



Revisión

Compuestos polifenólicos y capacidad antioxidante de especias típicas consumidas en México

Gilberto Mercado-Mercado¹, Laura de la Rosa Carrillo¹, Abraham Wall-Medrano², José Alberto López Díaz² y Emilio Álvarez-Parrilla¹

¹Departamento en Ciencias Químico Biológicas. ²Departamento en Ciencias de la Salud. Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. Chihuahua. México.

Resumen

Las especias son plantas aromáticas que han sido utilizadas ampliamente en México para preservar o sazonar diversos alimentos, aunque también se han usado como remedios herbolarios para curar algunas enfermedades. Las propiedades culinarias y medicinales de las especias han sido atribuidas a diversos componentes, entre ellos los fitoquímicos. De estos últimos, los compuestos polifenólicos han sido ampliamente estudiados por el efecto contra enfermedades crónico degenerativas que se les atribuye, posiblemente por su capacidad antioxidante. El estudio de la capacidad antioxidante de las especias mexicanas abre puertas a nuevas investigaciones sobre los posibles beneficios de estas especias en la salud humana. El presente trabajo presenta las principales investigaciones sobre los potenciales efectos beneficiosos de las especias tradicionales mexicanas en la salud humana.

(*Nutr Hosp.* 2013;28:36-46)

DOI:10.3305/nh.2013.28.1.6298

Palabras clave: *Especias. Polifenoles. Antioxidantes. Capacidad antioxidante. Fitoquímicos. Efectos benéficos.*

Abreviaturas

CPF: Compuestos polifenólicos.
AF: Ácidos fenólicos.
FLA: Flavonoides.
TAN: Taninos.
EAG: Equivalentes de ácido gálico.
PF: Producto/Peso fresco.
FRAP: Poder antioxidante reductor del hierro.
DPPH: Depleción del 2,2-difenil-1-picrilhidrazil.
ABTS: Depleción del 2, 2'-Azinobis-3-etil- benzo-tiazolona-6-ácido sulfónico.

Correspondencia: Emilio Álvarez-Parrilla.
Departamento en Ciencias Químico Biológicas.
Universidad Autónoma de Ciudad Juárez.
Chihuahua. México.
E-mail: ealvarez@uacj.mx

Recibido: 12-IX-2012.
1.ª Revisión: 1-XI-2012.
Aceptado: 4-XI-2012.

POLYPHENOLIC COMPOUNDS AND ANTIOXIDANT CAPACITY OF TYPICALLY CONSUMED SPECIES IN MEXICO

Abstract

Spices are aromatic plants that have been widely used in Mexico to preserve or seasoning different foods, but have also been used as herbal remedies to cure some diseases. These culinary and medicinal properties of spices have been attributed to several food components, including phytochemicals. Among them, polyphenolic compounds have been extensively studied for their effect against several chronic and degenerative diseases, probably due to their antioxidant activity. The study of the antioxidant capacity of Mexican spices may lead to new research on the potential benefits of these spices on human health. This paper analyzes the main studies on the potential beneficial effects of traditional Mexican spices on human health.

(*Nutr Hosp.* 2013;28:36-46)

DOI:10.3305/nh.2013.28.1.6298

Key words: *Spices. Polyphenol. Antioxidant. Antioxidant capacity. Phytochemical. Health benefits.*

CUPRAC: Capacidad antioxidante reductor de ion cúprico.

ABAP: Depleción del 2'-azobis(2-amidopropano).

DMPO: Depleción de óxido N-5,5-dimetil-1-pirrolina.

ORAC: Capacidad de absorción de radicales oxígeno.

TRAP: Capacidad antioxidante total.

POL: Productos terminales de la oxidación lipídica.

ROS: Especies reactivas al oxígeno.

Introducción

La Norma Oficial Mexicana (NMX-FF-072-1990) define como especia a "cualquiera de los diversos productos vegetales naturales aromáticos, sin materias extrañas, utilizados enteros o en polvo para condimentar, dar sabor, aroma y/o color a los alimentos y bebidas"¹. Dentro de esta clasificación, se consideran

como especias a diversas partes de una misma planta como son: hojas, semillas, flores, frutos, bayas, tallos y cortezas. De acuerdo a su uso, se clasifican como frescas (hierbas aromáticas), secas o procesadas (extractos, oleorresinas y resinas). Por otra parte, la misma norma define como condimento a “especias unidas o mezcla de ellas, combinadas con otros productos para realzar el sabor de los alimentos”, es decir, los condimentos contienen en su composición otros productos vegetales que no pertenecen al grupo de las especias. Dentro de los condimentos, tenemos por ejemplo a las salsas y adobos.¹ Entre las especias nativas mexicanas se encuentran el ajo, cacao, canela, cebolla, chiles frescos y procesados (secos, encurtidos y ahumados), cilantro, clavo de olor, comino, epazote, yerba santa, huitlacoche, jengibre, laurel, mejorana, nuez moscada, orégano, perejil, pimienta blanca y negra, pimentón, rómbero y yuca (*izótl*). Entre los condimentos tenemos la pasta de achiote, moles (negro, Puebla, Oaxaca), pipián y las salsas picantes (e.g. verde, de árbol, de chile colorado, etc.).

Las especias y condimentos pueden aportar numerosos fitoquímicos con potencial funcional al organismo de quien las consume. Muchos de estos pueden contribuir a la prevención de varias enfermedades crónicas no transmisibles que aquejan al Mexicano^{2,3}. Un grupo de estos compuestos son los compuestos polifenólicos (CPF) que, aun cuando el número de estudios en donde se les identifican a partir de especias culinarias mexicanas es todavía escaso, aquellos que avalan el poder funcional de los mismos CPF pero aislados de otros vegetales, son numerosos. En particular, el efecto beneficioso para la salud cardiovascular por el consumo de CPF, se fundamenta en su capacidad para secuestrar radicales libres² (antioxidante), evento metabólico que justifica sus acciones vasodilatadoras, vasoprotectoras, antitrombóticas, antilipémicas, antiateroscleróticas, antiinflamatorias y antiapoptóticas. La evidencia científica proviene de estudios no solo de corte epidemiológico sino también se incluyen estudios aleatorizados de casos y controles, complementados con estudios *in vitro*. Sin embargo, resulta indispensable señalar que el potencial funcional de los CPF de las especias está supeditado al consumo de ellos, aue dentro de muchos otros factores, obedece a la cultura alimentaria y preferencia sensorial de quien los consume, situación que enmarca la necesidad de identificar CPF en especias de mayor consumo por la población mexicana.

El propósito de la presente revisión es la de documentar de forma sistemática la naturaleza química y potencial funcional de los principales CPF identificados a partir de especias culinarias de uso común en México. Primeramente se aborda la clasificación, origen y estructuras de CPF, en particular de aquellos identificados a partir de especias y condimentos. Posteriormente y siguiendo un protocolo de búsqueda sistemática en bases de datos e indización internaciona-

les (MEDLINE, EMBASE, FSTA, WoK, LILACS, Cochrane Library Plus, Imbiomed y Scielo) y usando como descriptores de búsqueda (DeCS/ MeSH) las palabras “spices”, “condiments”, “mexico”, “polyphenols” y “antioxidants”, así como los nombres científicos de las especias tradicionales mexicanas, se identificaron artículos publicados del año 2000 a la fecha, por dos investigadores independientes. Producto de este protocolo de búsqueda, se identificaron 1022 artículos sobre especias y condimentos, 997 de las cuales eran conocidas y ampliamente consumidas en México. 432 artículos fueron seleccionados por contener información sobre su uso en tratamientos fito terapéuticos y/o eran estudios de evaluación de su capacidad antioxidante evaluada *in vitro* o en animales de experimentación.

Clasificación de compuesto polifenólicos

Los compuestos polifenólicos (CPF) son metabolitos secundarios de las plantas que poseen en su estructura al menos un anillo aromático al que está unido uno o más grupos hidroxilo. Los CPF se clasifican como ácidos fenólicos (AF), flavonoides (FLA) y taninos (TAN).³ Existen alrededor de 8.000 CPF identificados y la mayoría de estos poseen una estructura de 3 anillos, dos aromáticos (anillos A y B) y uno heterociclo oxigenado (anillo C). Los CPF más sencillos poseen solo un anillo aromático y conforme aumenta el número de sustituyentes, se va incrementando la complejidad de la estructura. Previendo la gran diversidad de estructuras derivadas, a los CPF se les ha agrupado en 12 familias (tabla I).

Así, los flavonoides tienen dos anillos aromáticos unidos por una cadena de tres átomos de carbono ($C_6C_3C_6$). Por su parte, los taninos son compuestos poliméricos más complejos que se clasifican en hidrolizables y condensados. Los taninos hidrosolubles están constituidos por unidades de ácido elágico, y pueden estar unidos a una molécula de glucosa, tal como se observa en la figura 1^{3,4}. En cambio, los taninos condensados resultan de la condensación de unidades de flavan-3-oles, tales como la catequina que tienden a polimerizarse⁵.

Los CPF son sustancias biológicamente activas y existen numerosas evidencias, epidemiológicas, estudios *in vitro*, estudios en modelos animales e intervenciones en humanos, que indican que estos compuestos proporcionan un beneficio al organismo en contra de diversas enfermedades. Entre las propiedades benéficas de los CPF están la protección contra lesiones celulares y subcelulares, inhibición del crecimiento de tumores, activación de los sistemas de detoxificación hepáticos y bloqueo de las vías metabólicas que pueden ocasionar carcinogénesis. Algunas de estas funciones se revisan más adelante en este artículo, con especial énfasis en los CPF derivados de especias mexicanas.

Tabla I
Clasificación general de los compuestos polifenólicos (CPF)

Clase	Estructura	Ejemplo	Clase	Estructura	Ejemplo
Fenoles simples	C ₆		Ácidos hidroxibenzoicos	C ₆ -C ₁	
		Catecol			Ácido gálico
Ácidos fenilacéticos	C ₆ -C ₂		Naftoquinonas	C ₆ -C ₄	
		Ácido 2-hidroxi-fenilacético			Menadiona
Ácidos hidroxicinámicos	C ₆ -C ₃		Xantomas	C ₆ -C ₁ -C ₆	
		Ácido caféico			Mangostina
Estibenos	C ₆ -C ₂ -C ₆		Flavonoides	(C ₆ -C ₃ -C ₆)	
		Resveratrol			Quercetina

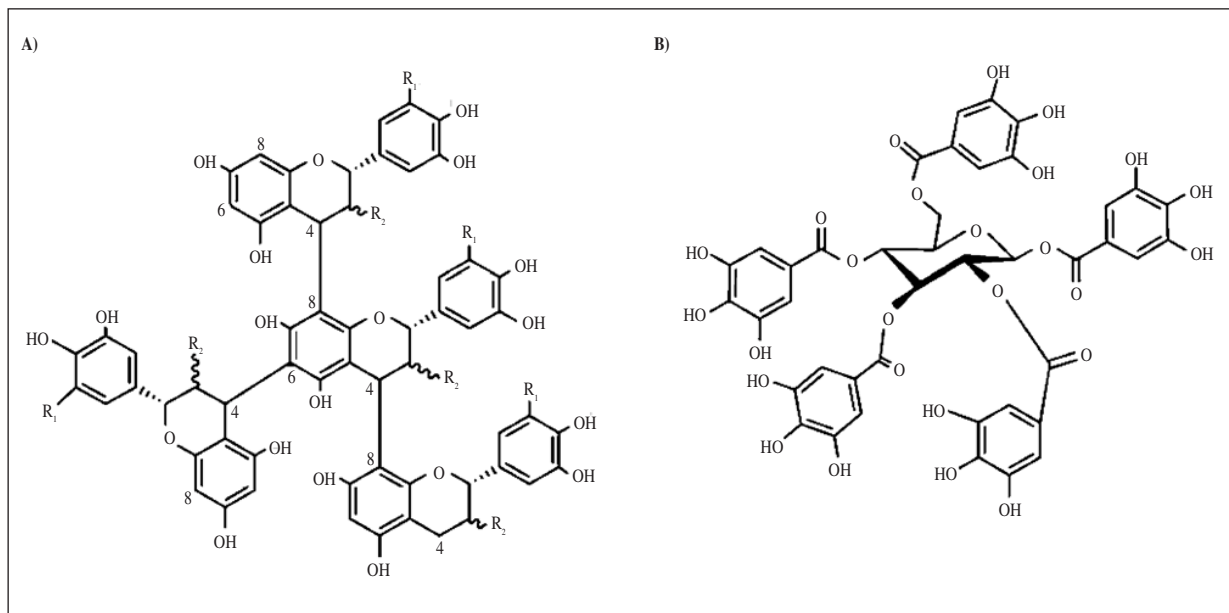


Fig. 1.—Diferencias estructurales de taninos.

Tabla II
Compuestos polifenólicos (CPF) encontrados en las especias mexicanas

Especia	Nombre científico	CPF Totales (Folin)	CPF			Referencias
			AF	FLA (mg EC/100 g)	TAN (mg EC/100 g)	
Achiote	<i>Bixa Orellana</i>	1.300 mg EAG (PS)	X	1,25	1,96 - 3,42	5,8,9,10
Ahuehuate	<i>Taxodium mucronatum Ten</i>	NE		X		11
Ajedrea	<i>Satureja hortensis</i>	246,4 mg EC (PF)	X	23-89		12,13
Ajo	<i>Allium sativum L.</i>	98-430 mg EAG (PS)		54.3 (PS)		14
Ajonjolí	<i>Sesamum indicum</i>	5-98 mg EAG (PS); 0,42-0,58 mg EQ (PF)		430-450 mg ERut/ 100 g (PS)	X	15,16
Anís	<i>Pimpinella anisum</i>	450-4190 mg EAG (PS)		3,41-28,63 (PF)		17
Azafrán	<i>Crocus sativus</i>	570-650 mg EAG (PS)	X	2,9-5,8 (PS)		18
Cebolla	<i>Allium fistulosum</i>	39,2 mg EAG (PF)	X	4,73 (PS)	X	19,20
Cempasúchil		5.507-5.747 mg EAC mg EAC (PF)		52,6-186,2 mg ERut/100 g (PS)	52,6-186,2 (PS)	21,22
Chaya	<i>Cnidoscolus aconitifolius</i>	402-2.300 mg EAG (PF)		340 (PF)		23
Chía	<i>Salvia hispánica</i>	7.329-21.178 mg AAC (PF)	X	X		24,25
Chile	<i>Capsicum sp</i>	550-7.800 mg EAG (PS)	X	649 (PF)	321 (PF)	26,27
Cilantro	<i>Coriandrum sativum L.</i>	9-54,5 (PF)	X	27,38 - 56,81 (PS)		27,28
Clavo	<i>Syzygium aromaticum</i>	14,400 mg EAG (PS)	X	X	X	29,30
Comino	<i>Cuminum cyminum</i>	18,32-26,34 mg EAG (PF)	X	5 mg ERut/g (PF)	X	31,32,33
Epazote	<i>Chenopodium ambrosioides</i>	943-1.480 mg EAG (PF)	X	X		34,35
Hinojo	<i>Foeniculum vulgare Miller</i>		X	123 mg EQ/100 g (PS)		36
Huitlacoche	<i>Persea Americana (Lauráceas)</i>	2.820-4.540 mg EAG (PF)	X	X		37
Jengibre	<i>Zingiber officinale</i>	111-871 mg EAG (PF)	X	136-705 EQ (PS)	X	39,40
Laurel	<i>Laurus nobilis L.</i>	9.200 mg EAG (PF)	X	82-111,2 (PS)		41,42
Orégano	<i>Origanum vulgare L.</i>	912 mg EC (PS)	X	1.233,9-1.637,5 (PF)		43
Paprika	<i>Capsicum annuum</i>	933 mg EC (PS)		X		44,45
Perejil	<i>Petroselinum sativum</i>	152 (Hoja), 86 (Raíz) mg AAC (PF); 29.2 mg EAG (PF)	X	510-900 (PS)		46
Pimienta	<i>Capsicum annuum</i>	5.43 - 19.1 (PF); Pimienta negra 160 mg EC (PS) y blanca 800 mg EC (PS)		1,75-85,49 (PS)		44
Romero	<i>Rosmarinus officinalis</i>	1.300-1.377 mg EAG (PF)	X	449-900 (PF)		47
Tila	<i>Tilia cordata</i>	NE	X	201 mg (PS)		48
Tomillo	<i>Thymus vulgaris L.</i>	23-285 mg EAG (PF)	X	300 (PF)	X	49

Metodos de cuantificación de: Ácidos fenólicos (AF): HPLC, flavonoides (FLA) método de cloruro de aluminio, Taninos (TAN) método de vainillina, No estudiado (NE). Otras unidades/100 g de PS o PF incluyen: Actividad de ácido cafeico (AAC), equivalentes de ácido clorogénico (EAC), catequina (EC), Quercetina (EQ) o rutina (ERut). X: Compuestos identificados por HPLC.

Compuestos polifenólicos en especias mexicanas

Los condimentos y las especias son productos vegetales que se han utilizado desde la antigüedad. Su uso va desde remedios herbolarios hasta saborizantes para distintos alimentos⁶. La incorporación de éstas a la alimentación mundial, tiene una historia milenaria y el caso Mexicano no es la excepción. Continuamente y a efecto del fenómeno de transculturación alimentaria, la sociedad las ha ido incorporando como parte de su dieta. La producción mundial de especias

y hierbas aromáticas se ha concentrado en países en vías de desarrollo, tal es el caso de México, en regiones de clima sub/tropical quienes abastecen cerca del 55% de las especias en el mercado global. Por ejemplo, Hungría, Rumania y Jamaica son los principales productores de pimienta dulce, ají (una forma de chile) y pimienta, cuya producción representa el 44% de la producción mundial⁷. México cuenta con una amplia gama de presentaciones comerciales de especias y condimentos. Estados como Oaxaca, Guerrero, D.F., Puebla, Chiapas, Guanajuato y Yucatán, son los

principales abastecedores de especias y condimentos a nivel nacional.

Además de ser apreciadas por su función culinaria, se han encontrado numerosas evidencias de que las especias y los condimentos pueden aportar a la dieta numerosos fitoquímicos con potenciales efectos benéficos a la salud, más allá del aporte que tienen en macro y micro nutrientes. Muchas de las propiedades preventivas o curativas de las especias para hacer frente a enfermedades agudas y crónicas, se restringen a la naturaleza química de los fitoquímicos presentes en ellas y en particular a los CPF. En la tabla II se muestran las especias tradicionales mexicanas, enlistadas en la Norma Oficial Mexicana (NMX-FF-072-1990)¹ donde se han identificado o cuantificado CPF totales y/o pertenecientes a unos de los tres grupos antes descritos: ácidos fenólicos, flavonoides y taninos.

En la tabla anterior se observa que a la mayoría de las especias solamente se han cuantificado fenoles totales por el método de Folin, sin embargo en algunos casos, se han determinado las concentraciones de taninos así como de algunos ácidos fenólicos y flavonoides por HPLC y otros métodos espectroscópicos. Se han encontrado AF en achiote, ajedrea, azafrán, cebolla, chía, cilantro, clavo, comino, epazote, hinojo, jengibre, laurel, orégano, perejil, romero, tila y tomillo. Por otro lado, los FLA se han encontrado en la mayoría de las especias a excepción del huitlacoche y romero. Algunas especias como la cebolla, clavo, comino, jengibre y tomillo tienen los tres tipos de CPF. El rango de concentración de fenoles totales que se han analizado de la mayoría de las especias, va desde los 0.09 (cilantro) a los 21,178 (chia) mg de equivalentes de ácido gálico (EAG)/100 g de producto fresco (PF).

Capacidad antioxidante de las especias mexicanas

La capacidad antioxidante evaluada *in vitro* puede usarse como un indicador indirecto de la actividad *in vivo*. La mayoría de los métodos para determinar capacidad antioxidante consisten en acelerar la oxidación en un sistema biológico.

La capacidad antioxidante de un producto alimenticio está determinada por interacciones entre diferentes compuestos con diferentes mecanismos de acción. Por esto mismo, la determinación de la capacidad antioxidante de extractos complejos se lleva a cabo usualmente por diferentes métodos complementarios, que evalúen diversos mecanismos de acción⁵². Algunos de los métodos más utilizados, por su simplicidad y reproducibilidad, son FRAP (Poder antioxidante reductor del hierro, por sus siglas en inglés), DPPH (depleción del óxido 2,2-difenil-1-picrilhidrazil) y ABTS (depleción del 2, 2'-Azinobis-3-etil- benzotiazolona-6-ácido sulfónico)^{47,50}. El método FRAP se basa en el principio de que los antioxidantes son sustancias capaces de reducir el ion férrico al estado ferroso; en esta forma, el

ion forma un complejo coloreado con el compuesto 2,4,6-Tripyridyl-s-Triazine (TPTZ). El método FRAP es, por tanto, un método que no evalúa la capacidad neutralizadora de radicales libres de la muestra estudiada, sino su capacidad reductora por transferencia de electrones. Por el contrario, los métodos ABTS y DPPH evalúan la capacidad de la muestra para neutralizar radicales libres modelo. El DPPH[•] es un radical libre estable soluble en metanol que es neutralizado mediante un mecanismo de transferencia de hidrógeno, principalmente; por otra parte, el ABTS^{•+} es generado tras una reacción que puede ser química (dióxido de manganeso, persulfato potasio, ABAP), enzimática (peroxidasa, mioglobina) o electroquímica y su mecanismo de neutralización es principalmente por transferencia de electrones^{52,53}. En el método ABTS, también conocido en la literatura científica como el método TEAC (Capacidad antioxidante en equivalentes de trolox, por sus siglas en inglés) se puede medir la actividad de compuestos hidrofílicos y lipofílicos; en cambio, el DPPH solo puede disolverse en medio orgánico por lo que mide preferentemente la capacidad antioxidante de compuestos poco polares. Otra diferencia entre ambos métodos es que el radical ABTS^{•+} tiene la ventaja de que su espectro presenta máximos de absorbancia a 414, 654, 754 y 815 nm en medio alcohólico mientras que el DPPH presenta un pico de absorbancia a 515 nm⁵³. Existen otras técnicas que miden la capacidad antioxidante como CUPRAC (Capacidad antioxidante reductor de ion cúprico), ABAP (depleción del 2'-azobis(2-amidopropano), DMPO (depleción de óxido N-5,5-dimetil-1-pirrolina), ORAC (capacidad de absorción de radicales oxígeno) y TRAP (capacidad antioxidante total), entre otras⁵¹.

En la tabla III se muestran las capacidades antioxidantes de las especias mexicanas que han sido determinadas con los métodos FRAP, DPPH y ABTS.

En el presente artículo se presentan algunos ensayos que se han realizado con la mayoría de las especias. Cabe resaltar que algunas especias solamente se han sido analizadas en uno de los ensayos que comúnmente se usan para la capacidad antioxidante (FRAP, DPPH, ABTS)⁵¹. Por otra parte, en algunas especias (chile, cilantro, perejil) se han analizado en distintas partes de ellas como en raíz, tallo y/o fruto, así como con diferentes tratamientos térmicos. Dichos estudios han sido propuestos para observar los efectos benéficos y de esta manera, obtener más alternativas para ser utilizados como alimentos funcionales. También, con esta información se puede hacer hincapié para realizar estudios que pueden contribuir a resultados más concretos en el uso de las especias.

La mayoría de los métodos *in vitro* han demostrado que los polifenoles son efectivos como antioxidantes, sin embargo los estudios *in vivo* arrojan resultados no concluyentes. Existe mucha controversia acerca del mecanismo de acción de estos antioxidantes, debido a que se ha encontrado que se absorben en pequeña cantidad, y que, durante este proceso de absorción, sufren transformaciones estructurales por diversas rutas metabólicas,

Tabla III
Comparación de la actividad antioxidante de las especias mexicanas

<i>Especia</i>	<i>FRAP</i>	<i>ABTS</i>	<i>ORAC</i>	<i>DPPH</i>	<i>Referencias</i>
Achiote	1,38-6,25 mM ET/100 g seco	80%	NA	14,91-16%	54
Ahuehuate	NA	NA	NA	NA	
Ajedrea	0,645 mM ET	2,59 mM ET	5-35%	0,1-0,7 mmol EAA/100 g PS	12,55,56,57
Ajo	0,616-1,665 mmol ET/kg PF	0,464-2,040 mmol ET/kg PF	0,631 mmol ET/100 g	8,21-84,7%	14,58
Ajonjolí	3E-4-1,7*10 ⁻³ mM ET/100 g PS	NA	NA	94,4%	16,55,59,60
Anís	1.30 - 2.37 mmol Fe ²⁺ /L	15-26 mmol ET/100 g PS	NA	0,08-0,04 mM/100 g PS	17,61
Azafrán	0,1% 8,34 mmol ET/100g PF	0,39-0,35 mmol ET/dl p.b.	NA	80-2.357 ppm	18,60,62,63
Cebolla	4,8*10 ⁻³ mmol ET/g PS	4,9E-3-2,7*10 ⁻³ mmol ET/kg PF	NA	0,22-0,35 mmol ET/p.b	61,58,64
Cempasúchitl	NA	NA	NA	15,69%	22
Chaya	14,50 mmol ET/g PF	24%	NA	69,58%	
Chía	22,86-153 mmol ET/100 g PS	2,43-69,26%	NA	38%	23,24,65
Chile	73.265 mmol CE/100 g 711-784 mmol EAA/100 g	1.959-3.006 mmol EAA/100 g	NA	6,15-17,04 mmol EAA/ 100 g hoja y raíz	66,67
Cilantro	1.231 mmol Fe ²⁺ /100 g PF	7,0 mmol ET/100 g PS	5,15*10 ⁻³ mmol ET/100 g	4,72-47,58%	26,65,69,70
Clavo	0,073 mM Fe ²⁺	168,7 mmol ET/100 g PS	215 mmol ET/100 g PF	25-72%	
Comino	50,34 mmol ET/100 g PF	8,3*10 ⁻³ mmol TE/100 g PS	NA	239-306 mmol EAA/100 g 1.915 mmol ET/100 g	45,71,72
Epazote	2.317 mmol ET/100 g PS	7,5-8,2% 1.073 mmol ET/100 g PS	NA	1,47*10 ⁻³ mmol	29,61,63,71,73
Jengibre	368,27-579,6 mmol Fe ²⁺ /100 g PS	18,61%	0,296 mmol TE/100 g PF	29,4-83,6%	62,74,75
Laurel	154 mmol Fe ²⁺ /100 g PF	18,61%	296,3 mmol ET/100 g PF	27,5%	
Orégano	0,69 mmol Fe ²⁺ /100 g	100,7 mmol ET/100 g PS	1.233 mmol TE/100 g	59,2-72,1%	34,76
Paprika	671 mg EAA/100 g PS	1.450 mg EAA/100 g PS	NA	266 mmol ET/100 g PS	38,77,78
Perejil	0,040 mM ET/100 g PS	6,3 mmol ET/100 g PS	NA	0,2-0,7 mmol ET/100 PS 10,90-56,36%	42,77,78,79
Pimienta	0,62 mmol Fe ²⁺ /100 g PF pimienta roja	11.2 mmol ET/100 g PS verde 4.6 mmol ET/100 g negra 9.0 mmol ET/100 g PS blanca	NA	1.401-2.0 mM EAA/100 g 53-75,6%	43,54,76,77,80
Romero	300-500 EAA mM/mL	81,1%	0,029 mmol ET/100 g	0,23 mmol EEC/ 100 g 390 mg EAA/100 g PS	81,82
Tila	NA	NA	NA	25,9-80,21 mM EC	71,78,83
Tomillo	0,683 mM ET/100 g PS	38,1 mmol ET/100 g PS	1,8-22,3 mmol ET/100 g PF	4-79%	71
				108,47 mg EAA/100 g	72,83,84,85

Poder antioxidante reductor del hierro (FRAP), del 2, 2'-Azinobis-3-etil- benzotiazolina-6-acido sul ónico (ABTS), del 2,2-difenil-1-picrilhidrazil (DPPH) y capacidad de absorción de radicales de oxígeno (ORAC); Equivalentes de acido galico (EAG), catequina (EC), epicatequina (EEC), pirocatecol (EPC), quercetina (EQ), rutina (ERut), trolox (ET), ABTS (TEAC) o acido ascórbico (EAA); Folin-Ciocalteu (F-L), No analizado (NA).

tales como sulfonaciones y glucuronaciones, que pueden afectar su capacidad antiradicalaria. Por ello se ha propuesto que, además de su capacidad antioxidante los compuestos polifenólicos deben poseer otros mecanismos de acción que expliquen sus diversos efectos benéficos. Algunos de estos mecanismos complementarios incluyen regulación de la expresión de determinados genes, regulación de la inflamación, etc.⁶².

Otros estudios sugieren que el posible efecto benéfico del consumo de alimentos ricos en polifenoles puede estar asociado también a un efecto protector

frente a la oxidación de las grasas insaturadas presentes en los alimentos. Actualmente se sabe que los productos terminales de la oxidación lipídica o POL (dienos conjugados, hidroperóxidos, aldehídos, hexanal, ácido tiobarbitúrico, etc.), producen radicales libres y compuestos citotóxicos y genotóxicos que ocasionan procesos inflamatorios en diferentes sistemas como el digestivo o circulatorio, así como diferentes órganos como hígado, riñón, y pulmones⁶³. Se ha demostrado que el consumo de compuestos antioxidantes reduce la producción de POL en el sistema digestivo en cerca del

40% después de consumir una dieta alta en productos cárnicos oxidados⁶⁴.

Diversos autores han demostrado que el uso de compuestos polifenólicos, especias o extractos de especias reducen la oxidación de productos cárnicos (cerdo, pollo, res, pescado) durante el cocinado y almacenamiento, previniendo así la formación de POL^{65,66,67,68}. Así, recientemente un grupo de investigación propuso que la baja incidencia de cáncer de colon en Georgia, donde se consumen elevadas cantidades de carne, se debe al uso extensivo de especias y condimentos, al momento de cocinar la carne, lo que reduce el grado de oxidación de los lípidos presentes en ella y en consecuencia la generación de POL potencialmente citó y genotóxicos. Otro estudio demostró que el consumo de carne tratada con nuez de castilla redujo los niveles de estrés oxidativo en consumidores obesos, debido a la reducción en la producción de POL⁶⁹. Recientemente Mattson (2009) publicó una revisión donde se demuestra la relación directa entre productos de la oxidación lipídica (4-hidroxinonal, 4-HN) con el incremento en la obesidad, síndrome metabólico y otras enfermedades asociadas⁶⁷. En este estudio, el autor discute que la reducción en la producción de 4-HN por diferentes estrategias, entre las que se encuentra el uso de fitoquímicos, disminuye la incidencia de estas enfermedades. Así pues, se puede establecer que los compuestos antioxidantes derivados de especias son capaces de disminuir la oxidación lipídica de sistemas alimentarios (como productos cárnicos o aceites) y que ello puede tener un impacto positivo sobre la salud de quienes consumen estos productos⁷⁰.

Beneficios para la salud por el consumo de CPF de especias mexicanas

Como se ha venido mencionando, los posibles efectos útiles para la salud de los CPF radica en su potencial antioxidante. Los fitoquímicos bioactivos neutralizan a las especies reactivas al oxígeno (ROS), responsables de la degradación de biomoléculas necesarias para el buen funcionamiento del organismo⁵⁹. Sin embargo, existen otros componentes bioactivos presentes en las especias y condimentos, también responsables de las actividades biológicas descritas anteriormente, tenemos compuestos azufrados, compuestos volátiles, ácidos grasos poliinsaturados.

En la tabla IV se puede observar que la mayoría de las especias que han sido utilizadas para el tratamiento de enfermedades están reportadas como tratamientos tradicionales por fitoterapia, sin embargo, en estos casos faltan evidencias científicas que sustenten el uso tradicional. La mayoría de los estudios con resultados con sustento científico reportan solamente resultados *in vitro* del efecto benéfico de las especias frente a problemas cardiovasculares, respiratorios y problemas digestivos. Algunas especias como el ajo, jengibre, cebolla, chaya, achiote, y perejil, se han desarrollado estudios con animales de laboratorio. Por esta razón, la mayoría de los análisis son considerados como estudios no convincentes,

puesto que se necesita tener evidencias sobre los efectos favorables hacia la salud humana. El ajo es quizá la especia más estudiada, y se ha llegado a establecer que presenta efectos benéficos frente a varias enfermedades crónico-degenerativas. Algunas otras especias como el anís, azafrán, cilantro, perejil, han sido menos estudiadas. Diversos autores han asociado los efectos beneficiosos de las especias a la presencia de CPF⁷⁶. Resulta importante señalar que la función biológica de las especias parece restringirse al tipo de CPF presente en ellas. Por ejemplo, los AF ayudan a inhibir agentes mutagénicos conllevando a la detoxificación de compuestos metabólicos y aumentando la actividad bactericida¹. Mientras que los FLA presentan diferentes propiedades biológicas desde el punto de vista clínico y nutricional entre las que se encuentran actividad antiviral, protección del moléculas biológicas como proteínas, lípidos y ADN¹⁴. Los taninos poseen posibles efectos en la prevención del timpanismo o meteorismo animal⁴.

A continuación se describe brevemente el efecto de las especias sobre distintas enfermedades.

– *Especias y enfermedades cardiovasculares.* El efecto benéfico del consumo cotidiano de especias sobre la prevalencia de enfermedades cardiovasculares se debe principalmente a la reducción en los niveles de triglicéridos, colesterol y LDL-colesterol en plasma y la inhibición de la agregación plaquetaria. Así mismo, el consumo de especias reduce no solo los niveles de lípidos en plasma, sino que también inhibe la oxidación del LDL-colesterol presente en el plasma⁷¹. Los mayores estudios se han desarrollado con ajo y cebolla, observando que es necesario el consumo cotidiano de entre media y una cabeza de ajo diarias para reducir de manera significativa los niveles de colesterol en plasma^{106,107}. En estudios con animales de laboratorio, se ha observado que el suministro de una dieta a base de pimiento rojo, curry y jengibre con ratas hipercolesterolémicas reduce los niveles plasmáticos de lípidos, debido a su contenido en capsaicina y curcumina¹⁰⁸. En el caso de otras especias como pimienta, canela, comino, mostaza o tamarindo, Srinivasan et al., (1992) no observaron ningún efecto en los niveles lipídicos de ratas hipercolesterolémicas cuando les suministró 5 veces la cantidad ingerida por el hombre¹⁰⁹.

– *Especias y cáncer.* A pesar de que existen pocos estudios epidemiológicos que relacionen el consumo de especias con una reducción en la incidencia de cáncer o neoplasias, estudios *in vitro* y estudios con roedores han demostrado que el uso de extractos de especias tiene efectos quimio protectores^{107,110}. Estos efectos anticancerígenos son debidos a la acción de los extractos de las especias en diferentes mecanismos asociados al cáncer: por la acción antioxidante que neutraliza a las especies reactivas de oxígeno; por una desactivación del agente cancerígeno o por una activación de las enzimas encargadas de los mecanismos de protección endógenos del organismo (inhibición de las enzimas de fase I y activación de las enzimas de fase II)¹⁰⁵.

Tabla IV
Evidencias sobre efectos benéficos de especias típicas de México

<i>Especias</i>	<i>AR</i>	<i>AD</i>	<i>PI</i>	<i>PCV</i>	<i>Cr</i>	<i>Referencias</i>
Ajo	X	EA/ECP,	FTT	FTT	FTT	32
Jengibre	ENC	EA/IV		ECP	ENC	6,52,87
Pimienta			FTT		FTT	53,54,88,89
Ahuehuate	IVt			ENC		11
Ajonjolí	EA/ENC		X	IVt, EA/ENC	IVt	15,50,55,56,90
Cebolla	IVt	ENC/EA		IV	IVt	6,19,57,58,91,92
Chaya		IVt/EA	FTT	EA/ENC		6,24
Epazote		FTT		FTT		32
Hinojo	FTT	FTT		FTT		6
Orégano	FTT	IVi		FTT	IVi	59,93
Tila		FTT		FTT		32
Achiote	EA	EA	IV, EA			8,9,10
Anís	FTT					17,32
Azafrán	IVi	IVt/EA/ECP	IVt, ENC	EC/ECP	IVt	60,94
Cempazúchitl	FTT	IVi				21,32

Cr: Cáncer; PCV: Problemas cardiovasculares; AR: Antirespiratorio; AD: Antidigestivo; PI: Problemas inmunológicos; Ivt: In Vitro; IVi: In Vivo; ENC: Estudios no concluyentes; EA: Estudio con animales de laboratorio; ECP: Estudio convincente posible; FTT: Fitoterapia tradicional.

<i>Especias</i>	<i>PR</i>	<i>PD</i>	<i>PI</i>	<i>PCV</i>	<i>Cr</i>	<i>Referencias</i>
Clavo	ECP/IVi	ENC/IVi				29,32
Ajedrea		IV				12
Cilantro		IVt				32,61,95
Perejil		EA/ECP		EA		32,61,95
Chía		EA/ENC	FTT	EA		32

Cr: Cáncer; PCV: Problemas cardiovasculares; AR: Antirespiratorio; AD: Antidigestivo; PI: Problemas inmunológicos; Ivt: In Vitro; IVi: In Vivo; ENC: Estudios no concluyentes; EA: Estudio con animales de laboratorio; ECP: Estudio convincente posible.

– *Especias y actividad antiinflamatoria.* Estudios *in vivo* e *in vitro* han demostrado que tanto extractos de especias picantes como los compuestos puros (curcumina, eugenol y capsaicina) presentan actividad antiinflamatoria¹⁰⁶. Diferentes estudios han demostrado que la administración de una dosis única de estos compuestos reduce hasta en un 52% la inflamación inducida por carragenanos en ratas. Actualmente estos compuestos son utilizados de manera comercial en la formulación de cremas y pastillas para el tratamiento de artritis, dolores musculares y como analgésicos odontológicos.

– *Especias, obesidad y síndrome metabólico.* El uso potencial de compuestos antioxidantes para controlar la obesidad y síndrome metabólico ha despertado gran interés en la actualidad, debido a la asociación entre obesidad, estrés oxidante, inflamación y enfermedad cardiovascular²⁶. Las especias estimulan al sistema digestivo, incrementando la salivación y la secreción de jugo gástrico y la secreción de bilis, lo cual favorece la digestión y absorción de los alimentos^{109,110}. Al mismo tiempo, las especias y sus componentes también pueden activar al sistema nervioso simpático y con ello incrementar el gasto energético y sentido de saciedad, por lo que podrían ser útiles para prevenir el desarrollo

de obesidad¹¹¹. Los principales compuestos activos de especias que presentan estas propiedades son curcumina, capsaicina y otros químicamente relacionados¹¹². Otros componentes de la especias, como flavonoides y otros polifenoles, también tienen potenciales efectos anti-obesidad por ser capaces de inhibir la absorción de las grasas dietarias, mediante la inhibición de la actividad de la enzima lipasa pancreática⁵⁰.

Conclusiones

En esta revisión se cumplió con el objetivo de identificar los principales especias más consumidas en México ricas en CPF describiendo la naturaleza química, potencial antioxidante y efectos en la salud de los CPF presentes en especias comúnmente utilizadas en la cocina Mexicana. También se observó una falta de evidencia científica que avale los efectos benéficos de algunas de estas especias en el organismo humano, aun cuando, en algunos casos es posible observar un efecto funcional diferencial para cada una de especias, dependiente del tipo y contenido de CPF. Sin embargo, se evidencia la necesidad de realizar estudios transversa-

les sobre las características de su consumo así como estudios aleatorizados y controlados en humanos para reconocer los verdaderos efectos encontrados en modelos animales e *in vitro*. Aún cuando las especias y condimentos han sido incorporados muy eficientemente a la cocina mundial (incluyendo la mexicana), aún son necesarios más estudios para poder considerar a las especias como alimentos funcionales, lo que demuestra la importancia de desarrollar mayor número de estudios sobre el efecto benéfico del uso de las especias tradicionales de la cocina mexicana.

Agradecimientos

Los autores agradecen a CONACYT, México (CB-2011-01-167932) y PROMEP (Red Uso de Subproductos de la Industria Agroalimentaria) por el financiamiento económico. G M-M. Agradece a CONACYT por la beca para realizar sus estudios de Maestría en Ciencias Químico Biológicas.

Referencias

1. Secretaria de Comercio y Fomento Industrial. NMX-FF-072-1990. 1990. Alimentos-Especias y Condimentos-Terminología. Alimentos-Especias y condimentos-terminología. In: SSA. 1990: 20.
2. Córdova Villalobos JA, Barriguete Meléndez JA, Lara Esqueda A, Barquera S, Rosa Peralta M, Hernández Ávila M, de León May ME, Aguilar Salinas CA. Las enfermedades crónicas no transmisibles en México: sinópsis epidemiológica y prevención integral. *Salud Pública de México* 2008; 50 (5): 419-427.
3. Gourment Garden: Herbs and spices. Health benefits of herbs and spices: the past, the present, the future. *The Medical Journal of Australia* 2006; 185 (4): S4-S22.
4. Balasundram N, Sundram K, Samman S. Phenolic compounds in plants and agri-industrial by-products: Antioxidant activity, occurrence, and potential uses. *Food Chem* 2006; 99: 191-203.
5. Mercado-Mercado G. Tesis de maestría: Determinación de la capacidad antioxidante de extracto de mole, achiote y chile pasilla y su efecto protector frente a la peroxidación lipídica de carne de cerdo. 2011: 120.
6. Gálvez-Ranilla L, Kwon YI, Apostolidis E, Shetty K. Phenolic compounds, antioxidant activity and *in vitro* inhibitory potential against key enzymes relevant for hyperglycemia and hypertension of commonly used medicinal plants, herbs and spices in Latin America. *Bioresource Technology* 2010; 101: 4676-4689.
7. IBCE. Mercado de especias y condimentos en la unión europea. Instituto Boliviano de Comercio Exterior. 2010: 1-9.
8. Huamán O, Sandoval M, Arnao I, Béjar E. Antilucer effect of lyophilized hydroalcoholic extract of *Bixa orellana* (annatto) leaves in rats. *Anuales de la Facultad de Medicina* 2009; 70 (2): 97-102.
9. De Oliveira AC, Silva IB, Manhães-Rocha DA, Paumgartner FJR. Induction of liver monooxygenases by annatto and bixin in female rats. *Brazil J Med Biol Research* 2003; 36 (1): 113-118.
10. Harborne JB. Flavonoid bisulphates and their co-occurrences with ellagic acid in the Bixaceae, Frankeniaceae and related families. *Phytochem* 1975; 14: 1331-1337.
11. Gadek PA, Quinn CJ. Biflavones of Taxodiaceae *Biochemical Systematics and Ecology* 1989; 17 (5): 365-372.
12. Gião MS, Gomes S, Madureira AR, Faria A, Pestana D, Calhau C, Pintado ME, Azevedo I, Malcata FX. Effect of *in vitro* digestion upon the antioxidant capacity of aqueous extracts of *Argemone eupatoria*, *Rubus idaeus*, *Salvia* sp. and *Satureja Montana*. *Food Chem* 2012; 131: 761-767.
13. Çetkovic GS, Mandic AI, anadanovic-Brunet JM, Djilas SM, Tumbas VT. HPLC screening of phenolic compounds in winter savory (*Satureja Montana* L.) extracts. *J Liquid Chromatography and Related Technologies* 2007; 30 (2): 293-306.
14. Bozin B, Mimica-Dukic N, Samojlik, Goran A, Igc R. Phenolic as antioxidants in garlic (*Allium sativum* L., Alliaceae). *Food Chem* 2008; 111: 925-929.
15. Rangkadilok N, Pholphana N, Mahidol C, Wongyai W, Saengsooksree K, Nookabkaew S y Jutamaad. Variation of sesamin, sesamolin and tocopherols in sesame (*Sesamum indicum* L.) seeds and oil products in Thailand. *Food Chem* 2010; 122: 724-730.
16. Chang LW, Yen WJ, Huang SC, Duh PD. Antioxidant activity of sesame coat. *Food Chem* 2002; 78: 347-354.
17. Yang ChH, Chang FR, Chang HW, Wang SM, Hsieh MC, Chuang LY. Investigation of the antioxidant activity of *Illicium verum* extracts. *J Med Plants Res* 2012; 6 (2): 314-324.
18. Karimi E, Oskoueian E, Hendra R, Jaafar HZE. Evaluation of *Crocus sativus* L. Stigma phenolic and flavonoid compounds and its antioxidant activity. *Molecules* 2010; 15: 6244-6256.
19. Lombard K, Peffley E, Geoffriau E, Thompson L y Henrring A. Quercetin in onion (*Allium cepa* L.) after heat-treatment simulating home preparation. *J Food Compos and Anal* 2005; 18: 571-581.
20. Andlauer W, Martena MJ, Fürst P. Determination of selected phytochemicals by reversed-phase high-performance liquid chromatography combined with ultraviolet and mass spectrometric detection. *J Chromatogr* 1999; 849: 341-348.
21. Çetkovic GS, Djilas SM, Canadanovic-Brunet JM, Tumbas VT. Antioxidant properties of marigold extracts. *Food Research International* 2004; 37: 643-630.
22. Soon-Park J, Chew BP, Wong TS. Dietary lutein absorption from Marigold extract is rapid in BALB/c mice. *J Nutr* 1998; 128: 1802-1806.
23. Peixoto-Sobrinho TJS, Castro VTNA, Saraiva AM, Almeida DM, Tavares EA, Amorim ELC. Phenolic content and antioxidant capacity of four *Cnidoscopus* species (Euphorbiaceae) used as ethnopharmacologicals in Caatinga, Brazil. *J Pharm and Pharmac* 2011; 5 (20): 2310-2316.
24. Loarca-Piña G, Mendoza S, Ramos-Gómez M, Reynoso R. Antioxidant, antimutagenic, and antidiabetic activities of edible leaves from *Cnidoscopus chayamansa* Mc. Vaugh. *J Food Sci* 2010; 72 (2): H68-H72.
25. Ayerza R, Coates W. Ground chia seed and chia oil effects on plasma lipids and fatty acids in the rat. *Nutrition Research* 2005; 25: 995-1003.
26. Alvarez-Parrilla E, de la Rosa LA, Amarowicz R, Shahidi F. Antioxidant activity of fresh and processed jalapeño and Serrano peppers. *J Agric Food Chem* 2011; 59 (1): 163-173.
27. Agbor GA, Vinson JA, Oben JE, Ngogang JY. Comparative analysis of *in vitro* antioxidant activity of White and black pepper. *Nutrition Research* 2006; 26: 659-663.
28. Rajashwari CU, Andallu B. Insolation and simultaneous detection of flavonoids in the methanolic and ethanolic extracts of *Coriandrus sativum* L. seeds by RP-HPLC. *Pak J Food Sci* 2011; 21 (1-4): 13-21.
29. Gülçin I, Elmastas M, Aboul-Enein HY. Antioxidant activity of clove oil- A powerful antioxidant source. *Food Chem* 2010; 111 (1): 38-44.
30. Zhang LL, Lin YM. Antioxidant tannins from *Syzygium cumini* fruit. *African Journal of Biotechnology* 2009; 8 (10): 2301-2309.
31. Sah AK, Verma VK. *Syzygium cumini*: An overview. *J Chem Pharm Res* 2011; 3 (3): 108-113.
32. Esquivel-Ferriño P, Pedroza-Cantú G, Sandoval-Montenegro N, Mata-Martínez RE, Mendoza-Obregón L, Balderas-Rentería I. Ensayo químico dirigido y estudio del efecto antimicrobiano *in vitro* de algunos condimentos empleados en la cocina mexicana. *RESPYN* 2010; 10: 23-25.
33. Kang MJ, Cho JY, Shim BH, Kim DK, Lee J. Review Bioavailability enhancing activities of natural compounds from medicinal plants. *J of Medicinal Plants Research* 2009; 3 (13): 1204-1211.
34. Ruiz-Melendez A. Tesina: Determinación de fenoles totales y capacidad antioxidante de cilantro (*Coriandrum sativum* L.) y epazote (*Chenopodium ambrosioides*). 2011: 75.

35. Pasko P, Sajewicz M, Gorinstein S, Zachwieja Z. Analysis of selected phenolic acids and flavonoids in *Amaranthus cruentus* and *Chenopodium quinoa* seeds and sprouts. *Acta Chromatographica* 2008; 20 (4): 661-672.
36. Parejo I, Jauregui O, Sánchez-Rabaneda F, Villadomar F, Bastida J, Codina C. Separation and characterization of phenolic compounds in Fennel (*Foeniculum vulgare*) using liquid chromatography-negative electrospray ionization tandem mass spectrometry. *J Agric Food Chem* 2004; 52 (12): 3679-3687.
37. Valdez-Morales M, Valverde-González ME, Paredes-López O. Potencial nutraceutico de huitlacoche: efecto del genotipo de maíz y de la etapa de desarrollo sobre el contenido de fenoles y lípidos. In: 7mo Encuentro Nacional de Biotecnología del Instituto Politécnico Nacional. 2010: 20.
38. Ghasemzadeh A, Jaafar HZE, Rahmat A. Antioxidant activities, total phenolics and flavonoids content in two varieties of Malaysia Young ginger (*Zingiber officinale* Roscoe). *Molecules* 2011; 15: 4324-4333.
39. Ghasemzadeh A, Jaafar HZE, Rahmat A. Antioxidant activities, total phenolics and flavonoids content in two varieties of Malaysia Young ginger (*Zingiber officinale* Roscoe). *Molecules* 2011; 15: 4324-4333.
40. Bedawey AA, Mansour EH, Zaky MS, Hassan AA. Characteristics of antioxidant isolated from some plant sources. *Food and Nutrition Science* 2010; 1: 5-12.
41. Ghasemzadeh A, Jaafar HZE, Rahmat A. Antioxidant activities, total phenolics and flavonoids content in two varieties of Malaysia Young ginger (*Zingiber officinale* Roscoe). *Molecules* 2011; 15: 4324-4333.
42. Elmastaş M, Gülçin I, İşildak Ö, Küfrevioğlu ÖI, Ibaoglu K, Aboul-Enein HY. Radical scavenging activity and antioxidant capacity of bay leaf extracts. *J Iranian Chemical Society* 2006; 3 (3): 258-266.
43. Lin LZ, Mukhopadhyay S, Robbins RJ, Harnly JM. Identification and quantification of flavonoids of Mexican oregano (*Lippia graveolens*) by LC-DAD-ESI/MS analysis. *J Food Compos and Anal* 2007; 20: 361-369.
44. Materska M, Piacente S, Stochmal A, Pizza C, Oleszek W, Perucka I. Isolation and structure elucidation of flavonoid and phenolic acid glycosides from pericarp of hot pepper fruit *Capiscum annuum* L. *Phytochemistry* 2003; 63 (8): 893-898.
45. Wangenstein H, Berit A, Egil-Malterud K. Antioxidant activity in extracts from coriander. *Food Chem* 2004; 88: 293-297.
46. Zhang H, Chen F, Wang X, Yao HY. Evaluation of antioxidant activity of parsley (*Petroselinum crispum*) essential oil and identification of its antioxidant constituents. *Food Research International* 2006; 39: 833-839.
47. Bakirel T, Bakirel U, Keles OÜ, Güneş-Ülgen S, Yardibi H. *In vivo* assessment of antidiabetic and antioxidant activities of Rosemary (*Rosmarinus officinalis*) in alloxan-diabetic rabbits. *J of Ethnopharmacology* 2008; 116: 64-73.
48. European Medicines Agency. Assessment report on *Tilia cordata* Miller, *Tilia platyphyllos* Scop., *Tilia x vulgaris* Heyne or their mixtures, flos. In: Committee on Herbal Medicinal Products (HMPC). Science Medicines Health 2011: 18.
49. Fecka I y Turek S. Determination of polyphenolic compounds in commercial herbal drugs and spices from Lamiaceae: thyme, wild thyme and sweet marjoram by chromatographic techniques. *Food Chem* 2008; 108: 1039-1053.
50. Sasikumar JM, Assevatham SB, Kumar D. Studies on in vitro free radical scavenging activity of *Bixa orellana* L. bark extract. *Int J Oharm Sci* 2012; 4 (2): 719-726.
51. van der-Berg R, Haenen GRMM, van der-Berg H, van der-Vijgh W, Bast A. The predictive value of the antioxidant capacity of structurally related flavonoid using the Trolox equivalent antioxidant capacity (TEAC) assay. *Food Chem* 2000; 70: 391-395.
52. Floegel A, Kim DO, Chung SJ, Koo SI, Chun OK. Comparison of ABTS/DPPH assays to measure antioxidant capacity in popular antioxidant-rich US foods. *Journal of Food Composition and Analysis* 2011; 24 (7): 1043-1048.
53. Apak R, Güçlü K, Demirata B, Özyürek M, Çelik SE, Bektaşoğlu B, Berker KI, Özyurt D. Comparative evaluation of various total antioxidant capacity assays applied to phenolic compounds with the CUPRAC assay. *Molecules* 2007; 12: 1496-1547.
54. Sasikumar JM, Assevatham SB, Kumar D. Studies on in vitro free radical scavenging activity of *Bixa orellana* L. bark extract. *Int J Oharm Sci* 2012; 4 (2): 719-726.
55. Vábková J, Neugebauerová J. Nutritional parameters of selected culinary herbs (Lamiaceae). *Acta Agriculturae Serbica* 2010; XV (29): 77-82.
56. Bahramikia S, Yazdanparast R, Nosrati N. A comparison of antioxidant capacities of ethanol extracts of *Satureja hortensis* and *Artemisia dracunculus* leaves. *Pharmacologyonline* 2008; 2: 694-704.
57. Dorman HJD, Hiltunen R. Fe(III) reductive and free radical-scavenging properties of summer savory (*Satureja hortensis* L.) extract and subfractions. *Food Chem* 2004; 88 (2): 193-199.
58. Aoyama S, Yamamoto Y. Antioxidant activity and flavonoid content of Welsh onion (*Allium fistulosum*) and the effect of thermal treatment. *Food Sci Technol Res* 2007; 13 (1): 67-72.
59. Jannat B, Oveisi MR, Sadeghi N, Behzad M, Choopankari E, Behfar AA. effects of roasting temperature and time on healthy nutraceuticals of antioxidants and total phenolic content in Iranian sesame seeds (*Sesamum indicum* L.). *Irian J Environ Health Sci Eng* 2010; 7 (1): 97-102.
60. Suja KP, Jayalekshmy A y Arumugha C. Free radical scavenging behavior of antioxidant compounds of sesame (*Sesamum indicum* L.) in DPPH system. *J Agric Food Chem* 2004; 52: 912-915.
61. Namjooyan F, Azemi ME y Rahmanian VR. Investigation of antioxidant activity and total phenolic content of various fractions of aerial parts of *Pimpinella barbata* (DC.) boiss Jundishapur. *Journal of Natural Pharmaceutical Products* 2010; 5 (1): 1-5.
62. Gallo M, Ferracane R, Graziani G, Rittieni A, Fogliano V. Microwave assisted extraction of phenolic compounds from four different spices. *Molecules* 2010; 15: 6365-6374.
63. Ferreira A, Proença C, Serralheiro MLM, Araújo MEM. The in vitro screening for acetylcholinesterase inhibition and antioxidant activity of medicinal plants from Portugal. *J Ethnopharmacol* 2006; 108 (1): 31-37.
64. Moreno FJ, Corzo-Martínez M, Dolores del Castillo M, Vilamiel M. Changes in antioxidant activity of dehydrated onion and garlic during storage. *Food Research International* 2006; 39: 891-897.
65. Gutiérrez-Zavala A, Ledesma-Rivero L, García-García I, Grajales-Cartillejos O. Capacidad antioxidante total en alimentos convencionales y regionales de Chiapas, México. *Revista Cubana Salud Pública* 2007; 33 (1): 1-7.
66. Gohari AR, Hajimehdipoor H, Saeidnia S, Ajani Y, Hadjiakhoondi A. Antioxidant activity of some medicinal species using FRAP assay. *Journal of Medicinal Plants* 2011; 10 (37): 54-60.
67. Pougoué-Kaatou GP. Antioxidant activity and totalphenolic content of ingenious *Salvia* species - an investigation of their pharmacological activities and phytochemistry. 2006: 74-90.
68. Wangcharoen W, Morasuk W. Antioxidant capacity changes of bird chili (*Capsicum frutescens* Linn) during hot air drying. *Kasetsart Journal (Nature Science)* 2009; 43: 12-20.
69. Su L, Yin JJ, Charles D, Zhou K, Moore J, Yu L. Total phenolic contents, chelating capacities, and radical-scavenging properties of black peppercorn, nutmeg, rosehip, cinnamon and oregano leaf. *Food Chem* 2007; 100: 990-997.
70. Shan B, Cai YZ, Brooks JD, Corke H. The in vitro antibacterial activity of dietary spice and medicinal herbs extracts. *International Journal of Food Microbiology* 2007; 117: 112-119.
71. Ninfali P, Mea G, Giorgini S, Rocchi M, Bacchiocca M. Antioxidant capacity of vegetables, spices and dressings relevant to nutrition. *British Journal of Nutrition* 2002; 98: 257-266.
72. Beretta G, Granata P, Ferrero M, Orioli M, Facino RM. Standardization of antioxidant properties of honey by a combination of spectrophotometric/fluorimetric assays and chemometrics. *Analytical Chimica Acta* 2005; 533: 185-191.

73. Rebey IB, Jabri-Karoui I, Hamrouni-Sellami I, Bourguou S, Limam F, Marzouk B. Effect of drought on the biochemical composition and antioxidant activities of cumin (*Cuminum cyminum* L.) seeds. *Industrial Crops and Products* 2012; 36: 238-245.
74. Basmacıoğlu-Malayoğlu H, Aktaş B, Yeşil-Celiktaş Ö. Total phenolic contents and antioxidant activities of the essential oils from some plant species. *Ege nív Ziraat Fak Derg* 2011; 48 (3): 211-215.
75. Tapsell LC, Hamphill, I, Coblac, L, Patch, CS, Sullivan DR, Fenech M., Roodenrys S, Keogh JB, Clifton PM, Williams PG, Fazio VA, Inge KE. Health benefits of herbs and spices: the past, the present, the future. *Med J* 2006; 185 (4): 4-24.
76. Nsimba RY, Kikuzaki H, Konishi Y. Antioxidant activity of various extracts and fractions of *Chenopodium quinoa* and *Amaranthus* spp. seeds. *Food Chem* 2008; 106: 760-766.
77. Dudonne S, Vitrac X, Coutiere P, Woillez M, Merillon JM. Comparative study of antioxidant properties and total phenolic content of 30 plants extracts of industrial interest using DPPH, ABTS, FRAP, SOD, and ORAC assays. *J Agric Food Chem* 2009; 57: 1768-1774.
78. Hinneburg I, Damien-Dorman HJ, Hiltunen R. Antioxidant activities of extracts from selected culinary herbs and spices. *Food Chem* 2006; 97: 122-129.
79. Liyana-Pathirana CM, Shahidi F, Alasalvar C. Antioxidant activity of cherry laurel fruit (*Laurocerasus officinalis* Roem.) and its concentrated juice. *Food Chem* 2006; 99: 121-128.
80. Chrpová D, Kouřimská L, Gordon MH, Heřmanová V, Roubíčková I, Pánek J. Antioxidant activity of selected phenols and herbs used in diets for medican conditions. *Czech J Food Sci* 2010; 28 (4): 317-325.
81. Katsube T, Tabata H, Ohta Y, Yamasaki Y, Anuurad E, Shiwaku K, Yamane Y. Screening for antioxidant activity in edible plant products: comparison of low-density lipoprotein oxidation assay, DPPH radical scavenging assay, and Folin-Ciocalteu assay. *J Agric Food Chem* 2004; 52 (8): 2391-2396.
82. Wangcharoen W, Morasuk W. Antioxidant capacity changes in Chili Spur Pepper (*Capsicum annum* Linn var.) during drying process. *As J (Nature Food Ag-Ind)* 2008; 1 (02): 68-77.
83. Wojdylo A, Oszmiański J, Czemerz R. Antioxidant activity and phenolic compounds in 32 selected herbs. *Food Chem* 2007; 105: 940-949.
84. Sacchetti G, Maietti S, Muzzoli M, Scaglianti M, Manfredini S, Radice M, Bruni R. Comparative evaluation of 11 essential oils of different origin as functional antioxidants, antiradicals and antimicrobials in foods. *Food Chem* 2005; 91: 621-632.
85. Stefanovits-Bányai E, Tulok MH, Renner C, Szöllösi-Varga I. Antioxidant effect of various rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) clones. *Acta Biológica Szegediensis* 2003; 47 (1-4): 111-113.
86. Zheng W, Wang Y. Antioxidant activity and phenolic compounds in selected herbs. *J Agric Food Chem* 2001; 49 (11): 5165-5170.
87. Tangkanakul P, Auttaviboonkul P, Niyomwit B, Lowviton N, Charoenthamawat P, Trakoontivakorn G. Antioxidant capacity, total phenolic content and nutritional composition of Asian foods after thermal processing. *International Food Research Journal* 2009; 16: 571-580.
88. Araya LH, Clavijo RC, Herrera C. Capacidad antioxidante de frutas y verduras cultivados en Chile. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición* 2006; 56 (4): 361-365.
89. Hahm TS, Park SJ, Lo M. Effects of germination on chemical composition and functional properties of sesame (*Sesamum indicum* L.) seeds. *Bioresource Technology* 2009; 100: 1643-1647.
90. Visavadiya NP, Narisimhacharya AVRL. Sesame as a hypocholesteraemic and antioxidant dietary component. *Food and Chemical Toxicology* 2008; 46: 1889-1895.
91. Cabeza-Herrera EA, Zumalacárregui-Rodríguez JM, Fernández-Trabanco B, Mateo-Oyagüe J. Propiedades de la cebolla y su uso para la elaboración de morcillas. *Acta* 2006; 25: 1-5.
92. Cabeza-Herrera EA, Zumalacárregui-Rodríguez JM, Fernández-Trabanco B, Mateo-Oyagüe J. Propiedades de la cebolla y su uso para la elaboración de morcillas. *Acta* 2006; 25: 1-5.
93. De la Cruz-Pérez M^a, Gastélum-Franco M^aG, Silva-Vázquez R. Efecto antimicrobiano del orégano mexicano (*Lippia Berlandieri Schauer*) y de su aceite esencial sobre cinco especies del género *Vibrio*. *Revista Fitotecnia* 2007; 30 (003): 261-267.
94. Hamid B, Sam S, Islam T, Singh P, Sharma M. The free radical scavenging and the lipid peroxidation inhibition of Crocin isolated from *Kashmiri saffron (Crocus sativus)* occurring in northern part of India. *International Journal of PharmTech Research* 2009; 1 (4): 1317-1321.
95. Wong PYY, Kitts DD. Studies on the dual antioxidant and antibacterial properties of parsley (*Petroselinum crispum*) and cilantro (*Coriander sativum*) extracts. *Food Chem* 2006; 97: 505-515.
96. Manach C, Williamson G, Morand C, Scalbert A, Rémésy C. Bioavailability and bioefficacy of polyphenols in humans. I. Review of 97 bioavailability studies 1'2'3. *American J Clin Nutr* 2005; 91: 230S-242S.
97. Kanner J. Review Dietary advanced lipid oxidation endproducts are risk factors to human health. *Molecular Nutrition and Food Research* 2007; 51 (9): 1094-1101.
98. Gorelik S, Ligumsky M, Kohen R, Kanner J. The stomach as a "bioreactor" when red meat meets red wine. *J of Agric Food Chem* 2008; 56: 5002-5007.
99. Fasseas MK, Mountzouris KC, Tarantilis PA, Polissious M, Zervas G. Antioxidant activity in meat treated with pregano and sage essential oils. *Food Chem* 2007; 106: 1188-1194.
100. Hernández-Hernández E, Ponce-Alquicira E, Jaramillo-Flores ME, Guerrero-Legarreta I. Antioxidant effect Rosemary (*Rosemarinus officinatis* L.) and oregano (*Origanum vulgare* L.) extracts on TBARS and colour of model raw pork batters. *Meat Science* 2009; 81: 410-417.
101. Rey AI, Hopia A, Kivikari R, Kahkonen M. Use of natural food/plant extracts: Cloudberry (*Rubus chamaemorus*), beetroot (*Beta vulgaris* "Vulgaris") or willow herb (*Epilobium angustifolium*) to reduce lipid oxidation of cooked pork parties *LWT. Food Sci Technol* 2005; 38 (4): 363-370.
102. Shahidi F, Hong C. Evaluation of malonaldehyde as a marker of oxidative rancidity in meat products. *J Food Biochem* 1991; 15 (2): 97-105.
103. Canales A, Benedí J, Nus M, Librelotto J, Sánchez-Moreno JM, Sánchez-Muniz J. Effect of walnut-enriched restructured meat in the antioxidant status of overweight/obese senior subjects with at least one extra CHD-risk factor. *J Am Col Nutr* 2007; 26: 225-232.
104. Mattson MP. Review: Roles of the lipid peroxidation product 4-hydroxynonenal in obesity, the metabolic syndrome, and associated vascular and neurodegenerative disorders. *Exp Gerontol* 2009; 44: 625-633.
105. Naidu KA, Thippeswamy NB. Inhibition of human low density lipoprotein oxidation by active principles from spices. *Molecular and Cellular Biochem* 2002; 229 (1-2): 19-23.
106. Srinivasan K. Spices as influencers of body metabolism: an overview of three decades of research. *Food Res Int* 2005; 38 (1): 77-86.
107. Tapsell LC, Gillen LJ, Patch CS, Batterham M, Owen A, Bare M, Kennedy M. Including walnuts in a low-fat/modified-fat diet improves HDL cholesterol-total cholesterol ratios in patients with type 2 diabetes. *Diabetes Care* 2004; 27: 2777-2783.
108. Platel K, Srinivasan K. Review: Digestive stimulant action of spices: A myth or reality? *Indian J Med Res* 2004; 199: 167-179.
109. Srinivasan K, Sambaiah K, Chandrasekhara N. Loss of active principles of common spices during domestic cooking. *Food Chem* 1992; 43 (4): 271-274.
110. Wargovich MJ, Woods C, Hollis DM, Zander ME. Herbs, cancer prevention and health. *J Nutr* 2001; 131: 3034S-3036S.
111. Westerterp-Plantenga MM, Diepvens K, Joosen AMCP, Bérubé-Parent S, Tremblay A. Metabolic effects of spices, teas, and caffeine. *Physiology and Behavior* 2006; 89: 85-91.
112. Goel A, Aggarwal BB. Curcumin, the golden spice from Indian saffron, is a chemosensitizer and radiosensitizer from tumors and chemoprotector and radioprotector for normal organs. *Nutrition and Cancer* 2010; 62 (7): 919-930.