

Obtención y cuantificación de compuestos antioxidantes de cáscara de mahuacata

A. Morales-Salvatierra¹, Rubén Santiago Adame¹, C. Lizarazo-Ortega², M. Treviño-Salinas¹, G. Rodríguez-Castillejos^{1*}.

¹Departamento de Tecnología de Alimentos, Universidad Autónoma de Tamaulipas, Unidad Académica Multidisciplinaria Reynosa-Aztlán. ²Laboratorio de Biotecnología Experimental, Instituto Politécnico Nacional, Laboratorio de Biotecnología experimental. gcastillejos@docentes.uat.edu.mx

RESUMEN: El árbol de ébano es endémico del norte de México, la madera se utiliza para la elaboración de muebles y otros utensilios; la semilla, conocida como mahuacata, es usada como alimento. Por otro lado, la cáscara de la vaina no es aprovechada y se convierte en un residuo lignocelulósico. Por ello, este trabajo evaluó el contenido de antioxidantes en la vaina con la finalidad de aprovechar este residuo. Los extractos podrían ser utilizados como coadyuvante para algunas enfermedades o bien ser utilizados como conservadores alimenticios para prevenir la oxidación de grasas, vitaminas o incluso tener efecto antimicrobiano. Se determinó la concentración de fenoles, flavonoides y taninos totales en extractos de etanol, metanol y mezcla metanol-agua (1:1). Los resultados indican que la cáscara de mahuacata contiene un alto contenido de antioxidantes, siendo los fenoles los que presentaron una mayor concentración en los tres tipos de extractos.

Palabras clave: mahuacata, vaina, antioxidantes.

ABSTRACT: The ebony tree is endemic to the north of Mexico, wood is used to make furniture and other utensils; the seed, known as mahuacata, is used as food. On the other hand, the seedcase is not used and becomes a lignocellulosic residue. Therefore, this work evaluated the antioxidant content in seedcase in order to utilize this residue. The extracts could be used as a co adjuvant for some diseases or be used as food preservatives to prevent the oxidation of fats, vitamins or even having an antimicrobial effect. The concentration of phenols, flavonoids and total tannins was determined in extracts of ethanol, methanol and methanol-water mixture (1: 1). The results indicate that the mahuacata seedcase contains a high content of antioxidants, being the phenols the ones that presented a higher concentration in the three types of extracts.

Keywords: mahuacata, seedcase, antioxidants.

Área: Aprovechamiento y valorización de subproductos

INTRODUCCIÓN

El árbol de ébano (*Ebenopsis ébano*) pertenece a la familia *Leguminosae*; es originario de la costa occidental del Golfo de México, su nombre en español es conocido como ébano (Villegas *et al.*, 2004). Es un árbol que alcanza en condiciones favorables hasta 15 m de altura en su edad adulta, su tronco es recto con ligeras variaciones y alcanza hasta 80 cm de diámetro, su color característico es pardo oscuro con ramas gruesas y ascendentes; posee espinas pareadas de color gris claro el tamaño de sus hojas es de 2.5 a 6 cm de largo, son doblemente compuestas por 4 a 6 pinnas que a su vez tienen de 4 a 12 pinnas secundarios opuestos y pegados a la rama central que tienen un tamaño que va de 12 por 6 mm. Regularmente son hojas enteras con forma oval, la copa es oscura y espesa, en el periodo de junio a julio y de octubre a noviembre florece, las flores llegan a medir hasta 5 cm de largo de color verdoso café florece en espiga y su fruto es más como una vaina leñosa dentro van de 6 a 12 semillas (Gutiérrez Carvajal *et al.*, 2016).

Las flores de este árbol en racimos densos color crema o amarillo hacen del árbol un toque pintoresco (Alanís Flores, *et al.*, 2007). Es un árbol de crecimiento lento, se adapta muy bien a temperaturas extremas y requiere de mucha agua en los periodos calurosos, por lo cual es una especie ideal para restauración y reforestación de suelos y plantaciones. En el noreste de México las leguminosas son de gran importancia para la región, destacan su uso para postes, cercas, material de construcción enseres domésticos mangos para hachas o cuchillos, azadones, carbón y leña, sillas de montar figuras decorativas de ébano. Se hace mención sobre la importancia de las plantaciones forestales

predeterminadas en circunstancias de un ciclo de forestación o reforestación, por lo general, estas especies pueden ser nativas o introducidas y tiene que cumplir una serie de requisitos como una superficie de 0.5 ha; una copa de 10% de la cubierta de la tierra y una altura total de los árboles de 5 m (Bravo *et al.*, 2014). En México, el árbol de ébano se distribuye en los estados de Tamaulipas, San Luis Potosí y Nuevo León; así como también en áreas aisladas de la península de Yucatán. Se encuentra en la costa de Tamaulipas a una altitud de 500 m regularmente, se presenta en ecosistemas como matorral alto, palmar y pastizal (Mora Olivo *et al.*, 2012.) El ecosistema denominado matorral espinoso tamaulipeco (MET) posee una superficie de 200,000 km² (Coahuila, Nuevo León, Tamaulipas), extensión en la cual se distribuye el árbol del ébano (Alanís, 2006). La madera de este árbol es utilizada para la obtención de carbón y la fabricación de muebles, instrumentos musicales, duelas de puso y moldes de fundición, mangos para cuchillos y diversos artículos decorativos (Rechy, 2004; Carrillo-Parra, 2013; CONAFOR, 2016).

Por otro lado, árbol produce un fruto el cual consiste en una vaina con semillas globosas, comúnmente llamada maguacata o mahuacata; cada vaina posee alrededor de 10 semillas y una cascara que se retira con los dedos antes de comerla. Las dimensiones promedio de la semilla mahuacata son 13.02 mm de longitud, 8.78 mm de ancho 9.65 mm de grosor, volumen geométrico promedio de 10.76 mm³. (Hernández-Santos *et al.*, 2014). En promedio, la semilla contiene 36% de proteína (base seca) 22% de aceite y 4.5% de fibra total; además se ha reportado un alto contenido de albumina (54%), globulinas (32%), glutelinas (6%) y prolaminas (1.3%). Las semillas son de color café y cuando llegan a su maduración posee un color rojizo (Torruco *et al.*, 2014). Habitantes de poblaciones rurales de zonas de Nuevo León, Coahuila y Tamaulipas mencionan que las semillas maduras de mahuacata se cocinan en agua, o bien son tostadas en el comal y posteriormente se muelen para mezclarse con el café o se usa como sustituto de este. Por otro lado, también suelen comerse enteras tostadas o se hierven y luego se someten a tostado (Espinosa *et al.*, 1994; Alanís Flores *et al.*, 2007). Sin embargo, la cáscara de la vaina no tiene ninguna aplicación y se convierte en un residuo, por lo cual es importante evaluar su uso para proponer un aprovechamiento integral de la planta.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las vainas de mezquite estudiadas fueron recolectadas en el municipio de Reynosa de Tamaulipas; se seleccionaron las vainas tomando en cuenta que estuviesen en buen estado, libre de insectos, plagas y materiales extraños. Posteriormente se retiraron las semillas y las vainas fueron colocadas en charolas metálicas para secarlas en la estufa a 60 ° C durante 24 horas, para reducir su contenido de humedad y se realizó en una harina mediante molienda en una licuadora industrial.

Para la obtención de compuestos con capacidad antioxidante se llevó a cabo el método de Pérez *et al.*, (1992) con modificaciones, utilizando un dispositivo tipo Soxhlet. Se colocaron dentro de un cartucho de celulosa 40 g de harina de cáscara de mahuacata; utilizando como solvente metanol, etanol, y metanol-agua (1:1). Posteriormente, una vez obtenidos los extractos con los diferentes solventes, se procedió a eliminar el disolvente para los análisis subsecuentes. Para este propósito se hizo una extracción del solvente por rota evaporación.

La concentración de fenoles totales se determinó mediante el método de Folin-Ciocalteu (Singleton *et al.*, 1965, 1999; Dewanto *et al.*, 2002), la absorción fue medida en un espectrofotómetro de UV-vis (UV-1800 Shimadzu) a 760 nm. Para la determinación de taninos se utilizó la metodología propuesta por Broadhurst and Jones (1978); la reacción se leyó en un espectrofotómetro de UV-vis (UV-1800 Shimadzu) a 500 nm. Finalmente, para la determinación de flavonoides se realizó con el método de Heimler *et al.*, (2005) y la muestra se leyó en un espectrofotómetro de UV-vis (UV-1800 Shimadzu) a 510 nm. Todas las mediciones se llevaron a cabo por triplicado en tres diluciones (1:10, 1:100 y 1:1000), se obtuvo el promedio de las nueve mediciones y se realizó un análisis de varianza (ANOVA) y una post prueba de Tukey con un 95 % de confianza ($p \leq 0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las plantas como seres vivos complejos asimilan y convierten las fuentes de carbono en múltiples compuestos, los cuales no tienen una función directa en la fotosíntesis, al conjunto de estos se les denomina metabolitos secundarios; dentro de estos se encuentran los antioxidantes (Ávalos García y Pérez-Urria 2009). Los compuestos con capacidad antioxidante han demostrado tener efectos benéficos sobre la salud humana y animal, además de presentar efecto antimicrobiano; por ello, se han caracterizado en diversos granos y leguminosas, y el consumo de estas resulta de gran beneficio. Sin embargo, en el caso de legumbres, las vainas que contienen las semillas no son de importancia nutricional por el contenido de lignocelulosa. Por ello, hay pocos reportes del contenido de antioxidantes en vainas de semillas (Khang *et al.*, 2016).

Tabla I. Concentración de taninos, flavonoides y fenoles por gramo de harina de cáscara de mahuacata.			
Compuesto	metanol-agua	metanol	etanol
Taninos (mg ECL)	0.55±0.004^b	1.06±0.005^a	1.45±0.039^a
Flavonoides (mg EC)	3.93±0.099^b	5.38±0.042^a	1.83±0.023^c
Fenoles (mg EAG)	2.15±0.016^b	5.47±0.018^a	5.91±0.016^a

^{a,b,c} Letras diferentes en la misma fila indican diferencias estadísticas significativas ($p \leq 0.05$)

Se encontró un mayor contenido de taninos en el extracto y fenoles en el extracto etanólico, mientras que la concentración de flavonoides fue mayor en el extracto metanólico; diversos estudios reportan el uso de etanol o mezclas etanol-agua como el solvente más comúnmente utilizado para la extracción de antioxidantes en plantas (Xu *et al.*, 2017).

Los resultados del presente estudio muestran que la cáscara de mahuacata contiene un alto contenido de antioxidantes comparado con los reportes de diferentes partes de plantas; un estudio realizado por Cardeño *et al.*, (2007) evaluaron la extracción de fenoles de *Salvia aratocensis* y *Bidens reptans*, encontrando 0.31 y 0.4 mg fenoles/100 mg de planta. Por otro lado, Ramírez-Rojo *et al.* (2018) realizaron extractos acuosos, etanólicos y la mezcla agua-etanol; con la finalidad de obtener compuestos antioxidantes de hojas de mezquite (*Prosopis velutina*). Se encontraron concentraciones de 45 a 90 mg EAG/g (fenoles) de hoja seca; siendo mayor en el extracto etanólico que con los otros solventes. Salas *et al.*, (2016) evaluaron extractos etanólicos de cáscara, cotiledón y grano entero de cuatro variedades de frijol (Sumaq puka”, “Huasca”, “Huallaguino” y “Panamito”), crudo, remojado y cocido. El mayor contenido de polifenoles se encontró en cáscara de frijol crudo variedad Huallaguino (3,65±0,02 g EAG/100 g). Estos resultados mencionados sugieren que los subproductos de leguminosas o partes no comestibles de diversas plantas tienen potencial de ser explotados para la obtención de compuestos con capacidad antioxidante.

El consumo de alimentos con alto contenido de antioxidantes se ha relacionado con mejoras a la salud humana debido a la disminución del estrés oxidativo; esto se refiere al desequilibrio provocado por el exceso de radicales libres, los cuales pueden causar efectos adversos sobre las células. Se ha estudiado la relación entre el estrés oxidativo y diversas enfermedades cardiovasculares, neurológicas, endocrinas, gástricas y cáncer. Aunque el cuerpo humano tiene con mecanismos para el control de la producción de antioxidantes, también se sabe que diversos alimentos con antioxidantes sirven en el control exógeno de radicales libres (Coronado *et al.*, 2015). Callohuari *et al.*, (2017) obtuvieron un extracto acuoso de vainas de tara (*Caesalpinia spinosa*) y posteriormente evaluaron su efecto gastroprotector en ratones. Encontraron que el extracto acuoso de las vainas contenía compuestos fenólicos y taninos en mayor proporción; así mismo se encontró efecto gastroprotector a dosis de 800 mg/Kg.

Los resultados de diversos estudios indican que el consumo de plantas o partes de estas tienen efecto sobre la disminución de estrés oxidativo y reducción de enfermedades. Los extractos de cáscara de mahuacata pueden tener aplicaciones como alternativas terapéuticas o bien para el diseño de

conservadores alimenticios. Con ello se podría dar valor agregado al árbol de ébano para un aprovechamiento comercial.

BIBLIOGRAFÍA

- Alanís, R.E., 2006. Diversidad de especies arbóreas y arbustivas en áreas con distinto historial antropogénico en el matorral espinoso tamaulipeco, tesis de maestría. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León. 66-67 pp.
- Avalos García, A., & Pérez-Urria Carril, E. 2009. Metabolismo secundario de plantas. *Reduca (biología)*, 2(3).
- Broadhurst, R. B., & Jones, W. T. 1978. Analysis of condensed tannins using acidified vanillin. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 29(9), 788-794.
- Callohuari, R., Sandoval Vegas, M., & Huamán Gutiérrez, O. (2017, January). Efecto gastroprotector y capacidad antioxidante del extracto acuoso de las vainas de *Caesalpinia spinosa* 'tara', en animales de experimentación. In *Anales de la Facultad de Medicina* (Vol. 78, No. 1, pp. 61-66). UNMSM. Facultad de Medicina.
- Cardeño, Á. V., Molina, M. C., Miranda, I., García, G. T., Morales, J. M., & Stashenko, E. E. 2007. Actividad antioxidante y contenido total de fenoles de los extractos etanólicos de *Salvia aratocensis*, *Salvia sochensis*, *Bidens reptans* y *Montanoa ovalifolia*. *Scientia et Technica*, 1(33).
- Carrillo-Parra, A., Foughbakhch-Pournavab, R., & Bustamante-García, V. 2013. Calidad del carbón de *Prosopis laevigata* (Humb. & Bonpl. ex Willd.) MC Johnst. y *Ebenopsis ebano* (Berland.) Barneby & JW Grimes elaborado en horno tipo fosa. *Revista mexicana de ciencias forestales*, 4(17), 62-71.
- CONAFOR. *Ebenopsis ébano* (Berl.) Britton et Rose». Reforestación: Fichas Técnicas.
- Coronado, M., Vega y León, S., Gutiérrez, R., Vázquez, M., & Radilla, C. 2015. Antioxidantes: perspectiva actual para la salud humana. *Revista chilena de nutrición*, 42(2), 206-212.
- Flores, G. J. A., & Franzoni, C. B. (2007). El valor de nuestras plantas. Fondo Editorial de NL.
- García-Mosqueda, G. E., Jiménez-Pérez, J., Aguirre-Calderón, O. A., González-Rodríguez, H., Carrillo-Parra, A., Espinosa-Ramírez, M., & García-García, D. A. 2014. Biomasa de dos especies de matorral en tres densidades de plantación en Tamaulipas, México. *Revista Latinoamericana de Recursos Naturales*, 10(2), 52-59.
- Gutiérrez Carvajal, L., & Dorantes López, J. 2005. Especies forestales de uso tradicional del Estado de Veracruz: potencialidades de especies con uso tradicional del estado de Veracruz, con opción para establecer plantaciones forestales comerciales 2003-2004 (No. Sirsi) a438046). Universidad Veracruzana. Consejo Nacional para la Ciencia y la Tecnología.
- Heimler, D., Vignolini, P., Dini, M. G., & Romani, A. 2005. Rapid tests to assess the antioxidant activity of *Phaseolus vulgaris* L. dry beans. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(8), 3053-3056.
- Hernández-Santos, B., Santiago-Adame, R., Navarro-Cortéz, R. O., Gómez-Aldapa, C. A., Castro-Rosas, J., Martínez-Sánchez, C. E., ... Rodríguez-Miranda, J. 2014. Physical properties of ebony seed (*Pithecellobium flexicaule*) and functional properties of whole and defatted ebony seed meal. *Journal of Food Science and Technology*, 52(7), 4483-4490.
- Khang, D., Dung, T., Elzaawely, A., & Xuan, T. 2016. Phenolic profiles and antioxidant activity of germinated legumes. *Foods*, 5(2), 27.
- Li Y, Ma D, Sun D, Wang C, Zhang J, Xie Y, Guo T. Total phenolic, flavonoid content, and antioxidant activity of flour, noodles, and steamed bread made from different colored wheat grains by three milling methods. *The Crop Journal*. 2015;1(1):328-334.
- Morales, A. S. 2004. Leguminosas silvestres usadas como alimentos y bebidas, por la población rural. Facultad de Ciencias Biológicas, UANL, San Nicolás de los Garza. Nuevo León.
- Mora-Olivo, A., Lara-Villalón, M., & Martínez-Ávalos, J. G. 2016. Plantas Silvestres del Bosque Urbano, Cd. Victoria, Tamaulipas, México. *Applied Ecology and Environmental Research*, 15(1), 33-50.
- Ramírez-Rojo, M. I., Vargas-Sánchez, R. D., Hernández-Martínez, J., Martínez-Benavidez, E., Sánchez-Escalante, J. J., Torrecano-Urrutía, G. R., & Sánchez-Escalante, A. 2018. Actividad antioxidante de extractos de hoja de mezquite (*Prosopis velutina*). *Biotecnía*, 21(1), 113-119.
- Rechy, M. A. R.-C. & E. R. 2004. Especies nativas del matorral espinoso del noreste mexicano con posibilidades de aprovechamiento industrial. *Madera y Bosques*, 10(2), 45-54.
- Singleton, V. L., & Rossi, J. A. 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American journal of Enology and Viticulture*, 16(3), 144-158.

- Singleton, V. L., Orthofer, R., & Lamuela-Raventós, R. M. 1999. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent. In *Methods in enzymology* (Vol. 299, pp. 152-178). Academic press.
- Villegas, G. D., Bolaños, A. M., Miranda, J. A. S., García, J. A., & Galván, O. M. G. 2003. Flora nectarífera y polínifera en el estado de Tamaulipas. COTECOCA-SAGARPA, México, DF, 109.
- Xu, D. P., Li, Y., Meng, X., Zhou, T., Zhou, Y., Zheng, J., ... & Li, H. B. 2017. Natural antioxidants in foods and medicinal plants: Extraction, assessment and resources. *International journal of molecular sciences*, 18(1), 96.