



Química Viva

E-ISSN: 1666-7948

quimicaviva@qb.fcen.uba.ar

Universidad de Buenos Aires

Argentina

García Luján, Concepción; Martínez R., Aurora; Ortega S., José Luis; Castro B., Fernando
Componentes químicos y su relación con las actividades biológicas de algunos extractos vegetales

Química Viva, vol. 9, núm. 2, agosto, 2010, pp. 86-96

Universidad de Buenos Aires

Buenos Aires, Argentina

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=86314868005>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto



ISSN 1666-7948

www.quimicaviva.qb.fcen.uba.ar

Componentes químicos y su relación con las actividades biológicas de algunos extractos vegetales

Concepción García L.¹, Aurora Martínez R.¹, José Luis Ortega S.², Fernando Castro B.¹.

¹Facultad de Ciencias Químicas.UJED. Av. artículo #123 s/n Fracc. Filadelfia Gómez Palacio
35010 Durango, Mex. E-mail: conygarcialujan@hotmail.com.

² Universidad Autónoma Chapingo, Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas. Bermejillo
Durango.

Recibido: 10 de agosto de 2010

Aceptado: 12 de agosto de 2010

[Versión para imprimir](#) 

Autora responsable de la publicación:

Dra. C. Concepción García Luján

¹Facultad de Ciencias Químicas-Universidad Juárez del Estado de Durango. Av. artículo #123
s/n Fracc. Filadelfia Gómez Palacio 35010 Durango, Mex.Tel: (871) 7 15 88 10, fax: (871) 7 15
29 64.

E-mail: conygarcialujan@hotmail.com.

RESUMEN

Los aceites esenciales y los extractos vegetales son mezclas complejas de metabolitos secundarios que cubren un amplio espectro de efectos farmacológicos mostrando diversas propiedades biológicas. El propósito de este trabajo es la determinación de los componentes químicos de los extractos vegetales, y hacer una revisión de las propiedades biológicas de los componentes químicos encontrados. Se procesaron las plantas, se prepararon los extractos y se extrajeron los aceites esenciales. La caracterización química de los extractos vegetales se realizó mediante un aparato de cromatografía de gases-masas. El análisis de los componentes químicos mostró la presencia de componentes que se encontraron en varias plantas. Cabe destacar la presencia de omega 3 y 6 en la ruda. Se estableció la relación existente entre los

componentes químicos con la actividad biológica reportada en las especies vegetales estudiadas.

Palabras clave: Extractos vegetales, componentes químicos, propiedades biológicas.

CHEMICAL COMPONENTS AND HIS RELATION WITH BIOLOGICAL ACTIVITY OF SOME BOTANICAL EXTRACTS.

ABSTRACT

Essential oils and plant extracts are complex mixtures of secondary metabolites, cover a wide spectrum of pharmacological effects showing a diversity of biological properties. The aim of this work, is the determination of chemical components of the botanical extracts and the realization of revision of the biological properties of the chemical components found. Plants were processed, vegetal extracts were prepared. The characterization of plant extracts was performed using an apparatus of gas chromatography-mass. The analysis of chemical components showed the presence of components that are found in many plants, note the presence of omega 3 and 6 in the rough. The connection between chemical compounds with biological activity reported in the plant species studied is established.

Keywords: Plant extracts, chemical compounds, biological properties.

INTRODUCCIÓN

Los aceites esenciales y los extractos vegetales son mezclas complejas de metabolitos secundarios, aislados de las plantas por diversos métodos como la destilación por arrastre de vapor, por expresión de los frutos o por medio de soxhlet. Los principales componentes químicos de estas mezclas son: mono y sesquiterpenos incluyendo carbohidratos, alcoholes, éter, aldehídos y cetonas, los cuales son responsables de las fragancias y de las propiedades biológicas de las plantas aromáticas y medicinales. Los aceites esenciales y extractos vegetales cubren un amplio espectro de efectos farmacológicos mostrando diversas propiedades como antiinflamatorios, antioxidantes, y anticancerígenos. Otras actividades biológicas se reportan como biocidas en contra de una amplia gama de microorganismos como bacterias, hongos, virus, protozoarios insectos y plantas (Kalemba and Kunicka 2003).

Las compañías farmacéuticas están buscando drogas alternativas de otras fuentes incluyendo las plantas y los animales. Las plantas medicinales son consideradas como una fuente potencial de nuevas drogas quimioterapéuticas debido a su contenido de fitoquímicos y a su poco o nulo efecto tóxico (Beg 2000). Ciertamente, las plantas poseen un enorme y desconocido reservorio de sustancias derivado de sus actividades metabólicas enfocados a

sus sistemas de defensa en contra de microorganismos, insectos y herbívoros. Aunque se han identificado algunas sustancias simples como fenoles, derivados de los fenoles (quinonas, flavonas, flavonoides, flavonoles, taninos y cumarinas), terpenoides, aceites esenciales, alcaloides, pectinas y polipéptidos, los extractos de plantas completas permanecen en uso (Thuille 2003).

Mientras que se conocen las composiciones químicas de algunos extractos vegetales y aceites esenciales, y ya son usados en base a sus propiedades que se tienen bien documentadas *in vitro*, hay pocos datos para muchos otros. El propósito de este trabajo es la determinación de los componentes químicos de los extractos vegetales de perejil (*Petroselinum sativum*), de la ruda (*Ruta graveolens*), del tomillo (*Thymus vulgaris*), y de la gobernadora (*Larrea tridentata*); y de los aceites esenciales de clavo (*Syzygium aromaticum*) y orégano (*Lippia graveolens*); además de establecer la relación entre los componentes químicos y las propiedades biológicas reportadas en la literatura.

MATERIALES Y MÉTODOS

Colección de las plantas.- Durante agosto de 2005, se colectaron plantas de gobernadora (*Larrea tridentata*) y de orégano (*Lippia graveolens*) en Gómez Palacio, Dgo. (103° 40'00" LN y 25° 34'15" LO), y de ruda (*Ruta graveolens*), tomillo (*Thymus vulgaris*), y perejil (*Petroselinum sativum*) en huertos de cd. Juárez, Dgo., (103°35'42" LN 25°29'43" LO), cortando las dos terceras partes de la planta para asegurar su regeneración. El clavo (*Syzygium aromaticum*), del cual se utilizan los botones florales, se compró en un mercado de la localidad. Todas las plantas fueron identificadas taxonómicamente en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, por el M.C. Eduardo Blanco Contreras.

Preparación de los extractos. Se prepararon los extractos alcohólicos de gobernadora (*Larrea tridentata*), ruda (*Ruta graveolens*), tomillo (*Thymus vulgaris*) y perejil (*Petroselinum sativum*), y se extrajo el aceite esencial del orégano (*Lippia graveolens*) y del clavo (*Syzygium aromaticum*), mediante arrastre de vapor en un aparato de destilación. Para los extractos alcohólicos (gobernadora, ruda, tomillo y perejil) las plantas se lavaron con agua de la llave hasta quitar toda la tierra e impurezas y se sometieron a un proceso de maceración en fresco con una solución de etanol al 70%, posteriormente, se colocaron en frascos ámbar (Kuklinsky 1993).

Para obtener los aceites esenciales de las especies de orégano (*Lippia graveolens*) y clavo (*Syzygium aromaticum*), estas especies se sometieron a una extracción por arrastre de vapor en un aparato de destilación, para obtener sus aceites esenciales, el proceso de extracción se basa en la diferente volatilidad de los componentes de la droga vegetal, el cual permite la separación de los componentes volátiles de otros que son menos o nada volátiles (Kuklinsky 1993).

Caracterización de los extractos vegetales. Se realizó en el laboratorio de análisis instrumental, “Antonio Anzaldúa Morales” de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Autónoma de Chihuahua. En un aparato de cromatógrafo de gases-masas (Perkin Elmer Instruments Turbo Mass Gold Spectrometer Auto System XL Gas Chromatograph, USA), se utilizó la columna capilar de silicagel SP TM 2380. Se utilizó helio como gas portador a 1,5 mL/min, después de la inyección de la muestra, la columna se mantuvo a una temperatura inicial de 150°C por dos minutos, luego se incrementó 10°C /min hasta alcanzar 250°C en donde permaneció por 8 min. La identificación positiva de los diferentes componentes se llevó a cabo mediante la combinación del análisis del espectro de masas y los tiempos de retención.

Relación entre los componentes químicos y las propiedades biológicas de los extractos.

La relación entre los componentes químicos encontrados y su relación con las propiedades biológicas de los extractos, se realizó mediante la revisión de artículos científicos, en los cuales se reportan las principales actividades biológicas características de cada especie vegetal estudiada.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Principales componentes químicos de los extractos.

Los análisis de los extractos vegetales caracterizados por cromatografía de gases-masas, revelaron los componentes principales que se muestran en la **Tabla 1**.

Tabla 1. Principales componentes químicos de los extractos vegetales.

Especie vegetal	Tipo de extracto	Componente químico	Peso molecular (equiv. moleculares)
Orégano (<i>Lippia graveolens</i>)	Aceite esencial	b-mirceno	136
		p-cimeno	134
		Timol	150
		Carvone	150
		b-cariofileno	204
		a-cariofileno	204
		Dihidroactinidolida	180
		isopatuleno	220

Gobernadora (<i>Larrea tridentata</i>)	alcohólico	a-metilglucofuranosido	194	
		Piperina	285	
		Ácido octadecanoico	284	
		Fitol	296	
		Ácido 4 acetoxi-meta-anísico	210	
		4-etoxi-3 metoxifenetilamina	195	
Ruda(<i>Ruta graveolens</i>)	alcohólico	Nonanona	142	
		2-undecanona	170	
		Etil-alfaD-glucopiranosido	208	
		Ácido pentadecanoico, etil ester	270	
		4-imidazolidinona-5-(2-metilpropil)-3fenil-2-tioxo(S)	248	
		Fitol	296	
		Ácido hexadecanoico, etil ester	284	
		9-12-15,ácido octadecanoico, metil ester	292	
		ketoprofen	254	
		9,12,ácido octadecanoico, metil ester	294	
		5,8,11,14-ácido eicosatetraenoico, metil ester	318	
Tomillo(<i>Thymus vulgaris</i>)	alcohólico	p-cimeno	134	
		Ciclohexene-1-metil-4(1-metiletildeno	136	
		borneol	154	
		timol	150	
			176	

		n-heptilbenceno	284
		Ácido hexadecanoico, etil ester	
Perejil (<i>Petroselinum sativum</i>)	alcohólico	Ácido acético, carvacril	192
		α -d-manofuranosida 1-tio-N exil	280
		Apiol	222
		tetradecanal	212
		Ácido eicosanoico	312
		Ácido hexadecanoico, etil ester	284
		Fitol	296
		Ácido octadecanoico, metil ester	294
Clavo (<i>Syzygium aromaticum</i>)	Aceite esencial	Eugenol	164
		Cariofilleno	204
		α -cariofileno	204
		Acetil-isoeugenol	206

En la **Tabla 2** se observa la frecuencia de los diversos componentes químicos en las seis especies vegetales analizadas. Los componentes fueron identificados en los extractos alcohólicos (ruda, perejil, tomillo y gobernadora) y de los aceites esenciales de clavo y orégano. Los componentes fueron identificados por inyección de los estándares y/o por comparación de espectrometría de masas con la librería del equipo. En la **Tabla 2** también es posible comparar la presencia de componentes que se encontraron en varias plantas como el caso del etil éster ácido hexadecanoico presente en los extractos de la ruda, la gobernadora, el tomillo y del perejil. Otro componente es el fitol que está presente en la ruda, la gobernadora y el perejil. El β -cariofileno y el α -cariofileno están presentes en los aceites esenciales de clavo y orégano y el Timol y P-cimeno se encontró en el tomillo y el orégano.

Tabla 2. Frecuencia de los componentes químicos identificados en las seis especies vegetales analizadas (García-Luján 2006).

COMPUESTO	ESPECIE VEGETAL					
	Ruda	Orégano	Gobernadora	Tomillo	Perejil	Clavo
Heptil-benceno				(X)		
Etil éster del ácido pentadecanoico	(X)		(X)	(X)	(X)	
Etil éster ácido hexadecanoico	(X)		(X)		(X)	
Etil alfa-D-glucopiranosido	(X)		(X)		(X)	
β-canolíeno	(X)	(X)				(X)
Dihidroactinidiolida		(X)				(X)
Ciclohexeno-1-metil-4(1-metiletilideno)		(X)		(X)		
γ-cariofileno		(X)		(X)		
γ-cariofileno óxido		(X)				(X)
Acetil-isoeugenol				(X)		(X)
Beta- mirceno		(X)			(X)	
Alfa-D-manofuranosido 1-tio-N hexil			(X)		(X)	
Acido octadecanoico	(X)		(X)			
Ácido eicosanoico	(X)				(X)	
Metil éster, ácido octadecanoico					(X)	
Ácido 4-acetoxi-meta-anísico			(X)			
Octadecatrienoico	(X)					
3-fenil-2-tioxo(S)	(X)					
Octadecadienoico	(X)		(X)			
2-Undecanona	(X)					

Propiedades biológicas de las plantas estudiadas.

Los productos de las plantas, poseen numerosas propiedades farmacológicas, incluyendo además otras propiedades como antimicrobianos, antimutagénicos, antivirales, antimicóticos, antitoxigénicos, antiparasitarios e insecticidas, además son utilizados en el tratamiento de forúnculos, del acné, de la gingivitis, de la candidiasis vaginal y para evitar la formación de placa dental y la habilidad de promover la cicatrización de heridas (Dunsmore, Chen et al. 2001; Chen, Yang et al. 2003). Una de las principales fuentes de agentes antimicrobianos son los metabolitos secundarios de la plantas. La biosíntesis de estas moléculas es llevada ya sea de manera constitutiva, patógeno-independiente (fitoanticipinas) o si es inducida como una parte de la respuesta defensiva de las plantas en contra de una infección por bacterias, hongos o nematodos (fitoalexinas) en este grupo se encuentran las flavanonas, las isoflavonas, las auronas y los fenalenones (Tanaka, Sato et al. 2002; Luque-Ortega, Martinez et al. 2004).

La acción antimicrobiana de los componentes de los extractos vegetales y de los aceites esenciales se debe al carácter lipofílico de su esqueleto de hidrocarburos y principalmente al carácter hidrofílico de sus grupos funcionales. La actividad de los componentes de los aceites esenciales en orden decreciente va desde los fenoles > aldehídos > cetonas > alcoholes > éteres > hidrocarburos (Kalemba and Kunicka 2003).

Los extractos de las plantas son muy populares en algunos países, las drogas son usadas para el tratamiento de diversos padecimientos como la hiperplasia prostática benigna sintomática (BPH) y las infecciones de las vías urinarias (Dreikorn 2002; Dreikorn, Berges et al. 2002).

La presencia de compuestos fenólicos como el timol, el carvacrol y el eugenol sugieren la actividad bactericida de los extractos de oregano (*Lippia graveolens*), del tomillo (*Thymus vulgaris*), y del clavo (*Syzygium aromaticum*), la cual se ve favorecida por la naturaleza ácida de su grupo hidroxilo el cual forma un puente de hidrógeno con un sitio activo enzimático (Kalemba and Kunicka 2003).

En el caso del orégano (*Lippia berlandieri*), las hojas, los tallos y las flores se caracterizan por su efecto altamente antioxidante debido a su contenido de ácidos fenólicos y flavonoides. Estos tejidos tienen actividades altamente antisépticas y antimicrobianas debido a su contenido de carvacrol, timol, gama terpenos y paracimeno (Wogiatzi 2009).

La planta conocida como gobernadora, creosote, chaparral o hediondilla (*Larrea tridentata*), posee propiedades como la reducción de edemas, y la replicación y la transcripción del virus de la inmunodeficiencia humana, es hipoglucemiante, es antioxidante e induce una acción antiapoptótica, tiene acción protectora de los queratinocitos ante la acción de los rayos ultravioleta, y tiene acción citotóxica para diversas células cancerosas. (Portilla de Buen, 2008). Las hojas de la *Larrea*, producen una resina fenólica compuesta por numerosos flavonoides y

flavonas parcialmente metiladas con el ácido nordihidoguayarático que comprende el 40% de la masa seca de la resina total (Haley, Lamb et al. 2008).

La ruda (*Ruta graveolens*) es un arbusto de hojas perennes que contiene diversos metabolitos secundarios incluyendo fumarocumarinas, alcaloides como la quinolona y la acridona y flavonoides. Las cumarinas y fumarocumarinas son utilizadas en el tratamiento del leucoderma, vitíligo y psoriasis debido a sus propiedades fotoactivas. También es utilizada en neurología en el tratamiento de enfermedades desmielinizantes como la esclerosis múltiple. Además, los alcaloides como la dictaminina y la metoxidictaminina presentes en sus tejidos también poseen propiedades antibacterianas (Orlita, Sidwa-Gorycka et al. 2008). En este estudio también se encontró la presencia de ácido octadecatrienoico 9,12,15 metil éster (ácido linoleico) conocido como omega 6 y del ácido octadecadienoico 9,12 metil éster (ácido α linolenico) conocido como omega 3, ambos compuestos son ampliamente conocidos por sus propiedades como antioxidantes, es decir tienen una amplia capacidad para atrapar radicales libres causantes del estrés oxidativo lo cual les atribuye un efecto beneficioso en la prevención de padecimientos tales como enfermedades cardiovasculares, circulatorias, cancerígenas y neurológicas, también poseen actividades antiinflamatorias, antialérgicas, antitrombóticas, antimicrobianas y antineoplásicas (Kuskoski 2005). Se hacen necesarios estudios posteriores para determinar en que cantidad se encuentran estos compuestos.

El perejil (*Petroselinum sativum*), es utilizado ampliamente como hierba para el condimento y como saborizante de carnes, salchichas, alimentos enlatados y como sazónador, también se reporta su habilidad para inducir la actividad de enzimas detoxificantes por medio de sus productos anticancerígenos lo cual favorece su actividad en la inhibición de la tumorigénesis. Su componente químico principal es la miriscina que puede ser considerada como un agente quimiopreventivo potencial (Zheng 1992). (Wong 2006), también reporta las propiedades antioxidantes y antibacterianas del perejil.

Se puede comentar la presencia de componentes que se encontraron en varias plantas como el caso del etil éster ácido hexadecanoico (ac. palmítico) presente en los extractos de la ruda, la gobernadora, el tomillo y de perejil. Otro componente es el fitol que está presente en la ruda, la gobernadora y el perejil. El β -cariofileno y el α -cariofileno están presentes en los aceites esenciales de clavo y orégano y el timol y P-cimeno se encontraron en el tomillo y en el orégano. La actividad antimicrobiana está reportada para los fenoles – timol, carvacrol y eugenol, lo cual se explica por la naturaleza ácida del grupo hidroxilo, que forma un puente de hidrógeno con un centro enzimático activo. Así, los aceites esenciales con fenol como componente principal expresan el más alto espectro de actividad en contra de los microorganismos, y su espectro de actividad es el mayor. Se incluyen los aceites esenciales de tomillo, orégano que contienen timol y carvacrol así como el aceite de clavo que contiene eugenol (Kalemba and Kunicka 2003). Los laboratorios a nivel mundial han encontrado literalmente cientos de fitoquímicos los cuales tienen efectos inhibitorios sobre todos los

microorganismos *in vitro*, propiedades antioxidantes y quimiopreventivas entre muchas otras (Zheng 1992; Cowan 1999; Wong 2006).

CONCLUSIONES

La gran diversidad de mecanismos bioquímicos que intervienen en el metabolismo secundario de las plantas superiores ha permitido la producción de una amplia variedad de principios activos que tienen una aplicación potencial como agentes terapéuticos de origen natural. Esto favorece sus pocos o nulos efectos adversos sobre todo en el tratamiento de padecimientos crónico degenerativos que deben ser controlados de por vida por los pacientes que los padecen. El uso tradicional de las plantas se conoce como etnobotánica y en esta ciencia se fundamentan muchos de los medicamentos y principios activos que se utilizan ampliamente en la terapéutica y en la industria farmacéutica. Algunas de las propiedades biológicas de las plantas estudiadas son: antimicrobianas, antimutagénicas, antivirales, antimicóticos, antitoxigénicos, antiparasitarios, insecticidas, hipoglucemiantes, antioxidantes, desinfectante, antiinflamatorias, antialérgicas, antitrombóticas, antineoplásicas y pueden inducir una acción antiapoptótica. Se pudo establecer la frecuencia de ciertos componentes químicos en las especies estudiadas y se destaca la presencia de omega 3 y 6 en el extracto vegetal de la ruda, quedando pendiente la cuantificación de estos antioxidantes importantes por su utilidad como complemento dietético natural.

REFERENCIAS

- Beg, A. y. I. A. (2000). "Effect of Plumbago zelanica extract and certain curing agents on multidrog resistant bacteria of clinical drugs"
" Word Journal of Microbiology & Biotechnology **16**: 841-864.
- Cowan, M. M. (1999). "Plant products as antimicrobial agents." Clin Microbiol Rev **12**(4): 564-82.
- Chen, X., L. Yang, et al. (2003). "Shikonin, a component of chinese herbal medicine, inhibits chemokine receptor function and suppresses human immunodeficiency virus type 1." Antimicrob Agents Chemother **47**(9): 2810-6.
- Dreikorn, K. (2002). "The role of phytotherapy in treating lower urinary tract symptoms and benign prostatic hyperplasia." World J Urol **19**(6): 426-35.
- Dreikorn, K., R. Berges, et al. (2002). "[Phytotherapy of benign prostatic hyperplasia. Current evidence-based evaluation]." Urologe A **41**(5): 447-51.
- Dunsmore, K. E., P. G. Chen, et al. (2001). "Curcumin, a medicinal herbal compound capable of inducing the heat shock response." Crit Care Med **29**(11): 2199-204.
- García-Luján, C. (2006). Actividad antibacteriana de extractos vegetales en cepas hospitalarias de *Staphylococcus aureus* con resistencia múltiple. SUBDIRECCIÓN DE POSTGRADO. Torreón, Coahuila, México, UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO. UNIDAD LAGUNA. **DOCTORADO**: 104.

- Haley, S. L., J. G. Lamb, et al. (2008). ""Pharm-ecology" of diet shifting: biotransformation of plant secondary compounds in creosote (*Larrea tridentata*) by a woodrat herbivore, *Neotoma lepida*." Physiol Biochem Zool **81**(5): 584-93.
- Kalembe, D. and A. Kunicka (2003). "Antibacterial and antifungal properties of essential oils." Curr Med Chem **10**(10): 813-29.
- Kuklinsky, C. (1993). Farmacognosia. Barcelona España, Editorial Omega.
- Kuskoski, E. M., et al. (2005). "Aplicación de diversos métodos químicos para determinar capacidad antioxidante en pulpa de frutos." Ciencia y Tecnología de Alimentos **25**(4): 726-732.
- Luque-Ortega, J. R., S. Martinez, et al. (2004). "Fungus-elicited metabolites from plants as an enriched source for new leishmanicidal agents: antifungal phenyl-phenalenone phytoalexins from the banana plant (*Musa acuminata*) target mitochondria of *Leishmania donovani* promastigotes." Antimicrob Agents Chemother **48**(5): 1534-40.
- Orlita, A., M. Sidwa-Gorycka, et al. (2008). "Effective biotic elicitation of *Ruta graveolens* L. shoot cultures by lysates from *Pectobacterium atrosepticum* and *Bacillus* sp." Biotechnol Lett **30**(3): 541-5.
- Tanaka, H., M. Sato, et al. (2002). "Antibacterial activity of isoflavonoids isolated from *Erythrina variegata* against methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*." Lett Appl Microbiol **35**(6): 494-8.
- Thuille, N. (2003). "Bactericidal activity of herbal extracts." Int. J. Hyg. Environ. Health **206**: 1-5.
- Wogiatzi, N. E. (2009). "Chemical composition and antimicrobial effects of greek *Origanum* species essential oil." Biotechnol & biotechnol: 1322.
- Wong, P. Y. Y. (2006). "Studies on the dual antioxidant and antibacterial properties of parsley (*Petroselinum crispum*) and cilantro (*Coriandrum sativum*) extracts." Food Chemistry **97**(3): 505-515.
- Zheng, G.-g., Patrick M. Kenney, y Luke K.T. Lam (1992). "Miristicin: a potential cancer chemopreventive agent from parsley leaf oil." J Agriculture Food Chemistry **40**: 107-110.