

Romero (*Rosmarinus officinalis* L.): una revisión de sus usos no culinarios

Raúl Avila-Sosa*, Addí Rhode Navarro-Cruz*, Obdulia Vera-López*,
Rosa María Dávila-Márquez*, Nohemí Melgoza-Palma* & Ramón Meza-Pluma*

Resumen

Romero (*Rosmarinus officinalis* L.): una revisión de sus usos no culinarios. En los últimos años las plantas medicinales han adquirido gran importancia en terapias alternativas o complementarias en varias regiones del mundo. Las plantas con acción medicinal o funcional tienen la característica común de poseer un elevado contenido en sustancias o principios activos, con propiedades químicas, bioquímicas u organolépticas muy específicas, que permiten su utilización con fines terapéuticos (plantas medicinales), aromáticos (plantas aromáticas o esencias) y dietéticos o gastronómicos (plantas empleadas como condimentos). El romero (*R. officinalis* L.) es una de las plantas cuyas propiedades cubren estos aspectos y que más investigaciones ha generado dadas sus propiedades químicas y sus posibles aplicaciones medicinales e industriales. Por lo que el objetivo de este documento es revisar el estado del arte del romero desde el punto de vista científico obtenido de las principales publicaciones. Esta revisión contiene entre sus puntos principales el análisis químico de los principales componentes del romero, su capacidad antioxidante, sus principales efectos terapéuticos y aplicaciones medicinales, el uso de los diversos extractos de romero en la industria de alimentos así como sus principales efectos toxicológicos. El valor de utilizar el romero con fines no culinarios depende, además de su riqueza en principios activos, de la rareza con la

Abstract

Rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.): a review of non-culinary uses. In recent years, plants with medicinal or functional characteristics are an important alternative in different parts of the world due to a higher content of active ingredients with chemical, biochemical or sensory properties such as in therapeutic (medicinal plants), aromatic (herbs and essential oils) and gastronomic (spices as condiments) purposes. Consequently rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) has properties that cover these purposes that generate important research. The aim of this paper was to review the state of the art of rosemary from major scientific publications generated in the last years and highlights their chemical analysis of their main components, antioxidant capacity, therapeutic and medicinal applications, toxicological effects and the application of various kinds of extracts in food industry. Therefore rosemary non-cooking characteristics depend on active compounds concentration and the difficult to remove and purified.

Résumé

Le romarin (*Rosmarinus officinalis* L.) et ses usages non culinaires. Ses dernières années, les plantes médicinales ont acquis une importance particulière comme thérapies alternatives ou complémentaires dans diverses régions du monde. Les plantes qui présentent une activité médicinale ou fonctionnelle contiennent des quantités remarquables de substances ou de principes actifs, ayant des propriétés chimiques, biochimiques ou organoleptiques très spécifiques, qui permettent leur utilisation à des fins thérapeutiques (plantas medicinales), aromatiques (plantas aromatiques ou esencias) et diététiques ou gastronomiques (plantas utilisées comme condiments). Le romarin (*Rosmarinus officinalis* L.) est une des plantes les plus étudiées de par ses propriétés chimiques et ses possibles applications medicinales et industrielles. Ce travail vise à évaluer la littérature scientifique sur le romarin. Il reprend l'analyse chimique des composants principaux du romarin, sa capacité anti-oxydante, ses principaux effets thérapeutiques et ses applications medicinales, l'utilisation de divers extraits de romarin dans l'industrie alimentaire, tout comme ses principaux effets toxicologiques. L'intérêt de l'utilisation de romarin à des fins non culinaires dépend, en plus de la quantité relative de principes actifs, de la rareté de les trouver

* Facultad de Ciencias Químicas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. 14 Sur y Av. San Claudio, Edificio 105E Ciudad Universitaria. Puebla, Pue. 72420. México. Tel: +52 (222) 229-5500 ext 7525, correos electrónicos: raul.avila@correo.buap.mx, addi.navarro@correo.buap.mx, yuya146@hotmail.com, rosamadavila@yahoo.com.mx, nomepro1@hotmail.com, ram_81tlax@hotmail.com

que se encuentran en la naturaleza y de las dificultades para su extracción.

ailleurs dans la nature, et des difficultés d'extraction.

Palabras clave: Romero, propiedades funcionales, plantas medicinales, ingredientes activos.

Key words: Rosemary, functional properties, medicinal plants, active ingredients.

Mots clefs: Romarin, propriétés fonctionnelles, plantes médicinales, ingrédients actifs.

Introducción

Las plantas han sido utilizadas durante miles de años en muchas partes del mundo por sus propiedades nutritivas y medicinales; y aunque su empleo con fines terapéuticos estuvo durante muchos años asociado a ritos mágicos y religiosos, habría que resaltar que esta utilización se basa en el conocimiento de la planta. El origen de la utilización de las esencias y aromas es tan antiguo como la agricultura. Comenzó por una recogida indiferente de plantas, pasando a una recolección selectiva de unas sobre otras, hasta llegar a domesticar las más útiles hasta su extensión a cultivo. Se aprovechan en la industria alimentaria, en el hogar, en medicina y en cosméticos (Simental & Avila 1999).

En los últimos años se ha estudiado el efecto en la salud de los posibles compuestos bioactivos presentes en las plantas y es posible asegurar que existe más información sobre sus propiedades funcionales, medicinales y/o toxicológicas (Shahidi *et al.* 1992).

Un ejemplo de ello es el romero (*Rosmarinus officinalis L.*), planta rica en principios activos y con acción sobre casi todos los órganos de cuerpo humano. Al tener un alto contenido en aceites esenciales, cuyos ingredientes activos son flavonoides, ácidos fenólicos y principios amargos, genera una acción tónica y estimulante sobre el sistema nervioso, circulatorio y corazón, además de ser colerético, colagogo, antiespasmódico, diurético, emenagogo y antigodanotrópico (Musa & Chalchat 2008). Por lo que en los últimos años se han desarrollado una gran cantidad de aportaciones científicas que brindan amplia información de las aplicaciones del romero más allá de sus usos culinarios por lo que el objetivo de la presente revisión es el de revisar el estado del arte de los compuestos activos y sus aplicaciones del romero (*R. officinalis*).

Generalidades

El romero (*R. officinalis L.*) es una planta mediterránea cuyo término se deriva del griego "(rhops y myrinos)" que significa "arbusto marino" por su crecimiento cercano a las costas (Alonso, 2004). Generalmente se encuentra de forma silvestre en zonas rocosas y arenosas cercanas al mar pero debido a su adaptabilidad y poca exigencia para cultivarse se reproduce con facilidad en otras zonas. El romero pertenece a la familia Lamiaceae (Labiatae *Labiadas*), es una planta arbustiva con tallos prismáticos, las hojas son estrechas, agudas y pequeñas, tienen forma de espigas de color verde brillante con márgenes revolutos y tallos leñosos y ramificados (Sotelo *et al.* 2002, Sardans *et al.* 2005). El tamaño varía de 0.5 a 1 metro de altura, florece dos veces al año en primavera y otoño, las flores se caracterizan por un color azul claro con pequeñas manchas violetas (Khorshidi *et al.* 2009). En México crece y es utilizado como planta medicinal en los estados de Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, México, Morelos, Oaxaca, Puebla, Sonora, Tlaxcala, y Veracruz (Barni *et al.* 2009).

Composición química del romero

En la planta se han reportado diversos compuestos químicos los cuales han sido agrupados de manera general por diversos autores en ácidos fenólicos, flavonoides, aceite esencial, ácidos triterpénicos y alcoholes triterpénicos (Caribe & Campos 1991, Botsaris 1995, Atti-Santos 2005). El aceite esencial de romero es el componente más estudiado cualitativamente, algunas de las principales estructuras químicas activas se muestran en la Figura 1. Diferentes trabajos de investigación afirman que dependiendo del lugar geográfico donde crezcan las plantas bajo condiciones de tipo de suelo, clima y altura sobre el nivel del mar generan diferentes cambios en cantidad

y tipos de moléculas bioactivas presentes, por ejemplo las variedades de romero originarias de Portugal se caracterizan por poseer altas cantidades de mirceno, mientras que en Francia es el alcanfor y en Marruecos el cineol los que se encuentran en mayor concentración. (Al-Sereiti *et al.* 1999, Guerrero *et al.* 2007).

De manera general, la composición química del aceite esencial de romero ha sido descrita en trabajos que indican el tipo de moléculas activas presentes. Se ha identificado la presencia de α -pineno, β -pineno, canfeno, ésteres terpénicos como el 1,8-cineol, alcanfor, linalol, verbinol, terpineol, carnosol, rosmanol, isorosmanol, 3-octanona, isobanil-acetato y β -cariofileno; los ácidos vanílico, caféico, clorogénico, rosmarínico, carnósico, ursólico, oleanólico, butilínico, betulínico, betulina, α -amirina, β -amirina, borneol, y acetato de bornilo (Ruiz 2000, Almela 2006, Montes de Oca 2010, Tschingery & Bucar 2010).

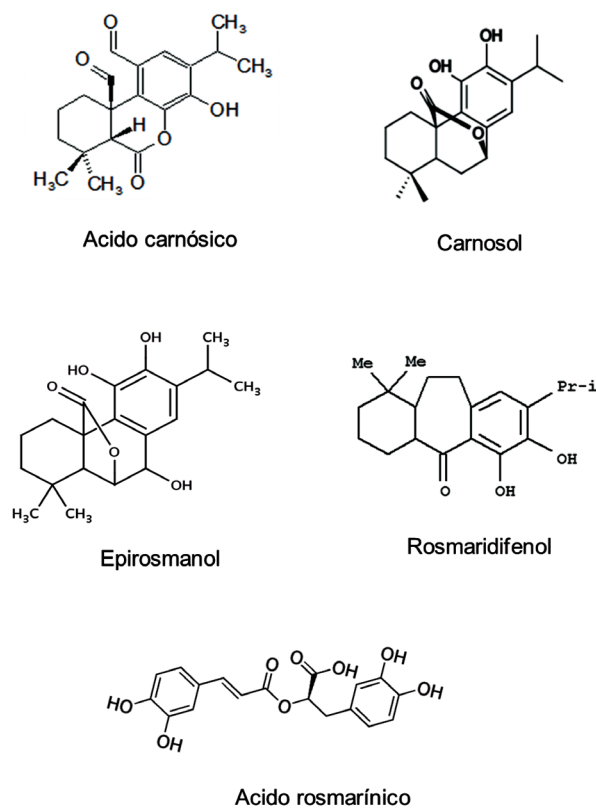


Figura 1. Estructura química de ácido carnósico, carnosol, epirosmanol, rosmaridifenol, ácido rosmarínico, compuestos activos encontrados en la planta de Romero (*Rosmarinus officinalis* L.) (Shahidi *et al.* 1992, Zheng *et al.* 2001).

En el caso de las hojas del romero prevalece un alto contenido de ácido rosmarínico y su derivado rosmaricina, también está presente el ácido carnósico que se caracteriza por ser inestable, su degradación se da por incremento de la temperatura y exposición a la luz; en presencia de oxígeno puede oxidarse para formar carnosol, rosmanol, epirosmanol y 7-metil-epirosmanol (Arévalo *et al.* 2006, Djeddi *et al.* 2007, Peyman & Reza 2007, Mierlici 2009).

Capacidad antioxidante del romero

Las primeras investigaciones sobre la actividad antioxidante de las plantas aparecieron en los años 50's, cuando Chipault *et al.* (1952) hicieron un estudio sobre 72 plantas, poniendo a prueba su capacidad antioxidante (Chipault *et al.* 1956); romero y salvia demostraron ser las plantas con mayor contenido de antioxidantes, además de ser más efectivas.

Diversos estudios han demostrado la eficacia de estas plantas derivando de aquí diferentes aplicaciones comerciales (Bracco *et al.* 1981, Zheng & Wang 2001, Stefanovitis 2003, Stojanovic & Nesic 2010). Los compuestos activos de la salvia y el romero que presentaron mayor actividad antioxidante son los ácidos fenólicos, flavonoides, pigmentos naturales (capsaicina y curcumina) y terpenos (rosmanol, ácido carnósico, carnosol, epirosmanol e isorosmanol) (Cuvelier *et al.* 1994, Arouma *et al.* 1996).

Se ha observado que la actividad antioxidante de los extractos de romero se debe particularmente a los ácidos caféico y rosmarínico, estos últimos poseen una doble función: como antioxidante y estimulante de la producción de prostaglandina E2 e inhibidor de la producción de leucotrienos B4 en leucocitos polimorfonucleares en el humano (Martínez *et al.* 2004).

Wu *et al.* (1982) confirmaron la eficacia antioxidante del romero en extracto metanólico en manteca de cerdo almacenada en la oscuridad durante 6, 14, 21, 28 y 36 días a través de la determinación de peróxidos, mientras que Mierlici (2009) demostró la presencia de polifenoles y flavonas, sustancias con propiedades antioxidantes, en extractos hidroalcológicos obtenidos del romero.

Mierlici (2009), estudio la relación de compuestos bioactivos contenidos en la *Salvia officinalis* y los comparó con el romero (*R. officinalis*), dicho estudio fitoquímico demostró la presencia de antioxidantes como los ácidos fenólicos, flavonoides, pigmentos naturales: capsaicina y curcumina y terpenos: rosmanol, ácido carnósico, carnosol, isorosmanol y epirosmanol, estos bioactivos se hallaron en ambas plantas. Las tinturas obtenidas demostraron que el romero posee mayor concentración de polifenoles como el ácido rosmarínico y el ácido caféico en comparación con la tintura en frío de *Salvia officinalis*. Notablemente, el ácido carnósico es un excelente inactivador de radicales peróxilo, es decir es un antioxidante primario, y no solo inhibe la formación de hidroperóxidos sino también previene su descomposición.

Una característica del extracto de romero es que su actividad antioxidante se incrementa conforme el pH disminuye, posiblemente debido a que tanto el ácido carnósico como el carnosol son más estables y su efecto protector puede durar más tiempo durante la oxidación (Chang *et al.* 1977, Bracco 1981, Contreras *et al.* 2006, Genena 2008).

Estudios farmacológicos y terapéuticos

Los principales estudios farmacológicos y terapéuticos del romero se encuentran resumidos en la Tabla I. Se han realizado estudios en países como España, India, Alemania, Estados Unidos, Japón, Italia, Libia, etc., por su potencial valor terapéutico que a lo largo de los años ha evolucionado desde su uso popular. El trabajo de Al-Sereiti *et al.* (1999) describe la farmacología del romero y su potencial terapéutico. En el romero se han reportado cientos de propiedades estimulantes, aperitivas, digestivas, mejoradora de la circulación de las extremidades y efecto anti-reumático por mencionar solo algunas.

Estudios llevados a cabo por Burnett (2004) y Peng (2007), demostraron que el extracto de romero es usado en la medicina popular como estimulador y mejorador de la memoria.

De acuerdo con Al-Sereiti *et al.* (1999), el constituyente más importante del romero sería el ácido caféico y su derivado, el ácido rosmarínico. Tsuji *et al.* en 2008 sugirieron que el

ácido caféico y el ácido rosmarínico afectan la captación de monoaminas y la actividad de la monoaminoxidasa. Sozio (2008) por su parte, demostró que el ácido ursólico y la carnosina mejoran la liberación de dopamina en cerebro.

Waggas & Balawi (2008), mencionan la utilización del romero en experimentos antibacterianos, como antioxidantes, y antiflogísticos. El aceite esencial ha mostrado efectos mejorados en la circulación de las extremidades, anti-reumáticos y alivio de dolores neurálgicos.

Muchos estudios *in vivo* e *in vitro* han investigado los efectos del aceite esencial de romero con el fin de demostrar que sus principios bioactivos tienen importantes propiedades biológicas. Los resultados de los estudios pertinentes muestran que hay compuestos biológicamente activos en el aceite esencial de romero que presentan actividad antioxidante, actividad citotóxica y anti-cancerígena. Mejora la cognición y también tiene el potencial de influir en el nivel de glucosa en pacientes diabéticos, modifica la fermentación microbiana ruminal y mejora la reabsorción ósea. El aceite esencial de romero, sin embargo, no mejora la respuesta inmune y existen informes sobre sus efectos adversos sobre la fertilidad (Bustanji & Issa 2010, Maistro *et al.* 2010).

El aceite de romero tiene efectos citoprotectores a nivel de la membrana, particularmente la de los eritrocitos, protegiéndolos del daño oxidativo provocado por los radicales libres (Gholamreza & Mohammad 2005).

Miresmailli (2006), describe los usos tradicionales y medicinales del aceite de romero, concluyendo que esto se debe a su composición química tan particular, en especial sobre los cólicos menstruales y los trastornos nerviosos. Asada (1999), determinó la dosis para los espasmos en 2 ml de aceite de romero.

Islamcevic (2007), estudió los compuestos fenólicos naturales procedentes de las plantas, ya que en los últimos años han tomado gran importancia en la dieta del hombre debido a sus potenciales beneficios en la salud humana ya que contribuyen a la prevención cardiovascular o enfermedades inflamatorias. Martínez *et al.* (2004), han hecho estudios etnobotánicos

Tabla I. Resumen de estudios farmacológicos y terapéuticos sobre el romero (*Rosmarinus officinalis* L.).

Efecto	Forma de utilización	Referencias
Actividad antibacteriana	Aceite esencial	Miresmailli 2006, Oluwatuyi <i>et al.</i> 2006, Rozman & Jerzek 2009
	Extractos etanólicos y acuosos	Barni <i>et al.</i> 2009
Actividad antiviral	Extactos hidroetanólicos	Nolkemper <i>et al.</i> 2006, 2008
Actividad antiparasitaria	Aceite esencial	Abe <i>et al.</i> 2002
Actividad antioxidante	Extracto acuoso	Genena <i>et al.</i> 2008
Actividad en el sistema nervioso central		
Estimulador	Aceite esencial	Tsuji <i>et al.</i> 2008, Miranda & Huajuca 2004
	Extracto acuoso	Burnett <i>et al.</i> 2004, Martínez <i>et al.</i> 2004
Mejorador de memoria	Extracto acuoso	Peng <i>et al.</i> 2007
Liberación de dopamina	Extracto de hojas	Sozio <i>et al.</i> 2008
Captación de monoaminas, citoprotectores a nivel de la membrana (eritrocitos)	Aceite esencial	Gholamreza & Mohammad 2005
Activación neuronal	Extracto acuoso	Rau <i>et al.</i> 2006
Inhibición de neurotransmisores	Extactos hidroetanólicos	Waggas & Balawi 2008
	Aceite esencial	Apostolidis <i>et al.</i> 2006
Acción antiinflamatoria	Aceite esencial	Asada 1999
Acción diurética	Extracto acuoso	Martínez <i>et al.</i> 2004
	Extactos hidroetanólicos	Haloui & Lovedec 2000
Propiedades a nivel celular		
Homeostásis celular	Extactos hidroetanólicos	Bakirel <i>et al.</i> 2008
Regulación de ácidos grasos	Extracto acuoso	Bustanji & Issa 2010
Crecimiento celular	Aceite esencial	Cantrell <i>et al.</i> 2005
Aumenta la oxidación microsomal en hígado	Extracto acuoso	Zhu <i>et al.</i> 1998
Cólicos menstruales	Aceite esencial	Miresmailli 2006
Anticonceptivo	Extracto de hojas	González-Trujano <i>et al.</i> 2006
Prevención cardiovascular	Aceite esencial	Islamcevic 2007
Efecto dermatoprotector	Hojas de romero	Fuchs <i>et al.</i> 2005
Acción en el sistema gastrointestinal		
Reducción de lesión ulcerosa	Extactos hidroetanólicos	Correa <i>et al.</i> 2000

en los que se le atribuye al romero propiedades tónicas, estimulante, carminativas, antifebriles, colagogas, antiespasmódicas, descongestionante de las vías respiratorias y diuréticas. Bissett (1994) determinó que la dosis para los espasmos digestivos es de 2 ml de romero, y en el caso de dolor estomacal e indigestiones 0.5 ml de extracto acuoso de romero.

Miranda & Huajuca (2004) describen las propiedades estimulantes, aperitivas, digestivas y coleréticas y colagogas sobre el hígado y la secreción de la vesícula biliar, esto se debe al contenido de aceite esencial lo que le confiere una acción tónica y estimulante sobre el sistema nervioso y circulatorio. Al aceite esencial se le atribuyen propiedades antisépticas, cicatrizantes y estimulantes del cuero cabelludo, también se usa para combatir el agotamiento, nerviosismo,

astenia, alteraciones digestivas, aerofagia y flatulencia, reumatismo y jaquecas. Emmanuel & Suhana (2010) mencionan que en crisis nerviosas se recomiendan 2 ml de extracto acuoso de romero. Señalan que al combinar con salvia, equinacea, melisa, ginseng, té verde, hipérico, lavanda y tomillo se potencia su actividad.

Botsaris (1995), destaca la utilización del romero en la medicina tradicional. La infusión de hojas de romero se emplea en afecciones y dolores gastrointestinales por sus propiedades estomacales, antiespasmódicas, carminativas y colagogas, se estima también que se trata de un poderoso emenagogo. Esta preparación se utiliza también para combatir la tos. La Agencia Europea de Medicina (EMEA 2009), señala una dosificación de 6 gotas de extracto de romero para estos casos.

Se recomienda también su uso cutáneo como coadyudante en el alivio de los músculos menores y dolores articulares y su dosificación se basa en la tradición, empleándolo durante un periodo de dos semanas. Resalta que el uso del extracto de romero no se recomienda en asma, tosferina, lesiones extensas de la piel y heridas abiertas, enfermedades agudas de la piel, fiebre alta, infecciones graves, trastornos circulatorios e insuficiencia cardiaca.

Altinier (2007), estableció bajo condiciones experimentales la lisis de los eritrocitos, empleando concentraciones de 0.178, 0.357, 0.534 y 0.7121/ml de aceite esencial de romero mostrando un efecto citoprotector, ya que al parecer éste tiene la capacidad de barrer al radical peroxilo a nivel de la membrana protegiéndola de los radicales libres. Por otro lado, Kennedy & Scholey (2006), evaluaron la eficacia del carnosol presente en el aceite de romero, induciendo una lesión hepática en ratas; el estudio demostró una disminución de la actividad citosólica en el hígado, un aumento en el nivel de bilirrubina y la actividad de la alanina aminotransferasa en el plasma; en consecuencia se produjo un incremento adicional de la actividad plasmática de glutatión-S-transferasa en las ratas tratadas.

Correa *et al.* (2000), evaluaron la actividad gastroprotectora de un extracto hidroalcohólico crudo de romero (70%) empleando diferentes modelos experimentales. El extracto redujo el índice de lesión ulcerosa producida por indometacina, etanol y reserpina en ratas. No se observó actividad antisecretora en modelo de ligadura pilórica. Este resultado sugiere que el extracto contiene sustancias activas que incrementan el contenido de grupos sulfhidrilo proteico de la mucosa. Wu *et al.* (1982), observaron la actividad del ácido carnósico contra el cáncer y que es foto protector. Se le ha conferido además una actividad antiplaquetaria, debido a que inhibe al ácido araquidónico, al colágeno, y a la trombina; en consecuencia, la secreción de serotonina y la liberación de ácido araquidónico se ven disminuidos. Lo que media la actividad del ácido carnósico es la inhibición de la movilización de calcio citosólico.

Otra característica estudiada ha sido la actividad diurética y antipirética del extracto de romero debido a que posee componentes activos como el ácido cafeico y el ácido rosmarínico. El modelo de experimentación de Martínez *et al.* (2004), valoró el efecto diurético y antipirético del extracto fluido de romero. En dicho estudio se usaron ratas Wistar a las que se les administraron dosis de 100, 200 y 400 mg/kg encontrando dicho efecto a bajas concentraciones. Cantrell *et al.* (2005), determinaron la influencia del ácido carnósico a nivel celular, ya que actúa estimulando la biosíntesis y liberación de neutrófilos y prostaglandinas a nivel celular. Haloui & Lovedec (2000), estudiaron de manera paralela el efecto diurético de dos plantas: *R. officinalis* y *Centaureum erythraea*, administrando dosis de 10 ml/kg de 8% o 16% a ratas Wistar durante una semana. Los resultados mostraron que para el sexto día se alcanzó el pico máximo en la excreción urinaria de sodio, potasio y cloruro con la dosis del 8% del extracto de romero. El extracto acuoso del romero en dilución del 16% no afectó significativamente la excreción de agua y electrolitos durante un periodo similar, pero sí un ligero aumento en la excreción urinaria de sodio y cloruro en el séptimo día y de potasio en el sexto día, una disminución en el aclaramiento de creatinina se demostró después del tratamiento con el 8% de romero y *C. erythraea* lo que permite concluir un efecto diurético de los extractos acuosos en ambas plantas.

Apostolidis *et al.* (2006), estudiaron y evaluaron los fitoquímicos presentes en orégano y romero, determinaron que los fenoles contenidos se correspondían con mejoría en pacientes con diabetes relacionada con la gestión de alfa-glucosidasa, la inhibición de la alfa-amilasa pancreática y la hipertensión.

González-Trujano *et al.* (2006), estudiaron el efecto de la administración de extracto etanólico de romero (300 y 3,000 mg/kg, vía oral) sobre el dolor de tipo artritis gotosa inducido por disfunción en ratas. El efecto producido por el extracto se comparó con el de tramadol (10 y 31.62 mg/kg, vía intraperitoneal). Los resultados mostraron que el extracto produjo una disminución de la respuesta dolorosa en

un 60% en ambas dosis, efecto que se redujo a 40 y 20% en el transcurso de 1.5 y 2.5 h, correspondientemente. En cuanto al tramadol, la respuesta dolorosa se redujo en un 80% en ambas dosis, efecto que disminuyó a 60 y 15% al paso de 2 y 3 h. El efecto de ambas dosis del extracto fue significativamente diferente de la dosis de 31.62 mg/kg pero semejante al producido por la dosis de 10 mg/kg de tramadol. Es decir, en los procesos inflamatorios una compleja serie de eventos bioquímicos y celulares son activados en respuesta al daño tisular o a la presencia de sustancias ajenas al sistema.

Waggas & Balawi (2008), comprobaron que la administración de extractos de hojas de romero causa disminución de epinefrina, norepinefrina y dopamina en diferentes áreas del cerebro, efecto que atribuyó a la presencia del ácido caféico y el ácido rosmarínico, quienes afectan la captación de monoaminas, también detectaron que la presencia de ácido ursólico y carnosol incrementa los niveles de óxido nítrico de tal forma que se disminuye el contenido de catecolaminas lo que implicaría el efecto neuroprotector de estos extractos, finalmente demostraron que dichos extractos serían capaces de proteger frente a los efectos neurotóxicos de la acrilamida (potente tóxico formado por reacción de Maillard durante la preparación de diversos alimentos de consumo usual como las papas fritas).

Abe *et al.* (2002), determinaron que el ácido ursólico contenido en el romero detuvo el movimiento de todos los epimastigotes de *Trypanosoma cruzi* en una concentración de 40 µg/ml, 88 µg/ml después de 48 h de incubación. Comparado con el ácido oleanólico éste fue el menos activo (250 µg / ml), cabe resaltar que a concentración de 2 mg/ml a las 2 h de incubación se inhibe completamente la movilidad de *Trypanosoma cruzi in vitro*.

Nolkemper *et al.* (2006, 2008), estudiaron la relación tópica de los extractos acuosos de varias especies de la familia Lamiaceae (toronjil, menta, prunela, salvia, tomillo y romero), con su actividad antiviral contra el virus del herpes simple. La actividad inhibitoria contra el herpes simple tipo 1, tipo 2 y una cepa resistente al aciclovir, se desarrolló a una dosis no

citotóxica por lo que se puede utilizar como tópico para combatir el virus simple del herpes.

Por otra parte se ha reportado el efecto antitumoral del ácido carnósico contenido en el aceite de romero de forma experimental tanto *in vivo* como *in vitro*, estos hallazgos resaltaron el incremento de la apoptosis de las células del cáncer hepático, la inhibición del glioma inducido por el factor de necrosis tumoral y la protección frente al tumor cutáneo y mamario en ratones inducido por el dimetilbenzoantraceno y otros compuestos estándar, la inhibición de la genotoxicidad, inducida por benzopireno en células bronquiales humanas, la inducción de la diferenciación en células leucémicas *in vitro* y la acción antileucémica *in vivo*.

Bustanji & Issa (2010), relacionaron la concentración de bioactivos como los ácidos rosmarínico, clorogénico, cafeico, y gálico, constituyentes del extracto de romero, y el papel central de la regulación de ácidos grasos *in vitro*, los resultados indicaron que el extracto de romero es capaz de inhibir la síntesis en un 95.2 %, la actividad inhibitoria se atribuye al ácido rosmarínico y al ácido gálico, al mismo tiempo se halló un efecto hipoglucemiante debido al mecanismo independiente de la secreción de insulina, la inhibición de la glicosilación de proteínas y la inhibición de la producción de glucosa endógena (Bakirel *et al.* 2008). Los polifenoles de plantas se caracterizan por formar cadenas hidrofóbicas, los componentes fenólicos en el extracto de romero afectan las funciones de muchas proteínas o los mecanismos de transporte intestinal de Na +- dependiente de transporte de glucosa (Al Sereiti *et al.* 1999). El extracto de romero podría inhibir la absorción intestinal de glucosa mediante la inhibición de la enzima amilasa intestinal. (Tarawneh *et al.* 2010)

Bakirel *et al.* (2008), estudiaron el efecto que tienen las plantas medicinales particularmente en lo que respecta a su actividad antioxidante, el extracto etanólico de romero en la homeostasis de la glucosa y la defensa antioxidante en conejos. Se administraron dosis de 50, 100 y 200 mg/kg del extracto, la dosis de 200 mg/kg redujo significativamente el nivel de glucosa en sangre y aumentó la concentración de insulina en suero,

así como la inhibición de la peroxidación de lípidos y la activación de enzimas antioxidantes.

Rau *et al.* (2006), observaron que los componentes característicos del extracto de romero como carnosol, compuestos fenólicos y ácido carnósico, revelaron la activación selectiva del γ -receptor del peroxisoma. El factor de transcripción ligado activa las enzimas implicadas en el metabolismo primario lo que conduce a reducir los niveles sanguíneos de ácidos grasos y glucosa. Por lo tanto, al activarlos se muestran efectos antitumorales y antiinflamatorios. El estudio concluyó que el efecto reductor de la glucosa es atribuido a la activación del γ -receptor del peroxisoma.

Fuchs *et al.* (2005), evaluaron la acción protectora de preparados en crema y que contenían siete tipos diferentes de extractos de romero en voluntarios sanos con dermatitis de contacto irritante inducida experimentalmente. Los extractos de romero tuvieron un efecto dermoprotector.

Barni *et al.* (2009), estudiaron la eficacia antibacteriana *in vivo* de un extracto etanólico de romero contra *Staphylococcus aureus*, en dos modelos de infección en piel de ratón. El extracto seco de romero contenía 23% de compuestos fenólicos, 20% de diterpenos fenólicos, 10% de ácido carnósico, 10% de carnosol y un 3% de ácido rosmarínico. Los resultados evidenciaron la acción bacteriostática del extracto de romero en la concentración de 2.3% de polifenoles activos y la acción bactericida del extracto que contenía un 4.6% de polifenoles activos contra *S. aureus* en los dos modelos de infección en piel de ratón, se resalta la actividad antibiótica *in vivo* comparable al ácido fusídico

Zhu *et al.* (1998) demostraron los efectos del extracto de metanol de las hojas del romero sobre el metabolismo y la acción del estradiol y la estrona, observándose aumento de oxidación microsomal en el hígado, 2-hidroxilación de estradiol y estrona en aproximadamente un 150%, aumento de la 6-hidroxilación en aproximadamente 30% y la inhibición de la 16 α -hidroxilación de estradiol en aproximadamente un 50%. También estimuló la glucuronidación hepática microsomal de estradiol y estrona en 54-67 y

37-56% respectivamente. Los resultados de este estudio mostraron que la alimentación de los ratones hembra con una dieta 2% de romero aumentó la oxidación microsomal del hígado y la glucuronidación del estradiol y la estrona e inhibió su acción uterotrópica.

El extracto de hoja de *R. officinalis* afecta a la membrana celular de las bacterias, la actividad citotóxica afecta directamente a la fase mitótica de las bacterias Gram positivas y Gram negativas. Por destacar, *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella* spp. y *S. aureus* (Miresmailli 2006), estos microorganismos son susceptibles a los componentes del extracto de romero, en cuyo extracto prevalecen el ácido caféico, ácido rosmarínico, carnosol, ácido carnósico y flavonoides (Centeno & Calva 2010).

Genena *et al.* (2007), obtuvieron extracto de hoja de romero con la técnica de fluidos supercríticos (SFE). Los extractos se analizaron y se comprobó su actividad contra bacterias Gram positivas: *S. aureus*, y *B. cereus*, y bacterias Gram negativas: *E. coli*, *Pseudomonas aeruginosa* y antifúngica: *Candida albicans*.

Rozman & Jersek (2009), estudiaron la actividad antimicrobiana del extracto de romero con una concentración variable de ácido carnósico, en dicho estudio se utilizaron dos métodos: el de difusión en disco y el crecimiento en caldo en contra de las distintas especies de *Listeria* y en contra de diferentes cepas de *L. monocytogenes*, dicho experimento demostró una eficacia al inhibir el crecimiento de la *L. monocytogenes*. Dehkardi *et al.* (2009), de manera paralela estudiaron e identificaron al α -pineno en una proporción de 14.06 %, alcanfor 1,8-cineol 13.62%; verbenona 11.2%; borneol 7.3%; 3-octanona 7.02%; canfeno 5.46% y linalol 5.07% en el aceite esencial y concluyeron que la acción inhibitoria del romero es eficaz.

Rau *et al.* (2006), reportaron la actividad antimicrobiana y citotoxicidad del α -pineno, 1,8 cineol, canfeno, β -mirceno, alcanfor y borneol, contenidos en el aceite de romero; demostraron un efecto moderado con el grupo de las Gram positivas y Gram negativas, en dicho estudio se utilizó una concentración de 5 mg/ml, lo que inhibió completamente la germinación de *Triticum vulgare* y afectó a

Tabla II. Resumen de estudios en la utilización del romero (*Rosmarinus officinalis* L.) con potenciales aplicaciones en la industria alimenticia.

Efecto	Forma de utilización	Referencias
Actividad Antioxidante	Aceite esencial	Armitage <i>et al.</i> 2002, Cottone 2010
	Extracto acuoso	Coronado <i>et al.</i> 2002, Sebrabnek <i>et al.</i> 2005
	Hojas de romero	Botsoglu <i>et al.</i> 2007
Actividad antioxidante y antibacteriana	Extracto etanólico	Monroy <i>et al.</i> 2009
Actividad bacteriostática	Extracto etanólico	Rojas & Brewer, 2007

la membrana celular de las bacterias lo que redujo la mitosis de las bacterias.

Pitarokili *et al.* (2008), observaron el efecto del extracto etanólico de romero sobre el crecimiento de *Aspergillus Flavus* y aflatoxina B₁, dicho estudio resalta una efectividad de inhibición de la producción de la aflatoxina B₁ en 83%, por lo que se podría reemplazar los fungicidas químicos y proporcionar un método alternativo para proteger los productos agrícolas de la producción de aflatoxina B₁.

Oluwatuyi *et al.* (1994), se centraron en la caracterización de los productos derivados de los extractos obtenidos del romero: diterpenos, ácido carnósico, carnosol y ácido 12-metoxi-trans-carnósico. Estos componentes se evaluaron con el fin de disminuir la actividad microbiana de cepas de *S. aureus*; la inhibición de crecimiento celular bacteriano se debió a los componentes del romero a concentraciones de 10 µg/ml, lo que modificó la actividad antimicrobiana.

Miresmailli (2006), estudió a través de bioensayos la actividad del aceite esencial del romero; dicho estudio se aplicó en cepas de *Tetranychus urticae* Koch en dos diferentes plantas, teniendo como efecto la disminución del microorganismo, lo que probablemente se debió a la alta concentración de terpenos, aunque habrá de mencionarse que se sabe poco del sitio de acción del aceite de romero.

Utilización del romero en la industria alimenticia

Existen diversas aplicaciones de compuestos derivados de romero en la ciencia de alimentos (Tabla II). Mejía & Ríos (2008), así como Genena *et al.* (2007), mostraron un gran interés en los bioactivos contenidos en las plantas de uso medicinal como nuevas fuentes de

antioxidantes naturales en la industria alimentaria. El uso de extracto de romero se ha estudiado ampliamente en pollo y carne como un antioxidante natural. La carne es muy susceptible a la oxidación debido a los factores intrínsecos como el tipo de carne, procesamiento y condiciones de almacenamiento. En una investigación de Rojas & Brewer (2007), se estudiaron los efectos de la oleorresina de romero, en carne de res y cerdo cocida y refrigerada. Las carnes cocidas son altamente susceptibles a la rancidez oxidativa que produce la degradación de la calidad y el sabor a recalentado. Antes del cocimiento, las reacciones de los radicales libres causan la autooxidación en las carnes, cambiando el sabor, color y aroma de la carne. Durante el cocimiento, los lípidos en la carne pueden generar que los volátiles que se oxidan produzcan sabores y olores discordantes. Los volátiles, como los alcoholes, aldehídos, furanos e hidrocarburos, también formados durante la oxidación a temperaturas más bajas, aumentan su concentración durante el cocimiento. Después del cocimiento, la oleorresina de romero evitó la oxidación de lípidos y la formación de olores descritos como "pasado", "húmedo", "cartón", "hierba" o "rancio".

También se probó al extracto de romero como un antioxidante natural en salchichas de cerdo pre-cocidas y congeladas crudas; su eficacia se comparó en un estudio con antioxidantes sintéticos por Sebrabnek *et al.* (2005). En el estudio se evaluó la efectividad de un extracto de romero comercial como antioxidante a concentraciones de 1500 y 2500 ppm en salchichas de cerdo congeladas y precocidas-congeladas, y salchichas de cerdo frescas con 500 a 3000 ppm bajo refrigeración. Los resultados del estudio mostraron que el extracto de romero a 2500 ppm tuvo un efecto

similar al antioxidante sintético en salchichas de puerco refrigeradas, precocidas congeladas y congeladas crudas, siendo en éste último producto más efectivo que el antioxidante comercial, sin perder sus características sensoriales (Sebranek *et al.* 2005).

Por otro lado, Coronado *et al.* (2002) estudiaron el efecto antioxidante de extracto de romero adicionado a salchichas Frankfurt de cerdo; en dicho estudio, los cerdos se alimentaron con vitamina E (10 a 200 mg/kg de alimento) y harina de pescado (0 a 5%). Las salchichas se fabricaron con cerdos alimentados con o sin antioxidantes y se adicionaron extracto de romero y suero dulce en polvo. Los resultados del estudio mostraron que no hubo oxidación lipídica evidente en las salchichas frankfurt almacenadas a -20°C por 10 meses.

Los antioxidantes naturales, incluyendo el extracto de romero, se han estudiado ampliamente para aplicarlos en pollo para limitar la oxidación de lípidos. En un estudio de Armitage *et al.* (2002), evaluaron las coberturas de albúmina de huevo que contenía el romero y vitamina E en carne de pechuga de pollo cocida y sin cocer. Se congelaron cubos de pechuga de pollo entera sin piel y deshuesada y se cubrieron con una mezcla de albúmina de huevo y solución de romero (1000 ppm) o solución de vitamina E (1000 ppm). Se evaluó el contenido de malonaldehído en las muestras congeladas y congeladas-secas después de 6, 30, 60 y 90 días. Aunque las muestras refrigeradas y cocidas que contenían extracto de romero no mostraron mejoría en retrasar la oxidación sobre la muestra control, las muestras congeladas y cocidas mostraron una menor oxidación después del almacenamiento. El estudio concluyó que el extracto de romero, junto a otros antioxidantes, modifican patrones de oxidación en las muestras control bajo condiciones similares a las de la prueba.

Masuda *et al.* (2001) analizaron la concentración de malonaldehído y α -tocoferol en la carne de pavo de animales que se alimentaron con una dieta que incluía 0.5-1.0 % de hojas de romero deshidratadas y acetato de alfa-tocoferol de 10 a 300 mg/kg. Los resultados de la incorporación de romero en la dieta de pavos mostraron

una modesta disminución de la formación de malonaldehído en las carnes comparadas con sus respectivos valores promedio de su control.

Armitage *et al.* (2002), observaron el efecto potencial del aceite de romero como conservador y antioxidante, en un salami, ya que permitió sustituir parcial o totalmente aditivos como el nitrito y butilhidroxianisol por diferentes tipos de combinaciones de aceite esencial de romero con extractos vegetales tales como el *Allium sativum*, *Coriandrum sativum*, *Eugenia caryophyllata*, *Origanum vulgare*, y *Thymus vulgaris*. El proceso se inició al adicionar los extractos vegetales que presentaron mayor actividad antibacterial y antioxidante, las pruebas de actividad antibacterial se realizaron *in vitro* en *Clostridium perfringens* a una concentración de 250 ppm. Al realizar el análisis microbiológico el extracto de romero presentó mayor estabilidad oxidativa en comparación con los extractos de *Allium sativum* y *Eugenia caryophyllata* durante el periodo de almacenamiento, aunque las características de sabor y olor del producto con adición de extractos no se vieron afectadas drásticamente.

Cottone (2010), estudió la estabilidad del extracto del romero en filetes de pescado y carne picada durante el almacenamiento congelado. Los resultados obtenidos mostraron que los antioxidantes naturales que constituyen el romero, retardaron el proceso de oxidación durante el almacenamiento, los ácidos grasos poliinsaturados se estabilizaron al adicionar el extracto de romero. Hala *et al.* (2010), diseñaron un queso con la adición de extracto de romero, el producto fue complementado con extracto de romero a una razón de 1, 2, 3, 4 y 5 %. La capacidad total de fenoles y antioxidantes mostró resultados positivos.

Faixova & Faix (2008) evaluaron la actividad antioxidante y antimicrobiana de extractos etanólicos de romero *in vitro* e *in situ* en un producto cárnico. Los dos tipos de extractos mostraron efecto antimicrobiano en *S. aureus*, *L. monocytogenes* y *Salmonella tiphymurium*, por otro lado se encontró actividad antioxidante parecida a los antioxidantes sintéticos, por lo que tienen la posibilidad de usarse como aditivos que son capaces de disminuir la oxidación

de lípidos. Romero *et al.* (2010), desarrollaron una aplicación de la combinación quitosano y aceites esenciales de romero al 1% sobre el crecimiento de *L. monocytogenes* en la superficie de calabazas (*Cucurbita moschata* Dutch). Este recubrimiento logró inhibir el crecimiento de esta bacteria.

Efectos tóxicos potenciales del romero

Se han descrito posibles efectos secundarios dañinos de aceite de romero. Lemonica *et al.* (1996) informaron de un efecto anti-implante del romero y del extracto acuoso de hojas de romero en ratas Wistar. El aceite de romero, ingerido por vía oral, puede desencadenar convulsiones, los pacientes epilépticos deben tener precaución en el uso de este aceite, y nunca se debe ingerir cantidades superiores a las utilizadas en los alimentos, especialmente durante el embarazo. Las preparaciones tópicas que contienen aceite de romero son potencialmente nocivas para las personas hipersensibles que pueden ser alérgicas a alcanfor. Teniendo en cuenta el alto consumo de aceite esencial de romero, los informes de algunos efectos secundarios nocivos, y la falta de evaluaciones *in vivo* genotóxico y mutagénico de este aceite, se hace necesario examinar la genotoxicidad / potencial mutagénico de la administración aguda de aceite de romero en células de roedores utilizando ensayos de micronúcleos y aberraciones cromosómicas, tal como lo hicieron Maistro *et al.* (2010).

Barni *et al.* (2009) investigaron los efectos secundarios dañinos del aceite de romero y en específico su potencial genotóxico y mutagénico en ratas Wistar. Las ratas fueron tratadas por sonda con dosis de aceite de romero de 300, 1000 o 2000 mg/kg, particularmente la dosis más alta mostró un aumento en el número de células micronucleadas, migración del ADN del hígado y de los leucocitos y el cromosoma en las células de la médula ósea en las ratas Wistar.

Erdeyi *et al.* (2008), reportaron la toxicidad y una rara incidencia de embriones anómalos en ratas tratadas con 260 mg/kg de extracto etanólico de romero. Una dosis más alta de 1040 mg/kg tuvo efectos genotóxicos y mutagénicos, ya que rompe los cromosomas y es responsable de aborto en los seres humanos y animales.

Waggas & Balawi (2008), determinaron la toxicidad del aceite de romero al inducir genotoxicidad en sangre periférica y en hígado de ratones. Maistro *et al.* (2010), determinaron que el aceite de romero, al ser ingerido puede desencadenar convulsiones en pacientes epilépticos, así como en personas hipersensibles, pudiendo ser contraproducente su utilización en personas alérgicas al alcanfor. De lo anteriormente expuesto, se deduce que no conviene a personas con gastritis agudas, úlcera gastroduodenal, hepatopatías, epilepsia y Parkinson. Deberá evitarse durante el embarazo y la lactancia. Los extractos de romero, incluyendo el aceite esencial por lo general son bien tolerados en animales y humanos. El ácido rosmarínico ha demostrado una baja toxicidad. Se potencian sus propiedades antisépticas y anti infecciosas si se combina con salvia, equinácea, llantén mayor y tomillo. Para beneficiarse de sus propiedades aperitivas y digestivas se puede tomar en infusión mezclado con lavanda, melisa, cola de caballo; y comparte propiedades coleréticas y colagogas con la bardana y la salvia. Por su carácter estimulante sobre el sistema circulatorio y nervioso se puede componer en infusión con eleuterococo, ginseng, té verde e hipérico. Aplicado sobre heridas y llagas, para que éstas cicatricen se puede aplicar una decocción de romero combinado con cola de caballo y diente de león.

Conclusiones

El romero es una de las plantas con potencial de acción medicinal o funcional que tiene la característica de poseer un elevado contenido en sustancias o principios activos, con propiedades químicas, bioquímicas u organolépticas muy específicas, que permiten su utilización con fines terapéuticos (plantas medicinales), aromáticos (plantas aromáticas o esencias) y dietéticos o gastronómicos (plantas empleadas como condimentos).

El valor de su uso depende, además de su riqueza en estos principios activos, de la rareza con la que se encuentran en la naturaleza y de las dificultades para su extracción. Por lo que es motivo para seguir generando conocimiento para desarrollar posibles aplicaciones útiles para la humanidad.

Agradecimientos

Los autores agradecen a la Especialidad en Tecnología e Inocuidad de Alimentos de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla el apoyo para la publicación de este artículo.

Referencias

- Abe, F., F. Yamauchi, T. Nagao, J. Finjo & H. Okabe. 2002. Ursolic acid as a trypanocidal constituent in rosemary. *Biological & Pharmaceutical Bulletin*, 25(1):1485-1487.
- Al-Sereiti, M.R., K.M. Abu-Amer & P. Sen. 1999. Pharmacology of rosemary (*Rosmarinus officinalis* Linn.) and its therapeutic potentials. *Indian Journal of Experimental Biology*, 37(2):124-30.
- Almela, L., B. Sánchez-Muñoz, J.A. Fernández-López, M.J. Roca & V. Rabe. 2006. Liquid chromatographic-mass spectrometric analysis of phenolics and free radical scavenging activity of rosemary extract from different raw material. *Journal of Chromatography*, 1120(2): 221-229.
- Alonso, J.R. 2004. Tratado de Fitofármacos y Nutracéuticos, 2a. ed., Corpus, Buenos Aires, 545 pp.
- Altinier, G., S. Sosa, R.P. Aquino, T. Mencherini, R. DellaLoggia & A. Tubaro. 2007. Characterization of topical anti-inflammatory compounds in *Rosmarinus officinalis* L. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55(12): 1718-1723.
- Apostolidis, E., Y.I. Kwon & K. Shetty. 2006. Potential of cranberry-based herbal synergies for diabetes and hypertension management. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition*, 15(3):433-441.
- Arévalo, Y., S. Robledo & L. Muñoz. 2009. Evaluación *in vitro* de la actividad de aceites esenciales de plantas colombianas sobre *Leishmania braziliensis*. *Revista Colombiana de Ciencias Químico Farmacéuticas*, 38(2): 131-141.
- Armitage, D.B., N.S. Hettiarachchy & M.A. Monsoor. 2002. Natural antioxidants as a component of an egg albumen film in the reduction of lipid oxidation in cooked and uncooked poultry. *Journal of Food Science*, 67(2): 631-634.
- Aruoma, O.I., J.P. Spencer, R. Rossi, R. Aeschbach, A. Khan, N. Mahmood, A. Muñoz, A. Murcia, J. Butler & B. Halliwell. 1996. An evaluation of the antioxidant and antiviral action of extracts of rosemary and provenzal herbs. *Food Chemistry Toxicology*, 34(3): 449-456.
- Asada, K., 1999. The water-water cycle in chloroplasts: scavenging of active oxygen and dissipation of excess photons. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, 50: 601-639.
- Atti-Santos, C., M. Rossato & P. Fernandez. 2005. Physicochemical evaluation of *Rosmarinus officinalis* L. essential oils. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 52(6):1035-1039.
- Bakirel, T., U. Bakirel, O.U. Keles, S.G. Ulgem & H. Yordibi, 2008. *In vivo* assessment of antidiabetic and antioxidant activities of rosemary (*Rosmarinus officinalis*) in alloxan-diabetic rabbits. *Journal of Ethnopharmacology*, 116(1):64-73.
- Barni, M.V., A. Fantanals & S. Moreno. 2009. Estudio de la eficacia antibiótica de un extracto etanólico de *Rosmarinus officinalis* L., contra *Staphylococcus aureus* en dos modelos de infección en piel de ratón. *Boletín Latinoamericano y del Caribe de plantas medicinales y aromáticas, Sociedad Latinoamericana de Fotoquímica*. 8(3): 219-233.
- Bissett, N.G. 1994. Herbal drugs and phytopharmaceuticals: A handbook for practice on a scientific basis. CRC Press, London, 1342 pp.
- Botsaris, A.S. 1995. Fitoterapia China e Plantas Brasileiras. Ícone, São Paulo, 234 pp.
- Bracco, U., J. Loeliger & J.L. Viret. 1981. Production and use of natural antioxidants. *Journal of American Oil Chemistry Society*, 58(4): 686-690.
- Burnett, K.M., L.A. Solterbeck & C.M. Strapp. 2004. Scent and mood state following an anxiety-provoking task. *Psychological Reports*, 95(2): 707-722.
- Bustanji, Y. & A. Issa. 2010. Inhibition of hormone sensitive lipase and pancreatic lipase by *Rosmarinus officinalis* extract and selected phenolic constituents. *Journal of Medicinal Plants and Research*, 4(21): 2235-2242.
- Cantrell, C.L., S.L. Richheimer & M.N. Gillian. 2005. Seco-Hinokol, a new abietane diterpenoid from *Rosmarinus officinalis*. *Journal of Natural Products* 68(1):98-100.
- Caribe, J. & J.M. Campos. 1991. Plantas que ayudan o homem-guia prático para a época atual. Cultrix/Pensamento, São Paulo, 356 pp.
- Centeno, S. & M.A. Calva. 2010. Antifungal activity of extract of *Rosmarinus officinalis* and *Thymus vulgaris* on *Aspergillus flavus* and *A. ochraeus*. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 13(9): 452-455.
- Chang, S.S., B. Ostric-Matijasevic, O.A.L. Hsieh & C. Huang. 1977. Natural antioxidants from rosemary and sage. *Journal of Food Science*, 42(4): 1102-1106.
- Chipault, J.R., G.R. Mizuno & W.O. Lundberg. 1956. The antioxidant properties of spices in Foods. *Food Technology*, 10(2): 209-210.
- Chipault, J.R., G.R. Mizuno, J.M. Hawkins & W.O. Lundberg. 1952. The antioxidant properties of spices in foods. *Food Research International*, 17(1): 46-55.
- Contreras, C., R. Martínez & G. Stashenko. 2006. Determinación de la actividad antioxidante *in vitro* de los aceites volátiles de cuatro plantas de uso tradicional mediante la medición de la peroxidación lipídica de aceite. *Science and Technology*, 12(30):365-370.
- Coronado, S.A., G.R. Trout, F.R. Dunshea & N.P. Shah. 2002. Antioxidant effects of rosemary extract and whey powder on the oxidative stability of wiener sausages during 10 months frozen storage. *Meat Science*, 62(2): 217-224.

- Correa, D.P., P.M. Ann & E.J. Carvalho. 2000. Antiulcerogenic activity of crude hydroalcoholic extract of *Rosmarinus officinalis* L. *Journal of Ethnopharmacology*, 69(1): 57-62.
- Cottone, E. 2010. Uso de extracto de romero en carnes. *Mundo Lácteo y Cárnico*, 2(1): 21-24.
- Cuvelier, M.E., C. Berset & H. Richard. 1994. Separation of major antioxidants in sage by high performance liquid chromatography. *Sciences des Aliments*, 14(8): 811-815.
- Dehkardi, S., H. Tajik & M. Moradi. 2009. Chemical composition and antibacterial effects of *Rosmarinus officinalis* L. essential oil with kyozyme on *Listeria monocytogenes*. *Scientific and Research*, 4(1): 1-11.
- Djeddi, A., N. Bauchenah & I. Settar. 2007. Composition and antimicrobial activity of the essential oil of *Rosmarinus officinalis* from Algerian Chemistry of Natural Compounds, 43(4): 487-490.
- EMEA (European Medicines Agency). 2009. Community herbal monograph on *Rosmarinus officinalis* L., aetheroleum. Brusells, 199 pp.
- Emmanuel, V. & A. Suhana. 2010. The obtaining of antioxidant product based on a *Rosmarinus officinalis* pre-dried extract. *International Journal of Pharmacology*, 5(4): 387-392.
- Faixova, Z. & S. Faix. 2008. Biological effects of rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) essential oil. *Folia Veterinaria*, 52(3): 135-139.
- Fuchs, S.M., W.S. Schelemann, T.W. Fischer & P. Elsner. 2005. Protective effects of different marigold (*Calendula officinalis* L.) and rosemary cream preparations against sodium-lauryl-sulfate-induced irritant contact dermatitis. *Skin Pharmacology and Physiology*, 18(4): 195-200.
- Genena, K.A., H. Hense, J.A. Smania & M.A.S. Souza. 2008. Rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) a study of the composition, antioxidant and antimicrobial activities of extracts obtained with supercritical carbon dioxide. *Ciencia e Tecnologia de Alimentos*, 28(2): 463-469.
- Gholamreza, K. & H. Mohammad. 2005. Protective effect of *Rosmarinus officinalis* L. essential oil against free radical. Induced erythrocyte Lyss. *Iranian Journal of Pharmaceutical Sciences*, 1(4): 231-236.
- González-Trujano, M.E., E.I. Peña-Fajardo, R. Ventura-Martínez & F.J. López-Muñoz. 2006. Detección y comparación del efecto anticonceptivo de *Rosmarinus officinalis* L. (romero) en el modelo PIFIR. *Revista Mexicana de Anestesia*. 29(2):80-85.
- Guerrero, C.M., H. Rodriguez & J. Brito, 2007. Essential oils of *Rosmarinus officinalis* L. effect of harvesting dates growing media and fertilizers. *Greece*. 24(2): 65-70.
- Hala, M.F., I. Ebtisam & S. Ghita. 2010. Manufacture of low fat-soff cheese suplemented with Rosemary extract (as natural antioxidant). *Journal of American Science*, 6(10): 570-579.
- Haloui, M. & L. Lovedec. 2000. Experimental diuretic effects of *Rosmarinus officinalis* and *Centaureum erythraea*. *Journal of Ethnopharmacology*, 71(3): 465-472.
- Islamcevic, R. 2007. Determination of major phenolic acids, phenolic diterpenes and triterpenes in rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) by gas chromatography and mass spectrometry. *Acta Chimica Slovenica*, 54(1): 60-67.
- Kennedy, D.O & B.A. Scholey. 2006. The psychopharmacology of European herbs with cognition-enhancing properties current pharmaceutical. *Current Pharmaceutical Design*, 12(4):4613-4623.
- Khorshidi, J., M. Rahmat, F.T. Mohamed & N. Himan. 2009. Influence of drying methods, extraction time, and organ type on essential oil content of rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.). *Natural Science*, 7(11): 42-44.
- Lemonica, I.P., D.C. Domascano & L.C. Di Stati. 1996. Study of the embryotoxic effects of on extract of rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.). *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, 29(2): 223-227.
- Maistro, E.L., S.F. Mota, & B.M. Lima. 2010. Genotoxicity and mutagenicity of *Rosmarinus officinale* (Labiatae) essential oil in mammalian cell *in vivo*. *Genetics and Molecular Research*, 9(9): 2113-2122
- Martinez, M.S., L.P. Naranjo & N.R. Jose. 2004. Actividad diurética y antipirética de un extracto fluido de *Rosmarinus officinalis* L. en ratas. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 9(1):1-6.
- Masuda, T., Y. Inaba & Y. Takeda. 2001. Antioxidant mechanism of carnosic acid structural identification of two oxidation products. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49(11): 5560- 5565.
- Mejía, G.L. & B. Ríos. 2008. Sustitución de propionato de calcio en pan por extracto de romero (*Rosmarinus officinalis* L.). *Vector*, 3(1): 51-56.
- Mierlici, I.D. 2009. Phytochemical study of some active principles with antioxidant action from the *Rosmarinus officinalis* and *Salvia officinalis* species. *Analele Stiintifice ale Universitatii Alexandru Ioan Cuza. Génova Italia*.
- Miranda, B.M. & R.L. Huajuca. (2004). Fitoterapia molecular como parte de la medicina alternativa complementaria en las enfermedades del hígado. *Investigación en Salud*, 7(1):64-70.
- Miresmailli, S. 2006. Comparative toxicity of *Rosmarinus officinalis* L. essential oil and blends of its major constituents against Tetranychgusurticae Koch (Acari: Tetranychidae) on two different host plants. *Pest Management Science*, 62(6): 366-371.
- Monroy, O.C. (2004). Análisis Preliminar de la Dominancia Cultural de las Plantas Vitales en el Estado de Morelos. *Boletín de la Sociedad Botánica Mexicana*, 74(1):77-80.
- Montes de Oca, R.G. 2010. Elaboración y control de comprimidos fitofarmacéuticos de ajeno (*Artemisia absinthium* L.), romero (*Rosmarinus officinalis* L.) y manzanilla (*Matricaria chamomilla* L.) para combatir la menstruación dolorosa. Tesis de Licenciatura. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador.

- Musa, O.M., & J.C. Chalchat. 2008. Chemical composition and antifungal activity of rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) oil from Turkey. *International Journal of Food Science and Nutrition*, 59 (7):691-698.
- Nolkemper, S., F.C. Stintzing & J. Reichling. 2008. Comparative *in vitro* study on the anti-herpetic effect of phytochemically characterized aqueous and ethanolic extracts of *Salvia officinalis* grown at two different locations. *Phytomedicine*, 15(1): 62-70.
- Nolkemper, S., J. Reichling, F.C. Stintzing & R. Carle. 2006. Antiviral effect of aqueous extracts from species of the Lamiaceae family against Herpes simplex virus type 1 and type 2 *in vitro*. *Plant Medicinale* 72(15):1378-1382
- Oluwatuyi, M., W. Kaatz & S. Gibbons. 1994. Antibacterial and resistance modifying activity of *Rosmarinus officinalis*. *Phytochemistry*, 65(5): 3249-3254.
- Peng, C., J. Su, C. Chyau, T. Sung, S. Ho, C. Peng, & R.Y. Peng, 2007. Supercritical fluid extract of rosemary leaves exhibit potent anti-inflammation and anti-tumor effects. *Bioscience Biotechnology and Biochemistry*, 71(9): 2223-2232.
- Peyman, S. & F.A. Reza. 2007. Rapid essential oil screening of *Rosmarinus officinalis* L., by hydrodistillation-head space solvent microextraction. *Journal of Flavour and Fragrance*, 10(5): 1002-1007.
- Pitarokili, D., O. Tzakou & A. Lookis. 2008. Composition of the essential oil of spontaneous *Rosmarinus officinalis* from Greece and antifungal activity. *Phytopathogenic*, 19(2): 451-454
- Rau, U., M. Wurglies, A. Paulke, J. Zitzkowsi, D.L. Meid, A. Back & T. Dingerman. 2006. Carnosic acid and carnosol, phenolic diterpeno compounds of the labiale herbs rosemary and sage, are activators of the human peroxisome proliferator- activated receptor gamma. *Plant Medicinale*, 72(10): 881- 885.
- Rojas, M.C. & M.S. Brewer. 2007. Effect of natural antioxidants on oxidative stability of cooked, refrigerated beef and pork. *Journal of Food Science*, 72(4): S282-S288.
- Romero, G.L., B.S. Bautista & N.L. Barrera. 2010. Compuestos antimicrobianos adicionados en recubrimientos comestibles para uso en productos hortofrutícolas. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 28(1): 44-57.
- Rozman, T. & B. Jersek. 2009. Antimicrobial activity of rosemary extracts (*Rosmarinus officinalis* L.) against different species of *Listeria*. *Acta Agrícola Slovenia*, 93(1): 51-58.
- Ruiz, O.M. 2000. *Tratado de Botánica*, 3a. ed., Porrúa, México D.F., 1256 pp.
- Sardans, J., F. Roda & J. Peñuelas. 2005. Effects of water and nutrient pulse supply on *Rosmarinus officinalis* growth, nutrient content and flowering in the field. *Environmental and Experimental Botany*, 53(1): 1-11.
- Sebranek, J.G., V.J.H. Sewalt, K.L. Robbins & T.A. Houser. 2005. Comparison of a natural rosemary extract and BHA/BHT for relative antioxidant effectiveness in pork sausage. *Meat Science*, 69(3), 289-296.
- Shahidi, F., P.K., Janitha, & P.D. Wanasundara. 1992. Phenolic antioxidants. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 32(1): 67-103.
- Simental, J., & O.I. Avila. 1999. Characterization of the rosemary extract (*Rosmarinus officinalis* L.) obtained with supercritical CO₂, starting with the theoretically staged determination of the extraction. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47(2): 103-113.
- Sotelo, J.I., D. Martinez-Fong & P. Marriel. 2002. Evaluation of the effectiveness of *Rosmarinus officinalis* (Lamiaceae) in the alleviation of carbon tetrachloride-induced acute hepatocytotoxicity in the rat. *Journal of Ethnopharmacology*, 81(3): 145-154.
- Sozio, P., A. Idnmitelli, L.S. Cerasa, I. Cacciator, C. Cornacchia, F. Cantalamessa & A. Di Stefano. 2008. New L-dopa codrugs as potential anti-Parkinson agents. *Archiv der Pharmazie*, 341(7): 412-417.
- Stefanovitis, B.E. 2003. Antioxidant effect of various rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) clones. *Acta Biologica Szegediensis*, 47(1):111-113.
- Stojanovic, R. & M. Nestic. 2010. Antimicrobial activity and cytotoxicity of commercial rosemary essential oil (*Rosmarinus officinalis* L.) *Biologica Nyssana*, 1(2): 83-88.
- Tarawneh, A.K., F. Irshaid & S.A. Joran. 2010. Evaluation of antibacterial and antioxidant activities of methanolic extracts of some medicinal plants in northern part of Jordan. *Journal of Biological Sciences*, 10(4): 325-332.
- Tschinggerl, C. & F. Bucar. 2010. Investigation of the volatile fraction of rosemary infusion extracts. *Scientia Pharmaceutica*, 1(4): 483-492.
- Tsuji, M., K. Miyagawa, T. Takeuchi & H. Takeda. 2008. Pharmacological characterization and mechanisms of the novel antidepressive- and/or anxiolytic-like substances identified from *Perillae herba*. *Nihon Shinkei Seishin Yakurigaku Zasshi* 28(4): 159-167.
- Waggas, A.M. & E.A. Balawi. 2008. Neurophysiological study on possible protective effect of rosemary (*Rosmarinus officinalis*) leaves extract in male albino rats treated with acrylamide. *American-Eurasian Journal of Scientific Research*, 3(2): 163-171.
- Wu, J.W., M.N. Lee, C.T. Ho & S.S. Chang. 1982. Elucidation of the chemical structures of natural antioxidants isolated from rosemary. *Journal of American Oil Chemistry Society*, 59(8): 339-345.
- Zheng, W. & S.Y. Wang. 2001. Antioxidant activity and phenolic compounds in selected herbs. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 49(11): 5165-5170.
- Zhu, B.T., D.P. Loder, M.X. Cai & C.T. Ho. 1998. Dietary administration of an extract from rosemary leaves enhances the liver microsomal metabolism of endogenous estrogens and decreases their uterotrophic action in CD-1 mice. *Carcinogenesis*, 19(10): 1821-1827.

Recibido: 15 septiembre 2011

Aceptado: 22 octubre 2012