


Evaluación de la capacidad antioxidante de compuestos fenólicos presentes en cáscara de sandía

Sánchez Vázquez Rosalynda*, Ramos Rendón Mireya, Manivel Chávez Ricardo Adolfo, Ramírez Sánchez Abiu

Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Facultad de Químico farmacobiología. Tzintzuntzan No. 173, Morelia, Michoacán, C. P. 58240. México

*Autor para correspondencia: rosalynda.sanchez@umich.mx

ORCID : 0009-0002-0404-569X

Recibido:

08/mayo/2023

Aceptado:

04/noviembre/2023

Palabras clave:

Sandía,
antioxidantes,
fenoles

Keywords:

Watermelon,
antioxidants,
fenols

RESUMEN

Cuando se consume sandía se desecha la cáscara sin ser conscientes de los nutrientes que esta contiene. El objetivo de este trabajo fue determinar la capacidad antioxidante, contenido de polifenoles y caracterización fisicoquímica de una muestra en polvo de cáscara de sandía. La determinación de compuestos fenólicos se realizó mediante los métodos Folin-Ciocalteu y tricloruro de aluminio. La capacidad antioxidante se evaluó mediante los métodos de radical DPPH y ABTS. La caracterización fisicoquímica se realizó mediante los métodos de la AOAC y AACC. Los resultados indican que existe una captación de radicales libres por el método DPPH de 17.14 ± 5.14 y ABTS de $89.72 \pm 1.96\%$. El contenido de fenoles fue de 0.90 ± 0.03 mg EAG/g, y de flavonoides de 4.51 ± 0.10 mg EQ/g. Dentro del análisis proximal se encontró carbohidratos (66.15%), cenizas (14.23%), fibra cruda (8.82%), proteína (7.64%) y extracto etéreo (3.13%). Se concluye que la cáscara de sandía presenta actividad antioxidante, siendo los compuestos fenólicos responsables de dicha actividad.

ABSTRACT

When watermelon is consumed, the peel is discarded without being aware of the nutrients it contains. The objective of this work was to determine the antioxidant capacity, polyphenol content and physicochemical characterization of a powdered sample of watermelon rind. The determination of phenolic compounds was carried out using the Folin-Ciocalteu and aluminum trichloride methods. The antioxidant capacity was evaluated by the DPPH and ABTS radical methods. The physicochemical characterization was carried out using the AOAC and AACC methods. There is an uptake of free radicals by the DPPH method of 17.14 ± 5.14 and ABTS of 121.69 ± 1.8 . The phenol content was 0.90 ± 0.03 mg EAG/g, and flavonoids 4.51 ± 0.10 mg EQ/g. Within the proximal analysis carbohydrates (66.15%), ashes (14.23%), crude fiber (8.82%), protein (7.64%) and ethereal extract (3.13%) were found. It is concluded that watermelon peel has antioxidant activity with phenolic compounds being responsible for this capacity.

Introducción

El consumo de frutas y verduras guarda una estrecha relación con el estilo de vida saludable, la Organización Mundial de la Salud (OMS) recomienda un consumo de por lo menos cinco raciones diarias (OMS, 2018). Las frutas son una fuente importante de nutrientes como fibra, carbohidratos, lípidos, proteínas y compuestos bioactivos, entre los que destacan los antioxidantes de distinta naturaleza química que incluyen vitaminas, polifenoles, carotenoides y terpenoides. Los compuestos bioactivos no son considerados nutrientes, son metabolitos secundarios de las plantas con capacidad antioxidante, son recomendados por los grandes beneficios que poseen en la prevención de enfermedades no transmisibles, control de enfermedades crónicas y retrasando el envejecimiento (Oksana y Smetanska, 2022).

En México, la sandía (*Citrullus lanatus*) se cultiva en 28 estados, siendo Sonora, Chihuahua y Jalisco los de mayor producción. México ocupa el 10º lugar a nivel mundial en producción de esta fruta (SADER, 2020). Es una planta herbácea monoica (tiene flores femeninas y masculinas en el mismo tallo) cuyo origen se presume en África, pero actualmente se cultiva en la mayor parte del mundo (Crawford et al., 2017).

Es una fruta fresca de sabor dulce que posee variedad de colores en tonalidades verde claro a verde oscuro, mide aproximadamente de 6 a 20 centímetros. La pulpa es de color rosa-rojo aunque también existen de color amarillo, naranja o blanco, contiene numerosas semillas de color marrón con un alto valor nutricional (Averos, 2020; Komane et al., 2017). Presenta un elevado contenido de agua, aproximadamente del 93% de su peso y un 7% de azúcares. Su consumo es muy frecuente debido a la capacidad de saciar la sed y por su bajo contenido calórico, además de ser diurética brinda beneficios a la salud dado su alto valor nutricional y sus importantes propiedades antioxidantes. Contiene vitamina C, B3, B1, minerales como calcio, potasio, hierro y magnesio, aminoácidos como la arginina, citrulina, compuestos fenólicos, elevado contenido de licopeno y altos porcentajes de carotenoides sin actividad pro vitamínica (luteína y licopeno) (Ashoka, Shamshad y Vijayalaxmi 2022; Dammak et al., 2019).

Cuando se consume esta fruta generalmente la cáscara y las semillas son desechadas sin ser conscientes de la gran cantidad de nutrientes que contienen. Al igual que la pulpa, la cáscara contiene moléculas bioactivas que evitan enfermedades, preservando la salud de la población que las consume. Además de los beneficios nutrimentales que aporta la cáscara, también puede ayudar en la disminución del impacto ambiental que

ocasionan los desechos frutales a nivel mundial (Pranav et al., 2018).

Los radicales libres son compuestos químicos que contienen uno o más electrones no apareados en su último orbital, son altamente reactivos y son capaces de reaccionar con las biomoléculas por medio de la oxidación. Son producto de diversos factores tanto fisiológicos como ambientales entre los que destacan: el metabolismo, el consumo de alcohol, tabaco o drogas, mala alimentación, estrés físico o psicológico, contaminantes ambientales (atmosféricos, acuáticos, de suelo), radiación (ultravioleta), entre otros. Los radicales libres oxidan el ADN, los lípidos y las proteínas afectando su función, favoreciendo el envejecimiento caracterizado por el deterioro progresivo de los mecanismos de reparación y degeneración (Lü et al., 2010; Sharifi-Rad et al., 2020).

Los antioxidantes como los polifenoles son capaces de reaccionar con dichos radicales haciendo que pierdan su reactividad (Lü et al., 2010), la cáscara de sandía representa un área de gran interés debido a la presencia de antioxidantes naturales. En la actualidad, se han desarrollado alimentos funcionales y complementos alimenticios (píldoras, pastillas, cápsulas, polvos, comprimidos) con la finalidad de incrementar su consumo y mejorar la salud de la población (Gil et al., 2015). Por lo anterior el objetivo del presente trabajo fue determinar la capacidad antioxidante, contenido de polifenoles y caracterización fisicoquímica de una muestra en polvo de cáscara de sandía.

Metodología

El material vegetal utilizado en la presente investigación fueron sandías maduras de variedad Santa Amelia obtenidas en el supermercado Regalo de Dios, en la ciudad de Morelia, Michoacán. Las frutas fueron trasladadas al Laboratorio de Investigación y Desarrollo de Alimentos (LIDA) en la Facultad de Químico Farmacobiólogo de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Se separó la cáscara de la pulpa y mesocarpio, lavando con abundante agua para eliminar el exceso de las mismas, posteriormente se cortaron en un tamaño de 1 cm³ y se sometieron a secado a 50°C por 24 horas. Finalmente se molieron y tamizaron en malla del número 60 de 240 micras.

Extracto para fenoles totales, flavonoides y capacidad antioxidante

La extracción se realizó por maceración, en un tubo Falcón forrado con aluminio se agregaron 2 gramos de muestra con 20 ml de metanol concentrado dejando reposar por 24 horas en refrigeración a 4°C. Posteriormente se filtró en papel filtro de poro cerrado.

Determinación de compuestos polifenólicos

La determinación para el contenido total de fenoles y flavonoides en los extractos de la cáscara de sandía se realizó mediante técnicas espectrofotométricas, descritas a continuación.

El contenido de fenoles totales se determinó con el método de Folin-Ciocalteu con modificaciones (Brighente et al., 2008). Para la determinación se prepararon 4 disoluciones a diferentes concentraciones con el extracto puro y metanol (extracto, 1:1, 1:5, 1:10). Se colocaron en tubos de ensayo forrados con aluminio. Para la determinación se colocaron 250 µL de la dilución del extracto con 250 µL de reactivo Folin-Ciocalteu, 250 µL de Na₂CO₃ 7.5 g/L, se homogeneizaron y colocaron en baño María por 30 minutos 40°C. Transcurrido el tiempo se retiró del baño y se añadieron 2 ml de H₂O desionizada a cada tubo, se homogeneizó y se leyeron las absorbancias a 750 nm en espectrofotómetro. El contenido de fenoles se determinó utilizando una curva de calibración de ácido gálico (0.03 mg/L) como estándar. Los resultados fueron expresados como mg de equivalentes de ácido gálico (EAG)/g de muestra seca.

El contenido de flavonoides se realizó de acuerdo con el método del tricloruro de aluminio descrito por Liu. (2002) con modificaciones de Contreras, (2018). Para la determinación se prepararon 4 disoluciones patrón a diferentes concentraciones con extracto puro y metanol (extracto puro, 1:1, 1:5, 1:10). Para la determinación se colocaron en tubos de ensayo forrados de aluminio con 150 µL de la dilución del extracto, 150 µL de NaNO₂ 5 %, 150 µL de AlCl₃ 10 % y 1 ml de NaOH 0.1 N. Finalmente se leyeron las absorbancias a 510 nm. El contenido de flavonoides se determinó utilizando una curva de calibración de quercetina (0-1.0 mg/L) como estándar. Los resultados fueron expresados como mg equivalentes de quercetina (EQ)/ g de muestra seca.

Determinación de la capacidad antioxidante

La capacidad antioxidante con el radical DPPH (1,1-difenil-2-picrilhidrazilo) se determinó por la metodología adaptada de Contreras (2018). Se prepararon 4 soluciones a diferentes concentraciones (extracto puro, 1:1, 1:5, 1:10), se colocaron 50 µL de estas diluciones con 2950 µL de DPPH, se incubaron por 15 minutos en oscuridad a temperatura ambiente y se leyó la absorbancia a 517 nm.

La capacidad antioxidante con el radical ABTS (2,2'-azino- bis- 3-etilbenzotiazolina -6- ácido sulfónico) se realizó con el método propuesto por Re et al. (1999) con modificaciones de Contreras (2018). Se prepararon 4 diluciones del extracto puro y metanol (extracto puro, 1:1, 1:5, 1:10). Se colocaron 50 µL de dilución con 950 µL

del reactivo ABTS (7 mM y K₂S₂O₈ 2.45 mM, en proporción 2:1, leyendo la absorbancia a 734 nm. El porcentaje de inhibición se calculó mediante la siguiente ecuación:

$$\% \text{ de Inhibición} = \left[\frac{(\text{Abs Control} - \text{Abs Muestra})}{\text{Abs Control}} \right] * 100$$

Todos los análisis se llevaron a cabo por triplicado. Los resultados fueron analizados con "t" de Student p<0.05 con el programa estadístico JMP versión 6.0.

Caracterización fisicoquímica de la cáscara de sandía

La caracterización fisicoquímica y el análisis proximal se llevaron a cabo por triplicado por los métodos AOAC para humedad, extracto etéreo y proteínas y la AACC para cenizas y fibra insoluble, los carbohidratos se estimaron por diferencia de las anteriores. El análisis estadístico se realizó por medio de un análisis de varianza de una sola vía (ANOVA) y con Tukey p<0.05 con el programa estadístico JMP versión 6.0. Los resultados son expresados como la media ± su desviación estándar.

Resultados y discusión

Los antioxidantes son metabolitos secundarios de las plantas dentro de los cuales se encuentran los fenoles y flavonoides, estos poseen grupos hidroxilo en su estructura química capaces de secuestrar a los radicales libres por la transferencia de electrones o átomos de hidrógeno. En la Tabla 1 se muestra las concentraciones de fenoles y flavonoides para la cáscara de sandía, el contenido total de fenoles fue de 0.90 mg EAG/g de muestra seca mientras que para los flavonoides fue de 4.51 mg EQ/g

Los flavonoides son un grupo de moléculas que incluye a las catequinas, flavonas, flavononas y antocianinas de naturaleza fenólica que se caracterizan por tener una estructura con dos anillos aromáticos bencénicos y un heterociclo central oxigenado. Su consumo aporta beneficios a la salud por sus efectos anticáncer, antimicrobiano, antiviral y antiinflamatorios (Ullah et al., 2020). Al comparar la cantidad de flavonoides y fenoles con la cáscara de otras frutas (Hafiz, 2020) se observa que cáscara de sandía presenta un contenido de flavonoides de 4.51 mg EQ/ g frente a la papaya (1.06 mg EQ/g), mango (1.75 mg EQ/g), manzana (1.22 mg EQ/ g) y uva (0.82 mg EQ/g).

En cuanto al contenido de fenoles presenta 0.90 mg EAG/g con respecto a papaya (3.13 mg EAG/g), mango (27.51mg EAG/g), manzana (10.82 mg EAG/g) y uva (27.22 mg EAG/g), a pesar del poco contenido de fenoles, la cantidad de flavonoides es considerablemente mayor en la cáscara de sandía que en otras frutas.

Los compuestos fenólicos son alcoholes aromáticos cuya molécula tiene grupos hidroxilo unidos a un anillo bencénico, son considerados compuestos importantes en la dieta humana debido a su gran capacidad antioxidante, una dieta rica en dichos compuestos reduce el riesgo de estrés oxidativo causante de enfermedades cardiovasculares, cáncer y diabetes (Kumar et al. 2019).

Tabla 1. Composición antioxidante de cáscara de sandía.

Antioxidante	Cáscara Sandía
FENOLES (mg EAG/g de muestra seca)	0.90±0.03
FLAVONOIDES (mg EQ/g de muestra seca)	4.51±0.10

Para medir la capacidad de captación de radicales libres se utilizaron los ensayos de DPPH y ABTS. Los resultados mostraron que la cáscara de sandía tiene una actividad de captación de radicales ABTS en un 89.72±1.96 %, un valor muy similar al obtenido por Neglo et al., (2021), cuya actividad fue reportada de 91.46±3.45%. El potencial de captación de radicales DPPH para la cáscara fue de 17.14±5.14 % valor muy por debajo al reportado por el mismo autor que obtuvo un 55.75±2.44% de captación de dicho radical como se muestra en la Tabla 2, esta diferencia puede atribuirse a modificaciones en la metodología como el tiempo de incubación y de agitación. Estos resultados muestran que la cáscara de sandía presenta una actividad significativa de eliminación de radicales libres.

Tabla 2. Porcentaje (%) de capacidad antioxidante de cáscara de sandía.

Radical	Cáscara Sandía
ABTS	89.72±1.96
DPPH	17.14±5.14

La capacidad antioxidante está influenciada por diferentes factores ya que no está dada solo por la presencia e interacción de los diferentes compuestos fenólicos como el licopeno, ácido p-cumárico, vitamina C, vainillina, ácido 4-hidroxibenzoico, citrulina, entre otros (Hanan, 2013), si no también puede repercutir el microambiente en que se encuentra el compuesto, algunos de ellos interactúan entre sí dando lugar a efectos sinérgicos o inhibitorios, de igual forma hay que considerar que la cantidad de fenoles y flavonoides presentes puede verse afectada por la altitud y la radiación de la región de origen, por tal motivo los resultados con otras investigaciones presentan variaciones.

Se realizó una correlación de Pearson que se muestra en la Tabla 3 con el objetivo de detectar una asociación entre la presencia de flavonoides y fenoles con la capacidad antioxidante, existe correlación entre ambas, a pesar de que existe una mayor cantidad de flavonoides 4.51 mg QE/g la actividad antioxidante está dada mayormente por los fenoles aun cuando su presencia es menor 0.90 mg EAG/g.

Tabla 3. Coeficiente de correlación de Pearson de la cáscara de sandía.

	Fenoles	Flavonoides	DPPH	ABTS
Fenoles	1	0.98	0.62	0.56
Flavonoides	0.98	1	0.46	0.39
DPPH	0.62	0.46	1	0.99
ABTS	0.56	0.39	0.99	1

Los resultados del análisis proximal de cáscara de sandía se muestran en la Tabla 4. Al comparar dichos valores con los reportados por Vallejo (2017) quienes también utilizaron para su estudio la variedad de sandía Santa Amelia encontraron en cenizas, lípidos, proteínas y carbohidratos 18.35%, 5.44%, 36.23% y 46.77% respectivamente, lo que demuestra que existen diferencias aún en la misma variedad que puede deberse a factores como clima, suelo, tiempo de cosecha entre otros. Los resultados de carbohidratos (66%), cenizas (14.23%) y proteína (7.64%) respectivamente, presentan variaciones a los obtenidos por Ashoka, Shamshad y Vijayalaxmi (2022) (46.02%, 11.82% y 10.18%, respectivamente) y Hannah (2013) (56%, 13.09% y 11.17 %, esta diferencia puede atribuirse a las características de la muestra que en nuestro caso fue corteza-cáscara de sandía, mientras que los autores mencionados solo emplean la corteza de la misma.

Tabla 4. Análisis proximal de la cáscara de sandía.

Componente	Base Húmeda (BH)	Base Seca (BS)
Carbohidratos	61.49	66.15
Cenizas	13.23 ± 0.00054	14.23
Fibra cruda	8.21 ± 0.0075	8.82
Proteína	7.17 ± 0.00024	7.64
Extracto etéreo	2.91 ± 0.0107	3.1359
Humedad	7.03 ± 0.0018	X

El análisis proximal de la cáscara de sandía demuestra la presencia de carbohidratos (celulosa, pectina y lignina) entre otros (Arivuchudar, 2023), proteínas las cuales poseen aminoácidos como citrulina, arginina (Du et al., 2022) extracto etéreo con ácidos grasos como el ácido araquidónico, palmítico, y linoleico (Pechomrit et al., 2020). Además, posee vitaminas del complejo B y minerales siendo los más abundantes el magnesio, fósforo y calcio, aunque también presenta sodio, potasio, cobre, hierro y zinc (Gladvin et al., 2017).

Conclusiones

Con los resultados obtenidos en el presente estudio se concluye que la cáscara de sandía es una fuente importante de nutrientes como fibra, proteínas, ácidos grasos y carbohidratos. La presencia de fenoles totales y flavonoides con capacidad antioxidante medida como porcentaje de inhibición de los radicales (DDPH y ABTS) en cáscara de sandía constituye una alternativa para el manejo sustentable de estos desechos.

Su aplicación en matrices alimentarias permitirá beneficios a la salud y reducir los desechos orgánicos dándole así un valor económico

Referencias

- AACC. (1992). Determination of soluble, insoluble, and total dietary fiber in food and foods products. AACC method 32-07.
- AOAC. (2020). Official Methods Validation Program "AOAC International Official Methods of Analysis" (Vol. XXIII). 17.
- Arivuchudar R. (2023). Nutritional and Sensory Characterization of Watermelon Rind Powder Incorporated Crackers. *Biosci Biotech Res Asia*, 20(1). <http://dx.doi.org/10.13005/bbr/3087>
- Averos Hidalgo, E. B. (2020). Situación actual de la comercialización del cultivo de Sandía (*Citrullus lanatus* L.), en el cantón Babahoyo, Provincia de Los Ríos. construcción [Tesis Licenciatura, Técnica de Babahoyo]. <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/8011>
- Ashoka S., Shamshad B., Vijayalaxmi K.G. (2022). Physico-chemical properties and nutritional composition of watermelon (*Citrullus lanatus*) and its rind flour. *Biological Forum-An international Journal*, 14(2a): 505-510.
- Brighene I., Díaz M., Verdi L., Pizzolatti M. (2008). Actividad antioxidante y contenido fenólico total de algunas especies brasileñas. *Biología Farmaceutica*, 42(2): 156-161. [Doi.org/10.1080/13880200601113131](https://doi.org/10.1080/13880200601113131)
- Contreras Chávez R. (2018). Estudio comparativo de métodos de extracción de compuestos bioactivos de dos especies del género *Pleurotus spp.* y su aplicación en la síntesis de nanopartículas de plata. Universidad Michoacana de San Nicolas de Hidalgo. Tesis de Licenciatura.
- Crawford, L. Humphrey y Abarca R. Patricio. (26 de abril de 2017). Manual de manejo agronómico para cultivo de sandía (*Citrullus lanatus* (Thunb)). Santiago Chile: Boletín Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA); 367. <https://hdl.handle.net/20.500.14001/6667> (consultado el 26 de abril de 2023)
- Dammak, M. I., Salem, Y. Ben, Belaid, A., Mansour, H. Ben, Hammami, S., Le Cerf, D., & Majdoub, H. (2019). Partial characterization and antitumor activity of a polysaccharide isolated from watermelon rinds. *International Journal of Biological Macromolecules*, 136, 632-641. [Doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2019.06.110](https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2019.06.110)
- Du X., Davila M., Ramirez J. Villiams C. (2022). Free amino acids and volatile aroma compounds in watermelon rind, flesh, and three rind-flesh juices. *Molecules*, 27(8): 2536. <https://doi.org/10.3390/molecules27082536>
- Gil A., Pastor-Villaescusa B., Rangel Huerta O. D., Aguilera C. (2015). Evaluación de la evidencia científica de los efectos saludables de los compuestos bioactivos de los alimentos. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 65(1). <https://www.alanrevista.org/ediciones/2015/suplemento-1/art-48/>
- Gladvin G., Sudhaakr G., Swathi, Santhisri K. (2017). Mineral and vitamin compositions contents in watermelon peel. *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci.*, 5:129-133.
- Hafiz A. R., Colin J. B., Frank R. D. (2020). Screening and characterization of phenolics compounds and their antioxidant capacity in different fruits peels. *Foods*, 9(9): 1206. <https://doi.org/10.3390/foods9091206>
- Hannan M.A, Abdelrahman R. A. (2013). Utilization of watermelon rinds and sharlyn melon peels as natural source of dietary fiber and antioxidants in cake. *Annals of Agriculture Sciences*, 58(1): 83-95. <https://doi.org/10.1016/j.aos.2013.01.012>
- Komane, B., Vermaak, I., Kamatou, G., Summers, B., & Viljoen, A. (2017). The topical efficacy and safety of *Citrullus lanatus* seed oil: A short-term clinical assessment. *South African Journal of Botany*. 112, 466-473. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2017.06.028>

- Kumar N, Goel N. Phenolic acids: Natural versatile molecules with promising therapeutic applications. *Biotechnol Rep (Amst)*. 2019 Aug 20;24:e00370. <https://doi.org/10.1016/j.btre.2019.e00370> esbelta) en proyectos de construcción [Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Colombia]. <http://bdigital.unal.edu.co/10578/>
- Liu, M., Qi Li, X., Weber, C., Yong Lee, C., Brown, J., & Hai Liu, R. (2002). Antioxidant and Antiproliferative Activities of Strawberries. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(10), 6887–6892. <https://doi.org/10.1021/jf034506n>
- Lü, J. M., Lin, P. H., Yao, Q., & Chen, C. (2010). Chemical and molecular mechanisms of antioxidants: experimental approaches and model systems. *Journal of cellular and molecular medicine*, 14(4), 840–860. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1582-4934.2009.00897.x>
- Neglo D., Okraku T.C., Essuman K.E. (2021). Comparative antioxidant and antimicrobial activities of the peels, rind, pulp and seeds of watermelon (*Citrullus lanatus*) fruits. *J. Scientific African*, 11(5): 582. <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2020.e00582>
- Oksana S., Smetanska I. (2022). Special Issue “Boiactive compounds form natural sources (2020,2021). *Molecules*; 27(6): 1929. <https://doi.org/10.3390/molecules27061929>
- Organización Mundial de Salud. (29 de marzo de 2018). Dieta saludable. In *Alimentacion Sana*. <http://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/healthy-diet>
- Petchomrit A., McDermott M., Chanroj S., Choksawangkarn W. (2020). Watermelons seeds and peels: fatty acid composition and cosmeceutical potential, *Oilseed and fat corps and lipids*, 27: 1-9. <https://doi.org/10.1051/ocl/2020051>
- Pranav D., Sachin A., Bashkar D. (2018). Waste to health: a case study of papaya peel. *Waste and biomass valorization*. 10:1755-1766. <https://doi.org/10.1007/s12649-017-0181-x>
- Re R, Pellegrini N, Proteggente A, Pannala A, Yang M, Rice-Evans C. (199). Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radic Biol Med*. May;26(9-10):1231-7. [https://doi.org/10.1016/s0891-5849\(98\)00315-3](https://doi.org/10.1016/s0891-5849(98)00315-3)
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Social (SADER). (02 de abril de 2020). Creció producción y exportación de sandía en 2020. <https://www.gob.mx/agricultura/prensa/crecio-produccion-y-exportacion-de-sandia-mexicana-en-2020?idiom=es>
- Sharifi-Rad M., Anil Kumar N.V., Zucca P., Varoni E.M., Dini L., Panzarini E., Rajkovic J., Tsouh Fokou P.V., Azzini E., Peluso I., Prakash Mishra A., Nigam M., El Rayess Y., Beyrouthy M.E., Polito L., Iriti M., Martins N., Martorell M., Docea A.O., Setzer W.N., Calina D., Cho W.C., Sharifi-Rad J. (2020). Lifestyle, Oxidative Stress, and Antioxidants: Back and Forth in the Pathophysiology of Chronic Diseases. *Front Physiol*; 11:694. DOI: 10.3389/fphys.2020.00694.
- Ullah A, Munir S, Badshah SL, Khan N, Ghani L, Poulson BG, Emwas AH, Jaremko M. (2020). Important Flavonoids and Their Role as a Therapeutic Agent. *Molecules*, 11;25(22):5243. Doi.org/10.3390/molecules25225243
- Vallejo Zamudio E., Rojas Velázquez A., Torres Bugarín O. (2017). Una poderosa herramienta en la medicina preventiva del cáncer: los antioxidantes. *El Residente*, 12(3): 104-111.