

El tipo de aceite varía en función de las brásicas utilizadas en su elaboración. En este artículo se detallan las principales propiedades que otorgan calidad a este género.

Calidad del aceite de las brásicas cultivadas en Galicia

AUMARÍA ELENA CARTEA¹, MARTA VILAR¹, MARTA FRANCISCO¹, ANTONIO DE HARO²

1. Grupo de Mejora y Genética de Brásicas. Misión Biológica de Galicia (CSIC) · Pontevedra

2. Departamento de Agronomía y Mejora Genética Vegetal. Instituto de Agricultura Sostenible (CSIC) · Córdoba

Los cultivos de brásicas utilizados para la obtención de aceite son la colza (*Brassica napus*), la nabina (*B. rapa*) y las mostazas (*B. carinata* y *B. juncea*). Entre todos ellos, el cultivo de colza es el más importante. Estas especies son a nivel mundial una de las fuentes más importantes de aceites vegetales, tanto para uso alimenticio como industrial. La calidad del aceite depende fundamentalmente de su contenido cualitativo y cuantitativo en los ácidos grasos que lo componen. En este sentido, la principal característica de las variedades locales de brásicas cultivadas tradicionalmente en Galicia como cultivos hortícolas es su elevado contenido en ácido erúico, que supone aproximadamente un 50% de los ácidos grasos totales. Por ello, el aceite vegetal obtenido a partir de estas variedades no podría destinarse para un uso alimenticio debido a sus propiedades tóxicas descritas en animales pero sí sería interesante con vistas a potenciales aplicaciones en la industria.

Calidad del aceite

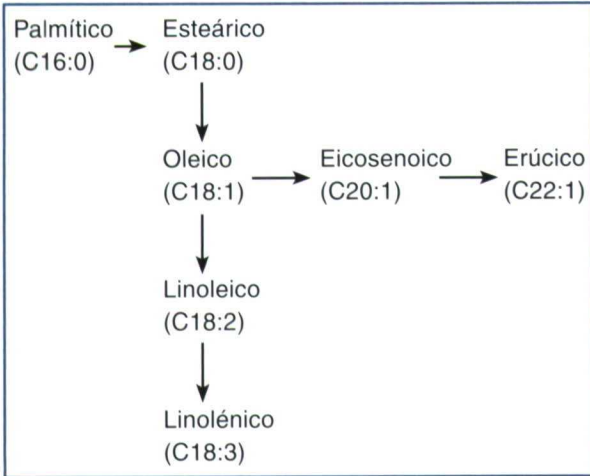
El género *Brásica* incluye cultivos con usos muy diversos: hortícolas, forrajeros, oleaginosos y condimentos. Las especies de brásicas utilizadas para la extracción de aceite son *Brásica napus* (colza), *B. rapa* (nabina), *B. carinata* (mostaza etíope) y *B. juncea* (mostaza india) (Tabla 1). Entre estos cultivos, la colza destaca como el más importante mientras que la mostaza etíope ocupa el último lugar. Estas especies son una de las fuentes más importantes de

aceites vegetales, tanto para uso alimenticio como industrial, en función del contenido de los ácidos grasos que lo componen. Con una producción del 12% de la producción mundial total de aceites vegetales, las brásicas representan la tercera fuente mundial de aceite vegetal por delante del girasol y por detrás de la soja y la palma. Las semillas de las distintas especies del género *Brassica* se caracterizan por presentar un elevado contenido en aceite, entre un 38 y un 44%. El contenido en ácidos grasos del aceite vegetal es el parámetro principal que va a definir su valor industrial o nutricional. La clasificación de los ácidos grasos en saturados y no saturados se realiza en base al número de dobles enlaces que presentan en su cadena hidrocarbonada. Los ácidos grasos pueden ser saturados, sin dobles enlaces como por ejemplo el ácido esteárico, representado de modo esquemático como C18:0, monoinsaturados como por ejemplo el ácido oleico (C18:1) y poliinsaturados, por ejemplo el ácido linolénico (C18:3). Los programas de mejora genética de brásicas oleaginosas comenzaron en Europa y se centraron en la colza (*B. napus*), mientras que en Asia e India la mejora se centró en otras dos especies, *B. rapa* y *B. juncea*. Inicialmente, el criterio de selección fue el incremento del contenido en aceite de la semilla. El desarrollo de variedades con alto contenido en aceite fue el primer paso que hizo posible la expansión de estos cultivos como plantas oleaginosas. Posteriormente, y a partir de los

años 60, la investigación en la mejora de la calidad centró sus esfuerzos en la modificación de la composición de los ácidos grasos del aceite. Así, los objetivos de mejora de la calidad del aceite en estos cultivos van encaminados hacia el aumento o la reducción de uno o varios ácidos grasos en particular dependiendo del uso final al que se destine el aceite (nutricional o industrial). En la actualidad es posible diseñar variedades con el perfil de ácidos grasos deseado empleando diferentes técnicas de mejora. Los principales ácidos grasos presentes en las semillas de variedades tradicionales de brásicas y con interés para diferentes usos alimenticios e industriales son: palmítico (C16:0), esteárico (C18:0), oleico (C18:1), linoleico (C18:2), linolénico (C18:3), eicosenoico o gadoleico (C20:1) y erúico (C22:1). Entre éstos, los ácidos grasos de 18 carbonos, oleico, linoleico y linolénico, son los más importantes. La relación entre ellos se muestra en la Figura 1. El aceite de colza que se comercializa actualmente es rico en estos tres ácidos grasos y bajo en ácidos grasos saturados, lo que lo convierte en un aceite vegetal adecuado para la alimentación humana. Diferentes estudios han puesto de manifiesto la influencia positiva que el incre-

La característica principal de la intermediación comercial de flor y planta ornamental en Europa es su alta atomización

Principales ácidos grasos de las semillas.



mento de los niveles de los ácidos oleico, linoleico y linolénico (sobre todo este último) en la dieta tiene sobre enfermedades tales como la trombosis arterial, diabetes e hipertensión al reducir los niveles de colesterol total y de las lipoproteínas de baja densidad (LDL) en la sangre. El porcentaje de ácido oleico que posee el aceite de colza 'canola' contribuye a mejorar la calidad equiparándolo al aceite de oliva tan recomendado en las dietas por su valor nutritivo. Además, los ácidos linoleico y linolénico no pueden ser sintetizados por el hombre, por lo que resulta imprescindible su aporte a través de la dieta (De Haro y otros, 2006). En cuanto al ácido linolénico, hay que tener en cuenta que, aunque pequeñas cantidades del ácido graso son esenciales para la salud, desde un punto de vista tecnológico, resultan poco deseables aceites ricos en este ácido graso debido a que se oxida fácilmente y produce mal olor cuando se emplea en frituras, estando asociada su degradación con la formación de compuestos tóxicos que limitan su utilidad en la dieta humana. Desde un punto de vista no alimenticio, aceites con un alto nivel de ácido linolénico son valorados en la fabricación de pinturas y productos relacionados mientras que los aceites ricos en ácido oleico son muy adecuados para la industria de lubricantes y biodiesel. Por otra parte para la industria de mar-

Detalle de las silicuas y semillas características del género *Brásica*.

garinas y grasa vegetales interesan variedades con alto contenido en los ácidos grasos esteárico y palmítico. Sin duda, la principal característica del aceite obtenido a partir de las semillas de bráscas, es el elevado contenido en ácidos grasos monoinsaturados de cadena larga, principalmente el ácido erúcido, que supone alrededor del 50% de los ácidos grasos totales. Desde el punto de vista nutricional los aceites ricos en este ácido graso se consideran tóxicos en animales debido a su efecto perjudicial sobre la salud, ya que el consumo y la acumulación de este ácido graso puede provocar en animales lipodosis cardíacas, lesiones necróticas y alteraciones histopatológicas. Aunque su efecto sobre la salud humana no está comprobado, el aceite de bráscas que se destina a la alimentación humana carece de este ácido graso. No obstante es un ácido graso muy adecuado para aplicaciones industriales (Friedt y Lühs, 1998) y se necesitan variedades con alto contenido en ácido erúcido ya que éste proporciona al aceite una mayor adherencia a superficies metálicas. Otras aplicaciones industriales incluyen la producción de biodiesel, de fibras de poliamida, plásticos, poliésteres y agentes lubricantes; incluso puede utilizarse en medicina con fines terapéuticos para tratar los síntomas de la enfermedad genética denominada adrenoleucodistrofia (ADL). Por tanto, el contenido en ácido

erúcido se convierte en un objetivo de mejora antagónico ya que por una parte son deseables aceites libres de ácido erúcido y por otra, prima la búsqueda de un alto contenido en ácido erúcido para fines industriales. Uno de los mayores logros en la mejora de la calidad nutritiva del aceite de bráscas fue el desarrollo de variedades de colza con bajo contenido en ácido erúcido. Los primeros cultivares con un bajo contenido en este ácido graso se obtuvieron primero en *B. napus*, (cultivar 'Oro') después en *B. rapa* (cultivar 'Span') y más recientemente en *B. juncea* (cultivar 'Zem1'). En la búsqueda de aceites libres de ácido erúcido se obtuvieron, tanto en *B. rapa* como en *B. napus*, las variedades conocidas como "canola", que además de reducir el contenido en ácido erúcido al 2% también son bajas en glucosinolatos (menos de 30 mmol por kg de pasta resultante de la extracción del aceite).

Estudio con las bráscas gallegas

Dentro de la agricultura tradicional gallega es indiscutible la importancia que durante siglos han tenido todos los cultivos conocidos genéricamente como coles junto con los nabos, nabizas, grelos y nabicol. Todos ellos tienen un aprovechamiento hortícola de sus raíces, hojas y/o brotes (según el cultivo) para consumo humano o bien un uso mixto (hortícola-forra-

Tabla 1:**Especies de brásicas oleaginosas, nombre los cultivos y distribución.**

Especie	Nombre	Nombre inglés	País	Tipos
<i>Brassica rapa</i>	Nabina, colza	Turnip rape	Canadá Europa	primavera primavera/invierno
		Yellow sarson, toria, brow sarson	India	verano
<i>Brassica napus</i>	Colza	Rape, rapeseed	Europa Canadá Argentina China	primavera/ invierno primavera invierno/primavera invierno
<i>Brassica juncea</i>	Mostaza india	Indian mustard	India China Australia	
<i>Brassica carinata</i>	Mostaza etíope	Etiopian mustard	Etiopía	

Tabla 2:**Composición en ácidos grasos del aceite (%) en variedades locales hortícolas y cultivos oleaginosos de distintas especies del género *Brásica* sin mejora genética.**

Cultivo	Especie	C16:0	C18:1	C18:2	C18:3	C20:1	C22:1
Hortícolas¹							
Nabicol	<i>B. napus</i>	2,3–3,5	7,9–18,7	7,9–15,7	6,5–10,9	6,2–10,6	42,4–54,1
Nabizas/grelos	<i>B. rapa</i>	0,7–2,6	7,6–18,5	10,9–16,6	5,2–10,8	4,7–12,0	42,8–57,0
Berzas	<i>B. oleracea</i>	2,6–4,9	7,8–18,9	9,9–18,5	5,0–14,5	4,0–11,4	40,2–56,2
Oleaginosos²							
Colza	<i>B. napus</i>	2,6–5,1	8,1–27,8	11,1–19,7	5,7–13,8	6,1–14,2	17,1–52,6
Nabina	<i>B. rapa</i>	1,6–4,2	8,2–33,5	9,7–20,2	5,7–14,1	3,9–12,6	23,7–56,2
Mostaza	<i>B. nigra</i>	3,4–5,3	6,6–23,2	14,8–27,9	9,5–23,6	5,1–13,1	17,9–44,3
Mostaza	<i>B. juncea</i>	2,1–5,2	6,3–25,4	12,2–24,5	9,9–30,2	4,5–14,9	17,2–52,6
Mostaza	<i>B. carinata</i>	2,3–3,8	2,8–25,2	7,3–25,2	6,8–24,2	2,5–19,1	24,8–51,2

C16:0=palmitico, C18:1=oleico, C18:2=linoleico, C18:3=linolénico, C20:1=eicosenoico, C22:1=erúxico

Fuente: ¹Datos personales de los autores, ²De Haro y otros (2006)

jero), pero nunca se han utilizado como cultivos oleaginosos por sus semillas. Estas variedades, que representan las formas cultivadas tradicionalmente en Galicia, son por tanto el resultado de la selección masal llevada a cabo durante siglos por parte del agricultor por su uso como productos hortícolas de hoja, pero nunca por su uso como aceite vegetal. El grupo de mejora de brásicas de la Misión Biológica de Galicia mantiene una colección de variedades locales de este género que incluye diferentes cultivos incluidos en tres especies: *B. napus* (nabicol), *B. rapa* (nabos, nabizas y grelos) y *B. oleracea* (berza, col asa de cántaro y repollo). Dada la gran variabilidad observada en estos cultivos en cuanto a su morfología, ciclos de cultivo

y adaptación, en los últimos años el grupo de brásicas de la Misión Biológica de Galicia ha estudiado ampliamente esta colección bajo diferentes puntos de vista: agronómico, morfológico, molecular y nutricional. El estudio nutricional se ha centrado en dos aspectos: en la composición en glucosinolatos presentes en las hojas (al ser éstas las partes de la planta consumidas) y en la composición en el contenido en aceite y en ácidos grasos de las semillas. En un primer estudio realizado en los años 90 con un número limitado de variedades (26 entradas de *B. oleracea*, 8 de *B. napus* y 12 de *B. rapa*) se encontró que la mayoría de las entradas tenían un alto contenido en ácido erúxico, con valores comprendidos entre el 36% de una entrada de *B.*

oleracea y el 57% de una entrada de *B. napus*. Se comprobó además que las variedades de brásicas gallegas presentaban un elevado contenido en aceite (aproximadamente un 45%) y en ácido erúxico (aproximadamente un 50%). Con estos resultados preliminares, se planteó un segundo estudio con el fin de evaluar de modo más exhaustivo las semillas de las variedades de berzas, nabicol y nabizas como nuevas fuentes de aceites vegetales e identificar variedades potencialmente interesantes dentro de cada cultivo. Se analizaron 38 variedades de nabicol, 171 de berzas y 162 de nabizas junto con testigos comerciales de cada cultivo y especie por su contenido en aceite y su composición en ácidos grasos. El análisis de aceite se realizó mediante resonancia magnética nuclear (NMR) y la composición en ácidos grasos mediante cromatografía gaseosa. Como resultado de este trabajo se halló que las variedades gallegas de brásicas presentan un alto contenido en aceite ya que las semillas de las brásicas oleaginosas contienen alrededor de un 40% de aceite (Kimber y McGregor, 1995). En las semillas de nabicol el contenido en aceite osciló entre el 29,1% y 50,1% con un valor medio de 42,8%. En las variedades de nabizas, el contenido medio fue de 47,3% y varió entre el 31,4% y 56,3%. Finalmente, las semillas de *B. oleracea* presentaron el mayor contenido en aceite (48%) y su valor osciló entre el 42% y 56%. Respecto a la composición en ácidos grasos del aceite, las tres especies presentaron un perfil similar (12-13% oleico, 13% linoleico, 8-10% linolénico, 7-9% eicosenoico y 48-51% erúxico de los ácidos grasos totales) (Tabla 2). Otros ácidos grasos minoritarios y que aparecieron en proporciones muy bajas fueron en su gran mayoría saturados. Este perfil contrasta con el perfil típico del aceite de la colza canola que puede representarse como 61% oleico, 21% linoleico, 11% linolénico y 0% erúxico (Scarath y McVetty, 1999). Como era previsible, y dado que no se ha

efectuado ningún tipo de mejora en estas variedades por su composición en ácidos grasos, todos los cultivos presentaron un bajo contenido en los ácidos grasos oleico y linoleico y un contenido en ácido erúxico muy elevado (50% en *B. napus* y *B. oleracea* y 51% en *B. rapa*) respecto a líneas de mejora seleccionadas para la alimentación humana en diferentes especies del género Brassica, las cuales son 0% erúxico o bien presentan niveles muy bajos de este ácido graso tal y como exigen la normativa vigente (Tabla 3). Los valores de ácido erúxico más bajos encontrados en las variedades de las tres especies son todavía demasiado altos para que este aceite pueda destinarse a la producción de aceite comestible. Las semillas de las variedades de *B. oleracea*, incluyendo los cultivos de repollos y berzas mostraron un mayor contenido en los ácidos grasos oleico, linolénico y palmítico

Tabla 3:

Composición en los principales ácidos grasos del aceite (%) en líneas mejoradas y variedades comerciales de diferentes especies del género Brásica para consumo humano.

Especie	C16:0	C18:1	C18:2	C18:3	C20:1	C22:1
<i>B. napus</i>	3,3	60,1	24,1	6,2	---	0
<i>B. rapa</i>	4,4	54,8	31,1	9,7	0	0
<i>B. juncea</i>	6,4	44,3	30,8	18,4	0	0
<i>B. carinata</i>	6,2	31,8	30,0	11,5	10,7	7,3

C16:0=palmítico, C18:1=oleico, C18:2=linoleico, C18:3=linolénico, C20:1=eicosenoico, C22:1=erúxico

Fuente: De Haro y otros (2006)

co y un menor contenido en ácido eicosenoico respecto a las semillas de *B. napus* y de *B. rapa*. En resumen y como conclusión, se puede afirmar que las semillas de las variedades locales de nabizas, berzas y nabicol cultivadas ampliamente en Galicia por su potencial hortícola tienen, en comparación con otros cultivos oleaginosos del mismo género, un contenido aceptable en aceite y que además, el aceite extraído de las semillas es muy rico

en ácido erúxico comparándolo con otros aceites vegetales. Debido a la relación existente entre la ingesta de ácido erúxico y la aparición de problemas cardíacos y alteraciones histopatológicas, el aceite vegetal obtenido a partir de estas variedades no podría destinarse para un uso alimenticio pero sí sería interesante con vistas a potenciales aplicaciones en la industria.

¡Todo de PM, con CERTIS IPM!

Especialistas en IPM, eficacia sin residuos.

**AZATIN / TREBON / CERCOBIN 45 SC / INSECTOS BENEFICIOSOS
TUREX / SPOD-X / FERRAMOL / ROCKET**

CERTIS
Spain & Portugal

Parque Industrial de Elche
C/ Juan de Herrera, 5 PB, Izquierda

03203 Elche / Alicante / España
Tel. +34 966 651 077 Fax +34 966 651 076