

ESTUDIOS FITOQUIMICOS Y OBSERVACIONES QUIMIOTAXONOMICAS PRELIMINARES DE LOS ACIDOS GRASOS EN SEMILLAS DE ESPECIES DE CACTACEAE¹

Por MARTA E. CARRERAS² y CARLOS A. GUZMAN³

SUMMARY

Seed lipids (petroleum ether 60-80°C) of 23 samples from 12 different *Opuntia*, *Tephrocactus*, *Trichocereus* and *Pereskia* species, collected from the provinces of Córdoba, Salta and San Juan (Argentina) were analyzed.

They were studied by thin layer chromatography and gas-liquid chromatography. The average values of fatty acids were processed using numerical taxonomic techniques.

This paper tries to supply new phytochemical data to characterize the group and a further criterion to solve taxonomic problems.

INTRODUCCION

Numerosos trabajos han demostrado el valor de los ácidos grasos para establecer relaciones sistemáticas entre las plantas, desde bacterias hasta plantas con flores. En Angiospermas, la mayor diversidad se ha encontrado en los lípidos de semillas, donde la composición de ácidos grasos ha demostrado ser útil como caracter taxonómico (Graham *et al.*, 1981). A su vez, Holman (1978) ha destacado la importancia de los ácidos grasos de animales y plantas como parámetro taxonómico cuantitativo.

¹ Instituto Multidisciplinario de Biología Vegetal (IMBIV), Córdoba, Argentina. Trabajo financiado parcialmente por CONICOR (Subsidio N° 334/84), presentado en las XX Jornadas Argentinas de Botánica, Salta, 1985.

² Botánica Sistemática. Departamento de Biología Aplicada. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Córdoba. Casilla de Correo 509, 5000 Córdoba, Argentina.

³ Cátedra de Química Orgánica. Departamento de Química. Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Universidad Nacional de Córdoba. Casilla de Correo 495, 5000 Córdoba, Argentina. Miembro de la Carrera del Investigador Científico (CONICET).

En *Cactaceae* se han analizado alcaloides (Meyer *et al.*, 1980; Pummangura *et al.*, 1982), betacianinas (Piattelli e Imperato, 1969), flavonoides (Clark *et al.*, 1980; Miller y Bohm, 1982), polisacáridos (Paulsen y Lund, 1979; Trachtenberg y Mayer, 1981), entre otros compuestos. Con respecto a los lípidos seminales, Eckey (1954) citó 6,3% de aceites para *Opuntia ficus-indica* y Earle y Jones (1962), en sus estudios sobre 2 especies de *Ferocactus* y 1 especie de *Pachycereus*, obtuvieron 17% de lípidos en el primer género y 32% en el segundo; sin embargo, no se han encontrado datos sobre la composición acídica de los aceites seminales.

Desde el punto de vista taxonómico, especies del género *Opuntia* (*O. sulphurea*, *O. pampeana*, *O. cordobensis*, *O. quimilo*) han sido ubicadas en grupos diferentes según los autores. Castellanos (1957) incluye *O. sulphurea* y *O. pampeana* en la subsección *Sulphureae* y *O. cordobensis* y *O. quimilo* en la subsección *Streptacantha*. Backeberg (1958) considera que *O. cordobensis* y *O. sulphurea* pertenecen a la serie *Sulphureae* y que *O. pampeana* es una variedad de *O. sulphurea*. Britton y Rose (1963) no difieren mayormente de Castellanos (1957) salvo que consideran a *O. pampeana* y *O. sulphurea* como sinónimos. Por otro lado, *Tephrocactus* ha sido incluido por algunos autores como un subgénero de *Opuntia* (Castellanos y Lelong, 1943; Britton y Rose, 1963), mientras que otros lo separan como género independiente (Backeberg, 1958; Kiesling, 1975).

Con este trabajo se intenta proporcionar nuevos datos fitoquímicos para caracterizar a este grupo y aportar un nuevo criterio para la ubicación taxonómica de las especies.

MATERIALES Y METODOS

Se estudiaron las semillas de 23 muestras recolectadas en las provincias de San Juan, Salta y Córdoba (Argentina), pertenecientes a 12 especies de *Cactaceae*: 8 del género *Opuntia*, 1 de *Tephrocactus*, 2 de *Trichocereus* y 1 de *Pereskia*. Se detallan a continuación los datos de recolección de las muestras estudiadas.

Opuntia sulphurea G. Don.⁴ Muestras "a", "b", "c": ARGENTINA. Prov. San Juan: Dpto. Angaco. Sierra Pie de Palo, entrada a la Quebrada del Molle, 650-700 m.s.m. rumbo al Mogote de los Corralitos. A. T. Hunziker *et al.*, 28-XI-1980 (CORD, Frasco 3380).

⁴ La muestra ha sido dividida en 3 grupos teniendo en cuenta el color de la semilla, denominándose "a" a la fracción más clara y "c" a la más oscura.

Opuntia pampeana Speg.⁵ ARGENTINA. Prov. Córdoba: Dpto. Punilla: Muestra I. Capilla del Monte, camino al Cerro Uritorco. Carreras 1, 18-III-1981 (CORD). Muestra II. Capilla del Monte, camino a la bomba de agua municipal. Carreras 3, 18-III-1981 (CORD). Muestra III. Capilla del Monte, entre la bomba de agua municipal y el Cerro Uritorco. Carreras 4, 18-III-1981 (CORD). Muestra IV. Capilla del Monte, al pie del Cerro Uritorco. Carreras 5, 18-III-1981 (CORD).

Opuntia cfr. *cordobensis* Speg. ARGENTINA. Prov. Córdoba: Dpto. Punilla. Capilla del Monte, camino al Cerro Uritorco. Carreras 2, 18-III-1981 (CORD).

Opuntia quimilo Schum.⁵ ARGENTINA. Prov. Salta: Muestra I. Dpto. Anta. Part. Balbuena. Finca "Bajaña de Puli", 12 km al NO de Chorroarín, en las proximidades del A° Boquerón, 450 m.s.m. Novara 1639, 13-III-1981 (CORD). Muestra II. Dpto. Cerrillos. Por el camino a Finca "Las Higuerillas", pasando La Pedrera, unos 6-7 km antes del Abra de La Quesera, 10 km al SE de la ciudad de Salta, 1300 m.s.m. Novara s/n, 18-IV-1981 (CORD). Prov. Córdoba: Dpto. Ischilín: Muestra III. Ruta 60, km 858 pasando Quilino. Fuentes s/n, 23-V-1981 (CORD). Muestra VI. "Estancia Elizabeth", 30 km al N de Cruz del Eje. Alessandria 12183, 25-III-1983 (CORD). Muestra VII. "Estancia Santa Isabel". Alessandria 12184, 25-III-1983 (CORD). Dpto. Tulumba: Muestra IV. Ruta 60, km 900 antes de Lucio V. Mansilla. Fuentes s/n, 23-V-1981 (CORD). Muestra V. Ruta 60, km 895 antes de llegar a Lucio V. Mansilla. Fuentes s/n, 26-III-1983 (CORD).

Opuntia cfr. *figus-indica* (L.) Mill. ARGENTINA. Prov. Córdoba: Dpto. Ischilín. Chuña, Ruta Provincial 42 junto al puente. Olariaga s/n, 6-III-1981 (CORD).

Opuntia sp. (1). ARGENTINA. Prov. Salta: Dpto. Chicoana. Quebrada de Escoipe, Ruta Prov. 30, 500 m antes de San Fernando de Escoipe. Novara 1554, 6-II-1981 (CORD).

Opuntia sp. (2). ARGENTINA. Prov. Salta: Dpto. Capital. Río Vaqueros, 5 km al W del puente de Ruta 9. Novara 2517, 1-IV-1982 (CORD).

Opuntia sp. (3). ARGENTINA. Prov. Salta: Dpto. Molinos. Laguna Breallito. Novara 2556, 9-IV-1982 (CORD).

Tephrocactus sp. ARGENTINA. Prov. Salta: Dpto. San Carlos. Finca "La Angostura" entre Molinos y Angastaco. A. T. Hunziker et al., 10-V-1981 (CORD, Frasco 3448).

Trichocereus candicans (Gill.) Britton et Rose. ARGENTINA. Prov. San Juan: Dpto. Angaco. Quebrada del Molle, 1780 m.s.m. A. T. Hunziker et al., 19-XII-1980 (CORD, Frasco 3420).

Trichocereus terscheckii (Parm.) Britton et Rose. ARGENTINA. Prov. Salta: Dpto. Chicoana. Quebrada de Escoipe, Ruta Provincial 30, 500 m antes de San Fernando de Escoipe, camino a Cachi. Novara 1555, 6-II-1981 (CORD).

Pereskia sacharosa Gris. ARGENTINA. Prov. Salta: Dpto. Orán. Finca "Las 86 Leguas", entre Martínez del Tineo y Chaguaral, 6 km al S de Martínez del Tineo y 1 km al S de donde terminan las Lomas de Olmedo. Novara 1752, 18-IV-1981 (CORD).

Las semillas maduras de cada muestra se molieron hasta obtener un polvo fino. Los aceites crudos se separaron mediante extrac-

⁵ Se estudiaron varias muestras que se denominaron con números romanos.

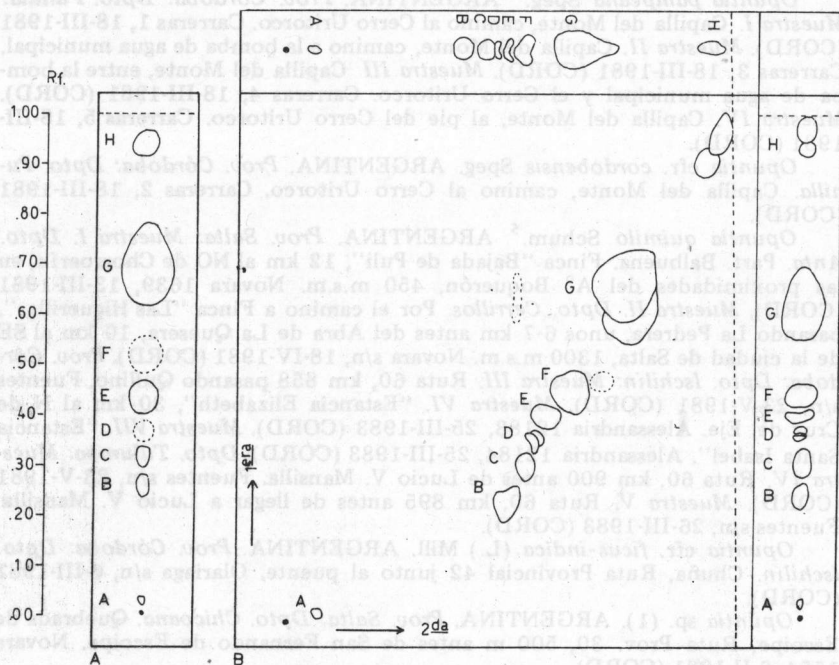


Fig. 1.— A: Representación gráfica del cromatograma monodireccional tipo de las especies de *Cactaceae* estudiadas. B: Representación gráfica del cromatograma bidireccional de *Opuntia* sp. (3).

ción continua sólido-líquido con Soxhlet durante 12 horas, utilizando como solvente éter de petróleo 60-80°C y posterior evaporación del disolvente con un evaporador rotatorio Büchi modelo R 110, a 40°C y presión reducida. Los aceites fueron conservados en atmósfera de nitrógeno a -10°C hasta el momento de su utilización.

De cada muestra se calculó el porcentaje de lípidos extraídos (gr/100 gr peso fresco) y se determinó el índice de refracción de los aceites utilizando un refractómetro tipo ABBE, Hilger-Watts, haciendo las lecturas a 23°C.

Los aceites se analizaron por cromatografía ascendente en capa fina monodireccionales y bidireccionales, utilizándose placas cromatográficas de sílica gel 60 G (Merk) de 0,5 mm de espesor, preparadas con un extensor cromatográfico IPE. En las monodireccionales se utilizó como sistema de solvente, éter de petróleo-éter etílico-ácido acético en la proporción 90:20:3 y en las bidirecciona-

les, el mismo sistema en la primera dirección y en la segunda, los mismos solventes en la proporción 83:20:7 (Stahl, 1969 modificado). La siembra fue cualitativa y las diferentes fracciones lipídicas fueron reveladas con vapores de yodo (Randerath, 1974).

La composición acídica de los aceites "crudos" se determinó por cromatografía gas-líquido. Los ésteres metílicos se prepararon por saponificación con solución de hidróxido de potasio 1 N en metanol y transesterificación con solución de ácido sulfúrico 1 N en metanol (Norma IRAM N° 5650). Los ésteres metílicos fueron analizados en un cromatógrafo de gases Shimadzu, modelo GC-RIA con un detector de ionización de llama, utilizando una columna DEGS (succinato de dietilenglicol) de cromosorb W al 15%, lavado ácido y silanizado con DMCS (dimetilclorosilano), operando isotérmicamente a 180°C. La temperatura de inyección fue fijada en 250°C. El flujo de aire fue de 400 ml/min. y los de nitrógeno e hidrógeno de 60 ml/min. La identificación de los picos correspondientes a los distintos ácidos grasos se realizó en relación al tiempo de retención relativo del palmitato de metilo; el área y los tiempos de retención fueron calculados en un procesador de datos Shimadzu modelo RPR-GI. El contenido de ácidos grasos como ésteres metílicos para cada muestra se expresó en porcentajes.

Se calculó el índice de yodo teórico, tomando como base los valores porcentuales de ácidos grasos enoicos obtenidos por cromatografía gas-líquido.

Para comprobar la afinidad entre las muestras de una misma especie y entre especies, se confrontaron los datos de la composición acídica de los géneros *Opuntia* y *Tephrocactus*, cuya ubicación taxonómica resulta conflictiva. A tal fin se utilizaron técnicas numéricas (Crisci y López Armengol, 1983).

A partir de una matriz de datos estandarizada por variable (columna), se construyó la matriz de similitud, utilizando el coeficiente de similitud "Taxonomic Distance" que considera la distancia euclídeana. El análisis de la matriz de similitud se realizó siguiendo una técnica de análisis de agrupamiento exclusiva, jerárquica, aglomerativa y secuencial designada como método de los pares imponderados (UPGMA, "unweighted pair-group method using arithmetic average") (Sneth y Sokal, 1973) implementado por Späth (1980).

La estructura taxonómica obtenida de la matriz de similitud con la técnica de análisis de agrupamientos, se representó gráficamente mediante un fenograma.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los porcentajes de aceites "crudos" se muestran en la tabla 1.

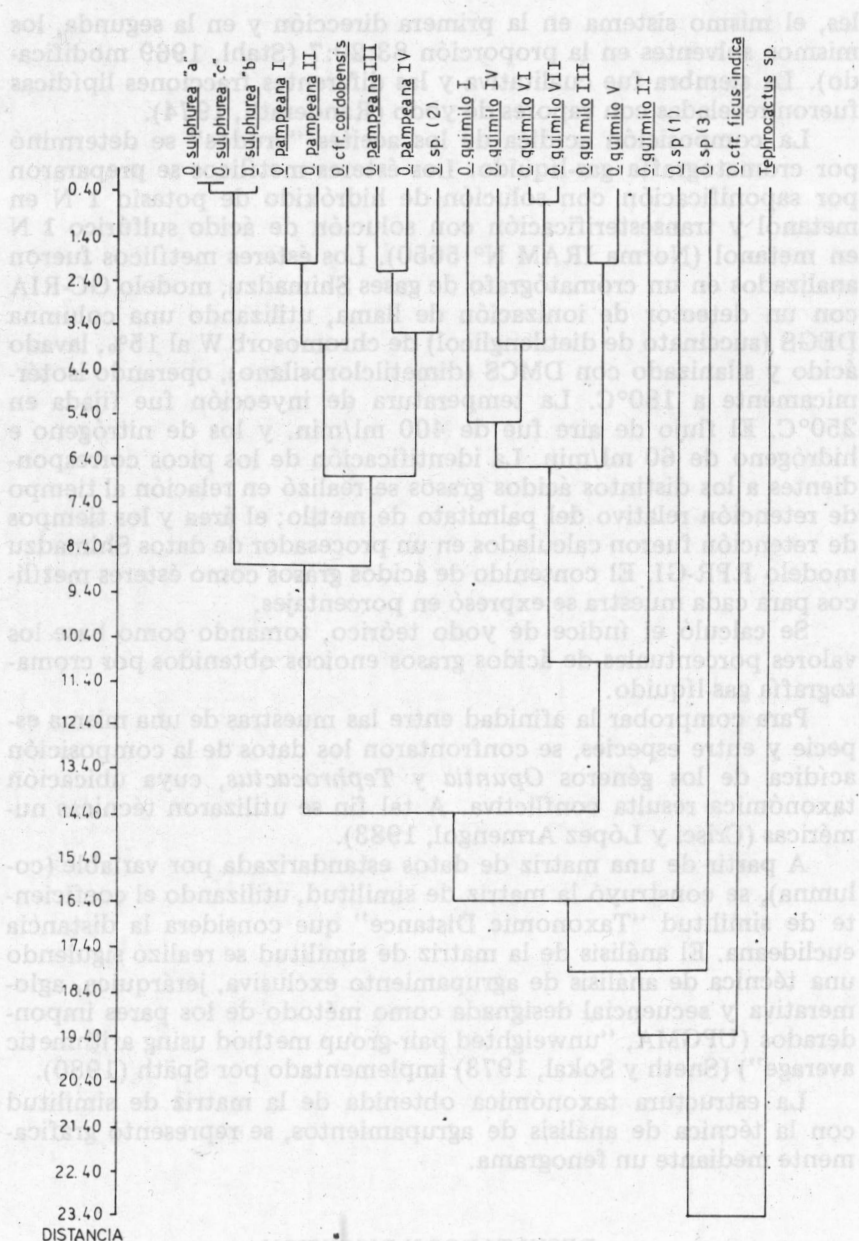


Fig. 2.— Fenograma de especies de *Opuntia* y *Tephrocactus* basado en la composición acídica de los aceites seminales.

El género *Trichocereus* presentó los valores más elevados de todo el grupo (29,44% y 24,71%) y *Pereskia* el más bajo (4,88%). En *Opuntia* y *Tephrocactus* el contenido de aceites fue variable según las muestras, presentando valores intermedios con respecto a los otros dos géneros (entre 6,96% y 12,68%).

Se puede observar que las semillas de las especies de Cactáceas estudiadas poseen un contenido graso que varía entre valores bajos a intermedios comparativamente con otros grupos. En *Trichocereus* se ha encontrado un contenido de aceites similar al de especies de *Pachycereus* (Earle y Jones, 1962) y en *Opuntia ficus-indica* (7,66%) muy próximo al mencionado por Eckey (1954).

En la tabla 1 aparecen también algunas características físico-químicas de los aceites seminales. Los valores de índice de refracción estuvieron comprendidos entre 1,4711 y 1,4788 y los índices de yodo teóricos oscilaron entre 111 y 142.

Cromatografía en capa fina

Estableciendo homologías entre los cromatogramas monodireccionales de las distintas muestras, se determinó la presencia de un total de 8 manchas para todo el grupo de Cactáceas estudiado (Fig. 1 A). La mancha D generalmente aparece desdoblada en 2 manchas lineales y excepcionalmente se observan 3 manchas como ocurre en *Pereskia*. La mancha F a veces ofrece dificultades para su visualización. Estos cromatogramas coinciden básicamente con los citados para especies de otros grupos taxonómicos. Así, los aceites seminales de Cactáceas están formados en su mayor parte por triglicéridos (mancha G); próxima al frente de corrida se encuentra la fracción de hidrocarburos y ésteres de esteroides y por debajo de los triglicéridos, se separan ácidos grasos libres, 1-3 diglicéridos, 1-2 diglicéridos y monoglicéridos; los lípidos polares quedan retenidos en el puesto de siembra (Hitchcock y Nichols, 1971; Daniels *et al.*, 1966).

En las cromatografías bidireccionales aparecen las mismas manchas observadas en las monodireccionales; la mancha G puede presentar 2 ó 3 lóbulos lo que podría indicar una composición compleja de triglicéridos. Debido a la similitud del modelo cromatográfico en la mayoría de las muestras estudiadas, a título ilustrativo se presenta en la figura 1 B, la corrida cromatográfica bidireccional correspondiente a *Opuntia* sp. (3).

Cromatografía gas-líquido

La tabla 2 muestra la composición ácida de cada una de las muestras estudiadas. Se determinó la presencia de ácidos grasos saturados (14:0, 16:0, 18:0) e insaturados (16:1, 18:1, 18:2, 18:3) siendo el 18:2 el que presentó los valores porcentuales más elevados.

Tabla 1.— Porcentaje de aceites “crudos” (éter de petróleo 60-80°C), índice de refracción e índice de yodo teórico de las diferentes muestras estudiadas.

ESPECIES	MUESTRAS	% de aceites crudos	Índice de re- fracción	Índice de I ₂	ESPECIES	MUESTRAS	% de aceites crudos	Índice de re- fracción	Índice de I ₂
<u>Opuntia sulphurea</u>	"a"	7.15	1.4719	130	<u>Opuntia quimilo</u>	V	9.36	1.4728	133
	"b"	9.77	1.4722	129		VI	10.15	1.4719	125
	"c"	9.50	1.4720	129		VII	11.32	1.4711	124
<u>Opuntia pampeana</u>	I	8.03	1.4738	137	<u>Opuntia</u> cfr. <u>ficus-indica</u>		7.66	1.4732	132
	II*	10.09	1.4740	136	<u>Opuntia</u> sp. (1)		8.15	1.4737	136
	III	9.07	1.4740	137	<u>Opuntia</u> sp. (2)		6.96	1.4788	142
	IV	8.07	1.4740	136	<u>Opuntia</u> sp. (3)		9.11	1.4752	111
<u>Opuntia</u> cfr. <u>cordobensis</u>		8.84	1.4734	130	<u>Tephrocactus</u> sp.		11.24	1.4740	137
<u>Opuntia quimilo</u>	I	10.17	1.4729	125	<u>Trichocereus candicans</u>		29.44	1.4719	119
	II	9.17	1.4759	123	<u>Trichocereus terscheckii</u>		24.71	1.4729	128
	III	9.50	1.4732	132	<u>Pereskia sacharosa</u>		4.88	1.4780	134
	IV	12.68	1.4726	115					

Tabla 2.— Composición ácida de los aceites “crudos” de las muestras estudiadas.

ESPECIES	MUESTRAS	14:0	16:0	16:1	18:0	18:1	18:2	18:3
<u>Opuntia sulphurea</u>	"a"	0.09	11.60	2.24	2.99	23.73	58.49	0.26
	"b"	0.09	11.07	2.02	3.10	25.04	57.76	0.38
	"c"	0.10	11.66	2.12	3.01	24.32	57.91	0.29
<u>Opuntia pampeana</u>	I	0.09	11.54	1.48	2.67	19.50	63.60	1.00
	II	0.06	13.20	1.27	2.97	17.09	63.94	1.30
	III	0.08	11.76	1.41	2.33	18.90	65.10	0.41
	IV	0.08	11.54	2.00	2.96	17.84	64.64	0.34
<u>Opuntia</u> cfr. <u>cordobensis</u>		0.11	13.25	1.68	4.00	19.31	59.81	0.94
<u>Opuntia quimilo</u>	I	0.26	14.36	1.38	4.64	19.23	58.35	0.50
	II	0.10	17.93	1.09	6.16	14.31	60.03	0.32
	III	0.19	15.62	1.48	3.45	13.73	64.52	0.45
	IV	0.12	15.15	1.17	3.93	12.59	56.28	0.25
	V	0.13	15.32	1.38	2.69	14.49	64.84	0.73
	VI	0.13	16.15	1.41	4.12	18.55	58.81	0.32
	VII	0.15	16.19	1.64	4.61	18.43	58.19	0.28
<u>Opuntia</u> cfr. <u>ficus-indica</u>		0.36	13.59	1.22	2.77	18.14	61.83	0.89
<u>Opuntia</u> sp. (1)		0.15	13.98	1.62	3.31	13.61	64.84	1.83
<u>Opuntia</u> sp. (2)		0.11	9.73	1.33	2.69	16.07	69.47	0.19
<u>Opuntia</u> sp. (3)		0.13	15.14	1.59	3.76	25.25	46.91	0.74
<u>Tephrocactus</u> sp.		0.12	14.05	0.00	2.53	14.44	68.60	0.00
<u>Trichocereus candicans</u>		0.11	14.08	0.00	2.12	34.35	48.36	0.29
<u>Trichocereus terscheckii</u>		0.23	16.29	0.00	0.81	22.56	58.77	0.50
<u>Pereskia sacharosa</u>		0.23	15.28	0.05	4.42	10.62	68.10	0.52

oscilando entre 46,91% y 69,47%, siguiendo en orden decreciente, 18:1, 16:0, 18:0, 16:1, 18:3 y 14:0, secuencia que se mantuvo constante en la mayoría de las muestras. Es de destacar que en *Trichocereus* no se detectó el ácido graso 16:1 y que *Tephrocactus* careció de 16:1 y 18:3.

Análisis numérico

Analizando el fenograma de la figura 2 se observa que las muestras de la misma especie aparecen relacionadas: *O. sulphurea* (muestras "a", "b", "c"), *O. quimilo* (muestras I, II, III, IV, V, VI, VII) y *O. pampeana* (muestras I, II, III, IV). Esta última se encuentra a su vez asociada con *O. cordobensis* y con otra especie del mismo género (*Opuntia* sp. (2)). No hay dudas sobre la afinidad existente entre *O. sulphurea* y *O. pampeana* aceptada por todos los autores (Castellanos, 1957; Backeberg, 1958; Britton y Rose, 1963). La similitud encontrada entre *O. cordobensis* y *O. pampeana* coincide con la ubicación de estas especies dentro de una misma sección, según el sistema de Backeberg (1958). La especie de *Tephrocactus* estudiada, es la más alejada del grupo, lo que constituiría un argumento más para considerar a *Tephrocactus* como género independiente.

CONCLUSIONES

Dada la gran homogeneidad observada por cromatografía en capa fina, los datos obtenidos por este método no pueden ser usados, por el momento, con fines taxonómicos; estos datos, juntamente con los valores porcentuales de ácidos grasos, obtenidos por cromatografía gas-líquido, constituyen un primer aporte para el conocimiento de la naturaleza y composición de los aceites seminales de Cactáceas. Sin embargo, el análisis numérico de la composición acídica, proporcionaría un nuevo criterio para esclarecer la ubicación taxonómica de las especies.

AGRADECIMIENTOS

Al Ing. Agrón. Armando T. Hunziker, director del Museo Botánico de Córdoba, por la identificación de los materiales estudiados y la recolección de algunas de las muestras. Al Biól. Julio Di Rienzo del Area de Computación de la Facultad de Ciencias Agropecuarias (Universidad Nacional de Córdoba), por su colaboración en el análisis numérico. A los botánicos Ing. Agrón. Lázaro Novara, Ing.

Agrón. Esteban Alessandria y Biól. Elsa Fuentes, por haber recolectado gran parte del material de estudio. A los miembros de la Cátedra de Química Orgánica de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales (Universidad Nacional de Córdoba), en especial al Lic. Rogelio E. Abburrá.

BIBLIOGRAFIA

- BACKEBERG, C. 1958. *Die Cactaceae*. Handbuch der Kakteenkunde. I, 1-638. Veb Gustav Fischer Verlag. Jena.
- BRITTON, N. L. and J. N. ROSE. 1963. *The Cactaceae*. Descriptions and illustrations of plants of the cactus family. I, 1-236. Dover Publications, Inc. New York.
- CASTELLANOS, A. 1957. Revisión de las Cactáceas argentinas. *Rev. Fac. Cienc. Agrar.* 6(2): 1-30.
- et H. LELONG. 1943. *Opuntiales vel Cactales. Cactaceae*. En DESCOLE, H. R. *Genera et Species Plantarum Argentinarum*. I, 49-142.
- CLARK, W. D., G. K. BROWN and R. L. MAYES. 1980. Flower flavonoids of *Opuntia* subgenus *Cylindropuntia*. *Phytochemistry* 19: 2042-2043.
- CRISCI, J. V. y M. F. LOPEZ ARMENGOL. 1983. Introducción a la teoría y práctica de la Taxonomía Numérica. I-VI, 1-132. Secretaría General de la OEA. Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico. Washington, D.C.
- DANIELS, N. W. R., J. WENDY RICHMOND, P. W. RUSSELL EGGITT and J. B. M. COPPOCK. 1966. Studies on the lipids of flour. III. Lipid binding in breadmaking. *J. Sci. Food Agric.* 17: 20-29.
- EARLE, F. R. and Q. JONES. 1962. Analyses of seed samples from 113 plant families. *Econ. Bot.* 16(4): 221-250.
- ECKEY, E. W. 1954. *Vegetable fats and oils*. I-IX, 1-836. Reinhold Publishing Corporation. New York.
- GRAHAM, S. A., F. HIRSINGER and G. RÖBBELEN. 1981. Fatty acids of *Cuphea* (*Lythraceae*) seed lipids and their systematic significance. *Amer. J. Bot.* 68(7): 908-917.
- HITCHCOCK, C. and B. W. NICHOLS. 1971. *Plant lipid biochemistry*. I-XIII, 1-387. Academic Press. London and New York.
- HOLMAN, R. T. 1978. Quantitative chemical taxonomy based upon composition of lipids. *Prog. Chem. Fats other Lipids*. 16: 9-29.
- KIESLING, R. 1975. Los géneros de *Cactaceae* de Argentina. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 16(3): 197-227.
- MEYER, B. N., Y. A. H. MOHAMED and J. L. McLAUGHLIN. 1980. β -phenethylamines from the cactus genus *Opuntia*. *Phytochemistry* 19(4): 719-720.
- MILLER, J. M. and B. A. BOHM. 1982. Flavonol and dihydroflavonol glycosides of *Echinocereus triglochidiatus* var. *gurneyi*. *Phytochemistry* 21(4): 951-952.
- PAULSEN, B. S. and P. S. LUND. 1979. Water-soluble polysaccharides of *Opuntia ficus-indica* cv. "Burbank's Spineless". *Phytochemistry* 18: 569-571.
- PIATTELLI, M. and F. IMPERATO. 1969. Betacyanins of family *Cactaceae*. *Phytochemistry* 8: 1503-1507.
- PUMMANGURA, S., Y. A. H. MOHAMED, C. J. CHAG and J. L. McLAUGH-

- LIN. 1982. Two simple tetrahydroisoquinoline alkaloid N-oxides from cacti. *Phytochemistry* 21(9): 2375-2377.
- RANDERATH, K. 1974. *Cromatografía de capa fina*. Enciclopedia de la Química Industrial. I-XV, 1-291. Ediciones URMO, S.A. Bilbao.
- SNEATH, P. H. A. and R. R. SOKAL. 1973. *Numerical taxonomy*. The principles and practices of numerical classification. I-XV, 1-573. Freeman. San Francisco.
- SPÄTH, H. 1980. *Cluster analysis algorithms*. 1-226. John Wiley & Sons, Inc. New York.
- STAHL, E. 1969. *Thin layer chromatography*. I-XXIV, 1-1041. Springer International Student Edition. Springer-Verlag. Berlin. Heidelberg. New York.
- TRACHTENBERG, S. and A. M. MAYER. 1981. Composition and properties of *Opuntia ficus-indica* mucilage. *Phytochemistry* 20(12): 2665-2668.
- BRITTON, N. L. and J. N. ROSE. 1983. *The Cactaceae*. Descriptions and illustrations of plants of the cactus family. I. 1-336. Dover Publications, Inc. New York.
- CASTELLANOS, A. 1987. Revisión de las Cactáceas argentinas. *Rev. Fac. Cienc. Agrar.* 9(2): 1-30.
- and H. LELONG. 1942. Opuntiales del Cactus. *Cactaceae*. En DESCOLLE, H. R. *Genera of Species Plantarum Argentina*. I. 42-142.
- CLARK, W. D., G. K. BROWN and R. L. MAYE. 1980. Flower Flavonoids of *Opuntia subgenus Cylindropuntia*. *Phytochemistry* 19: 2043-2048.
- CRISCI, J. V. y M. F. LOPEZ ARMENGO. 1983. Introducción a la taxonomía y prácticas de la Taxonomía Numérica. I-VI. 1-132. Secretaría General de la OEA. Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico. Washington, D.C.
- DANIELS, N. W. R., J. WENDY RICHMOND, E. W. RUSSELL EGGITT and J. B. M. COPPOCK. 1988. Studies on the lipid of *Neot. III*. Lipid binding in breadmaking. *J. Sci. Food Agric.* 17: 20-29.
- EARLE, V. R. and Q. JONES. 1982. Analyses of seed samples from 113 plant families. *Econ. Bot.* 16(4): 231-280.
- ECKEY, E. W. 1984. *Vegetable fats and oils*. I-X. 1-835. Reinhold Publishing Corporation. New York.
- GRAHAM, S., F. HIRSINGER and G. RÖBBLER. 1981. Fatty acids of *Cupressus (L.)* (Cupressaceae) seed lipids and their systematic significance. *Amer. J. Bot.* 68(7): 808-817.
- HITCHCOCK, C. and B. W. NICHOLS. 1971. *Plant lipid biochemistry*. I-XIII. 1-387. Academic Press. London and New York.
- HOLMAN, R. T. 1978. Quantitative chemical taxonomy based upon composition of lipid. *Food Chem. Toxicol.* 16: 9-29.
- KIESLING, R. 1975. Los géneros de Cactaceae de Argentina. *Bot. Soc. Argent.* 19(2): 197-227.
- MEYER, B. N., Y. A. H. MOHAMED and J. L. McLAUGHLIN. 1980. 8-phenylphyllanthins from the cactus genus *Opuntia*. *Phytochemistry* 19(4): 719-720.
- MILLER, J. M. and B. A. BOHM. 1982. Flavonol and dihydroflavonol glycosides of *Echinocereus triglochidiatus* var. *guyanae*. *Phytochemistry* 21(1): 951-952.
- PAULSEN, B. S. and F. S. LUND. 1979. Water-soluble polysaccharides of *Opuntia ficus-indica* cv. "Barbark's Spineless". *Phytochemistry* 18: 559-571.
- PIATTALLI, M. and F. IMPERATO. 1988. Relationships of family Cactaceae. *Phytochemistry* 8: 1503-1507.
- PUMMANOURA, S. Y. A. H. MOHAMED, C. J. CHAG and J. L. McLAUGH-