

# Nacameh

Publicación electrónica arbitrada en Ciencia y Tecnología de la Carne  
cbs.izt.uam.mx/nacameh  
ISSN 2007-0373

NACAMEH Vol. 12, No. 2, pp. 30-41, 2018

## **Cáscara de granada (*Punica granatum L.*): potencial uso como fuente de ingredientes funcionales en productos cárnicos emulsionados cocidos**

### **Pomegranate peel (*Punica granatum L.*): potential use as a source of functional ingredients in emulsified cooked meat products**

Karla Vanessa Maillard Berdeja <sup>1 i</sup>, Edith Ponce Alquicira<sup>2 ii</sup> ✉, Beatriz Sofía Schettino Bermúdez <sup>1 iii</sup>

<sup>1</sup> *Universidad Autónoma Metropolitana Xochimilco. Departamento de Producción Agrícola y Animal. Calzada del Hueso 1100, Col. Villa Quietud, Delegación Coyoacán, C. P. 04960, Ciudad de México.* <sup>2</sup> *Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa. Departamento de Biotecnología. Av. San Rafael Atlixco No. 186, Col. Vicentina, Delegación, Iztapalapa, 09340, Ciudad de México.* ✉ *Autor de correspondencia: pae@xanum.uam.mx.*

#### **Resumen**

El procesamiento industrial de frutas y productos agrícolas genera una amplia gama subproductos que no son aprovechados y que pueden constituir una fuente de contaminación. Sin embargo, hoy en día se ha reconocido que los residuos hortofrutícolas constituidos principalmente por las hojas, cáscaras y semillas, son una fuente importante de fibra y antioxidantes naturales, que pueden ser usados como ingredientes funcionales en la elaboración de distintos alimentos. En particular, la cáscara de la fruta de la granada es un co-producto agroindustrial muy prometedor para ser usado como ingrediente funcional debido a su alto contenido de fibra y compuestos polifenólicos. Por otra parte, la industria cárnica enfrenta nuevos retos dado el creciente interés de los consumidores por adquirir productos más saludables. Por lo que se presenta una revisión de los principales componentes presentes en la cáscara de granada, así como su inclusión en la formulación de productos cárnicos emulsionados cocidos, como una alternativa para dar valor agregado a un residuo agroindustrial y generar productos cárnicos que promuevan la salud de los consumidores.

---

i  [orcid.org/0000-0003-2986-0496](https://orcid.org/0000-0003-2986-0496)

ii  [orcid.org/0000-0002-0797-9165](https://orcid.org/0000-0002-0797-9165)

iii  [orcid.org/0000-0002-9216-156X](https://orcid.org/0000-0002-9216-156X)

Recibido: 25/10/2018. Aceptado: 20/12/2018

**Palabras clave:** co-productos agroindustriales, cáscara de granada, fibra, antioxidantes, emulsionado cárnico cocido.

### **Abstract**

The industrial processing of fruits and agricultural products produces a wide range of by-products which may constitute a source of contamination. However, today it has been recognized that the fruit and vegetable residues consisting mainly of leaves, shells and seeds, constitute an important source of fiber and antioxidants, which can be used as functional ingredients in the elaboration of different foods. In particular, peel of the pomegranate fruit is a very promising agro-industrial co-product to be used as a functional ingredient due to its high content of fiber and polyphenolic compounds. On the other hand, the meat industry faces new challenges due to the growing interest of consumers to acquire healthier meat products. Therefore, it is presented a review of the main components present in the shell of pomegranate fruit, as well as their inclusion in the formulation of emulsified cooked meat products, as an alternative to add value to an agro-industrial residue and to generate meat products that promote the consumers health.

**Key words:** agroindustrial co-products, pomegranate peel, fiber, antioxidants, cooked meat emulsification.

### **INTRODUCTION**

Hoy en día la elección de alimentos por parte de la población se lleva a cabo de una forma más racional, debido al conocimiento en torno a la alimentación y estilos de vida más saludables (Olmedilla-Alonso y Jiménez-Colmenero, 2014).

Es por ello que hay un creciente interés en estudiar la composición de diversos alimentos para conocer sus propiedades bioactivas y poder aprovecharlos para mejorar o preservar la salud de las personas, en este sentido los co-productos agroindustriales ofrecen una alternativa como fuente natural de antioxidantes además de otros elementos bioactivos.

Uno de los co-productos agroindustriales que ha tenido gran interés en los últimos años, es la cáscara de granada, la cual se ha reportado como una excelente fuente de antioxidantes (Akhtar y col., 2015) y fibra ( Viuda-Martos y col., 2012), que se espera pueda ser reconocida y utilizada en la industria cárnica, la cual hoy por hoy enfrenta retos debido al aumento en las preocupaciones de salud por parte del consumidor respecto a algunos componentes de la carne asociados al desarrollo de enfermedades crónicas degenerativas como cáncer, diabetes y obesidad entre otras (Olmedilla-Alonso y Jiménez-Colmenero, 2014). Por lo que el uso de este co-producto, puede ser una buena alternativa para renovar la imagen frente al consumidor de la carne y sus productos, así como mejorar su calidad nutricional.

### **Co-productos agroindustriales**

Los co-productos agroindustriales representan un grupo muy heterogéneo de residuos vegetales producidos por las agroindustrias en los diferentes pasos de la cadena de procesamiento de frutas, verduras y cereales (Serena y Knudsen, 2007). Estos co-productos incluyen: restos de pulpa, semillas, tallos, hojas y cáscaras (da Silva y col., 2014).

Cuyo volumen puede incluso exceder al volumen de la pulpa como porción comestible (Ayala-Zavala y col., 2011).

Para la industria la generación de grandes cantidades de residuos conlleva a pérdidas económicas debido a los gastos en su eliminación (Akkerman y van Donk, 2008), así mismo estos pueden representar un problema ambiental por la contaminación que implica su manejo (Maxime, Marcotte, y Arcand, 2006), por lo que la búsqueda de estrategias para aprovechar estos elementos que, cabe mencionar, son abundantes y de bajo costo, ha evolucionado y generado gran interés en las industrias (Schieber et al., 2001).

Los usos potenciales que se han desarrollado de los co-productos de algunas frutas incluyen la obtención de aditivos alimentarios como antioxidantes, antimicrobianos, colorantes, saborizantes, agentes espesantes y fuentes de proteína, entre otros (Ayala-Zavala y col., 2011; da Silva y col., 2014; Oreopoulou y Tzia, 2007).

### **Generalidades de la granada**

La granada roja (*Punica granatum L.*) es el fruto del árbol llamado granado, de la familia de las Punináceas (Jurenka, 2008). Es originaria de los Himalayas. Sin embargo, hoy en día se cultiva principalmente en el Medio Oriente, Asia, el sur de Europa, los Estados Unidos y las regiones climáticas más suaves de África (Medjakovic y Jungbauer, 2013).

En México, hasta 1980, el estado de Puebla fue el estado con mayor producción y consumo (López-Mejía, López-Malo y Palou, 2010). Según datos del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, en México en el año 2016 se sembraron 813 hectáreas y se cosecharon 726 ha de granada, con una producción de aproximadamente 5,210 ton, siendo Oaxaca, Guanajuato e Hidalgo los estados con mayor producción de granada (1,235, 979 y 992 ton, respectivamente).

El fruto de la granada es una baya globosa, denominada balausta, de color rojo brillante, verde amarillento o blanquecino, coronado por un cáliz de 5-8 cm de diámetro, lleno de semillas y de cáscara coriácea. Las semillas son gruesas y pulposas, de forma prismática, muy jugosas. Su color varía desde el rubí intenso hasta el blanco y su sabor es generalmente agri dulce (García Viguera y Pérez Vicente, 2004).

La parte comestible de la fruta de granada constituye el 50% y consiste en 40% de sus arilos y 10% de las semillas (Viuda-Martos y col, 2011). La cáscara representa alrededor del 50% del peso de la fruta (Akhtar y col., 2015).

Existen diversas variedades de granada, según la zona geográfica en la cual se cultive. El departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA, 2018) reporta la composición química proximal de la variedad Wonderful como se describe en la Tabla 1.

**Tabla 1. Composición proximal de la fruta de granada variedad Wonderful por 100gr (USDA, 2018)**

Nutriente	Valor	Unidad
Energía	83	kcal
Agua	77.9	g
Proteína	1.67	g
Lípidos totales	1.17	g
Cenizas	0.53	g
Carbohidratos, por diferencia	18.7	g
Fibra total	4.0	g
Azúcar total	13.67	g
Flavonoides		
Catequina	0.4	mg
Epigallocatequina	0.2	mg
Epicatequina	0.1	mg
Galocatequina	0.2	mg
Proantocianidinas		
Dímeros de proantocianidinas	0.3	mg

### Usos de la granada

El granado, especialmente su fruto, posee una vasta historia etnomédica (Lansky y Newman, 2007). Actualmente existe un creciente y renovado interés por este fruto, debido a los probados efectos beneficiosos relacionados con su contenido en taninos antioxidantes y flavonoides, beneficiosos para el control de enfermedades crónicas como cáncer (Adhami, Khan, y Mukhtar, 2009), síndrome metabólico (Medjakovic y Jungbauer, 2013), obesidad (Al-Muammar y Khan, 2012), enfermedad cardíaca isquémica (Sumner y

col., 2005) y aterosclerosis (Fuhrman, Volkova, y Aviram, 2005), así mismo también se ha reportado su papel antiséptico (Shiban, Al-Otaibi y Al-zoreky, 2012).

### **Ingredientes funcionales presentes en la cáscara de granada**

Los alimentos funcionales son aquellos que además de cumplir con sus funciones nutricionales básicas, contienen uno o más elementos con efecto saludable positivo. Se pueden agregar muchos componentes a los alimentos para que sean "funcionales", incluidos ácidos grasos, vitaminas, probióticos, prebióticos, simbióticos, fitoquímicos, péptidos bioactivos, fibra, etc. (Viuda-Martos y col., 2010).

Los residuos de fruta son fuentes importantes de fibra dietética y antioxidantes para desarrollar alimentos funcionales (Díaz-Vela y col., 2015).

### **Fibra Dietética**

La cáscara de granada puede ser utilizada como ingrediente funcional y fuente de fibra dietética (FD). Viuda-Martos y col. (2012), reportan un contenido de FD de 72.68 g/100g peso seco. Este dato muestra un mayor contenido de FD que otras cáscaras de frutas como la de coco con 60.9 g/100g de materia seca (Trinidad y col., 2006), mango (44.02%), piña (62.54%), jícama (56.06%), tuna (64.15%), manzana (48.54%) y zanahoria (33.62%) (Chávez-Zepeda y col., 2009).

Por su parte, Ismail y col. (2014) reportaron un contenido de  $17.53 \pm 0.74\%$  en cáscaras de la variedad blanca de granada, comparable al contenido reportado por Feumba y col. (2016) de  $17.63 \pm 0.05\%$ .

La importancia de la FD como parte de la dieta, radica en que es necesaria para mantener el ecosistema de la microflora bacteriana en óptimas condiciones, además de promover efectos benéficos tales como reducción del colesterol, disminución de niveles sanguíneos de glucosa, disminución de la presión arterial, efecto laxante, efecto de saciedad, entre otros (Gray, 2006).

Por otra parte, el transporte de antioxidantes en la dieta a través del tracto gastrointestinal puede ser una función esencial de la FD ya que la cantidad de polifenoles asociado con la FD se estima en aproximadamente el 50% (Saura-Calixto, 2011).

### **Compuestos fenólicos**

Los polifenoles son metabolitos presentes en las plantas. Además de su contribución al color y las características sensoriales de las frutas y verduras, están involucrados en el crecimiento y la reproducción, proporcionan resistencia a patógenos y juegan un papel muy importante en la protección contra la oxidación in vivo e in vitro (Bravo, 1998, Shiban, Al-otaibi y Al-zoreky, 2012).

Estos poseen anillos aromáticos con sustituyentes hidroxilo (Bravo, 1998) por lo que poseen una estructura ideal para la eliminación de radicales libres actuando como antioxidantes en sistemas biológicos.

La fruta entera de la granada es rica en compuestos polifenólicos de alto peso molecular como los isómeros de punicalagina, derivados del ácido elágico y antocianinas (Akhtar y col., 2015).

Sin embargo, se reconoce que es la cáscara la parte del fruto que contiene el conjunto más prometedor de compuestos fenólicos, predominantemente de taninos hidrolizables como elagitaninos, proantocianidinas y flavonoides, así mismo aproximadamente el 30% de todas las antocianidinas se concentran en esta porción de la fruta. Estudios in vivo sugieren que las propiedades antioxidantes de los polifenoles absorbidos en la dieta están ligados a sus compuestos metabolizados en el intestino grueso, como las urolitinas (Akhtar y col., 2015).

Rababah y col. (2010) reportaron que el extracto metanólico de cáscara de granada agria manejado a 60°C contenía 4,952.4 mg/100 g peso seco de polifenoles. Rowayshed y col. (2013) encontraron un contenido de 1, 403 g/100 g de materia seca en extractos metanólicos por HPLC, siendo predominantes las catequinas, el ácido gálico, el ácido caféico y el ácido elágico. Por su parte Mphahlele y col. (2017) reportan que los compuestos más encontrados por LC-MS fueron catequina, epicatequina, hesperidina, punicalina y rutina, siendo este último el flavonol más abundante en la cáscara.

Se ha demostrado que los extractos de cáscara de granada poseen una actividad antioxidante significativa. Li y col. (2006), encontraron que la cáscara de granada tuvo mayor actividad antioxidante que la pulpa (según lo determinado por el ensayo FRAP) en capacidad de eliminación o preventiva contra los radicales anión superóxido, hidroxilo y peroxilo, así como la inhibición de la oxidación de LDL inducida por CuSO<sub>4</sub>. Así mismo, Masci y col. (2016) demostraron una correlación altamente significativa entre los polifenoles totales y la capacidad antioxidante de la cáscara de granada.

### **Productos cárnicos emulsionados cocidos y consumo en México**

Habitualmente se utiliza el término de productos cárnicos emulsionados para referirse a productos como las salchichas ya que las proteínas solubilizadas actúan como el emulsionante entre el agua y la grasa presentes en las salchichas, las cuales son normalmente no miscibles, dando como resultado una emulsión de grasa en agua (Barbut, 1995).

Las salchichas son uno de los productos cárnicos de mayor consumo por parte de la población mexicana, con un consumo per cápita anual de 3.91 kg (Atlas de la carne, 2016).

### **Cárnicos emulsionados cocidos potencialmente funcionales mediante co-productos agroindustriales**

El aumento de las preocupaciones de salud por el consumidor respecto a algunos componentes de la carne y sus productos en relación con las principales enfermedades crónicas no transmisibles, como el cáncer, ofrecen oportunidades y desafíos para la industria cárnica, haciendo a los alimentos cárnicos funcionales una excelente oportunidad para mejorar la calidad e imagen de la carne y sus productos, además de lograr una diversificación muy necesaria en la actividad de la industria cárnica y coadyuvar a mejorar la salud de los consumidores (Olmedilla-Alonso, Jiménez-Colmenero y Sánchez-Muniz, 2013).

Numerosos autores han reportado el uso de diversos co-productos agroindustriales en productos cárnicos emulsionados cocidos con la intención de hacerlos más saludables e incluso se ha visto que pueden otorgar efectos positivos sobre las características fisicoquímicas y estructurales de dichos productos.

Fernández-Gines y col. (2004), reportaron la adición de albedo de limón en salchichas de Bolonia, lo cual mejoró las propiedades nutricionales, sin afectar significativamente las propiedades sensoriales o de calidad. El resultado más importante observado en la composición química fue una disminución en el nivel residual de nitrito.

En otro estudio Fernández-López y col. (2004) añadieron polvo de fibra de naranja a salchichas cocidas (bolognas), reportando puntajes hedónicos aceptables y valores de especies reactivas de ácido tiobarbitúrico (TBA) más bajos.

Díaz-Vela y col. (2015) utilizaron harina de cáscara de tuna y harina de cáscara de piña como fuente de fibra y prebióticos en salchichas cocidas inoculadas con bacterias ácido lácticas, concluyendo que su utilización no afectaba las características fisicoquímicas de las salchichas, pudiendo ser una alternativa viable en la búsqueda de productos cárnicos simbióticos.

### **Cárnicos emulsionados cocidos potencialmente funcionales y cáscara de granada.**

Por su alto contenido en polifenoles, algunos autores han adicionado cáscara de granada en salchichas y evaluado su efecto.

El-Gharably y Ashoush (2011), analizaron el impacto de la utilización de cáscara de granada en las características de calidad de la salchicha de carne de res durante un periodo de almacenamiento, reportando una disminución de los valores de TBA sin afectar significativamente las características de calidad o sensoriales de las salchichas, así mismo El-Nashi y col. (2015) encontraron valores reducidos de TBA y nitrógeno volátil total (TVN) durante el almacenamiento refrigerado de salchichas de res con la cáscara, encontrando reducción en el contenido de humedad, mejor capacidad de retención de

agua y características de cocción, así como del perfil microbiológico, sin efectos negativos en las características sensoriales del producto.

Gutiérrez Pacheco (2015) encontró un aumento en el contenido de fenoles totales en las salchichas con inclusión de cáscara de granada, capacidad antioxidante y efecto antimicrobiano. En este trabajo se concluye que: “la incorporación de cáscara de granada a concentraciones adecuadas puede aumentar la capacidad antioxidante y la connotación saludable en productos cárnicos emulsionados sin afectar las características de calidad”.

### **Conclusión**

Los co-productos agroindustriales ofrecen una fuente de bajo costo de compuestos bioactivos que pueden ser utilizados para la formulación de productos cárnicos más saludables. En este sentido se ha encontrado que la cáscara de granada posee ingredientes potencialmente funcionales como antioxidantes y fibra, que pueden ser usados en productos cárnicos emulsionados cocidos, sin afectar las características de calidad y sensoriales del producto en concentraciones adecuadas.

### **Referencias**

- ADHAMI, V. M., KHAN, N., MUKHTAR, H. (2009). Cancer Chemoprevention by Pomegranate: Laboratory and Clinical Evidence. *Nutrition and Cancer*, 61(6): 811-815.
- AKHTAR, S., ISMAIL, T., FRATERNALE, D., SESTILI, P. (2015). Pomegranate peel and peel extracts: Chemistry and food features. *Food Chemistry*, 174 (Supplement C): 417-425.
- AKKERMAN, R., VAN DONK, D. P. (2008). Development and application of a decision support tool for reduction of product losses in the food-processing industry. *Journal of Cleaner Production*, 16(3): 335-342.
- AL-MUAMMAR, M. N., KHAN, F. (2012). Obesity: The preventive role of the pomegranate (*Punica granatum*). *Nutrition*, 28(6): 595-604.
- Atlas de la carne. Adendum México (2016). Fundación Heinrich Böll. URL: [https://mx.boell.org/sites/default/files/hbs\\_ac\\_122016\\_web\\_pages.pdf](https://mx.boell.org/sites/default/files/hbs_ac_122016_web_pages.pdf), fecha de acceso: 07/03/2018
- AYALA-ZAVALA, J. F., VEGA-VEGA, V., ROSAS-DOMINGUEZ, C., PALAFOX-CARLOS, H., VILLARODRIGUEZ, J. A., SIDDIQUI, M. W., DAVILA-AVINA, J.E., GONZALEZ-AGUILAR, G. A. (2011). Agro-industrial potential of exotic fruit by products as a source of food additives. *Food Research International*, 44(7): 1866-1874.
- BARBUT, S. (1995). Importance of fat emulsification and protein matrix characteristics in meat batter stability. *Journal of Muscle Foods*, 6: 161-177.

- BRAVO, L. (1998). Polyphenols: Chemistry, Dietary Sources, Metabolism, and Nutritional Significance. *Nutrition Reviews*, 56(11): 317-333
- CHÁVEZ-ZEPEDA, L.P., CRUZ-MENDEZ, G., GRACIA DE CAZA, L., DIAZ VELA, J., PEREZ CHABELA, M.L. (2009). Utilización de subproductos agroindustriales como fuente de fibra para productos cárnicos. *NACAMEH* 3(2): 71-82
- DA SILVA, L. M. R., DE FIGUEIREDO, E. A. T., RICARDO, N., VIEIRA, I. G. P., DE FIGUEIREDO, R. W., BRASIL, I. M., GOMES, C. L. (2014). Quantification of bioactive compounds in pulps and by-products of tropical fruits from Brazil. *Food Chemistry*, 143: 398-404.
- DÍAZ-VELA, J., TOTOSAUS, A., PEREZ-CHAVELA, M.L. (2015) Integration of agroindustrial co-products as functional food ingredients: cactus pear (*Opuntia ficus indica*) flour and pineapple (*Ananas comosus*) peel flour as fiber source in cooked sausages inoculated with lactic acid bacteria. *Journal of Food Processing and Preservation*, 39: 2630-2638
- EL-GHARABLY, A.M.A., ASHOUSH, I.S. (2011). Utilization impact of adding pomegranate rind powder and red beet powder as natural antioxidant on quality characteristics of beef sausage. *World Journal of Dairy & Food Sciences* 6 (1): 86-97
- EL-NASHI, H. B., ABDEL FATTAH, A. F. A. K., ABDEL RAHMAN, N. R., ABD EL-RAZIK, M. M. (2015). Quality characteristics of beef sausage containing pomegranate peels during refrigerated storage. *Annals of Agricultural Sciences*, 60(2): 403-412.
- FERNÁNDEZ-GINES, J. M., FERNÁNDEZ-LOPEZ, J., SAYAS-BARBERÁ, E., SENDRA, E., PÉREZ-ÁLVAREZ, J. A. (2004). Lemon albedo as a new source of dietary fiber: Application to bologna sausages. *Meat Science*, 67(1): 7-13.
- FERNÁNDEZ-LÓPEZ, J., FERNÁNDEZ-GINES, J. M., ALESON-CARBONELL, L., SENDRA, E., SAYAS-BARBERA, E., PÉREZ-ÁLVAREZ, J. A. (2004). Application of functional citrus by-products to meat products. *Trends in Food Science & Technology*, 15(3-4): 176-185.
- FEUMBA DIBANDA, R., ASHWINI, R., RAGU SAI, M. (2016). Chemical composition of some selected fruit peels. *European Journal of Food Science and Technology*, 4(4): 12-21.
- FUHRMAN, B., VOLKOVA, N., AVIRAM, M. (2005). Pomegranate juice inhibits oxidized LDL uptake and cholesterol biosynthesis in macrophages. *The Journal of Nutritional Biochemistry*, 16(9): 570-576.
- GARCÍA VIGUERA, C., PÉREZ VICENTE, A. (2004). La granada. Alimento rico en polifenoles antioxidantes y bajo en calorías. *Alimentación, Nutrición y Salud*, 11: 113-120.
- GRAY, J. (2006) Fibra Dietética. Definición, análisis, fisiología y salud. Serie Monografías Concisas. International Life Sciences Intitute, pp. 24-31

- GUTIÉRREZ PACHECO, S.L., (2015) Calidad y capacidad antioxidante de salchichas de cerdo adicionadas con jugo y cáscara de granada (*Punica granatum L.*). Tesis de Maestría. CIAD, Hermosillo, Sonora. Disponible en: URL: <https://ciad.repositorioinstitucional.mx/jspui/handle/1006/93> [fecha de acceso: 14/02/2018].
- ISMAIL, T., AKHTAR, S., RIAZ, M., ISMAIL, A. (2014). Effect of pomegranate peel supplementation on nutritional, organoleptic and stability properties of cookies. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 65(6): 661-666.
- JURENKA, J. (2008). Therapeutic applications of pomegranate (*Punica granatum L.*): A review. *Alternative Medicine Review*, 13(2): 128-144.
- LANSKY, E. P., NEWMAN, R. A. (2007). *Punica granatum* (pomegranate) and its potential for prevention and treatment of inflammation and cancer. *Journal of Ethnopharmacology*, 109(2): 177-206.
- LI, Y., GUO, C., YANG, J., WEI, J., XU, J., CHENG, S. (2006). Evaluation of antioxidant properties of pomegranate peel extract in comparison with pomegranate pulp extract. *Food Chemistry*, 96(2): 254-260.
- LÓPEZ-MEJÍA, O., LÓPEZ-MALO, A., PALOU, E. (2010). Granada (*Punica granatum L.*): una fuente de antioxidantes de interés actual. *Temas Selectos de Ingeniería de Alimentos*, 64-73.
- MASCI, A., COCCIA, A., LENDARO, E., MOSCA, L., PAOLICELLI, P., CESA, S. (2016). Evaluation of different extraction methods from pomegranate whole fruit or peels and the antioxidant and antiproliferative activity of the polyphenolic fraction. *Food Chemistry*, 202 (Supplement C): 59-69.
- MAXIME, D., MARCOTTE, M., ARCAND, Y. (2006). Development of eco-efficiency indicators for the Canadian food and beverage industry. *Journal of Cleaner Production*, 14(6-7): 636-648.
- MEDJAKOVIC, S., JUNGBAUER, A. (2013). Pomegranate: a fruit that ameliorates metabolic syndrome. *Food & Function*, 4(1): 19-39.
- MPHAHLELE, R. R., FAWOLE, O. A., MAKUNGA, N. P., OPARA, U. L. (2017). Functional properties of pomegranate fruit parts: influence of packaging systems and storage time. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 11(4): 2233-2246.
- OLMEDILLA-ALONSO, B., JIMÉNEZ-COLMENERO, F. (2014). Alimentos cárnicos funcionales; desarrollo y evaluación de sus propiedades saludables. *Nutrición Hospitalaria*, 29(6): 1197-1209.

- OLMEDILLA-ALONSO, B., JIMÉNEZ-COLMENERO, F., SÁNCHEZ-MUNIZ, F. J. (2013). Development and assessment of healthy properties of meat and meat products designed as functional foods. *Meat Science*, 95(4): 919-930.
- OREOPOULOU, V., TZIA, C. (2007). Utilization of plant by-products for the recovery of proteins, dietary fibers, antioxidants, and colorants. Capítulo 11 en *Utilization of By-Products and Treatment of Waste in the Food Industry*. V. Oreopoulou & W. Russ (Eds.). Nueva York: Springer, pp. 209-232
- RABABAH, T. M., BANAT, F., RABABAH, A., EREIFEJ, K., YANG, W. (2010). Optimization of extraction conditions of total phenolics, antioxidant activities, and anthocyanin of oregano, thyme, terebinth, and pomegranate. *Journal of Food Science*, 75(7): C626-C632.
- ROWAYSHED, G., SALAMA, A., ABUL-FADL, M., AKILA-HAMZA, S., EMAD, A. M. (2013). Nutritional and chemical evaluation for pomegranate (*Punica granatum L.*) fruit peel and seeds powders by products. *Middle East Journal of Applied Sciences*, 3(4): 169-179.
- SAURA-CALIXTO, F. (2011). Dietary fiber as a carrier of dietary antioxidants: an essential physiological function. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59: 43-49
- SCHIEBER, A., STINTZING, F. C., CARLE, R. (2001). By-products of plant food processing as a source of functional compounds - recent developments. *Trends in Food Science & Technology*, 12(11): 401
- SERENA, A., KNUDSEN, K. E. B. (2007). Chemical and physicochemical characterization of co-products from the vegetable food and agro industries. *Animal Feed Science and Technology*, 139(1-2): 109-124.
- SHIBAN, M., AL-OTAIBI, M., S AL-ZOREKY, N. (2012). Antioxidant Activity of Pomegranate (*Punica granatum L.*) Fruit Peels. *Food and Nutrition Sciences*, 3: 991-996
- SIAP. (2016). Servicio Nacional de Información del Sector Agroalimentario y Pesquero. URL: [http://infosiap.siap.gob.mx:8080/agricola\\_siap\\_gobmx/AvanceNacionalSinPrograma.do](http://infosiap.siap.gob.mx:8080/agricola_siap_gobmx/AvanceNacionalSinPrograma.do). Fecha de acceso: 02/02/2018.
- SUMNER, M. D., ELLIOTT-ELLER, M., WEIDNER, G., DAUBENMIER, J. J., CHEW, M. H., MARLIN, RAISIN C.J., ORNISH, D. (2005). Effects of pomegranate juice consumption on myocardial perfusion in patients with coronary heart disease. *American Journal of Cardiology*, 96(6): 810-814.
- TRINIDAD, T. P., MALLILLIN, A. C., VALDEZ, D. H., LOYOLA, A. S., ASKALI-MERCADO, F. C., CASTILLO, J. C., ENCABO, R., MASA, D., MAGLAYA, A., CHUA, M. T. (2006). Dietary fiber from coconut flour: A functional food. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 7(4): 309-317.

- USDA (2018). U.S Department of Agriculture URL: <https://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/show/09286?n1=%7BQv%3D1%7D&fgcd=&man=&lfacet=&count=&max=25&sort=default&qlookup=pomegranate&offset=&format=Full&new=&measureby=&Qv=1&ds=&qt=&qp=&qa=&qn=&q=&ing=> Fecha de actualización: 01/04/1998, fecha de acceso: 12/09/2018.
- VIUDA-MARTOS, M., LÓPEZ MARCOS, M.C, FERNÁNDEZ LÓPEZ, J., SENDRA, E., LÓPEZ VARGAS, J.H., PÉREZ ÁLVAREZ J.A. (2010). Role of Fiber in Cardiovascular Diseases: A Review. *Comprehensive reviews in food science and food safety*, 9: 240-258
- VIUDA-MARTOS, M., RUIZ NAVAJAS, Y., FERNÁNDEZ LÓPEZ, J., SENDRA, E., SAYAS-BARBERÁ, E., PÉREZ ÁLVAREZ, J., (2011). Antioxidant properties of pomegranate (*Punica granatum L.*) bagasses obtained as co-product in the juice extraction. *Food Research International*, 44: 1217–1223.
- VIUDA-MARTOS, M., SÁNCHEZ ZAPATA, E., MARTIN SÁNCHEZ, A., RUIZ NAVAJAS, Y., FERNÁNDEZ LÓPEZ, J., SENDRA, E., SAYAS BARBERA, E., NAVARRO, C., PÉREZ ÁLVAREZ, J. (2012). Technological Properties of Pomegranate peel extract obtained as coproduct of juice processing. Capítulo 37. En *Dietary Fiber and Health*. S. Cho & N. Almeida (Eds.). Estados Unidos: CRS Press, pp.443-452.