

Potencial uso de la cáscara y semilla de aguacate como fuente de compuestos bioactivos con propiedades funcionales para un desarrollo sustentable
Potential use of Avocado peel and seed as source of bioactive compounds with functional properties for a sustainability development

Zaldivar-Ortega Ana Karen^a, Barrera-Jiménez Juan Antonio^a, Cenobio-Galindo Antonio de Jesús^a, Pérez-Soto Elizabeth^a, Franco-Fernández Melitón Jesús^a y Campos-Montiel Rafael G^{a*}.

Abstract:

The avocado is a tropical fruit considered native to Tropical America, Central America and Mexico. Unlike other fruits, it is low in sugar and has a high nutritional quality due to its content of vitamins, minerals, proteins, fiber and unsaturated fatty acids. In addition, it is characterized by the presence of various phytochemicals, such as lutein, glutathione, β -sitosterol, phenolic antioxidants, and phytosterols. Although avocado peel and seed are considered waste products and a potential source of contamination, they have been shown to contain a large number of phytochemicals, including phenolic acids, condensed tannins, and flavonoids such as procyanidins, flavonols, hydroxybenzoic, and hydroxycinnamic acids. Avocado peel and seed have been shown to have nutraceutical and functional properties, showing potential as antimicrobial, anti-inflammatory, anticancer, antidiabetic, antihypertensive, and oxidative reaction inhibitors. Therefore, avocado is considered a functional food due to the multiple benefits it brings to health. The use of these avocado waste products not only takes advantage of their nutraceutical potential, but also promotes practices in line with sustainable development, thus contributing to caring for the environment.

Keywords:

Avocado, functional food, biowaste, bioactive compounds, sustainable development

Resumen:

El aguacate es un fruto tropical considerado nativo de América Tropical, Centroamérica y México. A diferencia de otros frutos, es bajo en azúcar y presenta una alta calidad nutricional debido a su contenido de vitaminas, minerales, proteínas, fibra y ácidos grasos insaturados. Además, se caracteriza por la presencia de diversos fitoquímicos, como la luteína, glutatión, β -sitosterol, antioxidantes fenólicos y fitosteroles. Aunque la cáscara y la semilla del aguacate son consideradas productos de desecho y fuente potencial de contaminación, se ha demostrado que contienen una gran cantidad de fitoquímicos, incluyendo ácidos fenólicos, taninos condensados y flavonoides como procianidinas, flavonoles, ácidos hidroxibenzoico e hidroxicinámico. Se ha evidenciado que la cáscara y la semilla de aguacate poseen propiedades nutraceuticas y funcionales, mostrando potencial como agentes antimicrobianos, antiinflamatorios, anticancerígenos, antidiabéticos, antihipertensivos e inhibidores de reacciones oxidativas. Por lo tanto, el aguacate se considera un alimento funcional debido a los múltiples beneficios que aporta a la salud. La utilización de estos productos de desecho del aguacate no solo aprovecha su potencial nutraceutico, sino que también promueve prácticas en línea con el desarrollo sustentable, contribuyendo así al cuidado del medio ambiente.

Palabras Clave:

Aguacate, alimento funcional, biorresiduos, compuestos bioactivos, desarrollo sustentable

Introducción

El árbol de aguacate es una planta arbórea perenne que pertenece a la familia de las Lauráceas,

^aUniversidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Instituto de Ciencias Agropecuarias. Avenida Universidad s/n. Ex Hacienda de Aquetzalpa, Tulancingo, Hidalgo. México. Ana Karen Zaldivar Ortega <https://orcid.org/0000-0002-0436-8473>, ana_saldivar@uaeh.edu.mx Juan Antonio Barrera Jiménez <https://orcid.org/0000-0003-2612-9753>, Email: juan_barrera6200@uaeh.edu.mx Antonio de Jesús Cenobio Galindo <https://orcid.org/0000-0003-3098-0487>, Email: antonio_cenobio@uaeh.edu.mx Melitón Jesús Franco-Fernández <https://orcid.org/0000-0002-0679-7677>, Email: mfranco@uaeh.edu.mx Elizabeth Pérez-Soto <https://orcid.org/0000-0002-5195-6630>, Email: epsoto@uaeh.edu.mx

*Autor de Correspondencia: rcampos@uaeh.edu.mx

Fecha de recepción: 21/04/2023, Fecha de aceptación: 04/10/2022, Fecha de publicación: 05/07/2023

DOI: <https://doi.org/10.29057/icap.v9i18.9058>



específicamente al género *Persea americana* Miller [1]. Produce un fruto tropical y subtropical conocido como aguacate, el cual se considera nativo de América Tropical, Centroamérica y México [2]. Hallazgos arqueológicos indican que el aguacate ha sido cultivado durante muchos años en América, y se cree que su origen se sitúa en México y Centroamérica. Ha formado parte de la dieta de la población mexicana desde hace varios siglos y, posteriormente a la colonización, se extendió a otras regiones fuera del continente americano [3].

El aguacate se consume principalmente fresco [4]. Industrialmente, se utiliza para obtener aceites, pasta y otros productos [5]. Sin embargo, aproximadamente el 30% de los frutos de aguacate son desechados como biorresiduos (hojas, cáscaras y semillas), lo que contribuye a la contaminación ambiental [6], ya que no se les da un uso adecuado. Varios estudios han confirmado que estos residuos contienen una gran cantidad de compuestos bioactivos, como los compuestos fenólicos, a los cuales se les han atribuido múltiples actividades biológicas [1, 4, 7].

Composición química de la cascara y la semilla

El aguacate contiene aproximadamente un 80% de agua y fibra dietética, y a diferencia de otras frutas, es bajo en azúcar [8].

La composición de las semillas es la siguiente: 52,7% a 54,1% de humedad, 1,2% de ceniza, 2,4% a 2,5% de proteína, 42,5% de extracto libre de nitrógeno, 27,5% de carbohidratos y 0,5% de grasa [9]. Las cáscaras de aguacate tienen una composición que muestra rangos de 65,7% a 76,9% de humedad, 0,75% a 1,6% de ceniza, 1,51% a 6,3% de proteína, 2,89% a 11,04% de lípidos totales, 20,8% de extracto libre de nitrógeno y de 6,85% a 56,9% de fibra [10].

Importancia nutracéutica y sustentable

Los nutracéuticos son productos que proporcionan beneficios en la salud, son compuestos bioactivos que se encuentran presentes en los alimentos de manera natural [7,30]

El aguacate posee una gran variedad de compuestos bioactivos que se pueden considerar como nutracéuticos como los compuestos fenólicos, fitoesteroles, fibra y ácidos grasos insaturados, los cuales son beneficiosos para la salud [11].

Específicamente, se han encontrado ácidos fenólicos, taninos condensados y flavonoides en el aguacate [5, 6, 11]. Diversos estudios han demostrado que el perfil fenólico y la concentración son mayores en la cáscara, así como su actividad antioxidante en comparación con la pulpa [13, 14, 15].

En la cáscara, los compuestos más comunes son las procianidinas, los flavonoles y los ácidos hidroxibenzoico e hidroxicinámico [4]. En las semillas, se ha encontrado que predominan los ácidos cafeoilquínicos y flavonoides como las catequinas y epicatequinas [4]. Por lo tanto, los extractos de la cáscara como de las semillas de aguacate pueden ser adecuados para su uso como antioxidantes en alimentos [6]. Todos los fitoquímicos presentes en la cáscara y en la semilla están asociados con numerosos beneficios potenciales para la salud [16]. La diversidad fitoquímica de los derivados del aguacate los convierte en fuentes potenciales de compuestos nutracéuticos [28]. Sin embargo, estos componentes de la fruta, como la cáscara y la semilla, comúnmente no se utilizan, ya que son considerados como desechos a pesar de que son ingredientes de calidad, ricos en proteínas, fibra y compuestos bioactivos [5, 12].

En aspectos de sustentabilidad la cáscara y la semilla pueden ser aprovechadas como materia prima para el desarrollo de diversos productos como cosméticos, alimentos funcionales, aceites, bioplásticos, pigmentos y tintes. [5]. Al aprovechar estos subproductos, se evita que se conviertan en residuos reduciendo así la cantidad de desechos orgánicos generando un menor impacto ambiental y preserva la conservación de ecosistemas [28].

Propiedades funcionales

Diversos estudios enfocados a los subproductos, como la semilla y la cáscara del aguacate, han demostrado contener una gran cantidad de compuestos bioactivos con actividad biológica [1, 6, 16,]. Varios autores han informado que los compuestos bioactivos del aguacate desempeñan múltiples funciones en el organismo, entre las cuales se pueden mencionar [17, 18]:

La actividad antioxidante de los compuestos fenólicos presentes en la cáscara y las semillas del aguacate está estrechamente relacionada con su capacidad para eliminar los radicales oxidativos [5, 11], lo cual es importante para regular el estrés

oxidativo y celular [7]. Este proceso antiinflamatorio ocurre debido a que los polifenoles tienen la capacidad de interactuar con diversas enzimas, como la ciclooxigenasa (COX), lipooxigenasa, fosfodiesterasa y tirosina quinasa [20]. Los polifenoles pueden ejercer actividad antiinflamatoria al unirse directamente a moléculas proinflamatorias como COX1, COX2 y el factor de necrosis tumoral α (TNF α), un componente esencial del sistema inmunitario producido por varios tipos de células, especialmente macrófagos. La unión entre estas moléculas inhibe su expresión [21]

El extracto de semillas de aguacate tiene la capacidad de regular los lípidos en sangre [22]. Según el estudio realizado por Asalou [23], se demostró que el consumo de extractos de semilla de aguacate disminuye los niveles de triglicéridos en sangre y las lipoproteínas de baja densidad (VLDLP). Estas moléculas, cuando se encuentran elevadas, pueden provocar hipercolesterolemia, la cual está asociada al desarrollo de enfermedades cardiovasculares. Por lo tanto, se menciona que el extracto de semillas de aguacate tiene un efecto cardioprotector. La cáscara y la semilla del aguacate contienen una cantidad significativa de procianidinas, que son el único tipo de proantocianidinas reportadas en los frutos de aguacate y sus residuos [4]. Estos compuestos fenólicos también están estrechamente relacionados con la promoción de la salud cardiovascular [6].

El consumo de extracto de semillas y cáscara de aguacate tiene un efecto en el metabolismo de los carbohidratos [5], ya que ejerce un efecto restaurador y protector sobre las células de los islotes pancreáticos, que son responsables de la producción de insulina [24].

Se ha demostrado que los extractos de semilla y cáscara de aguacate inhiben el crecimiento y/o inducen la apoptosis en líneas celulares de cáncer [5, 8]. Según lo reportado por Bonilla-Porras [25], el extracto de aguacate provoca la fragmentación de núcleos, la exposición de fosfatidilserina en la superficie exterior de la membrana plasmática y la despolarización de la membrana mitocondrial en células leucémicas, lo que indica el proceso de apoptosis.

La semilla, cáscara y hoja del aguacate han demostrado tener efectos antimicrobianos [1], especialmente en el control de microorganismos

patógenos Gram-positivos, debidos a su alto contenido de ácidos grasos insaturados [7, 13].

Además, se ha comprobado que estos extractos pueden prevenir el desarrollo de úlceras gástricas. Esto se debe a que inhiben la isoforma COX-1 en el estómago, lo cual afecta la secreción de prostaglandina y el mantenimiento de la integridad de la mucosa gástrica, la producción de moco y el flujo sanguíneo en la mucosa. Estos efectos ayudan a prevenir las lesiones gástricas [2].

De acuerdo con Oboh [26], los extractos de aguacate han demostrado actividad antidiabética al inhibir las enzimas α -amilasa y α -glucosidasa, las cuales están relacionadas con el metabolismo de los carbohidratos. Se encontró que la hoja y la cáscara presentaron el porcentaje de inhibición más alto.

Además, se ha demostrado que los extractos acuosos de semillas de aguacate pueden producir relajación vascular en el anillo aórtico de ratas, lo que contribuye a la reducción de la presión arterial [2, 17]. El trabajo realizado por Ekor [27] informó sobre el efecto protector de *P. americana* contra la hepatotoxicidad inducida por paracetamol [28].

Conclusiones

La cáscara y la semilla del aguacate son consideradas productos de desecho, pero representan una valiosa fuente de compuestos bioactivos que pueden utilizarse como nutraceuticos. Numerosos estudios han informado que los extractos de la cáscara y la semilla del aguacate presentan diversas actividades biológicas, como antimicrobiana, antiinflamatoria, anticancerígena, antidiabética, antihipertensiva e inhibidora de reacciones oxidativas. Estos productos funcionales desempeñan un papel importante en la promoción de la salud. Aprovechar al máximo los productos de desecho, como la cáscara y la semilla, no solo tiene un impacto positivo en la economía y el medio ambiente, sino también en la sociedad, promoviendo así las tres dimensiones del desarrollo sustentable.

Conflicto de intereses

Los diferentes autores no tienen conflicto de intereses.

Referencias

- [1] Jimenez, P., Garcia, P., Quitral, V., Vasquez, K., Parra-Ruiz, C., Reyes-Farias, M., ... & Soto-Covasich, J. (2021). Pulp, leaf, peel and seed of avocado fruit: a review of bioactive compounds and healthy benefits. *Food Reviews International*, 37(6), 619-655.
- [2] Athaydes, B. R., Alves, G. M., de Assis, A. L. E. M., Gomes, J. V. D., Rodrigues, R. P., Campagnaro, B. P., & Gonçalves, R. D. C. R. (2019). Avocado seeds (*Persea americana* Mill.) prevents indomethacin-induced gastric ulcer in mice. *Food Research International*, 119, 751-760.
- [3] Rubí-Arriaga, M., Lozano-Keymolen, D., & Maldonado, F. I. (2019). Población y producción alimentaria en México: el caso del aguacate. *Papeles de población*, 25(101), 213-241.
- [4] Figueroa, J. G., Borrás-Linares, I., Lozano-Sánchez, J., & Segura-Carretero, A. (2018). Comprehensive identification of bioactive compounds of avocado peel by liquid chromatography coupled to ultra-high-definition accurate-mass Q-TOF. *Food Chemistry*, 245, 707-716.
- [5] Salazar-López, N. J., Domínguez-Avila, J. A., Yahia, E. M., Belmonte-Herrera, B. H., Wall-Medrano, A., Montalvo-González, E., & González-Aguilar, G. A. (2020). Avocado fruit and by-products as potential sources of bioactive compounds. *Food Research International*, 138, 109774.
- [6] Velderrain-Rodríguez, G. R., Salvia-Trujillo, L., González-Aguilar, G. A., & Martín-Belloso, O. (2021). Interfacial activity of phenolic-rich extracts from avocado fruit waste: Influence on the colloidal and oxidative stability of emulsions and nanoemulsions. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 69, 102665.
- [7] Melgar, B., Dias, M. I., Ciric, A., Sokovic, M., Garcia-Castello, E. M., Rodríguez-Lopez, A. D., ... & Ferreira, I. C. (2018). Bioactive characterization of *Persea americana* Mill. by-products: A rich source of inherent antioxidants. *Industrial Crops and Products*, 111, 212-218.
- [8] Lu, Q.-Y., Arteaga, J. R., Zhang, Q., Huerta, S., Go, V. L. W., & Heber, D. (2005). 509 Inhibition of prostate cancer cell growth by an avocado extract: role of lipid510 soluble bioactive substances. *The Journal of Nutritional Biochemistry*, 16, 23-30.
- [9] Tango, J. S., Carvalho, C. R. L., & Soares, N. B. (2004). Caracterização física e química de frutos de abacate visando a seu potencial para extração de óleo. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 26(1), 17-23.
- [10] Gondim, J. A. M.; Moura, M. D. F. V.; Dantas, A. S.; Medeiros, R. L. S.; Santos, K. M. Composição Centesimal E De Minerais Em Cascas De Frutas. *Ciência E Tecnol. Aliment.* 2005, 25(4), 825-827.
- [11] Tremocoldi, M. A., Rosalen, P. L., Franchin, M., Massarioli, A. P., Denny, C., Daiuto, É. R., ... & Alencar, S. M. D. (2018). Exploration of avocado by-products as natural sources of bioactive compounds. *PLoS one*, 13(2), e0192577.
- [12] Soong, Y.-Y.; Barlow, P. J. Antioxidant activity and phenolic content of selected fruit seeds. *Food Chem.* 2004, 88, 411-417.
- [13] Rodríguez-Carpena, JG, Morcuende, D., Andrade, MJ, Kylli, P., & Estévez, M. (2011). Fenólicos del aguacate (*Persea americana* Mill.), actividades antioxidantes y antimicrobianas in vitro e inhibición de la oxidación de lípidos y proteínas en hamburguesas porcinas. *Revista de química agrícola y alimentaria*, 59 (10), 5625-5635.
- [14] Kosińska, A., Karamać, M., Estrella, I., Hernández, T., Bartolomé, B., & Dykes, G. A. 505 (2012). Phenolic compound profiles and antioxidant capacity of *Persea americana* 506 Mill. peels and seeds of two varieties. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 507 60(18), 4613-4619.
- [15] López-Cobo, A., Gómez-Caravaca, A. M., Pasini, F., Caboni, M. F., Segura-Carretero, A., & Fernández-Gutiérrez, A. (2016). HPLC-DAD-ESI-QTOF-MS and HPLC-FLD-MS as valuable tools for the determination of phenolic and other polar compounds in the edible part and by-products of avocado. *LWT*, 73, 505-513.
- [16] Fulgoni, V. L., Dreher, M., & Davenport, A. J. (2013). Avocado consumption is associated with better diet quality and nutrient intake, and lower metabolic syndrome risk in US adults: results from the National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES) 2001-2008. *Nutrition journal*, 12(1), 1-6.
- [17] Owolabi, M. A.; Coker, H. A. B.; Jaja, S. I. Bioactivity of the Phytoconstituents of the Leaves of *Persea Americana*. *J. Med. Plants Res.* 2010, 4(12), 1130-1135. DOI: 10.5897/JMPR09.429
- [18] Kris-Etherton, PM, Hecker, KD, Bonanome, A., Coval, SM, Binkoski, AE, Hilpert, KF, ... & Etherton, TD (2002). Compuestos bioactivos en los alimentos: su papel en la prevención de enfermedades cardiovasculares y cáncer. *La revista americana de medicina*, 113 (9), 71-88.
- [19] Adeyemi, O. O., Okpo, S. O., & Ogunti, O. O. (2002). Analgesic and anti-inflammatory effects of the aqueous extract of leaves of *Persea americana* Mill (Lauraceae). *Fitoterapia*, 73(5), 375-380.
- [20] Ding, H., Chin, Y. W., Kinghorn, A. D., & D'Ambrosio, S. M. (2007). 466 Chemopreventive characteristics of avocado fruit. *Seminars in Cancer Biology*, 17, 467 386-394.
- [21] Murakami, Y., Kawata, A., Ito, S., Katayama, T., & Fujisawa, S. (2015). Radical-scavenging and anti-inflammatory activity of quercetin and related compounds and their combinations against RAW264. 7 cells stimulated with *Porphyromonas gingivalis* fimbriae. Relationships between anti-inflammatory activity and quantum chemical parameters. *In vivo*, 29(6), 701-710.
- [22] Pahuja-Ramos, M. E., Ortiz-Moreno, A., Chamorro-Cevallos, G., Hernández-Navarro, M. D., Garduño-Siciliano, L., Necoechea-Mondragón, H., & Hernández-Ortega, M. (2012). Hypolipidemic effect of avocado (*Persea americana* Mill) seed in a hypercholesterolemic mouse model. *Plant foods for human nutrition*, 67(1), 10-16.
- [23] Asaolu, M. F., Asaolu, S. S., Fakunle, J. B., Emman-Okon, B. O., Ajayi, E. O., & Togun, R. A. (2010). Evaluation of in-vitro antioxidant activities of methanol extracts of *Persea americana* and *Cnidiosculus aconitifolius*.
- [24] Edem, D. O., Ekanem, I. S., & Ebong, P. E. (2009). Effect of aqueous extracts of alligator pear seed (*Persea americana* mill) on blood glucose and histopathology of pancreas in alloxan-induced diabetic rats. *Pakistan Journal of Pharmaceutical Sciences*, 22(3).
- [25] Bonilla-Porras, A. R., Salazar-Ospina, A., Jimenez-Del-Rio, M., Pereañez-Jimenez, A., & Velez-Pardo, C. (2014). Pro-apoptotic effect of *Persea americana* var. Hass (avocado) on Jurkat lymphoblastic leukemia cells. *Pharmaceutical biology*, 52(4), 458-465.
- [26] Oboh, G.; Isaac, A. T.; Akinyemi, A. J.; Ajani, R. A. Inhibition of Key Enzymes Linked to Type 2 Diabetes and Sodium Nitroprusside Induced Lipid Peroxidation in Rats' Pancreas by Phenolic Extracts of Avocado Pear Leaves and Fruit. *Int. J. Biomed. Sci.* 2014, 10(3), 208-216.
- [27] Ekor, M., Adepoju, G. K. A., & Epoyun, A. A. (2006). Protective effect of the methanolic leaf extract of *Persea americana* (avocado) against paracetamol-induced acute hepatotoxicity in rats. *International Journal of Pharmacology*, 2(4), 416-420.
- [28] Araújo, RG, Rodríguez-Jasso, RM, Ruiz, HA, Pintado, MME, & Aguilar, CN (2018). Subproductos del aguacate: propiedades nutricionales y funcionales. *Tendencias en ciencia y tecnología de los alimentos*, 80, 51-60.
- [29] Olaeta, J. A. (2003). Industrialización del aguacate: estado actual y perspectivas futuras. In *Proceedings V World Avocado Congress* (Vol. 1, pp. 749-754).
- [30] Dreher ML, Davenport AJ. Hass avocado composition and potential health effects. *Crit Rev Food Sci Nutr.* 2013;53(7):738-750.