

Revisión

El mango: aspectos agroindustriales, valor nutricional/funcional y efectos en la salud

Abraham Wall-Medrano¹, Francisco J. Olivas-Aguirre¹, Gustavo R. Velderrain-Rodríguez², A. González-Aguilar², Laura A. de la Rosa¹, José A. López-Díaz¹ y Emilio Álvarez-Parrilla¹

¹Instituto de Ciencias Biomédicas-Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. Chihuahua. ²Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, Hermosillo, Sonora. México.

Resumen

Objetivo: Revisar y discutir la información más reciente sobre el valor agroindustrial, funcional y nutricional de uno de los frutos de mayor cultivo, exportación y consumo en México: el Mango.

Métodos: Se realizó una búsqueda en diversas bases de datos (PubMed, Cochrane, ScienceDirect) y documentos de libre acceso (Google Scholar) sobre *Mangifera indica L.* Esta información fue posteriormente sub-clasificada en aspectos agroindustriales, nutricionales, funcionales y efectos a la salud.

Resultados: Uno de cada veinte mangos consumidos mundialmente, es mexicano. “Ataulfo” es la variedad la de mayor importancia agronómica. El procesamiento mínimo de su pulpa (MP) genera residuos de cáscara (MC) y semilla con alto potencial nutraceutico. MP y MC son buenas fuentes de ascorbato, fructosa, fibra dietarias soluble (MP, almidones y ramnogalacturonanos) e insoluble (MC, ligninas y hemicelulosa) y lípidos funcionales (MP). MP y MC poseen un perfil de compuestos fenólicos (CF) monoméricos (MP) como el ácido gálico y el protocatehuico y poliméricos (MC) como la β -PGG asociados con efectos anti-obesigénicos, anti-inflamatorios, anti-cancerígenos y anti-diabéticos. Estos beneficios son dependientes de la bioaccesibilidad (liberación de su matriz alimentaria) y destino metabólico (biodisponibilidad) de estos CF.

Discusión: El mango resulta una valiosa fuente de compuestos antioxidantes con comprobado beneficio a la salud. Sin embargo, factores como la variedad, temporalidad de cultivos, tratamientos pre y post-cosecha, extracción de bioactivos y algunas barreras fisiológicas pueden modificar su potencial nutraceutico.

(Nutr Hosp. 2015;31:67-75)

DOI:10.3305/nh.2015.31.1.7701

Palabras clave: Mango. *Mangifera indica L.* antioxidantes. Alimento funcional. Frutas tropicales.

MANGO: AGROINDUSTRIAL ASPECTS, NUTRITIONAL/FUNCTIONAL VALUE AND HEALTH EFFECTS

Abstract

Objective: To review and discuss the latest information on agroindustrial, functional and nutritional value of one of the most produced/consumed fruit crop in México: The mango.

Methods: A search was conducted in several databases (PubMed, Cochrane, ScienceDirect) and public repositories (Google Scholar) on *Mangifera indica L.* This information was further sub-classified into agroindustrial, nutritional, functional aspects and health effects.

Results: One out of twenty mangoes consumed worldwide is Mexican. The variety “Ataulfo” variety is the most important crop. Minimal processing of its pulp (MP) generates peel (MC) and seeds as biowastes, which have nutraceutical potential. MP and MC are good sources of ascorbate, fructose, soluble (MP, starches and rhamnogalacturonans) and insoluble (MC, lignin and hemicelluloses) dietary fibers as well as functional lipids (MP). MP and MC are good sources of monomeric (MP) phenolic compounds (PC) such as gallic and protocatehuic acids and polymeric PC (MC) such as β -PGG with associated anti-obesigenic, anti-inflammatory, anti-carcinogenic and anti-diabetic potential. However, these benefits are dependent on their bioaccessibility (release from its food matrix) and metabolic fate (bioavailability).

Discussion: Mango is a valuable source of antioxidant compounds with proven health benefits. However, factors such as its variety, seasonality, pre and post-harvest handling, extraction of bioactives and some physiological barriers, can modify their nutraceutical potential.

(Nutr Hosp. 2015;31:67-75)

DOI:10.3305/nh.2015.31.1.7701

Keywords: Mango. *Mangifera indica L.* Antioxidants. Functional food. Tropical fruits.

Correspondencia: Abraham Wall-Medrano.
Anillo Envolverte del Pronaf y Estocolmo.
Ciudad Juárez.
(32300) Chihuahua, México.
E-mail: awall@uacj.mx

Recibido: 21-VI-2014.
Aceptado: 23-VII-2014.

Abreviaturas

AA:	Acido ascórbico
AAP:	Actividad antiproliferativa
AG:	Acido gálico
CAT:	Carotenoides
CAOX:	Capacidad antioxidante
CF:	Compuestos fenólicos
ECV:	Enfermedades cardiovasculares
GT:	Galotaninos
MC:	Mango cáscara
MP:	Mango pulpa
MS:	Mango semilla
ORAC:	Oxygen radical absorbance capacity
PGG:	β -1,2,3,4,6-Pentagalolil-O-Glucopiranosas
TC:	Taninos condensados
TH:	Taninos hidrolizables

Introducción

La influencia de la dieta en la prevención y tratamiento de enfermedades es cada día más contundente. Esto es atribuido a muchas sustancias presentes en los alimentos que de forma sinérgica actúan sobre el metabolismo intermediario y xenobiótico. Entre estas sustancias se encuentran aquellas con capacidad antioxidante (CAOX) las cuales eliminan o inactivan radicales libres, previniendo con esto el desarrollo de enfermedades relacionadas con el estrés oxidativo como la diabetes mellitus II, las enfermedades cardiovasculares (ECV) y el cáncer¹. En particular, el beneficio antioxidante por el consumo de alimentos de origen vegetal se ha respaldado por numerosos estudios analíticos (principios bioactivos), epidemiológicos (papel protector) e intervencionales (dosis-efecto), de donde el efecto del consumo de frutas, particularmente el de frutas tropicales²⁻³ y bayas silvestres⁴ es cada día más contundente.

El mango (*Mangifera indica L.*) aporta sustancias con alta CAOX y anti proliferativa (AAP). Investigaciones concluyen que esto se debe a la presencia de diversos compuestos fenólicos (CF) y provitaminas⁵ cuyo tipo y cantidad difiere por la variedad de mango y parte de la planta⁶, su estado de madurez⁷⁻⁸ y su manejo pre y post cosecha^{9,10}. Sin embargo, la presencia simultánea de estos compuestos con otras macromoléculas afecta seriamente su bioaccesibilidad y biodisponibilidad¹¹⁻¹³. En el presente artículo se ofrece y discute la información más reciente (revisión sistemática) sobre el valor agroindustrial, funcional y nutricional del mango, uno de los frutos más consumidos y de mayor cultivo para consumo y exportación en México¹⁴⁻¹⁶.

Aspectos agroindustriales

El mango (*Mangifera indica L.*), originario de Asia, fue introducido al continente americano por los espa-

ñoles en el siglo XVII. A pesar de no ser un cultivo nativo del continente americano ha llegado a ocupar un lugar primordial en su producción y consumo¹⁷. De acuerdo con proyecciones de la FAO, 78% de las 82 millones de toneladas de frutos tropicales que se producirían en el 2014 serían de mango, piña, aguacate y papaya, mientras que un 22% lo serían de otros frutos tales como lichi, rambután y guayaba¹⁸. En particular, las exportaciones de mango a nivel mundial alcanzaron los 27 y 38 millones de toneladas en el 2008 y 2011, respectivamente¹⁹⁻²⁰, siendo el segundo producto tropical después del plátano, de mayor producción y popularidad.

Mientras que India es el principal productor, México el principal exportador y la unión europea/EUA los principales importadores de mango¹⁴. Se estima que uno de cada 20 mangos que se consumen en el planeta, son mexicanos¹⁶. El valor de la producción de este fruto mexicano alcanzó en 2011 los cuatro mil 18 millones de pesos con una exportación total de 273,122 toneladas de una superficie cultivada de 180 mil Has particularmente en Guerrero, Nayarit, Chiapas, Oaxaca, Sinaloa, Veracruz y Michoacán¹⁵. Las variedades más importantes en México son *Ataulfo* (que representa 1/4 mangos mexicanos y cuenta además con denominación de origen), *Manila*, *Tommy Atkins*, *Hayden* y *Kent*. Conjuntamente aportan ~60% de la producción nacional¹⁵. Previendo que este es un fruto climatérico, su manejo postcosecha requiere que este producto sea cortado en estadios tempranos de maduración para lograr su mayor vida de anaquel. Sobre esto último, se han sugerido diversos métodos para prolongar la vida de anaquel y garantizar el perfil nutricional y fitoquímico. La aplicación de subproductos (extractos) del mismo mango²¹, tratamientos por inmersión en agua caliente²² o refrigeración^{10,19}, en lo que a concentración y preservación de compuestos bioactivos se refiere²³.

Del total de la producción de este fruto, 13.5% se destina a la industrialización: En 2011 se generaron 194 mil toneladas de jugos con un valor de 1 776 millones de pesos y casi 16 mil toneladas de conservas de mango con un valor de 152 millones 892 mil pesos, aunque una buena parte es consumida en fresco o derivados secos^{17,24}. Aparte de estas cifras, la industria de procesamiento mínimo de alimentos ha reforzado a la agroindustria del mango, mediante la transformación a pulpa de mango (MP) "listo para consumir"²⁵. Sin embargo, pese a que la demanda de mangos mínimamente procesados tiene un crecimiento exponencial, todavía existen varios problemas asociados a su baja vida de anaquel^{19,26,27} y calidad microbiológica²¹ de su pulpa (MP), así como la generación de residuos agroindustriales como lo son su cáscara (MC) y semilla (MS)²⁸. Sobre este respecto, la generación de residuos del procesamiento mínimo de alimentos tropicales oscila entre un 20 y un 65% del peso total en papaya y piña²¹ mientras que para el caso del mango (MC+MS) es de un 32%²⁹.

Valor nutricional

En la Tabla I se muestra la composición nutrimental (x 100g) del mango promedio reportado en la *National Nutrient Database for Standard References*³⁰. La pulpa (MP) y cáscara (MC) de mango tienen un elevado porcentaje de humedad (74-87%)^{14,29,30} y carbohidratos (15-23%) pero escaso contenido de proteínas (0.40-0.80) y lípidos (0.3-1.0). MP y MC de la variedad *Ataulfo* contienen ~14 y 8 g/100g de carbohidratos simples (principalmente fructosa)²⁹. El contenido de lípidos en base seca es particularmente mayor en MP que en MC (~50% mas) lo que justifica sus diferencias en contenido calórico (102 y 68 kcal/100g), al menos para el caso del mango *Ataulfo*²⁹. Vilela y colaboradores¹⁴ reportaron que en extractos lipofílicos pulpa de mango Tommy Atkins y 11 variedades más, las especies predominantes son esteroides glicosilados (45-71%) y ácidos grasos (23-42%), suficiente para aportar 9.5-38.2 mg y 0.7-3.9 mg de fitoesteroides (libres+glicosilados) y ácidos grasos (ω -3 and ω -6) por cada 100g de mango fresco. Aunque el mango no representa una fuente rica en proteína, recientemente se ha reportado mediante estudios proteómicos³¹ que existen varios péptidos traza con una diversidad de funciones para la planta tanto que, de manera diferencial, ocurren en MC algunas proteínas de unión a DNA, transferasas, reguladores de transcripción, transporte y varios reguladores metabólicos y en MP proteínas involucradas en el metabolismo de carbohidratos, función en cloroplastos, peroxidasas y estrés oxidativo y otras que ocurren tanto en MP como MC (e.g. oxido-reductasas).

El mango también es una importante fuente de fibra dietaria, siendo esta particularmente soluble en MP (pectinas, almidones) e insoluble en MC (ligninas y hemicelulosa). Aparte de su alto contenido en fructosa, sacarosa y glucosa, MP es reconocida por ser una fuente de heteropolisacáridos de ácido urónico y azúcares neutros (pectinas) para la industria de alimentos en donde comúnmente se usan las pectinas cítricas. Estos polisacáridos varían durante el proceso de maduración de tal forma que, al menos en mango *Kent*, se presen-

tan cambios en la solubilidad y grado de polimerización de polisacáridos pécticos y hemicelulósicos, siendo arabinosa el principal azúcar neutro es hasta 250 mg/100g PF³². MP y MC también son buenas fuentes de ramnolacturonanos²⁸.

Por último, el mango además se caracteriza por presentar un contenido elevado de vitaminas y minerales (tales como ácido ascórbico, tiamina, riboflavina, niacina y β -carotenos³³ (Tabla I,II). En particular, el mango en casi todas sus variedades es una fuente rica de ácido ascórbico (AA) y carotenoides (CAT) que, aunados a sus compuestos fenólicos, hacen sinergia específica en la CAO total de cada variedad^{19,26,34}. Cien gramos de MP es suficiente para cubrir el 146, 69 y 45 % de la ingesta diaria recomendada de ácido ascórbico en Mexicanos de 4-8, 9-18- y 19-50 años respectivamente. Sin embargo, existe una gran variabilidad en la composición nutrimental del mango producto de factores edafológicos, climáticos, estado de madurez, variedad y en incluso en la posición de los frutos en un mismo árbol³⁵.

Valor funcional

El mango no solo es rico en estos nutrientes, sino que además tienen altos contenidos de otros fitoquímicos que no son nutrientes y confieren un beneficio a la salud; razón por la cual su consumo es esencial para que el organismo humano funcione en forma adecuada³⁶⁻³⁸. Dicho lo anterior, sus componentes funcionales se pueden agrupar en dos principales grupos: A) Ingredientes funcionales nutritivos (como los mencionados en la Tabla I) Ingredientes funcionales no nutritivos (e.g. fibra dietaria y CF). En lo que a CF y vitaminas antioxidantes (β -CAT, α -tocoferoles y AA) se refiere, distintos factores genéticos y ambientales modifican su cantidad en el mango: Condiciones de cultivo, el estado de maduración del fruto, exposición a la luz por mencionar solo algunos ejemplos. Sin embargo es posible encontrar un perfil de estructuras químicas bastante homogéneo entre diversas variedades de mango^{7,8,22,26,39,40}.

Tabla I
Composición nutrimental promedio de pulpa de mango (x100g)

Macronutrientes (g)		Minerales (mg)		Vitaminas (mg)			
Agua	83.5	Ca	11	AA	36.4	A (EqR)	54
Proteína	0.8	Fe	0.16	Tiamina	0.03	A (IU)	1082
Grasa	0.4	Mg	10	Riboflavina	0.04	E	0.9
CHOS	15.0	P	14	Niacina	0.67	K (μ g)	4.2
Fibra	1.6	K	168	B6	0.12	D (μ g)	0
Azúcares	13.7	Na	1	Folatos (μ g)	43	B12 (μ g)	0
Energía (Kcal)	60	Zn	0.09				

Fuente³⁰ (Mangos, Raw: 09176); Carbohidratos (CHOS)

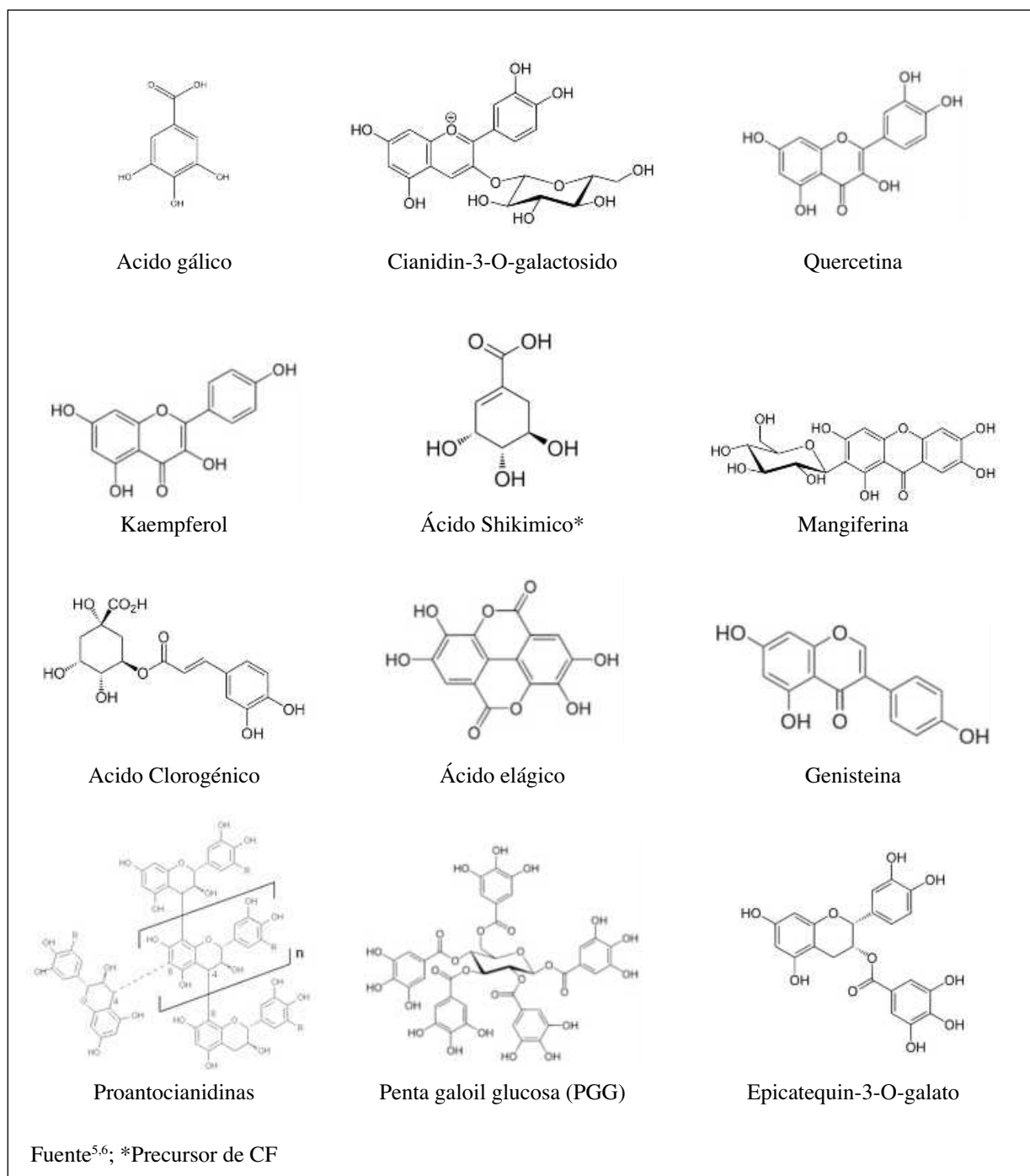


Fig. 1.—Estructuras representativas de compuestos fenólicos.

Los principales CF encontrados en MP incluyen al ácido clorogénico (~154.5 mg/100g PS), el ácido gálico, el vanílico y el protocateíco en orden de abundancia. De igual manera en MC es posible encontrar derivados del ácido gálico, en su mayoría taninos hidrolizables (TH) de entre 5 y 13 unidades además de mangiferina^{7,8,38,41,42}. Los TH y los condensados (TC) ejercen funciones de defensa en las plantas ante depredadores o anti microbianas mientras que en los humanos cumplen con diversas funciones nutraceuticos en complemento a

otros CF como la mangiferina que también está presente en MC⁵. Estas y otras estructuras presentes en MC y/o en MP se muestran en la Figura 1, mientras que en la Tabla II⁴³ se muestra un comparativo del contenido de flavonoides y vitaminas antioxidantes entre varios frutos incluyendo MP. Cabe mencionar que la distribución de estos compuestos se encuentra en mayor proporción en MC en comparación MP, sin mencionar el aumento directamente proporcional a la maduración en ambas partes del fruto^{29,44}. Por último, la variedad de mango es

Tabla II
Contenido de flavonoides y vitaminas antioxidantes de distintos frutos.

	Ar	Du	Kw	MP	Mz	Na	Tu
Cianidina ^b	41.8	1.6		0.1	0.76		
Delfinidina ^b	7.7			0.02	0.01		
Catequina ^b	1.2	4.9		1.72	0.56		
Luteolina ^b	0.1			0.02	0.17	1.11	
Kaempferol ^b	0.1			0.01	0.2	0.01	0.2
Miricetina ^b	6.8			0.03	0.01	2.1	
β-Caroteno*		162	52	445	27	71	25
α-Tocoferol ^A		0.7		1.1	0.2	0.2	
Acido Ascórbico ^A		28	98	80	11		

Arandanos (Ar), Durazno (Dz), Kiwi (Kw), Mango (MP) Manzana (Mz), Naranja (Na), Tuna (Tu); ^b μg/ 100 g PF; * BG/ 100 g PF; ^A mg/100 g PF. Fuente⁴³

un factor determinante en el perfil de CF y CAOX del mango. Sobre esto, Norato y colaboradores⁴⁵ demostraron la superioridad de la variedad *Ataulfo* sobre otras variedades de mango (Figura 2).

Sin embargo, la potencialidad funcional de MC o MP dependerá grandemente de la bioaccesibilidad (liberación de CF de la matriz alimentaria) y biodisponibilidad (absorción y biotransformación) de los CF del mango. Por ejemplo, es bien sabido que el tipo y características de la fibra dietaria y los carbohidratos amiláceos del mango provocara un atrapamiento de sus CF que, de no inhibir las correspondientes interacciones, provocaran que una buena parte del aporte antioxidante de MC y MC queden asociados a estos carbohidratos complejos y no sean absorbibles a nivel de intestino delgado^{11,12,46}. La solubilidad en jugos gástricos, la masticación, las enzimas así como el pH, influyen de manera positiva la bioaccesibilidad de los CF. Sin embargo, varios CF tienen capacidad inhibitoria sobre

varias enzimas claves en la hidrólisis de carbohidratos como la α-amilasa y la α-glicosidasa^{47,48} y de proteínas y lípidos como la pepsina, tripsina y lipasa⁴⁹. En cualquier caso, se estima que entre un 56-57% del los CF de MP¹¹ se liberan a nivel gástrico-intestinal y por ende pueden ser metabolizados por diversas células blanco posterior a su absorción.

Efectos en la salud

Actualmente, hay una marcada tendencia en la industria de los alimentos hacia el desarrollo y fabricación de productos funcionales a partir de frutos tropicales. Esto es debido al creciente interés de los consumidores por alimentos “saludables”⁵⁰. En varias investigaciones realizadas en los últimos años ha sido reportado un sin número de efectos benéficos relacionados directamente con los CF y actividad antioxi-

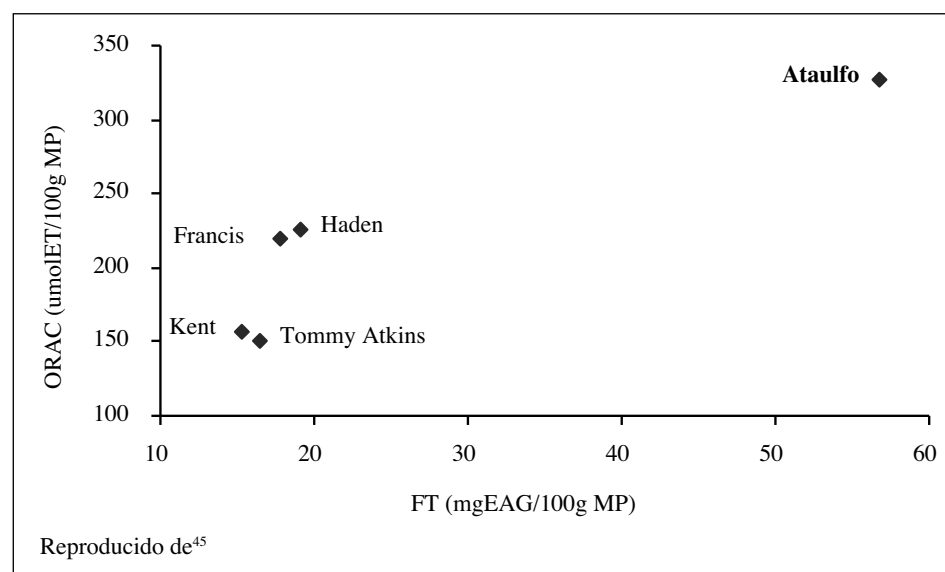
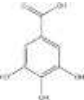
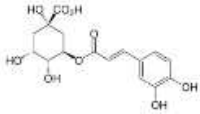
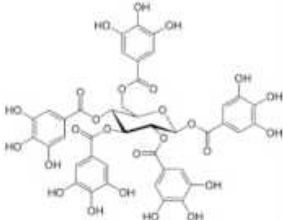


Fig. 2.—Fenoles totales (FT) y capacidad antioxidante (ORAC) de 5 variedades de mango cultivado en México. Mango pulpa (MP).

Tabla III
Actividad de los principales compuestos presentes en el Mango

<i>CF</i>	<i>Mecanismo/Efecto</i>
	<p>Anti-cáncer: Induce apoptosis dosis-dependiente, cambios en la morfología celular y pérdida de viabilidad en células cancerígenas de próstata, colon y pulmón.</p> <p>Anti-inflamatorio: Suprime la expresión de citoquinas inflamatorias</p> <p>Protección al DNA: Reducción de riesgo por radiaciones</p>
	<p>Anti-obesidad: Regulación sobre el metabolismo de la glucosa y lípidos</p>
	<p>Anti-diabetes: Estimula transporte de glucosa y disminuye adipogénesis por un efecto mimético a la insulina por PGG</p> <p>Anti-inflamatorio: PGG muestra potencial anti-inflamatorio inhibiendo la actividad de Cox-2</p>

Fuente ⁵¹⁻⁶¹

dante del mango, algunos de los cuales se resumen en la Tabla III⁵¹⁻⁶¹. Estos efectos incluyen regulación del metabolismo de nutrientes, disminución en mediadores de inflamación y de riesgo cardiovascular. Sobre este último beneficio, por ejemplo, se ha demostrado recientemente que 1 mango entero o fresco-cortado al día por un espacio de 30 días puede reducir en un 37-38% el nivel de triglicéridos y VLDL circulantes en personas jóvenes normolipidémicas. Este beneficio resulta de la posible acción sinérgica de la carga antioxidante del plasma⁶² con la ingestión simultánea de ciertos ácidos grasos y fitoesteroles presentes en MP¹⁹.

Además, al menos MP, protege frente al daño de ADN y con esto disminuye el riesgo de neoplasias. Esta última particularmente ha sido foco de atención en diversos estudios en donde los esfuerzos se orientan a la elucidación de los mecanismos antiproliferativos (APP) los cuales se basan básicamente en dos vías: A) inhibición del ciclo celular (en distintas fases) y B) activación de proteínas pro apoptóticas (Tabla IV)⁶³⁻⁶⁷. Cabe señalar en este sentido que, en la literatura científica se asume de forma casi generalizada que la naturaleza de los CF del mango determina su AAP individual en diversas líneas celulares^{63,67,68}. Sobre este respecto,

Tabla IV
Evaluación antiproliferativa (AAP) in vitro e in vivo de CF del mango

<i>Modelo</i>	<i>AOX</i>	<i>Dosis</i>	<i>Resultado</i>
Xenoinjerto tumorales	AG	50-500 mM	Activación de Caspasa 3
C. inducido	AG	50 mg/kg	Inhibe crecimiento de tumor 54.3%
Xenoinjerto tumoral	AG	0.3-1% w/v	inhibe crecimiento de tumor
C. Colon	AG	0 -100 mg	Inhibe NF-κB, ICAM-1, VCAM-1
C. Páncreas	AG	6,25 y 25,0 mg / ml.	Activación de Caspasas y Bax. Inducción a muerte celular
C. Colon, mama, Pulmón, Próstata	AG	5 mg GAE/L	Efecto pro-apoptótico y anti-proliferativo en células cancerosas sin afectar sanas
C. Leucemia	AG	-	Inhibición ciclina D y E, además de activación de Caspasas
C. Hígado	AG	-	Muerte celular inducida por Bax.
C. Leucemia	GT	62.5 μg/ml	Activación de Caspasa 3
C. Colon	GT	40- 80 μg/ml	Suprime la activación de NF-κB

Fuente⁶³⁻⁶⁷. Ácido gálico (AG), Galotanino (GT), Cáncer (C)

Noratto y colaboradores⁴⁵ evaluaron la CAOX de MP de las variedades “Francis”, “Kent”, “Ataulfo”, “Tommy Atkins” y “Haden” y la AAP solo de Ataulfo y Headen que resultaron las de mayor CAOX (ORAC, 327 y 226 μmol equivalentes trolox/100 g de MP, respectivamente) en células cancerígenas de leucemia (Molt-4), pulmón (A-549), mama (MDA-MB-231), próstata (LnCap) y miofibroblastos de colon (SW-48). Todas las líneas fueron susceptibles de inhibición particularmente con mango Ataulfo (SW480/Molt-4/MDA-MB-231 > A549/LnCap) y Haeden (SW480/Molt-4 > A549/LnCap/MDA-MB-231) dentro del rango de 0-42 mgEAG/ml.

Discusion

El mango es un alimento funcional con valor agregado que ha sido subestimado en el terreno de la prevención a la salud. Su cáscara (MC) resulta una excelente fuente no solo de CF sino también de fibra igual o mejor que lo ya reportado en la literatura científica formal para el caso de su pulpa (MP). Como parte de una alimentación balanceada y funcional, el consumo de mango completo (MC+MC) podría tener mucho mejores beneficios que el consumo de MP mínimamente procesada. Ahora bien, como fuentes de compuestos nutraceuticos, ambas poseen un perfil específico para el tratamiento de patologías de forma diferencial debido a que aparentemente la biodisponibilidad de ambas es aparentemente distinta, producto de sus diferencias en bioaccesibilidad y biodisponibilidad. Establecer procesos eficientes para el procesamiento del mango y para la extracción de estos compuestos bioactivos tanto de MC como MP es una ardua pero retributable labor, por el potencial nutraceutico que estas materias primas representan.

Agradecimientos

Los autores expresan su gratitud por el financiamiento otorgado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por la beca escolar otorgada al primer autor y por el apoyo económico recibido del Dr. Gustavo González-Aguilar mediante el proyecto 179574 de Investigación Científica Básica 2012: “Nutri genómica e Interacciones Moleculares de fenoles y fibra dietaria del mango Ataulfo (*Mangifera indica* L.) en un sistema murino”, de donde deriva el presente artículo de revisión.

Referencias

1. Sánchez-Valle, V. y Méndez-Sánchez, N. Estrés oxidativo, antioxidantes y enfermedad. *Rev Invest Med Sur Mex.* 2013; 20(3): 161-168.
2. Olivas-Aguirre, F., Velderrain-Rodríguez, G., Wall-Medrano, A., Gonzalez-Aguilar, G., Robles-Zepeda, R. y Astiazaran-García, H. Antioxidant and anti-proliferative capacity of

- extractable phytochemicals from tropical fruits (pineapple, mango and papaya) *FASEB*; 2014; 28(1): 1045-18.
3. Slavín, J.L. y Lloyd, B. Health benefits of fruits and vegetables. *Adv Nutr.* 2012; 3(1): 506-516.
4. Szajdek, A., Borowska, E. J. Bioactive compounds and health-promoting properties of berry fruits, a review. *Plant Foods Human Nutr.* 2008; 63(4): 147-156.
5. Masibo, M. y He, Q. Major mango polyphenols and their potential significance to human health. *Comp Rev Food Sci Food Safety* 2008; 7(4): 309-319.
6. Pierson, J. T., Monteith, G. R., Roberts-Thomson, S. J., Dietzgen, R. G., Gidley, M. J., y Shaw, P. N. Phytochemical extraction, characterisation and comparative distribution across four mango (*Mangifera indica* L.) fruit varieties. *Food Chem.* 2014; 15 (149): 253-263.
7. Palafox-Carlos, H., Yahia, E., Islas-Osuna, M.A., Gutiérrez-Martínez, P., Robles-Sánchez, M., González-Aguilar, G.A. Effect of ripeness stage of mango fruit (*Mangifera indica* L. cv. Ataulfo) on physiological parameters and antioxidant activity. *Sci Hortic.* 2012a; 135: 7-13.
8. Palafox-Carlos, H., Yahia, E. M. y González-Aguilar, G. A. Identification and quantification of major phenolic compounds from mango (*Mangifera indica*, cv. Ataulfo) fruit by HPLC-DAD-MS/MS-ESI and their individual contribution to the antioxidant activity during ripening. *Food Chem.* 2012b; 135: 105-111.
9. FAO. Mango, post-Harvest operations. Fao.org 2002 http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/inpho/docs/Post_Harvest_Compendum_-_Mango.pdf. Consultado el 16 de Octubre del 2012.
10. González-Aguilar, G., Robles-Sánchez, R. M., Martínez-Téllez, M. A., Olivas, G. I., Álvarez-Parrilla, E. y De La Rosa, L. A. Bioactive compounds in fruits, health benefits and effect of storage conditions. *Stewart Postharvest Rev.* 2008a; 4(3): 1-10.
11. Velderrain-Rodríguez, G., González-Aguilar, G., Ayala-Zavala, J., Wall-Medrano, A., Astiazaran-García, H., Robles-Sánchez, R., Sayago-Ayerdi, S. The bioaccessibility of phenolic compounds from pineapple, mango and papaya are not compromised by their dietary fiber but to their amylose carbohydrates. *Faseb J*, 2014a; 28: 1044.23.
12. Velderrain-Rodríguez, G. R., Palafox-Carlos, H., Wall-Medrano, A., Ayala-Zavala, J. F., Chen, C. O., Robles-Sánchez, M., Astiazaran-García, H., Álvarez-Parrilla, E. y González-Aguilar, G. A. Phenolic compounds, their journey after intake. *Food & function* 2014b; 5(2): 189-197.
13. Quirós-Sauceda, A. E., Palafox, H., Sayago, S., Ayala-Zavala, J. F., Bello-Pérez, L. A., Álvarez-Parrilla, E., de la Rosa, L., González-Córdova, A.F y González-Aguilar, G. A. Dietary fiber and phenolic compounds as functional ingredients, interaction and possible effect after ingestion. *Food & function* 2014; 5(6): 1063-1072.
14. Vilela, C., Santos, S.A.O., Oliveira, L., Camacho, J.F., Cordeiro, N., Freire, C.S. y Silvestre, A.J.D. The ripe pulp of *Mangifera indica* L., A rich source of phytosterols and other lipophilic phytochemicals. *Food Res Int.* 2013; 54(2), 1535-1540.
15. Zavala, L. México, quinto productor mundial de mango. Unión campesina, consultado. www.conexionenlineaunioncampesina.com 2012. http://www.conexionenlineaunioncampesina.com/noticias/index.php?option=com_content&view=article&id=8797,méxico-quinto-productor-mundial-de-mango&catid=56,agrarias&Itemid=86. Consultado el 6 de Mayo del 2014
16. Bosque, M. Logra el país Segundo lugar en exportación de mango. El Diario de Ciudad Juárez, 15 de Mayo del 2012.
17. SEDER. Mango perfil comercial. Seder.col.gob.mx 2010. <http://seder.col.gob.mx/seder2012/comercializacion/perfiles/Mango.pdf>. Consultado el 6 de Mayo del 2014.
18. Fresh-Plaza. World production of tropical fruit expected to increase in 2014. Freshplaza.com., 2014. <http://www.freshplaza.com/article/101367/World-production-of-tropical-fruit-expected-to-increase-in-2014>. Consultado el 19 de Abril del 2014.
19. Robles-Sánchez, R.M., Islas-Ozuna, M.A., Astiazaran-García, F.A, Vázquez-Ortiz, F.A., Martín-Belloso, O., Gorinstein, S. y González-Aguilar, G.A. Quality index, consumer accepta-

- bility, bioactive compounds, and antioxidant activity of fresh-cut "Ataulfo" Mangoes (*Mangifera indica* L.) as affected by low-temperature storage. *J Food Sci*, 2009a; 74(3): 126-134.
20. FAOSTAT. FAO statistical databases agriculture. Fao.org 2011. <http://www.fao.org/corp/statistics/>. Consultado en Mayo del 2013.
 21. Ayala-Zavala, J.F., Rosas-Domínguez, C., Vega-Vega, V., González-Aguilar, G. Antioxidant enrichment and antimicrobial protection of fresh-cut fruits using their own byproducts, looking for integral exploitation. *J Food Sci*, 2010; 75(8), 175-181.
 22. Kim, Y., Lounds-Singleton, A.J. y Talcott, S.T. Antioxidant phytochemical and quality changes associated with hot water immersion treatment of mangoes (*Mangifera indica* L.). *Food Chem*, 2009; 115(3): 989-993.
 23. Shofian, N. M., Hamid, A. A., Osman, A., Saari, N., Anwar, F., Pak Dek, M. S. y Hairuddin, M. R. Effect of freeze-drying on the antioxidant compounds and antioxidant activity of selected tropical fruits. *Int J Mol Sci* 2011; 12(7): 4678-4692.
 24. Financiera rural. Monografía del Mango. Financiera rural- Dirección General Adjunta de Planeación Estratégica y Análisis Sectorial Dirección Ejecutiva de Análisis Sectorial, [http://www.financiararural.gob.mx/informacionsectorial/Documents/Monografias/Monograf%C3%ADa%20mango%20\(oct%2010\).pdf](http://www.financiararural.gob.mx/informacionsectorial/Documents/Monografias/Monograf%C3%ADa%20mango%20(oct%2010).pdf) Consultado en Mayo del 2013.
 25. Robles-Sánchez M., Gorinstein S, Martin-Belloso O, Astiazaran-García H, González-Aguilar G, Cruz-Valenzuela R. Frutos tropicales mínimamente procesados, potencial antioxidante y su impacto en la salud. *Interiencia* 2007; 32(4): 227-32.
 26. Robles-Sánchez, R.M., Rojas-Grau, M.A., Odrizola-Serrano, I., González-Aguilar, G.A. y Martin-Belloso, O. Effect of minimal processing on bioactive compounds and antioxidant activity of fresh-cut 'Kent' mango (*Mangifera indica* L.). *Postharvest Biol Technol*, 2009b; 51(3): 384-390.
 27. González-Aguilar, G.A., Celis, J., Sotelo-Mundo, R.R., de la Rosa, L.A., Rodrigo-García, J. y Álvarez-Parrilla, E. Physiological and biochemical changes of different fresh cut mango cultivars stored at 5°C. *Int. J. Food Sci. Technol*, 2008; 43(1): 91-101.
 28. García-Magaña, M.L., García, H.S., Bello-Perez, L.A., Sayago-Ayerdi, S.G. y Mata-Montes de Oca, M. Functional Properties and Dietary Fiber Characterization of Mango Processing By-products (*Mangifera indica* L., cv Ataulfo and Tommy Atkins). *Plant Foods Hum Nutr*, 2013; 68(3): 254-258.
 29. Olivas-Aguirre, F.J. Capacidad antioxidante, antiproliferativa y bioaccesibilidad de los compuestos fenólicos del mango (*Mangifera indica* L. var. "Ataulfo"): Estudios in vitro. Tesis Profesional. Maestría en Ciencias Químico Biológicas. Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, México, 2014: 99.
 30. USDA National Nutrient Database for Standard Reference. Beltsville, U.S.A.: USDA Nutrient Data Laboratory, and the Food and Nutrition Information Center and Information Systems Division of the National Agricultural Library. 2011 <http://ndb.nal.usda.gov/>. Consultado el 12 de Mayo del 2014
 31. Fasoli, E. Y Righetti, P.G. The peel and pulp of mango fruit, A proteomic samba. *Biochim Biophys Acta*, 2014; 1834(12): 2539-2545.
 32. Cárdenas-Coronel, W. G., Vélez-de la Rocha, R., Siller-Cepeda, J. H., Osuna-Enciso, T., Muy-Rangel, M. D., Sañudo-Barras, J. A. Changes in the composition of starch, pectin and hemicellulose during ripening of mango (*Mangifera indica* cv. Kent). *Rev Chapingo Serie Hort*, 2012; 18(1): 5-19.
 33. Prieto, J.J., Covarrubias, J.E., Cadena, A.R. y Viera, J.F. Paquete tecnológico para el cultivo de mango en el Estado de Colima. 2012; 3: 56.
 34. Castelo-Gutiérrez, A.A. Efecto del estado de madurez sobre los cambios fisiológicos, fisicoquímicos, bioquímicos y compuestos bioactivos de mango Ataulfo. Tesis de Licenciatura. Instituto Tecnológico de Sonora. 2007:
 35. Mudau, F. N., Mabusela, J. y Wonder, N. Proximate, chemical compositions and sulphur concentrations on quality of selected dried mango (*Mangifera indica* L.). uir.unisa.ac.za 2013. <http://uir.unisa.ac.za/bitstream/handle/10500/10440/Mango%20paper%5b1%5d.pdf?sequence=1>. Consultado el 20 de Abril del 2014.
 36. FAO. Mango, Post-Harvest Operations. Fao.org 2002. http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/inpho/docs/Post_Harvest_Compendium_-_Mango.pdf. Consultado el 16 de Octubre del 2012.
 37. Rincón, A., Montilla, E. y Valverde, L. Evaluación de dieciséis (16) cultivares de mango (*mangifera indica* l) en los llanos venezolanos, *Agricultura Andina* 2008; 15, [ONLINE].
 38. Talcott, S., Talcott, S. Caracterización por espectroscopía de masas y cromatografía líquida de alta resolución (HPLC) del mango (*Mangifera Indica* L.) después de una Hidrólisis Enzimática. Texas A&M University, Department of Nutrition and Food Science 2009; [ONLINE].
 39. Kim, Y., Brecht, J. K. y Talcott, S. T. Antioxidant phytochemical and fruit quality changes in mango (*Mangifera indica* L.) following hot water immersion and controlled atmosphere storage. *Food Chem*, 2007; 105(3): 1327-1334.
 40. Ribeiro, S. M. R., Queiroz, J. H., de Queiroz, M. E. L. R., Campos, F. M. y Sant'Ana, H. M. P. Antioxidant in mango (*Mangifera indica* L.) pulp. *Plant Foods Hum Nutr*, 2007; 62:13-17.
 41. Barreto, J., Trevisan, M., Hull, W., Erben, G., Brito, E., Pfundstein, B., Wu, G. y Owen, R. Characterization and Quantitation of Polyphenolic Compounds in Bark, Kernel, Leaves, and Peel of Mango (*Mangifera indica* L.). *J Agric Food Chem*, 2008; 56(14): 5599-5610.
 42. Sáyago-Ayerdi, S., Moreno-Hernández, C., Montalvo-González, E., García-Magaña, M., Mata-Montes, M., Torres, J. y Pérez-Jiménez, J. Mexican 'Ataulfo' mango (*Mangifera indica* L) as a source of hydrolyzable tannins. Analysis by MALDI-TOF/TOF MS. *Food Res Int*, 2013; 51: 188-194.
 43. Phenol explorer. Base de Datos sobre el contenido de polifenoles en alimentos. Phenol-Explorer.eu 2014. <http://www.phenol-explorer.eu/>. Consultado el 19 de Abril del 2014.
 44. Kim, H., Moon, J. Y., Kim, H., Lee, D. S., Cho, M., Choi, H. K., Kim, Y.S., Mosaddik, A. y Cho, S. K.. Antioxidant and antiproliferative activities of mango (*Mangifera indica* L.) flesh and peel. *Food Chem*, 2010; 121(2): 429-436.
 45. Norato, G.D., Bertoldi, M.C., Krenek, K., Talcott, S.T., Stringheta, P.C. y Mertens-Talcott, S.U. Anticarcinogenic effects of polyphenolics from mango (*Mangifera indica*) varieties. *J Agric Food Chem*, 2010; 58(7): 4104-4112
 46. Larrauri, J.A., Ruperez, P., Borroto, B. y Saura-Calixto, F. Mango peels as a new tropical fibre, preparation and characterization. *LWT-Food Sci Technol* 1996; 29(8): 729-733.
 47. McDougall, G.J., Shpiro, F., Dobson, P., Smith, P., Blake, A. y Stewart, D. Different polyphenolic components of soft fruits inhibit α -amylase and α -glucosidase. *J Agric Food Chem*, 2005; 53(7): 2760-2766.
 48. Xiao, J., Ni, X., Kai, G. y Chen, X. A review on structure-activity relationship of dietary polyphenols inhibiting α -amylase. *Crit Rev Food Scie Nutr*, 2013; 53(5): 497-506.
 49. He, Q., Lv, Y. y Yao, K. Effects of tea polyphenols on the activities of α -amylase, pepsin, trypsin and lipase. *Food Chem*, 2007; 101(3): 1178-1182.
 50. Gil-Chávez, G.J., Villa, J.A., Ayala-Zavala, F.J., Basilio-Heredia, J., Sepúlveda, D., Yahia, E.M. y González-Aguilar, G.A. Technologies for extraction and production of bioactive compounds to be used as nutraceuticals and food ingredients, an overview. *Comp Rev Food Sci Food Safety* 2013; 12(1): 5-23.
 51. Yoshioka, K., Kataoka, T., Hayashi, T., Hasegawa, M., Ishi, Y. y Hibasami, H. Induction of apoptosis by gallic acid in human stomach cancer KATO III and colon adenocarcinoma COLO 205 cell lines. *Oncology Rep*, 2000; 7(6): 1221-1224.
 52. Prieto, J., Recio, M., Giner, R. Máñez, S. Giner-Larza, E. y Ríos, J. Influence of traditional Chinese anti-inflammatory medicinal plants on leukocyte and platelet functions. *J Pharm Pharmacol*, 2003; 55(9):1275-82.
 53. Li, Y., Kim, J., Li, J., Liu, F., Liu, X., Himmeldirk, K., Ren, Y., Wagner, T.E. y Chen, X. Natural anti-diabetic compound 1,2,3,4,6-penta-O-galloyl-d-glucopyranose binds to insulin receptor and activates insulin-mediated glucose transport sig-

- naling pathway. *Biochem Biophys Res Comm*, 2005; 336(2): 430-437.
54. Liu, X., Kim, J.K., Li, Y., Li, J., Liu, F., Chen, X. Tannic acid stimulates glucose transport and inhibits adipocyte differentiation in 3T3-L1 cells. *J Nutr*, 2005; 135(2),165-71.
 55. Huang, Z. Chang, C. [Advances of study on glucose and lipids metabolism of chlorogenic acid regulating]. *Wei Sheng Yan Jiu*, 2008; 7(5), 637-9.
 56. Meng, S., Cao, J., Feng, Q., Peng, J. y Hu, Y. Roles of chlorogenic acid on regulating glucose and lipids metabolism, A review. *Evid Based Complement Alternat Med*, 2013; 2013:11.
 57. Raina, K., Rajamanickam, S., Deep, G., Singh, M., Agarwal, R., Agarwal, C. Chemopreventive effects of oral gallic acid feeding on tumor growth and progression in TRAMP mice. *Mol Cancer Ther*, 2008; 7(5): 1258-1267.
 58. Choi, K., Lee, Y., Jung, M., Kwon, S., Kim, M., Jun, W., Lee, J., Lee, J.M. y Yoon, H.G. Gallic acid suppresses lipopolysaccharide-induced nuclear factor-kappaB signaling by preventing RelA acetylation in A549 lung cancer cells. *Mol Cancer Res*, 2009; 7(12): 2011-21.
 59. Liu, K., Hu, S., Chan, B., Wat, E., Lau, C., Hon, K., Fung, K., Leung, P., Hui, P., Lam, C., Wong, C. Anti-inflammatory and anti-allergic activities of Pentaherb formula, Moutan Cortex (Danpi) and gallic acid. *Molecules* 2013; 18(3): 2483-500.
 60. Nair, C.G. y Nair, C.K. Radioprotective effects of gallic acid in mice. *Biomed Res Int*, 2013; 2013: 953079
 61. Khurana, S., Hollingsworth, A., Piche, M., Venkataraman, K., Kumar, A., Ross, G.M. y Tai, T.C Antiapoptotic actions of methyl gallate on neonatal rat cardiac myocytes exposed to H₂O₂. *Oxid Med Cell Longev*. 2014; 2014: 9.
 62. Robles-Sánchez, M., Astiazarán-García, H., Martín-Belloso, O., Gorinstein, S., Álvarez-Parrilla, E., De la Rosa, L. A., Yepiz-Plascencia, G. y González-Aguilar, G. A. Influence of whole and fresh-cut mango intake on plasma lipids and antioxidant capacity of healthy adults. *Food Res Int*, 2011; 44(5), 1386-1391.
 63. Al-halabi, R., Bou, C., Raghida, M., El-hajj, H., Zahr, H., Schneider-Stock, R., Bazarbachi, A.M, Gali-Muhtasib, H. Gallotannin inhibits NFκB signaling and growth of human colon cancer xenografts. *Cancer Biol Ther*, 2005; 12(1): 59-68
 64. Angel-Morales, G., Noratto, G., Mertens-Talcott, S. Red wine polyphenolics reduce the expression of inflammation markers in human colon-derived CCD-18Co myofibroblast cells: potential role of microRNA-126. *Food & function* 2012; 3(7): 745-752.
 65. Castañeda, D. M., Pombo, L. M., Uruña, C. P., Hernandez, J. F. y Fiorentino, S. A gallotannin-rich fraction from *Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze displays cytotoxic activity and raises sensitivity to doxorubicin in a leukemia cell line. *BMC Complement Altern Med*, 2012; 12: 38.
 66. Chanda, D., Bhushan, S., Guru, S. K., Shanker, K., Wani, Z. A., Rah, B. A. y Negi, A. S. Anticancer activity, toxicity and pharmacokinetic profile of an indanone derivative. *Eur J Pharm Sci*, 2012; 47(5): 988-995.
 67. Luo, F., Fu, Y., Xiang, Y., Yang, S., Hu, G., Huang, X., Huang, G., Sun, C., Li, X. y Chneg, K. Identification and quantification of gallotannins in mango (*Mangifera indica L.*) kernel and peel and their antiproliferative activities. *J Functional Foods* 2014; 8: 282- 291.
 68. Ali, R., Yong, M.J., Gyawali, R., Mosaddik, A., Ryu, Y., Cho, S.K. Mango (*Mangifera indica L.*) peel extracts inhibit proliferation of HeLa human cervical carcinoma cell via induction of apoptosis. *J Korean Soc Appl Biol Chem*, 2012; 55(3): 397-405.