León, J. *Fundamentos Botánicos de los Cultivos Tropicales*. San José, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA, 1968.
4. Jamieson, G. S. & R. S. McKinney. *Oil and Soap*, 11: 193, 1934.
5. Hilditch, T. P. *The Chemical Constitution of Natural Fats*. 3rd ed. London, Chapman & Hall Ltd., 1956.
6. Cornelius, J. A., T. W. Hammonds, J. B. Leicester, J. K. Ndabahweji, D. A. Rosie & G. G. Shone. New tropical seeds oils. *J. Sci. Food Agr.*, 21: 49-50, 1970.
7. Spencer, G. F. & P. J. Gornisky. Fatty acid composition as a basis for identification of commercial fats and oils. *JAOCS*, 53: 94-96, 1976.
8. Gómez-Brenes, R. A. & R. Bressani. Evaluación nutricional del aceite y de la torta de la semilla de morro (*Crescentia alata*). *Arch. Latinoamer. Nutr.*, 23: 225-242, 1973.
9. Jamieson, R. R. & R. S. McKinney. *Oil and Fat Inds.*, 8: 255, 1931.
10. Munguia, R. R., R. Millares, N. F. Gurley & W. R. Lloyd. Fixed oils of Mexico. V. Mamey (*Calocarpum mammosum* L.). *JAOCS*, 26: 434, 1949.
11. American Oil Chemists' Society. *Official and Tentative Methods of the American Oil Chemists' Society*. 3rd. ed. Champaign, Illinois, The Society, 1973.
12. Chapman, D. D. Infrared spectroscopy of lipids. *JAOCS*, 42: 353-371, 1965.
13. Hopkins, C. Y. & M. J. Chisholm. A survey of the conjugated fatty acids of seed oils. *JAOCS*, 45: 176-182, 1968.
14. Bellamy, L. J. *Advances in Infrared Group Frequencies*. Suffolk, Methuen & Co. Ltd., 1968.
15. Morris, L. J., R. T. Holman & K. Fontell. Alteration of some long-chain esters during gas liquid chromatography. *J. Lipid Res.*, 1: 412-420, 1960.

16. **Report of the Joint FAO/WHO Expert Consultation on the Role of Dietary Fats and Oils in Human Nutrition.** Rome, FAO, 1978. (FAO Food and Nutrition Papers No. 3).
17. Squibb, R. L., H. T. Love & M. K. Wyld. The digestibility of six tropical fats as determined on rats. *J. Nutr.*, 44: 547-552, 1951.