

## La familia Euphorbiaceae como fuente de aceites vegetales para la industria tecnoquímica.

Por M. J. Pascual Villalobos y E. Correal Castellanos.  
Consejería de Agricultura de la Región de Murcia. C.R.I.A. Dpto.  
Cultivos Zonas Áridas. 30105-La Alberca - MURCIA.

### RESUMEN

**La familia Euphorbiaceae como fuente de aceites vegetales para la industria tecnoquímica.**

La familia Euphorbiaceae contiene gran número de especies de las que se pueden obtener productos de interés económico como el caucho, la tapioca, ceras y aceites.

En este trabajo se estudian en primer lugar las características botánicas y químicas de la familia y las peculiaridades de los aceites de sus semillas y se comparan con los de otras familias. En segundo lugar, se revisan otros compuestos químicos así como especies de interés económico utilizadas en alimentación, medicina o industria, incluyendo géneros con potencial interés y los actuales cultivos oleaginosos industriales como *Ricinus*, *Euphorbia*, *Aleurites*, *Sapium*, *Jatropha*, etc.

Finalmente, desde un punto de vista de mercado, se apuntan las perspectivas de estos aceites como materias primas para la industria química.

**PALABRAS-CLAVE:** Aceite vegetal - Euphorbiaceae - Industria tecnoquímica - Información (artículo).

### SUMMARY

**The family Euphorbiaceae, source of vegetable oils for the technochemical industry.**

The family Euphorbiaceae includes a huge number of species some of which provide important raw materials such as rubber, cassava, waxes and oils.

In this study, the general botanical and chemical characteristics of this family are described firstly together with the chemical composition of their seed oils and a comparison with those of other families. Secondly, other chemical constituents of economic interest are reviewed and compared with the species already used for food, industry and medicine purposes. A further revision is included on some of its genus with potential interest and on current industrial oil crops such as *Ricinus*, *Euphorbia*, *Aleurites*, *Sapium*, *Jatropha*, etc.

Finally, from an economic point of view, future prospects of some of these oils as raw materials for the chemical industry are given.

**KEY-WORDS:** Euphorbiaceae - Information (paper) - Technochemical industry - Vegetable oil.

### 1. LAS EUPHORBIACEAE: CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS Y QUÍMICAS

La familia Euphorbiaceae es una de las más grandes y diversificadas de las Angiospermas, conteniendo alrededor de 8000 especies en 300 géneros. Incluye especies predominantemente tropicales pero también ampliamente distribuidas en zonas templadas. Los géneros más importantes son: *Euphorbia* (1000 especies), *Croton* (500-600 especies) y *Phyllanthus* (400 especies).

Todos los taxones tienen flores unisexuales y la polinización se realiza por medio de diversos agentes como el viento, insectos, pájaros, murciélagos y mamíferos no voladores.

Existe una gran diversidad en su hábito de crecimiento que comprende desde altos árboles forestales hasta lianas, incluyendo arbustos, hierbas anuales y perennes, suculentas geofitas y plantas acuáticas flotadoras, siendo sólo el hábito epífita el único que falta entre sus principales nichos de adaptación vegetativa. Sin embargo, debido a la distribución principalmente tropical de la familia y a sus diminutas flores, las Euphorbiaceae han sido mucho menos estudiadas que otras familias botánicas. A pesar de ello se han publicado numerosos estudios relativos a taxonomía y clasificación.

Las características más comunes de las Euphorbiaceae son: hojas compuestas palmeadas o simples estipuladas; inflorescencias cimosas, a veces muy modificadas, con forma de racimo o capitadas; flores unisexuales, radialmente simétricas o hipoginas con disco nectarífero receptacular (a veces ausente); pétalos generalmente ausentes; estambres desde uno a muchos y a menudo conados; granos de polen con 2-3 núcleos y con distintos dibujos en la capa de exina; gineceo con 3-6 carpelos unidos, con estilos no divididos a multifidos; óvulos solitarios o por pares en cada carpelo, anátropos y epítropos, crasinucelados con dos tegumentos; frutos generalmente capsulares y carpelos que se separan de una columna central en la dehiscencia; en cada carpelo una o dos semillas con tegumento externo, con o sin endospermo y a menudo carunculadas; embrión grande con amplios cotiledones.

Según Webster (1987) esta familia se puede agrupar en cinco subfamilias (1): Phyllanthoideae, Oldfieldioideae, Acalyphoideae, Crotonoideae y Euphorbioideae.

Desde un punto de vista bioquímico es una familia muy diversa ya que contiene alcaloides, glicósidos cianogénicos, ácidos grasos, glucosinolatos y terpenoides entre otros. Además algunas de sus especies contienen un latex de color lechoso.

Debido a la extensión, diversidad y amplio abanico de aplicaciones de esta familia, muchas de sus especies fueron utilizadas por las sociedades más primitivas. Actualmente, sus usos más frecuentes son en alimentación (tapioca) y en la producción de medicinas, venenos, aceites y grasas, ceras, gomas, caucho y componentes para pinturas, barnices y otros productos industriales. Algunas de ellas se cultivan como ornamentales.

## 2. LAS GRASAS Y ACEITES PRESENTES EN LA FAMILIA EUPHORBIACEAE; PECULIARIDADES Y COMPARACION CON OTRAS FAMILIAS

Barclay y Earle (3) compararon el contenido en aceite y proteína de diversas familias botánicas estableciendo unos valores medios aunque las desviaciones respecto a la media en una familia eran grandes. No obstante y de acuerdo con este estudio las Euphorbiaceae tienen un contenido medio en aceite cercano al 40% y un rango de variación entre el 5 y 70% (3). Se encuentran entre las familias con mayor contenido de aceite en la semilla, situándose por encima de familias tradicionalmente productoras de aceites como Oleaceae (valor medio 25% y rango 10-30%) o Palmae (media 30% y rango de variación 5-65%).

La cromatografía de gases del aceite de semilla de especies de esta familia (Tabla I) indica la presencia en ellos de los ácidos grasos más comunes. No obstante, en algunos casos contienen ácidos grasos poco frecuentes como por ejemplo:

- *Sapium sebiferum* Roxb. que posee 5% de un componente que se supone ácido decadienoico.
- *Euphorbia lagascae* Spreng. que contiene 58% de ácido C<sub>18</sub> - epoxi ya que la absorción IR a 11.85 y 12.17 micras indican que el material es un epóxido.
- Asimismo, los valores de índice de iodo (IV) encontrados, que confieren al aceite sus propiedades secantes, varían considerablemente pero los valores extremos analizados pertenecen a dos especies del género *Euphorbia*: *E.lathyris* L. con IV de 87 que contiene 85% de ácido oleico y *E.parryi* L. con IV de 221 y 76% de ácido octadecatrienoico, probablemente linoléico. Los aceites de *Euphorbia marginata* Pursh. y *E.heterophylla* L. (32 y 37% respectivamente del peso de sus semillas) con un índice de iodo próximo a 200, podrían ser unos buenos sustitutos del aceite de lino utilizándolos como secantes, solos o diluídos con otros aceites para abaratarlos (5). Los altos índices de iodo que son deseables en los aceites secantes porque producen películas más protectoras, suelen encontrarse en el aceite de semilla de las familias Euphorbiaceae, Cruciferae y Labiatae.

Kleiman et al. (4) presentan la composición química de los aceites de varias especies de la familia Euphorbiaceae. En la tribu Jatropheae los aceites tienen un I.V. intermedio (113-133) y contienen linoleico en su mayor parte (53-68%). En la tribu Euphorbieae el ácido trienoico C<sub>18</sub> es el componente más importante; una excepción son los aceites de *Euphorbia lathyris*, *E.lagascae* y *Pedilanthus macrocarpus* L. que contienen mayoritariamente otros componentes como ácido oleico (18:1), ácido vernólico y ácido linoleico respectivamente (Tabla I).

## 3. COMPUESTOS QUIMICOS Y ESPECIES DE INTERES ECONOMICO DE LA FAMILIA EUPHORBIACEAE

En la literatura (2) se citan como especies económicamente importantes a: *Aleurites fordii* Hemsl. (aceite de tung), *A.molucana* Willd. (aceite de lumbang o candlenut), *A.montana* E. H. Wilson (árbol mú), *Cnidioscolus* sp. (caucho de chilte), *Croton tiglium* L. (aceite de croton), *Euphorbia antisiphylitica* Zucc. (cera de candelilla), *E.intisy* Drake (caucho de intisy), *Hevea brasiliensis* (Willd, ex. ADR. Juss.) Muell. -Arg.- (caucho de pará), *Manihot esculenta* Crantz (cassava o tapioca), *M.glaziovii* Muell, Arg. (caucho de ceará), *Ricinus communis* L. (aceite de ricino) y *Sapium sebiferum* Roxb. (sebo vegetal). De ellas las dos especies más importantes de la familia son: a) la tapioca que junto a otras 12 especies forma la base alimenticia de la población mundial, y b) el árbol del caucho que ha transformado al mundo en un siglo. Aunque no debemos olvidar otros productos de importancia económica como los aceites industriales de ricino y tung.

Se ha investigado la composición química de más de 120 especies, principalmente del género *Euphorbia* (6). Sus principales compuestos químicos son triterpenoides, flavonoides y alcaloides, pero también contienen cumarinas, glucósidos cianogénicos y taninos. Además, en géneros como *Aleurites*, *Croton*, *Euphorbia*, *Jatropa*, *Sapium*, etc., se encuentran ciertas sustancias tóxicas como ésteres de alcoholes diterpénicos, forbal, resiniferonol e ingenol que son irritantes de la piel.

### 3.1. Compuestos químicos.

#### 3.1.1. Terpenoides.

En las Euphorbiaceae se han identificado más de 55 triterpenoides (tetra y pentacíclicos), principalmente del latex pero también presentes en otras partes de la planta como corteza, flores, hojas, raíces, etc. Algunos de ellos se encuentran libres y otros en forma de ésteres (acetatos) o glicósidos. El latex de *Euphorbia* contiene mayormente triterpenos y sus ésteres. En el análisis de los aceites esenciales de varias especies de *Croton* se identificaron varios componentes como monoterpenoides, fenilpropenoides y sesquiterpenoides (7). De *Euphorbia* se pueden obtener una cantidad considerable de hidrocarburos y alcoholes (6).

Tabla I  
Análisis químico del aceite de semilla de varias especies de Euphorbiaceae (Fuente: Ref. 4)

Composición de los ésteres metílicos<sup>†</sup>

Especie	Aceite (%)	I.iodo I.V.	(% ) por CLG						
			16:0	18:0	18:1	18:2	18:3	20:1	otros
<b>Phyllanthaceae</b>									
<i>Phyllanthus abnormis</i>	30	160	9	3	27	23	37	0.5	1
<i>Reverchonnia arenaria</i>	28	161	9	3	26	21	40	0.6	0.4
<b>Daphniphyllaceae</b>									
<i>Daphniphyllum humile</i>	35	104	9	4	58	28	0.2		0.4
<i>Daphniphyllum macropodium</i>	37	97	12	4	55	28	0.4	0.2	0.3
<b>Crotoneae</b>									
<i>Croton fragilis</i>	25	142	8	4	9	70	6	1	2
<i>Croton gracilis</i>	29	176	6	2	9	50	30	1	2
<i>Croton texensis</i>	26	169	4	2	10	49	30	4	1
<b>Acalypheae</b>									
<i>Chrozophora tinctoria</i>	56	142	6	5	12	75	1	0.2	0.3
<i>Mercurialis annua</i>	37	211	5	7	8	11	68		0.5
<b>Jatrophaeae</b>									
<i>Cnidioscolus elasticus</i>	26	119	17	6	16	59	1	0.3	0.2
<i>Jatropha cordata</i>	39	120	11	8	23	57	0.7		1
<i>Jatropha curcas</i>	31	124	8	7	23	59	0.7	0.3	1
<i>Jatropha macrorhiza</i>	53	133	8	4	18	68	0.8	0.3	1
<b>Adrianeae</b>									
<i>Manihot isoloba</i>	32	121	13	4	23	57	0.5	0.8	1
<b>Hipomaneae</b>									
<i>Sapium sebiferum</i>	45	184	5	2	14	26	46		8
<b>Euphorbieae</b>									
<i>Euphorbia amygdaloides</i>	40	201	6	0.9	11	18	63	0.4	0.3
<i>Euphorbia falcata</i>	47	182	7	2	18	23	49	0.1	0.3
<i>Euphorbia geniculata</i>	23	192	9	4	8	21	58	0.2	0.3
<i>Euphorbia heterophylla</i>	38	198	6	4	9	22	59	0.3	
<i>Euphorbia lagascae</i>	42	88	4	2	20	12	0.5	0.8	60
<i>Euphorbia lathyris</i>	48	87	7	2	84	3	3	1	
<i>Euphorbia marginata</i>	18	202	6	2	12	14	63	0.5	2
<i>Euphorbia mauritanica</i>	45	195	8	2	8	19	62	0.2	0.4
<i>Euphorbia parryi</i>	44	221	5	2	6	12	76		
<i>Euphorbia salicifolia</i>	31	188	6	0.9	14	23	55	0.9	0.7
<i>Euphorbia segetalis</i>	40	192	8	1	16	13	60	0.2	1
<i>Euphorbia serrata</i>	42	198	6	1	12	26	55	0.4	0.2
<i>Euphorbia terracina</i>	32	197	7	1	12	21	55	0.6	4
<i>Pedilanthus macrocarpus</i>	62	139	12	4	23	38	22	0.1	0.7

<sup>†</sup> x:y, x = n<sub>0</sub> átomos de carbono, y = n<sub>0</sub> dobles enlaces

### 3.1.2. Ácidos grasos.

El aceite de semilla de esta familia contiene ácidos grasos saturados e insaturados. El aceite de ricino contiene un 80-90% del triacil glicerol del ácido ricinoleico (6):

$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_5\text{CHOHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$  Acido ricinoleico.

Las semillas de *Trewia nudiflora* L. contienen ácido alfa-eleosteárico:

$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3(\text{CH}=\text{CH})_3(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$  Acido alfa-eleosteárico

El latex de *Euphorbia pulcherrima* Klotzsch contiene un nuevo ácido graso conjugado, el ácido deca-2, 4-dienoico (6), junto con sus cuatro isómeros.

Krewson y Scott citaron en 1966 por primera vez que las semillas de *Euphorbia lagascae* contienen un aceite epoxidado del que un 60% es ácido 12, 13-epoxioleico, llamado también ácido vernólico (8).

La fracción triacilglicerol del latex de *Hevea brasiliensis* contiene un 97% de un ácido graso furanoide C<sub>18</sub>, ácido 10, 13-epoxy -11 -metiloctadeca - 10, 12 - dienoico; el ácido 10, 13 -dihidroxi - 11 - metiloctadecanoico también se ha aislado de la misma planta.

### 3.1.3. Sustancias fenólicas.

La familia Euphorbiaceae es rica en flavonoides, particularmente flavonas y flavonoles en forma de glicósidos y metilésteres (9). A continuación damos cuenta de algunos de los compuestos fenólicos detectados en diversas especies de esta familia (6): a) cumarinas en *Euphorbia lathyris* y *Ricinus communis*, b) taninos hidrolizables en *Euphorbia maculata* L., *Gleditsia japonica* Miq. y *Sapium sabiferum* etc., c) fenantrenos y quinonas en *Euphorbia pulcherrima* y *Hevea brasiliensis* y d) ácidos fenólicos en *Ricinus communis*.

### 3.1.4. Alcaloides.

Se han detectado diversas clases de alcaloides, que se encuentran principalmente en los géneros *Croton*, *Phyllanthus* y *Securinega*. Los glucósidos cianogénicos, que como se sabe pueden ser tóxicos, se han encontrado en algunas especies de los géneros *Euphorbia*, *Hevea*, *Jatropha*, *Manihot* y *Mercurialis* (6).

## 3.2. Plantas de interés económico.

### 3.2.1. Plantas utilizadas en la industria alimenticia.

La cassava (*Manihot esculenta*) también llamada manioca, mandioca, yuca o tapioca, es una especie próxima a la patata dulce que alimenta a buena parte de la población mundial, especialmente en Sudamérica, África e India. Sus tubérculos contienen un 77-85% de almidón, algo menos de un 1% de proteína, vitamina C (27 mg/100 g) y calcio (25 mg/100 g). Las variedades dulces contienen linamarina, un glucósido cianogénico que se encuentra en la piel y que se elimina antes de consumirlas (curiosamente es la única especie tóxica utilizada en alimentación en cantidades considerables).

Otras plantas de interés son: *Croton eluteria* Benn utilizado en licores por sus componentes volátiles, y *Cnidioscolus marcgravi* Pohl. y *Jatropha oligandra* Muell. - Arg.- que producen unas nueces utilizadas como alimento y para la producción de aceite de cocinar.

### 3.2.2. Plantas de uso industrial.

Son especies a partir de las cuales se pueden obtener materias primas de uso industrial como aceites, grasas, caucho, madera, papel, medicinas, venenos e incluso petróleo.

**Aceites.**—Las Euphorbiaceas producen aceite de ricino, aceite de tung, sebo vegetal y otros tipos de aceites, grasas y ceras que se detallarán en el siguiente epígrafe.

**Caucho.**—Varias plantas productoras de caucho pertenecen a esta familia. La más importante es *Hevea brasiliensis* el árbol del caucho, principal suministrador del caucho producido en el mundo. Otras especies de los géneros *Manihot*, *Micandra* y *Cnidioscolus* también producen caucho en menores cantidades. Incluso algunas especies de *Euphorbia* como *E. caducifolia* Harnes, *E. abyssinica* J.F. Gmel, *E. mauritanica* L. han sido mencionadas también como posibles fuentes de caucho.

**Papel.**—Hay pocas especies que produzcan madera adecuada para la fabricación de muebles; sin embargo, existen algunas especies arbóreas que son valiosas para producir madera y pulpa para papel como: *Ricinodendron africanus*, Muell. -Arg.-, o *Hura crepitans* L. La fibra de *Ricinus communis* se utiliza mezclada con bambú para producir papel de gran calidad.

**Petróleo.**—Muchos miembros de esta familia especialmente del género *Euphorbia*, producen hidrocarburos. Cada especie contiene un latex que es en realidad una emulsión de 30% de terpenos en agua. Las cadenas hidrocarbonadas del latex son triterpenos de C<sub>30</sub> que pueden romperse para producir gasolina de alto octano. *Euphorbia lathyris* ha sido estudiada como cultivo para la producción de un aceite procedente de la planta entera; el 95% de dicho aceite se puede romper dando similares componentes a los obtenidos de la ruptura del petróleo como oleínas, y parafinas aromáticas y no aromáticas (10). Algunos esteroides de su latex (lanosterol, cycloartrol, euphol, etc.) son importantes en la industria farmacéutica y pueden ser de mayor valor que el aceite. La idea de cultivar plantas para la producción de hidrocarburos no es nueva, existiendo precedentes como *Euphorbia abyssinica* J. F. Guel en Etiopía o *Euphorbia resinifera* Betg. en Marruecos.

**Venenos.**—El latex de varias especies de *Euphorbia*, *Aleurites*, *Croton*, etc. se ha utilizado como veneno para matar peces o en cebos para envenenar grandes animales.

### 3.2.3. Plantas medicinales.

Las plantas de esta familia se han utilizado desde tiempos remotos como medicinas en el tratamiento de tumores (11), inflamaciones, asma, conjuntivitis, hepatitis, etc.

## 4. CULTIVOS OLEAGINOSOS DE LA FAMILIA EUPHORBIACEAE CON APLICACIONES TECNOLÓGICAS

### 4.1. Género *Ricinus*.

El ricino o castor (*Ricinus communis*) es un cultivo oleaginoso de importancia secundaria ya que con un millón anual de toneladas (que se obtienen de plantas semisilvestres en lugar de plantaciones propiamente dichas) sólo

contribuye un 0.5-1% a la producción mundial de aceite (12). Los principales países productores son India, Brasil, Rusia, China y Tailandia y los importadores: USA, Rusia, CEE y Japón.

La planta crece en trópicos, subtropicos e incluso en zonas templadas, pero es sensible al frío y no tolera los suelos salinos y mal drenados necesitando alrededor de 600-700 mm de lluvia. Se puede considerar un cultivo económico de gran adaptabilidad y fácil recolección manual o mecánica (13).

Aunque sus hojas, tallos y ramas pueden tener diversas utilidades, es el aceite de sus semillas el producto de mayor interés. El aceite constituye el 50% de la semilla y se extrae del endospermo. El aceite de ricino tiene cientos de aplicaciones industriales basadas todas ellas en su alto contenido en ácido ricinoleico (85%) (6). Entre ellas tenemos: 1) pinturas, lacas y barnices, revestimientos, polímeros sintéticos tipo nylon, resinas, lubricantes y fluidos de frenos, 2) cosméticos, tinturas textiles (como el aceite rojo de Turquía), insecticidas y en la industria de la piel y 3) como medicinal por sus propiedades laxantes o como calmante para aplicaciones locales, pero actualmente a escala muy reducida.

*Ricinus zanzibaricus* G.H. Popova produce 54-65% de un aceite similar al de ricino.

#### 4.2. Género Euphorbia.

*Euphorbia lathyris* se considera una especie con potencial para la producción de energía (14). Sin embargo, es más reciente su interés como productora de aceite (15). La semilla contiene un 50% de aceite con 80% de ácido oleico. Esta riqueza tan alta de oleico le confiere ventajas frente a otras fuentes habituales como el sebo, ya que se puede utilizar directamente en la producción de jabones, detergentes, lubricantes, pinturas, cosméticos, etc. (16). Actualmente no existe producción comercial.

La semilla de *Euphorbia lagascae* contiene un 42-50% de aceite del que un 58-62% es ácido cis 12, 13 - epoxioleico (ácido oleico con un grupo epoxi) también denominado ácido vernólico, que tiene propiedades para estabilizar plásticos y retrasar su degradación por la luz (4) (17). Actualmente, la epoxidación se obtiene a partir del tratamiento químico de ácidos grasos insaturados C<sub>18</sub> de aceites de lino y soja, pero si existiera producción comercial de *E. lagascae* no serían necesarios dichos procesos intermedios.

Las especies *Euphorbia antisiphilitica*, *Euphorbia cerifera* Alcocet, *Pedilanthus aphyllus* Boiss. y *Pedilanthus pavanis* Boiss. producen una cera («candilla wax») que mezclada con otras se utiliza como cera extendedora.

Los aceites de las semillas de *Euphorbia heterophylla* y *E. marginata* Pursh. son de igual o superior calidad que el del lino como aceites secantes (5).

#### 4.3. Otros Géneros.

El aceite de tung o aceite de madera china se obtiene de las semillas de *Aleurites fordii* y *A. montana*. No es un

aceite comestible, pero es un solvente de rápido secado para pinturas y barnices. Es un buen protector resistente al deterioro y por tanto, útil en pinturas de exteriores. También se utiliza en la fabricación de linóleo, aceite para tejidos, tejidos resistentes al agua, confecciones en piel, jabones, tintas, etc. Las propiedades de este aceite se deben a su contenido en ácido eleosteárico. El aceite de *Aleurites moluccana* («candle nut oil o lumbang oil») extraído de sus raíces o semillas tiene usos similares al aceite de tung. Las especies de *Aleurites*, además de producir un valioso aceite, han solucionado problemas de erosión ya que crecen en suelos marginales no apropiados para otro tipo de agricultura. *Trewia nudiflora* rinde también un aceite similar al de tung.

Las semillas de *Sapium sebiferum* son la fuente del sebo o grasa vegetal en China, e incluso se han utilizado para sustituir la grasa animal en la fabricación de algodón.

*Jatropha curcas* L. es la fuente de «curcas oil» utilizado antiguamente en iluminación y lubricantes. *Jatropha gossypifolia* L. produce un aceite comparable al de palma.

Varias especies del género *Croton* producen un aceite (croton oil) que tiene la propiedad de inducir tumores debido a su componente químico PMA (phorbol myristate acetate), un forbol diester que puede ser útil para la investigación en medicina.

*Caryodendron orinocense* es una planta neotropical cuya domesticación y difusión resultaría muy útil. A este árbol se le conoce por los nombres de inchi, palo de nuez o tacay. Una variedad rica en aceite con frutos grandes se llama ninacuru inchi y el fruto es una cápsula trilobular típica. Schultes (2) sugiere que esta especie es infinitamente superior a la palma en adaptabilidad ecológica, características agronómicas y cantidad y calidad del aceite.

Los frutos de *Cnidocolus margravii* contiene un 29% de grasa que se pueden utilizar para fabricar pinturas, jabones y otros productos en los que normalmente se emplea el aceite de soja. Las semillas de *Chrozophora plicata* A. Juss. producen un aceite rico en linoleato.

### 5. PERSPECTIVAS DE LA FAMILIA EUPHORBIACEAE PARA LA PRODUCCION DE ACEITES DE USO INDUSTRIAL

Los aceites vegetales con mayor volumen de producción son los de soja, girasol, palma y colza que se utilizan principalmente en alimentación. Sólo un 14% de la producción mundial de grasas y aceites de origen vegetal y animal es destinado a usos industriales (18) ya que el resto procede de productos de origen animal, lo que indica que los actuales cultivos oleaginosos no son los adecuados para cubrir dichas necesidades (19). Una excepción la constituyen el lino (8.6%) y el aceite de algunas Euphorbiaceas como el ricino y tung, que representan el 7% de la producción total.

La industria tecnoquímica, que requiere aceites con ciertas propiedades, demanda fundamentalmente: ácido erúrico, ácidos grasos de cadena corta (laúrico y mirístico),

ácido oleico, ácido ricinoleico y otras materias con propiedades particulares como las del ácido vernólico o epoxioleico. La mayoría de estos componentes se pueden encontrar en la familia Euphorbiaceae y ello justifica de por sí el interés de investigar estas especies con objeto de desarrollar nuevos cultivos productores de aceites vegetales para la industria tecnouímica.

#### BIBLIOGRAFIA

1. Webster, G.L. -»The saga of the spurge: a review of classification and relationships in the Euphorbiales». - Bot. J. Linnean Soc. **94** (1987) 3-46.
2. Schultes, R.E. -»Members of Euphorbiaceae in primitive and advanced societies». - In: The Euphorbiales (Jury, S.L.; Reynolds, T.; Cutler, D.F. and F.J. Evans, eds.) published for the Linnean Society by Academic Press, London, G.B. (1987) 79-95.
3. Barclay, A.S.; Earle, F.R. -»Chemical analyses of seeds III. Oil and protein content of 1253 species». - Econ. Bot. **28** (1974) 178-236.
4. Kleiman, R.; Smith, C.R.; Yates, S.G.; Jones, Q. -»Search for new industrial oils. XII. Fifty-eight Euphorbiaceae oils, including one rich in vernolic acid». - J. Am. Oil Chemists' Soc. **42** (1964) 169-172.
5. Earle, F.R.; McGuire, T.A.; Mallan, J.; Bagby, M.O.; Wolff, I.A. -»Search for new industrial oils. II. Oils with high iodine values». - J. Am. Oil Chemists' Soc. **37** (1960) 48-50.
6. Rizk, A.F.M. -»The chemical constituents and economic plants of the Euphorbiaceae». - In: The Euphorbiales (Jury, S.L.; Reynolds, T.; Cutler, D.F.; Evans F.J. eds.) published for the Linnean Society by Academic Press, London, G.B. (1987) 293-326.
7. Craveiro, A.A.; Rodríguez, A.S.; Andrade, C.H.S.; Matos, F.J.A.; Alencar, J.W.; Machado, M.I.L. -»Volatile constituents of Brazilian Euphorbiaceae. Genus Croton». - J. Nutr. Prod. **44** (1981) 602-608.
8. Krewson, C.F.; Scott, W.E. -»Euphorbia lagascae Spreng., an abundant source of epoxyoleic acid; seed extraction and oil composition». - J. Am. Oil Chemists' Soc. **43** (1966) 171-174.
9. Bhatt, S.K.; Dixit, V.; Singh, K.V. -»A flavanone glycoside from seeds of Sapium sebiferum». - Phytochemistry **20** (1981) 2442.
10. Calvin, M. -»Petroleum plantations for fuel and materials». - Bioscience **29** (1979) 533-538.
11. Kupchan, S.M.; Uchida, I.; Branfman, A.R.; Dailey, R.G.; Fei, Y.M. -»Antileukemic principles isolated from Euphorbiaceae». - Science **191** (1976) 571-572.
12. Atsmon, D. -»Castor». - In: Oil crops of the world (Röbbelen, G.; Downey, R.K.; Ashri, A., eds.), McGraw-Hill publishers, USA. chapter 24, 1989.
13. Weiss, E.A. (ed.) -»Oilseed crops». - Longman, USA, chapter 3.
14. Calvin, M. -»Fuel oils from euphorbs and other plants». - Bot. J. Linnean Soc. **94** (1987) 97-110.
15. Hirsinger, F. -»New annual oil crops». - In: Oil crops of the world (Röbbelen, G.; Downey, R.K.; Ashri, A., eds.) McGraw-Hill publishers, USA, chapter 30.
16. Hondelmann, W.; Radatz, W. -»Euphorbia lathyris L. as a potential crop plant. An outline». - Angew. Botanik. **57** (1983) 349-362.
17. Riser, G.R.; Hunter, J.J.; Ard, J.S.; Witnauer, L.P. -»Epoxy acids and salts as stabilizers for vinyl plastics». - SPE Journal (1963) 729-734.
18. Hirsinger, F. -»Oleochemical raw materials and new oilseed crops». - Oléagineux **41** (1986) 345-350.
19. Pascual, M.J.; Correal, E. -»La búsqueda de nuevos cultivos oleaginosos de uso industrial: situación, mercado y futuro de los aceites vegetales en la CEE». - Consejería de Agricultura, Murcia, Serie: estudios (en prensa).

(Recibido: Abril 1991)

# NORMAS PARA LA PUBLICACION EN “GRASAS Y ACEITES”

## 1.–Introducción

“GRASAS Y ACEITES” es una revista bimestral de información científica y técnica que publica trabajos de investigación (comunicaciones), notas (comunicaciones breves) y artículos de información (revisiones, puestas al día) sobre grasas, aceites, semillas y frutos oleaginosos, aceitunas de mesa, tensioactivos y productos análogos.

## 2.–Presentación

Los trabajos, original y dos copias completas correctamente redactados en español o inglés, se enviarán a:

Revista “GRASAS Y ACEITES”  
Instituto de la Grasa y sus Derivados (CSIC)  
Avda. Padre García Tejero, 4  
41012 - SEVILLA (España)

Los artículos han de cumplir las presentes normas y sólo se admitirán para su publicación en “GRASAS Y ACEITES” en la creencia de que son originales, esto es, que no han sido publicados o enviados para su publicación total o parcial, en cualquier otra Revista científica.

## 3.–Manuscrito

Los originales se presentarán mecanografiados a doble espacio por una sola cara, en papel A-4 (21 x 29,7 cm) y dejando amplios márgenes a cada lado (2,5 a 3 cm). Todas las páginas deberán ir numeradas.

En la primera página se hará constar exclusivamente el título del trabajo, los nombres de los autores y el nombre y dirección del Centro (s) donde se ha realizado. Se indicará con un asterisco el nombre de la persona a la que habrá de dirigirse la correspondencia.

En la segunda página se repetirá el título del trabajo, seguido de un breve resumen del mismo y de una lista de tres a seis palabras-clave y, a continuación, la correcta versión en inglés de título, resumen y palabras-clave.

Las siguientes páginas estarán destinadas al texto del artículo, hasta un máximo de 20 páginas sin contar tablas y figuras, que deberán ir en hojas separadas.

Las notas o comunicaciones breves tendrán un máximo de cuatro páginas mecanografiadas y dos tablas o figuras.

## 4.–Título

Deberá ser conciso e informativo, reflejando con precisión el contenido del artículo. Deberán evitarse, en lo posible, las abreviaturas, paréntesis, fórmulas o caracteres tipográficos poco frecuentes.

## 5.–Resumen

El artículo deberá ir precedido de un resumen en español e inglés de 100 a 150 palabras (50-100 en las comunicaciones breves), se redactará en forma impersonal y evitando la repetición del título. Deberá informar concisa y claramente sobre el objetivo, la metodología y los resultados de la investigación.

Los autores deberán tener en cuenta que el resumen

será, probablemente, la única parte del artículo accesible a la mayoría de los lectores, a través de las Revistas de resúmenes y de los Servicios de Información Científica.

## 6.–Palabras-clave (Descriptor)

Los autores propondrán, por orden alfabético, de tres a seis palabras-clave que identifiquen las materias más importantes tratadas en el trabajo.

Las palabras-clave propuestas podrán cambiarse a criterio del Consejo de Redacción, de acuerdo con el Tesoro de palabras-clave de la Revista.

## 7.–Texto

La redacción deberá ser lo más concisa posible y la bibliografía se reducirá a lo verdaderamente indispensable, que tenga relación directa con la investigación efectuada. El texto se dividirá en las partes necesarias para facilitar la claridad y el orden de exposición. Se recomienda que los trabajos de investigación incluyan los siguientes apartados: Introducción, Parte Experimental, Resultados, Discusión, Conclusiones, Agradecimiento (si procede) y Bibliografía. Las tablas, figuras y pies de las figuras, irán fuera del texto, en hojas separadas.

La **Introducción** será lo más breve posible exponiendo los antecedentes concretos, los motivos para realizar el trabajo y los objetivos perseguidos. Sólo se hará referencia a otras publicaciones si su conocimiento es esencial para la comprensión del texto.

La **Parte Experimental** no deberá contener más que la información necesaria para permitir la reproducción de las experiencias. Es conveniente el uso de apartados para describir las muestras, aparatos, reactivos y métodos utilizados.

Los **Resultados** se expondrán concisamente en forma de tablas o figuras que deberán contener suficiente información para justificar las conclusiones. La **Discusión** destacará la importancia de los nuevos resultados y, si es posible, tratará de relacionarlos con los hechos ya conocidos.

## 8.–Bibliografía

En el texto, las citas bibliográficas se escribirán indicando el apellido(s) del primer autor seguido del año de publicación y, si existiera más de una cita para el mismo apellido(s) y año, se añadirán letras minúsculas en orden alfabético. Estas citas deberán ir entre paréntesis bien en su conjunto o sólo el año, según la redacción del texto.

Ejemplos:

(Wilson, 1986) ó Wilson (1986)

(Smith, 1975 b) ó Smith (1975 b)

Todas las citas bibliográficas se relacionarán por orden alfabético al final del texto en el apartado correspondiente.

Las citas de *artículos de revistas* incluirán apellido(s) e iniciales de los nombres de todos los autores, año de

publicación con la letra diferenciadora si fuese necesaria, título, nombre de la revista abreviado según el Chemical Abstracts, volumen y número de las páginas iniciales y final.

Ejemplo:

Albi, T., Lanzón, A., Cert, A. y Aparicio, R. (1990).— «Valores de eritrodioleína en muestras de aceites de oliva vírgenes andaluces».—*Grasas Aceites* 41, 167-170.

En las citas de *libros* se indicarán los autores, año, título del libro, número de la edición si procede, editorial y ciudad de edición.

Ejemplo:

Lee, F. A. (1983).— «Basic Food Chemistry».—2nd Ed.—The AVI Publishing Co. Inc., Westport. (Conn).

En las referencias a *capítulos de libros colectivos* después de reseñar autores, año y título del capítulo, se indicará el título del libro, volumen y edición si procede, página inicial, editor, editorial y ciudad de edición.

Ejemplo:

Christensen, C. M. (1984).—«Food Texture Perception» en «Advances in Food Research» Vol. 29, p. 159.—C. O. Chichester, (Ed.).—Academic Press Inc. Orlando.

Por último, en las *patentes* se indicarán autor, título, país, número y fecha de concesión.

Ejemplo:

Waite, J. H.—«Purifying and stabilizing catechol-containing proteins and materials obtained by this method».—Patente U. S. N.º 4.496.397. (29.1.85).

## 9.- Símbolos, unidades y nomenclatura

El autor se atenderá, siempre que sea posible, a las normas del «Sistema Internacional de Unidades» (SI) en lo que se refiere a las unidades empleadas y a sus símbolos. Para facilidad de la imprenta, los nombres de las letras griegas y de otros símbolos especiales, se explicarán al margen cuando aparezcan por primera vez. Se recuerda que los símbolos de las unidades son iguales en singular que en plural y que no van seguidos de punto, salvo cuando coinciden con el final de la frase.

La nomenclatura química se adaptará en lo posible, a las normas vigentes de la IUPAC.

Las abreviaturas figurarán entre paréntesis a continuación de la expresión completa, cuando aparezcan por primera vez en el texto. A partir de entonces se usará la abreviatura.

## 10.- Caracteres de imprenta

Se ruega a los autores señalen en sus originales los estilos de los caracteres de imprenta que deban emplearse, de la manera siguiente:

Subrayar con una línea \_\_\_\_\_ las palabras en *cursiva*.

Subrayar con una línea  las palabras en **negrita**.

## 11.- Tablas y figuras

Los resultados se presentarán en figuras o tablas pero, no simultáneamente en ambas formas de expresión.

El número de gráficos se limitará todo lo posible. En general se recomienda la yuxtaposición de líneas que puedan referirse al mismo sistema de coordenadas, sin perjuicio de la claridad.

Las tablas y figuras se numerarán según su orden de aparición en el texto. Se utilizarán los números romanos para las tablas y los arábigos para las figuras. Tanto las tablas como las figuras irán en hojas separadas del cuerpo (texto) principal, del mismo tamaño que el manuscrito y con la suficiente leyenda explicativa para poder comprenderlas fácilmente sin necesidad de consultar el texto.

Todas las tablas y figuras se citarán en el manuscrito en cuyo margen se indicará la localización aproximada de cada una de ellas.

En general, tanto tablas como figuras deberán ser de tamaño y calidad suficientes como para permitir su reproducción directa del original. Las figuras (gráficos, esquemas, estructuras químicas, expresiones matemáticas complicadas, etc.) se dibujarán con tinta china sobre papel vegetal, de tamaño A4 (21 x 29,7 cm). Sus dimensiones deberán ser tales que en la reducción (a 8, 12 ó 16 cm de ancho), la rotulación y los diversos motivos de las figuras resulten claros y legibles, lo que supone que la altura de las letras reducidas no sean inferiores a 1 mm. Para ello, según el grado de reducción, es aconsejable dibujar las letras y números de 3 a 4 mm de alto, con un grueso de 0,3 a 0,5 mm. Las líneas según su importancia relativa, deben tener de 0,4 a 0,6 mm de grueso. Las fórmulas químicas que impliquen el uso de líneas quebradas o ciclos se dibujarán de forma que, en la reducción, los lados queden de 4 a 5 mm de largo. Todos los rótulos de la figura se dibujarán con tinta china, nunca a máquina.

Las fotografías se enviarán en papel blanco brillante y con el mayor contraste posible.

Las figuras y fotografías se identificarán por su número de orden en la misma hoja, pero fuera del marco del dibujo de forma que no interfiera con la reproducción. Los pies o leyendas de las figuras o fotografías se mecanografiarán en una hoja aparte, debidamente identificadas por su número.

Por lo general, no se admitirán para su reproducción diapositivas, transparencias, fotocopias o registros originales de los aparatos.

## 12.- Examen del texto original

El Consejo de Redacción, que examinará todos los manuscritos, devolverá a los autores aquellos cuyo contenido no corresponda al habitual de la Revista. Los manuscritos se enviarán a dos revisores expertos en los temas correspondientes (o tres en caso de discrepancias). A la vista de sus informes, el Consejo de Redacción decidirá sobre la aceptación, devolución o petición a los autores de que atiendan las correcciones sugeridas por los revisores y aquellas otras de estilo o cumplimiento de estas normas que sean pertinentes.

De cada trabajo, una vez publicado, se enviarán al autor 25 separatas.



# INSTRUCTIONS TO AUTHORS

## 1.–Introduction

«Grasas y Aceites» is a bimonthly journal of scientific and technical information that publishes original articles (papers), notes (short papers) and informative articles (reviews, up-dates) on fats, oils, oleaginous seeds and fruits, surfactants, table olives, and similar products.

## 2.–Presentation

Manuscripts, (original and two complete copies) correctly written in Spanish or English, should be sent to:

Revista «GRASAS Y ACEITES»  
Instituto de la Grasa y sus Derivados (CSIC)  
Avda. Padre García Tejero, 4  
41012 - SEVILLA (España)

Submission of an article is understood to imply that the article is original and unpublished work and is not being considered for publication elsewhere.

## 3.–Manuscript

The manuscripts should be typewritten, double-spaced, on one side only of the sheet, A-4 (21 x 29,7 cm), leaving wide margins on each side (2,5 to 3 cm). All pages should be numbered consecutively beginning with the title page.

The first page should have only the title of the paper, the names of the authors, and the names and addresses of the contributing centers. The author for correspondence should be indicated with an asterisk.

The second page should repeat the title, followed by a brief abstract of the paper and a list of 3 to 6 key-words. Next should be the correct version in English of the title, abstract and key-words.

The following pages are for the text of the article up to a maximum of 20 pages, without counting tables and figures, which should be on separate sheets.

The notes or short papers should have a maximum of four typed pages and two tables or figures.

## 4.–Title

The title should be concise and informative, accurately reflecting the content of the article. Abbreviations, parenthesis, formulas and uncommon typographic characters should be avoided wherever possible.

## 5.–Summary

The article should be preceded by a summary in Spanish and English not exceeding 150 words, (50-100 in short papers), written in third person, and avoiding

repetition of the title. It should inform concisely and clearly the objective, methodology, and results of the research.

The authors should appreciate that the abstract will probably be the only part of the article accessible to the majority of readers by way of abstract journals and scientific information services.

## 6.–Key-words (Descriptors)

The authors should suggest three to six key-words, which identify the most important subject-matter dealt with in the work.

The proposed key-words may be changed on the judgement of the Editorial Board in accordance with the key-word thesaurus of the Journal.

## 7.–Text

Papers should be as concise as possible, and the bibliography reduced to the minimum, directly related to the work done. The text should be divided into those parts necessary for clarity and order. It is recommended that full-papers have the following sections: Introduction, Experimental, Results, Discussion, Conclusions, Acknowledgements (if necessary), and Bibliography. The tables, figures and figure legends should be on separate sheets not included in the text.

The **Introduction** should be as brief as possible, setting out concrete antecedents, objectives followed, and reasons for carrying out the work. Explicit references to other publications should be made only if their knowledge is essential for understanding the text.

The **Experimental Part** should not contain more than the necessary information to permit reproduction of the experiments. The use of headings is advised to describe samples, apparatus, reagents, and methods used.

The **Results** should be set out concisely in the form of tables or figures, which should contain sufficient information to justify the conclusions.

The **Discussion** should emphasize the significance of the new results, and if possible, attempt to relate them with known facts.

## 8.–Bibliography

Citation of authors in the text should appear in the form «Wilson (1986)» or «(Wilson, 1986)», using «a», «b», etc., if more than one reference for any year for the same author(s), e. g. Smith (1975a, b).

The full list of references should be typed in alphabetical order at the end of the paper, and include the following data:

**Journal articles:** Surname and initials of all the authors, year of publication including the corresponding letter (if it has been used in the text), title of the article, abbreviated title of the journal according to Chemical Abstracts, volume and first and last page numbers.

Example:

Albi, T., Lanzón, A., Cert, A. y Aparicio, R. (1990).—«Valores de eritrodioleol en muestras de aceite de oliva vírgenes andaluces».—*Grasas Aceites* **41**, 167-170.

**Books:** Surname and initials of all the authors, year of publication, title, edition number (if necessary), publisher and place of edition.

Example:

Lee, F. A. (1983).—«Basic Food Chemistry».—2nd Ed.—The AVI Publishing Co. Inc., Westport. (Conn).

**Chapters in books:** Surname and initials of all the authors, year of publication, title of the chapter, title of the book, volume and edition (if necessary), initial page, editor publisher and place of edition.

Example:

Christensen, C. M. (1984).—«Food Texture Perception» in «Advances in Food Research» Vol. 29, p. 159.—C. O. Chichester, (Ed.).—Academic Press Inc., Orlando.

**Patents:** Surname and initials of all the authors, title, country, number and date.

Example:

Waite, J. H.—«Purifying and stabilizing cathecol-containing proteins and materials obtained by this method».—U. S. Patent N.º 4.496.397 (29.1.85).

## 9.—Symbols, units, and nomenclature

The author should in general follow the rules of the *Système International d'Unités (SI)* in respect of the units used and their symbols. To facilitate printing, the names of Greek letters and other special symbols should be explained in the margin when they appear for the first time. It should be remembered that the symbols of units are the same in singular and plural, and should not be followed by a full-stop, except at the end of a sentence.

Chemical nomenclature should follow as closely as possible the IUPAC rules.

Abbreviations should be included in parentheses following the complete expression when appearing in the text for the first time. Thereafter the abbreviation should be used.

## 10.—Typography

The authors should indicate in their originals the typographic style to be used as follows:

Underline with \_\_\_\_\_ for *italics*

Underline with ~~~~~~ for **bold face**.

## 11.—Tables and figures

The results should be presented in figures and tables, but not in both forms at the same time, except in very exceptional cases.

The number of graphs should be limited as much as possible. In general, the juxtaposition of lines referring to the same coordinate system is recommended so that clarity is not reduced.

The tables and figures should be numbered in the order they appear in the text. Roman numerals should be used for the tables, and Arabic for the figures. Both the tables and figures should be on sheets of the same size as the manuscript, separate from the main body of the text, and with sufficient explanatory key for their easy understanding without the need to consult the text.

All the tables and figures should be cited in the manuscript, and the approximate position of each should be indicated in the margin.

In general, both tables and figures should be of sufficient size and quality to allow direct reproduction from the original by reduction.

The figures (graphs, diagrams, chemical structures, complex mathematical expressions, etc.) should be drawn in Indian ink on tracing paper, A4 (21 x 29,7 cm). Their dimensions must be such that in reduction (to 8, 12, or 16 cm width), the labeling and subject matter of the figures remain clear and legible, which means that the height of the reduced letters is not less than 1 mm. Therefore, and according to the level of reduction, it is advisable to draw the letters and numbers from 3 to 4 mm in height, with a thickness of 0,3 to 0,5 mm. The lines should be from 0,4 to 0,6 mm thick, according to their relative importance. Chemical formulae which include the use of broken lines or cycles should be drawn such that in reduction the sides remain from 4 to 5 mm long. All labels in the figures should be written in Indian ink, never typed.

Photographs should be on glossy white paper, with the greatest contrast possible.

The figures and photographs should be identified by their order number on the same sheet, but outside the frame of the figure, so as not to interfere in reproduction. The legends will be typed on a separate sheet, correctly identified by its number.

In general, slides, transparencies, photocopies, or original instrument recordings will not be accepted for reproduction.

## 12.—Examination of the original text

The Editorial Board, which will examine all manuscripts, will return to the authors those content does not adapt to that habitual of the Journal. Manuscripts will be reviewed by two (or three, if necessary) experts in the subject and, according to their reports, the Editorial Board will decide the acceptance or rejection of the manuscript. The Editorial Board may also ask the authors to rewrite their manuscript according to the reviewers's suggestions or according to these instructions.

The authors will be provided with 25 reprints of the paper once published.