

PERSPECTIVA ACTUAL DE LOS POLIFENOLES EN MÉXICO

Melisa Kenneth Delgado Bautista*

Palabras clave:

antioxidantes, polifenoles,
alimentos funcionales,
capacidad antioxidante,
fitoquímicos.

Keywords: antioxidants,
polyphenols, functional
foods, antioxidant capacity,
phytochemicals.

Resumen

Los polifenoles son compuestos fitoquímicos secundarios al metabolismo de las plantas. Se les han atribuido diversos beneficios para la salud como antioxidantes, antiinflamatorios, vasodilatadores, etc. Las actividades biológicas de los polifenoles han sido asociadas a la prevención de enfermedades crónicas. En México, contamos con una amplia variedad de alimentos de origen vegetal fuentes de compuestos fenólicos. Es necesario conocer las propiedades funcionales de alimentos mexicanos para aprovechar sus efectos benéficos en la salud y su potencial como ingredientes alimentarios con propiedades bioactivas que favorecen al organismo.

*Investigadora en el
Departamento de
Gastroenterología, del
Instituto Nacional de Ciencias
Médicas y Nutrición Salvador
Zubirán
meldeb1105@gmail.com

Esta revisión se enfoca en los conocimientos actuales acerca de los compuestos polifenólicos y los estudios realizados en México para evaluar la capacidad antioxidante y el contenido de polifenoles en alimentos del país con la intención que se conozca el panorama presente de este grupo de sustancias y ampliar la perspectiva para futuras investigaciones sobre el tema.

Abstract

Polyphenols are phytochemical compounds secondary to the metabolism of the plants. Several health benefits from this substances have been identified such as anti-inflammatory and positive cardiovascular effects, etc. The biological activities of polyphenols have been associated with the prevention of chronic illness. Mexico has a wide variety of plant foods that are good sources of polyphenolic compounds. It is necessary to know the functional properties of mexican foods to take advantage of its positive effects on health and their possible use as ingredients with bioactive properties that benefit the organism.

This review focuses in the current knowledge about polyphenolic compounds and the present studies in Mexico that evaluate the antioxidant capacity and polyphenol content in mexican foods with the purpose of knowing the actual view about this group of compounds and to extend the perspective for future investigation.

I. Introducción

La finalidad de este trabajo es aportar conocimientos que enriquezcan el conocimiento actual sobre los antioxidantes, específicamente los polifenoles, su papel en la salud humana y los estudios que han sido realizados en México para conocer la capacidad antioxidante de los alimentos del país y su uso potencial como ingredientes con propiedades bioactivas que benefician a la salud.

Han sido estudiados
ampliamente por
sus beneficios en el
organismo y la salud

Hoy en día, la industria alimentaria se ha enfocado en el estudio y la creación de productos alimentarios que además de nutrir, aporten sustancias que mejoren la salud o prevengan el riesgo de algunas enfermedades, lo que es conocido como alimento funcional (Illanes, 2015). Es por eso que en los últimos años se han realizado diversos estudios sobre los efectos de los antioxidantes en la salud. Los antioxidantes son compuestos que se encuentran en determinados alimentos y protegen al organismo de sustancias oxidantes (radicales libres y sustancias reactivas de oxígeno, nitrógeno o cloro) que desencadenan procesos patológicos y envejecimiento (Álvarez, 2013). Los nutrientes que tienen una función como antioxidantes incluyen algunas vitaminas y minerales. En cuanto a los compuestos no nutritivos, los fitoquímicos que funcionan como antioxidantes incluyen compuestos fenólicos, ligninas, carotenoides, betaína, colina, policosanol, melatonina, saponinas y fitatos (Beta, 2016). En este trabajo nos enfocaremos en los polifenoles ya que han despertado gran interés y han sido estudiados ampliamente por sus beneficios en el organismo y la salud.

2. Polifenoles

2.1 Clasificación de compuestos polifenólicos

Los polifenoles corresponden a un grupo de sustancias no energéticas presentes en los alimentos de origen vegetal y resultan del metabolismo secundario de las plantas. Son un conjunto de moléculas que poseen varios grupos bencénicos en su estructura sustituidos por funciones hidroxílicas (Quiñones, 2012), (Mercado, 2013), (Zavaleta, 2005).

Los compuestos fenólicos son los responsables de la sobrevivencia de las plantas ante las amenazas ambientales, proveen color a las hojas, frutas y flores, y a su vez tienen propiedades antimicrobianas, antimicóticas, de protección solar, quelan metales tóxicos pesados y tienen propiedades antioxidantes ante los radicales libres que se generan durante la fotosíntesis (Negrao, 2009).

Los compuestos fenólicos son los responsables de la sobrevivencia de las plantas ante las amenazas ambientales

Se clasifican en dos grupos principales según su estructura:

- » *Ácidos fenólicos*: son derivados del ácido hidroxicinámico y entre ellos se encuentran: los ácidos cafeico, ferúlico, cumárico y sináptico que se hallan en forma de derivados.
- » *Flavonoides*: su estructura les permite presentar una diversidad de compuestos como los flavonoles, flavonas, flavanonas, flavanololes, isoflavonoides, catequinas, calconas, dihidrocalcona, antocianidinas, leucoantocianidinas o, flavandiolo, proantocianidinas o taninos condensados (taninos no hidrolizables). Dentro de todos ellos, las flavonas (apigenina, luteolina y diosmetina) y los flavonoles (quercetina, mirecítina, kampferol), son los compuestos más abundantes en los vegetales, y se encuentran en mayor cantidad en las capas más superficiales de verduras, frutas, cereales y otras semillas, para proteger de la oxidación los tejidos de las capas inferiores (Zavaleta, 2005).

2.2 Polifenoles como antioxidantes

Se cree que la función antioxidante de los polifenoles radica en la amplia gama de actividades biológicas como secuestradores de radicales libres, quelación metálica y su capacidad para la modulación de enzimas, así como sus efectos sobre las vías de señalización celular y en la expresión de genes (Rodrigo, 2011).

2.3 Beneficios de los polifenoles sobre la salud

En los últimos años, se ha demostrado que una dieta rica en polifenoles provenientes de alimentos vegetales puede mejorar la salud y prevenir la incidencia de enfermedades crónico-degenerativas, coronarias y cáncer, entre otras (Muñoz, 2007). Se le atribuyen efectos vasodilatadores, antitrombóticos,

antiinflamatorios, antilipémicos, antiaterogénicos, apópticos, antiapópticos y cardioprotectores (Quiñones, 2012).

Polifenoles y estrés oxidativo

Los radicales libres generados como consecuencia del metabolismo normal pueden dañar diferentes tejidos. Cuando la generación de radicales libres se aumenta y no es suficiente la actividad antioxidante del organismo, el daño aumenta y tiene como consecuencia el desarrollo de condiciones patológicas (Herrera, 2009). Los polifenoles son potentes neutralizadores de radicales libres y un elevado poder antioxidante que pueden evitar la formación de especies reactivas del oxígeno, responsables del estrés oxidativo (Quiñones, 2012).

Puede mejorar la salud y prevenir la incidencia de enfermedades crónico-degenerativas, coronarias y cáncer

Cáncer y polifenoles

Participan en la regulación del ciclo celular. Al parecer regulan la proliferación de la proliferación celular y moduladores específicos de proteínas asociadas al ciclo celular. Al igual, pueden controlar la regulación de la progresión a células cancerosas y pueden tener la capacidad de inhibir la progresión del cáncer en muchos órganos. Tienen capacidad para bloquear tumores latentes mediante inhibición directa de las células tumorales o por propiedades antiangiogénicas e inflamatorias (García, 2013).

Efectos sobre el sistema cardiovascular

Estudios epidemiológicos han reportado una asociación inversa entre el consumo de flavonoides en la dieta y la mortalidad causada por enfermedades cardiovasculares. Estudios *in vivo* afirman que los flavonoides previenen el daño endotelial, deducen la presión sanguínea, reducen el estrés oxidativo y previenen daños orgánicos en animales hipertensivos. Otros estudios, muestran que un consumo alto de flavonoides contribuye a la mejora de la función endotelial en pacientes con hipertensión e isquemia (Pérez-Vizcaino 2006).

3 Estudios sobre alimentos ricos en polifenoles en México

En México se han realizado diversos estudios para conocer el contenido de sustancias antioxidantes en alimentos nativos de nuestro país. A continuación, revisaremos algunos estudios representativos de alimentos mexicanos y su relevancia científica en relación a su contenido de polifenoles y sus actividades biológicas.

3.1 Maíz

En la actualidad, se ha considerado que los granos del maíz (*Zea mays L.*) poseen actividad antioxidante y contribuyen a la salud debido a su contenido de sustancias benéficas como los carotenoides y antocianidinas, que están presentes en cantidades importantes en variedades pigmentadas del maíz.

Algunos estudios representativos de alimentos mexicanos y su relevancia científica

Estas sustancias varían dependiendo, entre otras causas, de la especie y el lugar donde se cultivan. La diversidad del maíz es muy amplia (más de 260 especies) y en su mayoría es originaria de América. En México, el maíz es un elemento indispensable cultural y culinariamente, ya que es básico en la dieta del mexicano.

Se encontró que la variedad criolla morada presenta una importante actividad antioxidante

En 2013, Álvarez y colaboradores estudiaron la actividad antioxidante de cinco variedades de maíz cultivadas en Campeche, México. Los compuestos mayormente involucrados en la actividad antioxidante del maíz son los compuestos fenólicos como los flavonoides y las antocianidinas. Las antocianidinas proporcionan colores intensos a los vegetales, especialmente violeta, morado y azul. Se encontró que la variedad criolla morada presenta una importante actividad antioxidante, mayor cantidad de polifenoles y antocianidinas (410 mg/ 100 g y 354mg/100g de antocianidinas y metabolitos fenólicos totales respectivamente, seguido del maíz rojo (111 mg/100 g de antocianidinas y 1445mg/100 g de metabolitos fenólicos) y con una menor cantidad, pero existente, las variedades de maíz blanco híbrido, blanco criollo y amarillo. Concluyen que el maíz puede ser un alimento funcional por su alto contenido en compuestos fenólicos y puede ser usado para la prevención de enfermedades y preservar la salud. (Álvarez, 2013)

3.2 Cacao

El cacao (*Theobroma cacao L.*) es un cultivo muy importante para la economía mexicana, y su producción se remonta a la época de la colonia en Latinoamérica. Los estados principales en cuanto a cultivo de cacao son Tabasco y Chiapas, además de que México es uno de los grandes productores a nivel mundial.

Ramírez, et al., realizaron un estudio en variedades de clones de cacao para conocer su actividad antioxidante y su contenido de compuestos fenólicos. Para esta evaluación realizaron la determinación de polifenoles totales y la captación de radicales libres. Con este estudio se concluye que la actividad antioxidante del cacao chiapaneco y su correlación con la cantidad de polifenoles totales puede tener efectos benéficos para la salud similares a ciertas frutas, vegetales, plantas y vinos, y su posible uso como materia prima para la obtención de antioxidantes naturales de gran utilidad en la industria alimentaria, farmacéutica y cosmética (González, 2013).

3.3 Jamaica

En México, la jamaica (*Hibiscus sabdariffa L.*) es un producto de baja industrialización y su consumo es principalmente en forma de cálices deshidratados para la preparación de infusiones acuosas y bebidas frescas. Se han reportado beneficios propios de la jamaica para la salud como bactericida, antimicótico, diurético, antiinflamatorio, citotóxico selectivo, antihipertensivo, antihiperlipidémico, etc. Su color rojo se debe a las antocianinas y su sabor cítrico se atribuye al contenido de ácidos orgánicos como el ácido cítrico, málico, tartárico e hibisco. Además, la jamaica contiene compuestos fitoquímicos como polifenoles, flavonoides, ácido ascórbico, β -caroteno y polisacáridos. Varias

de estas sustancias son responsables de sus propiedades funcionales, en especial su actividad antioxidante (Sumaya, 2014). Medina Carrillo y colaboradores analizaron 64 variedades de jamaica en función de sus antocianinas totales y compuestos fenólicos. De las variedades analizadas, todas presentaron actividad antirradical como de reducción asociada a las concentraciones de antocianinas totales y compuestos fenólicos. Así mismo las variedades de jamaica verde y rosa contienen mayores cantidades de compuestos fenólicos totales. Por tanto, la jamaica podría ser una opción para la producción de alimentos funcionales ya que puede ser un valioso ingrediente de la industria alimentaria como fuente de antioxidantes. (Medina-Carrillo, 2013)

Beneficios propios de la jamaica para la salud como bactericida, antimicótico, diurético, antiinflamatorio, citotóxico selectivo, antihipertensivo, antihiperlipidémico, etc.

3.4 Avena

La avena (*Avena sativa L.*) es un cereal con beneficios nutricionales por su contenido de proteínas, lípidos, carbohidratos, fibra, vitaminas, minerales y además es rica en antioxidantes como las avenantramidas (un tipo de polifenoles). En México, la avena es el cuarto cereal más producido (SAGARPA), siendo Chihuahua y Durango los estados con mayor producción de avena. Las variedades más cultivadas son Chihuahua, Cuauhtémoc, Avemex y Karma siendo estas dos últimas genéticamente modificadas para la resistencia a la roya.

La avena es el único cereal que contiene las avenantramidas. Estas son compuestos formados por un ácido antranílico unido con un enlace peptídico a un ácido hidroxicinámico. Estos compuestos poseen propiedades biológicas como actividades antioxidantes, antiinflamatorias, antiaterogénicas, antiirritantes y antiproliferativas, además de prevenir enfermedades coronarias.

Avemex es una variedad que puede ser usada como ingrediente funcional en la producción de alimentos

Ortiz Robledo et al., realizaron un estudio para evaluar el contenido de avenantramidas en cuatro variedades de avena cultivadas en Durango, México, su correlación con la composición química del grano y su potencial como nutraceutico y perfiles nutricionales. Concluyeron que la variedad Avemex tiene tres veces más concentraciones de avenantramidas en comparación a las otras variedades estudiadas (Karma, Chihuahua y Cuauhtémoc). Se sugiere que Avemex es una variedad que puede ser usada como ingrediente funcional en la producción de alimentos (Ortiz-Robledo, 2013).

3.5 Frutas tropicales de Yucatán, México

Últimamente se ha reportado que en Yucatán, México, existe una gran variedad de frutos ricos en compuestos bioactivos y con actividad antioxidante en su pulpa, tal es el caso del marañón rojo, amarillo y del caimito. Estas frutas son consumidas de forma fresca o de manera procesada y la cáscara es desechada. Varios autores aseguran que el contenido de compuestos fenólicos totales

es alto en la cáscara de algunas frutas, en algunos casos, más que en la fruta en sí. Puesto que los residuos de la fruta son baratos, de fácil disponibilidad y ricos en moléculas bioactivas se ha prestado atención al estudio de estos residuos como una fuente de antioxidantes que pueden ser usados en la industria.

Con el fin de determinar los compuestos antioxidantes principales de las cáscaras de las frutas antes mencionadas Moo-Huchin y colaboradores realizaron un estudio donde encontraron que tienen un contenido importante de vitamina C, antocianinas, compuestos fenólicos, flavonoides y carotenoides. Las cáscaras de estas frutas mostraron una capacidad antioxidante importante. Los compuestos

fenólicos que predominan en el marañón (amarillo y rojo) y el caimito son el ácido ferúlico, el ácido gálico, el ácido eláxico y la miricetina.

El potencial de las cáscaras de frutas como fuentes importantes de antioxidantes y su utilidad en la industria

Este estudio muestra el potencial de las cáscaras de frutas como fuentes importantes de antioxidantes y su utilidad en la industria con oportunidades para desarrollar ingredientes para la creación de alimentos funcionales o farmacéuticos. (Moo-Huchin, 2015)

Existe una gran variedad de frutos ricos en compuestos bioactivos y con actividad antioxidante en su pulpa

3.6 Chicozapote

El chicozapote (*Achras Sapota*) es una fruta tropical rica en antioxidantes especialmente carotenoides y flavonoles (glucósido de quercetina) así como ácido cinámico y catequinas. El fruto es consumido fresco cuando está totalmente maduro y es considerado un postre en muchas zonas geográficas. Su vida útil es muy corta (alcanza madurez comercial 6 a 8 días después de ser cortado) lo que dificulta su conservación y comercialización (Alia-Tejaca, 2005).

Vargas y Vargas, et al., desarrollaron un producto mínimamente procesado a base de chicozapote usando la refrigeración y una película plástica de polietileno de baja densidad para mantener sus propiedades nutricionales y antioxidantes, además de facilitar su comercialización. Concluyeron que la temperatura adecuada para el mantenimiento de los compuestos bioactivos propios del fruto es a 2°C, logrando una vida útil de 25 días y conservando su actividad en la captación de radicales libres. Este estudio ofrece una opción de producto con características funcionales y semejantes a las que presenta la fruta fresca (Vargas, 2015).

3.7 Oleaginosas

Las oleaginosas como las nueces, pistaches y el cacahuete son fuentes importantes de antioxidantes polifenólicos, incluyendo al resveratrol y otros flavonoides. México es el segundo país productor de nuez y cacahuete a nivel mundial.

México es el segundo país productor de nuez y cacahuete a nivel mundial

En 2014, Rosales-Martínez y colaboradores evaluaron el contenido de sustancias polifenólicas en oleaginosas mexicanas. Encontraron que las nueces, los pistaches y los cacahuates son buenas fuentes de compuestos bioactivos y que la piel de los cacahuates puede ser usada como ingrediente en la preparación de alimentos funcionales. Además encontraron que la nuez de castilla tiene el contenido más alto de compuestos fenólicos y la mayor capacidad antioxidante de todas las variedades evaluadas. En todas las muestras analizadas se encontraron contenidos de resveratrol, catequinas, epicatequinas y quercetina (Rosales-Martínez, 2014).

3.8 Chía

El consumo de la chía (*Salvia hispanica*) se remonta a tiempos prehispánicos. Es una semilla nativa de México. Se consume como semilla, en forma de harina, aceite y mucílago. Las semillas de chía son una importante fuente de nutrimentos ya que es rica en proteínas, fibra, antioxidantes y aceites. Los antioxidantes presentes en la chía son de naturaleza fenólica y pueden estar de forma libre o unida a azúcares. Sus compuestos bioactivos más importantes son los ácidos clorogénico y cafeico, los flavanoles, la miricetina, la quercetina y el kaempferol. Todo esto le brinda a este alimento capacidades antioxidantes y es un alimento que puede ser incluido en la dieta (Valdivia-López, 2015).

3.9 Especies y condimentos mexicanos

México cuenta con una amplia gama comercial de especias y condimentos, además de ser un importante productor a nivel mundial. Los principales abastecedores de especias a nivel nacional son Oaxaca, Guerrero, D.F., Puebla, Chiapas, Guanajuato y Yucatán.

Las especias son plantas aromáticas utilizadas en México con fines culinarios (dar sabor, aroma y/o color a alimentos y bebidas) o como remedios herbolarios para tratar algunas enfermedades. Se consideran especias a diversas partes de una misma planta como son: hojas, semillas, flores, frutos, bayas, tallos o cortezas y se clasifican según su uso en hierbas frescas, secas o procesadas. Entre las especias nativas mexicanas se encuentran: ajo, cacao, cebolla, canela, chiles frescos y procesados (secos, encurtidos y ahumados), cilantro, clavos de olor, comino, epazote, hierba santa, huitlacoche, jengibre, laurel, mejorana, nuez moscada, orégano, perejil, pimienta blanca y negra, pimentón, romero, yuca.

Los principales
abastecedores de
especias a nivel nacional
son Oaxaca, Guerrero,
D.F., Puebla, Chiapas,
Guanajuato y Yucatán

Por otra parte, los condimentos se definen como una mezcla de especias combinadas con otros productos para realzar su sabor. Entre ellos se encuentran: el adobo, achiote, moles, pipián y salsas picantes.

Tanto las especias como los condimentos poseen propiedades benéficas a la salud que son atribuidas a su contenido de fitoquímicos específicamente de compuestos polifenólicos.

Se han encontrado ácidos fenólicos en especias como el achiote, azafrán, cebolla, chía, cilantro, clavo, comino, epazote, hinojo, jengibre, laurel, orégano, perejil, tila y tomillo. Mientras que los flavonoides se encuentran en casi todas las especias a excepción del romero. Especias como la cebolla, jengibre, clavo, tomillo y comino contienen taninos, flavonoides y ácidos fenólicos. La controversia del mecanismo de acción de los antioxidantes radica en que se ha encontrado que se absorben en pequeña cantidad y que sufren transformaciones metabólicas que afectan su actividad en contra de los radicales libres. Sin embargo, se les atribuyen otros beneficios como la regulación de la expresión de genes determinados, antiinflamatorios, etc.

Asimismo el consumo de alimentos ricos en polifenoles se ha asociado a un efecto protector frente a la oxidación de las grasas insaturadas de los alimentos. Diversos autores han demostrado que el uso de especias y condimentos reducen la oxidación de productos cárnicos durante su cocción o almacenamiento y evitan la formación de productos terminales de la oxidación de lípidos. Lo que puede tener un impacto positivo en la salud de las personas que los ingieren.

Los beneficios en el organismo por el consumo de especias como parte de una dieta diaria aún no están bien documentados. Es necesaria mayor investigación que avale los posibles efectos de algunas de estas especias y ser consideradas como alimentos funcionales. Es importante desarrollar más estudios bajo este propósito pues México posee una amplia gama de ellas. A pesar de la falta de evidencia científica, el consumo debe ser fomentado y encaminado a obtener el mayor provecho de las propiedades que poseen este grupo de alimentos (Mercado-Mercado, 2013).

3.10 Propiedades antioxidantes de alimentos consumidos en México

En 2007, Gutiérrez-Zavala et al. realizaron un estudio para evaluar la capacidad antioxidante de 24 alimentos de consumo habitual y de la región del estado de Chiapas.

Entre los resultados observados destacaron la manzana, la guayaba, la papaya, la naranja, la calabacita, el betabel, el aguacate, el berro, el chile y el tomate como alimentos con alto contenido de compuestos fenólicos y otros antioxidantes. Además de la verdolaga cocida, la hierbabuena, la chaya y la jamaica. Estos alimentos se encuentran en casi todo el país y forman parte de la dieta de algunos mexicanos, por tanto es conveniente enfatizar la importancia de su consumo por su capacidad antioxidante y los beneficios que pueden alcanzarse gracias a la protección que brindan contra los radicales libres (Gutiérrez, 2007).

Conclusiones

En México, la diversidad de alimentos de origen vegetal es muy amplia. Se han realizado estudios para evaluar la capacidad antioxidante y la composición química de diversos alimentos del país para conocer sus propiedades funcionales. Se han observado altos contenidos de polifenoles en ciertos alimentos tradicionales como el maíz, el cacao, las especias, etc. que forman parte de la dieta del mexicano. Este conocimiento es importante ya que pueden aprovecharse sus beneficios para la salud y su potencial para crear ingredientes en la producción de alimentos funcionales.

Sin embargo, se requieren más estudios para evaluar las propiedades antioxidantes de los alimentos de nuestro país y el efecto que tienen sobre las enfermedades que hoy aquejan a la población mexicana como la diabetes, el cáncer, etc para sus posibles usos como la prevención y tratamiento de diferentes estados patológicos. Es conveniente fomentar el consumo de alimentos vegetales propios del país por su disponibilidad y fácil acceso además sus beneficios en la salud. ■

Pueden aprovecharse
sus beneficios para la
salud y su potencial para
crear ingredientes en la
producción de alimentos
funcionales

REFERENCIAS ■

- Alia-Tejacal I, et al. *Análisis preliminar de carotenoides y compuestos fenólicos en frutos de zapote mamey (Pouteria sapota (Jacq.)).* Revista Chapingo Serie Horticultura, 2005, vol. 11, no 2, p. 225-231. Recuperado en: <http://www.chapingo.mx/revistas/revistas/articulos/doc/rchshXI98.pdf> pdf, consultado 28-11-2015
- Álvarez R, Bolívar N, Garma P, Tut-Heredia J, Romero K. *Actividad antioxidante de cinco variedades de maíz cultivadas en Campeche, México. Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas, 2013, vol. 12, no 6.* Recuperado en: <http://www.journals.usach.cl/ojs/index.php/blacpma/article/viewFile/1380/1288> pdf, consultado 26-11-2015
- Beta T, Duodu KG. *Bioactives: Antioxidants. Reference Module in Food Science: Elsevier; 2016.* doi: 10.1016/B978-0-08-100596-5.00110-4. Recuperado en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780081005965001104> publicado en línea, consultado 30-11-2015
- De Lourdes Vargas M, Duch ES, Canul ET, Novelo SAG, Cortez JT. *Chicozapote fresco y cortado (achras sapota) con actividad antioxidante; una demanda actual del consumo de frutas.* Revista Mexicana de Agronegocios. , 2015, vol. 19, no 36, p. 1315-1324. Recuperado en: <http://ageconsearch.umn.edu/bitstream/200282/2/16.%20Chicozapote%20ITM.pdf> pdf, consultado 25-11-2015
- García Triana BE, et al. *El estrés oxidativo y los antioxidantes en la prevención del cáncer.* Revista Habanera de Ciencias Médicas. 2013, vol. 12, no 2, p. 187-196. Recuperado en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1729-519X2013000200005&script=sci_arttext&tlng=pt pdf, consultado 28-11-2015

- González MBR, et al. *Actividad antioxidante de clones de cacao (Theobroma cacao L.) finos y aromáticos cultivados en el estado de Chiapas, México*. *Perspectivas en Nutrición Humana*. 2013, vol. 15, no 1, p. 27. Recuperado en: <http://www.scielo.org.co/pdf/penh/v15n1/v15n1a2.pdf> pdf, consultado 25-11-2015
- Gutiérrez Zavala Á, et al. *Capacidad antioxidante total en alimentos convencionales y regionales de Chiapas, México*. *Revista cubana de salud pública*. 2007, vol. 33, no 1, p. 0-0. Recuperado en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0864-34662007000100008&script=sci_arttext&tlng=pt pdf, consultado 28-11-2015
- Herrera E, et al. *Aspects of antioxidant foods and supplements in health and disease*. *Nutrition reviews*. 2009, vol. 67, no suppl 1, p. S140-S144. Recuperado en: http://nutritionreviews.oxfordjournals.org/content/67/suppl_1/S140.abstract pdf, consultado 25-11-2015
- Illanes A. *Alimentos funcionales y biotecnología*. *Revista Colombiana de Biotecnología*. vol. XVII, núm. 1, junio, 2015, pp. 5-8. Recuperado en: <http://www.scielo.org.co/pdf/biote/v17n1/v17n1a01.pdf> pdf, consultado 25-11-2015
- Medina-Carrillo RE, et al. *Actividad antioxidante de extractos de cálices deshidratados de 64 variedades de jamaica (hibiscus sabdariffa) en función de fenólicos y antocianinas totales*. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*. 2013, vol. 22, p. 41-44. Recuperado en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2071-00542013000500006&script=sci_arttext pdf, consultado 25-11-2015
- Mercado-Mercado G, Rosa Carrillo Ldl, Wall-Medrano A, López Díaz JA, Álvarez-Parrilla E. *Compuestos polifenólicos y capacidad antioxidante de especias típicas consumidas en México*. *Nutrición Hospitalaria*. 2013, vol. 28, no 1, p. 36-46. Recuperado en: <http://www.nutricionhospitalaria.com/pdf/6298.pdf> pdf, consultado 25-11-2015
- Moo-Huchin VM, et al. *Antioxidant compounds, antioxidant activity and phenolic content in peel from three tropical fruits from Yucatan, Mexico*. *Food chemistry*. 2015, vol. 166, p. 17-22. Recuperado en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814614008437> pdf, consultado 25-11-2015
- Muñoz M, et al. *Componentes fenólicos de la dieta y sus propiedades biomedicinales*. *Revista Horizonte Médico*. 2007, vol. 7, no 1, p. 23. Recuperado en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=371637115003> pdf, consultado 25-11-2015
- Negrão R, et al. *Natural Polyphenols as Anti-Oxidant, Anti-Inflammatory and Anti-Angiogenic Agents in the Metabolic Syndrome. Oxidative Stress, Inflammation and Angiogenesis in the Metabolic Syndrome*. Springer Netherlands, 2009. p. 147-180. Recuperado en: http://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-1-4020-9701-0_8 pdf, consultado 25-11-2015
- Ortiz-Robledo F, et al. *Avenanthramides and nutritional components of four mexican oat (avena sativa L.) varieties*. *Agrociencia*. 2013, vol. 47, no 3, p. 225-232. Recuperado en: <http://www.redalyc.org/pdf/302/30226978002.pdf> pdf, consultado 25-11-2015
- Pérez-Vizcaíno F, et al. *Endothelial function and cardiovascular disease: effects of quercetin and wine polyphenols*. *Free radical research*. 2006, vol. 40, no 10, p. 1054-1065. Recuperado en: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10715760600823128?journalCode=ifra20> pdf, consultado 25-11-2015
- Quiñones M, Miguel M, Aleixandre A. *Los polifenoles, compuestos de origen natural con efectos saludables sobre el sistema cardiovascular*. *Nutrición Hospitalaria*. 2012, vol. 27, no 1, p. 76-89. Recuperado en: pdf, consultado 25-11-2015
- Rodrigo R, et al. *Modulation of endogenous antioxidant system by wine polyphenols in human disease*. *Clinica Chimica*



Acta. 2011, vol. 412, no 5, p. 410-424. Recuperado en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112012000100009 pdf, consultado 25-11-2015

Rosales-Martínez P, et al. *Comparison between antioxidant activities of phenolic extracts from mexican peanuts, peanuts skins, nuts and pistachios*. Journal of the Mexican Chemical Society. 2014, vol. 58, no 2, p. 185-193. Recuperado en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1870-249X2014000200015&script=sci_arttext pdf, consultado 25-11-2015

Sumaya Martínez MT, et al. *Potencial de la jamaica (hibiscus sabdariffa l.) en la elaboración de alimentos funcionales con actividad antioxidante*. Revista mexicana de agronegocios. 2014, vol. 35, p. 1082-1088. Recuperado en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=14131676017> pdf, consultado 25-11-2015

Valdivia-Lopez MA, et al. *Chia (Salvia hispanica): A Review of Native Mexican Seed and its Nutritional and Functional Properties*. Advances in food and nutrition research. 2015, vol. 75, p. 53-75. Recuperado en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1043452615000510> pdf, consultado 25-11-2015

Zavaleta J, et al. *Capacidad antioxidante y principales ácidos fenólicos y flavonoides de algunos alimentos*. Revista Horizonte Médico. 2005, vol. 2, no 5, p. 29-38. Recuperado en: http://www.revistasacademicas.usmp.edu.pe/_uploads/articulos/bff34-art4_vol5_n2.pdf pdf, consultado 25-11-2015