

Alimentos funcionales de la región del Altiplano y su capacidad antioxidante

Bethsua Mendoza, Edna María Hernández, Carlos Alberto Gómez y Erik Gómez

B. Mendoza, E.Hernández, C.Gómez y E. Gómez
Instituto Tecnológico Superior del Oriente del Estado de Hidalgo
egomez@itesa.edu.mx

F. Trejo, (eds.).Ciencias Biológicas y de la Salud, Proceedings-©ECORFAN-México, Pachuca, 2017.

1 Introducción

La oxidación es un proceso bioquímico de pérdida de electrones siempre asociado a otro de captación que llamamos reducción. Esta oxidación es fundamental para la vida pues participa en los procesos de obtención de la energía celular (Elejande, 2001). Los radicales libres causan dicha oxidación, estos son átomos o grupos de átomos que tienen un electrón desapareado o libre, por lo que son muy reactivos ya que tienden a captar un electrón de moléculas estables con el fin de alcanzar su estabilidad electroquímica. Una vez que el radical libre ha conseguido sustraer el electrón que necesita, la molécula estable que se lo cede se convierte a su vez en un radical libre por quedar con un electrón desapareado, iniciándose así una verdadera reacción en cadena que destruye nuestras células (Arevalo y Suwalsky, 2006).

Cuando existe un exceso de oxidación aparece el estrés oxidativo que es una realidad compleja en todos los niveles biológicos que no se puede medir ni definir con un solo parámetro. Hay una multitud de enfermedades que se han relacionado con el estrés oxidativo y la generación de radicales libres. Por esto, terapias antioxidantes y dietas ricas (como la dieta mediterránea) o enriquecidas con antioxidantes parecen prevenir o al menos disminuir el deterioro funcional orgánico originado por un exceso de estrés oxidativo (Elejande, 2001). Estudios realizados en una amplia gama de países y grupos de la población, han demostrado que existe una relación inversa entre el consumo per cápita de frutas y hortalizas y el riesgo de enfermedades cardiovasculares e incluso algunos cánceres. De la misma manera se reportan beneficios para personas que padecen diabetes tipo 2, beneficios oculares e incluso en la función pulmonar (Buttriss et al. 2002).

Los antioxidantes son sustancias con capacidad para oponerse a la acción del oxígeno y de ciertas especies oxidantes, independientemente de su mecanismo (Elejande, 2001). El sistema de defensa antioxidante está constituido por un grupo de sustancias que, al estar presentes en concentraciones bajas con respecto al sustrato oxidable, retrasan o previenen significativamente la oxidación de este. Como sustrato oxidable se pueden considerar casi todas las moléculas orgánicas o inorgánicas que se encuentran en las células vivas, como proteínas, lípidos, hidratos de carbono y las moléculas de ADN. Los antioxidantes impiden que otras moléculas se unan al oxígeno, al reaccionar o interactuar más rápido con los radicales libres del oxígeno y las especies reactivas del oxígeno que con el resto de las moléculas presentes, en un determinado microambiente, ya sea, membrana plasmática, citosol, núcleo o líquido extracelular (Veneo, 2002).

La capacidad antioxidante celular está dada por mecanismos a través de los cuales la célula anula la reactividad y/o inhibe la generación de radicales libres. Estos mecanismos son adecuados a la muy corta vida media de los radicales libres y comprenden moléculas pequeñas, endógenas y exógenas con capacidad antioxidante. Los antioxidantes exógenos provienen de la dieta, y dentro de este grupo se incluyen la vitamina E, vitamina C y los carotenoides. La vitamina C constituye el antioxidante hidrosoluble más abundante en la sangre, mientras que la vitamina E es el antioxidante lipofílico mayoritarios.

El selenio, el más tóxico de los minerales incluidos en nuestra dieta, actúa junto con la vitamina E como antioxidante, esta vitamina se encuentra en vegetales, aceites de semilla, germen de trigo, maní, carne, pollo, pescado y algunas verduras y frutas, en tanto la vitamina C se puede encontrar en frutas y verduras. Los carotenoides son compuestos coloreados tales como los betacarotenos, presentes en verduras y frutas amarillas y anaranjadas, y en verduras verdes oscuras, los alfa carotenos en la zanahoria, los licopenos en el tomate, las luteínas y xantinas en verduras de hojas verdes como el brócoli, y las betas criptoxantinas en frutas cítricas. Recientemente se han descubierto en algunos alimentos otros antioxidantes no nutrientes, los compuestos fenólicos.

Algunas fuentes son los frijoles (isoflavonas), cítricos (flavonoides), cebolla (quercenita) y polifenoles (aceitunas). También se han encontrado algunos antioxidantes fenólicos en el café, vino tinto y té. Por esta razón la forma de suplir los antioxidantes para proteger al organismo del efecto oxidativo producido por los radicales libres es el consumo de alimentos ricos en vitamina E, C, carotenoides y otras sustancias que tienen función antioxidante, tales como los compuestos fenólicos (Avello y Suwalsky, 2006).

Las investigaciones sobre la importancia de los antioxidantes en sistemas biológicos debido a que contrarrestan el estrés oxidativo responsable de diferentes enfermedades como arterosclerosis, diabetes, desordenes neurodegenerativos y ciertos tipos de cáncer han despertado un gran interés para determinar la capacidad antioxidante de un gran número de componentes presentes en los alimentos.

En la ciencia de los alimentos, un antioxidante se define como un compuesto presente en los alimentos que cuando se encuentra presente a bajas concentraciones es capaz de prevenir bajo condiciones fisiológicas normales los efectos adversos de algunas especies reactivas de oxígeno y nitrógeno por sus siglas en inglés (ROS/RNS) (Halliwell et al., 1995). Dentro de los mecanismos de acción de los compuestos antioxidantes se pueden mencionar los siguientes: a) cuando sirven de barreras físicas para prevenir la generación de ROS o para prevenir su acceso a sitios biológicos importantes por ejemplo filtros UV, b) acción como trampas químicas que absorben energía y electrones como los carotenoides y antocianinas, c) sistemas catalíticos que neutralizan los ROS por ejemplo enzimas (catalasa), d) inactivación por formación de enlace para prevenir la generación de ROS por ejemplo la ferritina.

En años recientes en diversas investigaciones se ha demostrado que alimentos de origen vegetal y subproductos de estos, contienen importantes cantidades de compuestos que debido a sus características estructurales poseen actividad antioxidante, entre los que se encuentran el capulín (*Prunus serotina*) y el agua miel (obtenido del agave).

2 Desarrollo

2.1 Capulín, Generalidades

El género *Prunus*, perteneciente a la familia *Rosaceae* y a la subfamilia *Amygdaloidae*, es un género botánico conformado por alrededor de 400 especies de árboles y arbustos (Maynard et al., 1991). Inicialmente, el género *Prunus* fue subdividido en 5 subgéneros diferentes: *Amygdalus*, *Cerasus*, *Laurocerasus*, *Padus* y *Prunus*. Sin embargo, estudios filogenéticos recientes, agrupan a las distintas especies de este género en dos grandes ramas monofiléticas; el primero conformado por los subgéneros *Cerasus*, *Laurocerasus* y *Padus*, y el segundo conformado por los subgéneros *Amygdalus*, *Emplectocladus* y *Prunus* (Bortiri et al., 2006). A través de las rutas comerciales *Prunus serotina* ha sido trasladada de un continente a otro, por el hecho de ser un género que se ha destacado en el ámbito agrícola por poseer especies frutales de mucha importancia a nivel económico y comercial; ejemplos de ello son: el cerezo (*P. Cerasus* y *P. Avium*), el albaricoque (*P. Armeniaca*), el almendro (*P. Dulcis*), el durazno (*P. Persica*), entre otros (USDA, 2008).

P. serótina se distribuye en México principalmente en cuatro regiones: septentrional, occidental, central y del sudeste, con las regiones central y occidental, donde las tres subespecies de *P. serótina* (*capulí*, *serótina* y *virens*) convergen. Además, las tres subespecies presentes en México comparten nichos ecológicos en las regiones occidental y central, que incluye los estados de Michoacán, Estado de México, Tlaxcala y Querétaro. El Capulín en el oeste y centro de México crece en zonas cercanas a los bosques de *Quercus* y *Pinus* con 400-900 mm de lluvia al año. *Prunus serótina* también se encuentran distribuidas en todo el mundo, especialmente en Asia, Norteamérica, como Nueva Escocia a Minnesota, Florida, Texas, Arizona, México y Europa.

El capulín, en el centro de México estaba cerca de los asentamientos humanos, ya que sus frutos y madera son de interés antropocéntrico. Esta especie actúa de vanguardia para ambientes perturbados, lo que le da un uso potencial adicional. En la región occidental, los seres humanos históricamente no manejan mucho los árboles de Capulín. Es posible encontrar capulines en los claros de vegetación, quebradas, y los campos agrícolas y en las carreteras. Por lo tanto, teniendo en cuenta los conceptos de diversificación de las especies presentadas, a través de los continuos procesos de diversificación y la domesticación. Las regiones estudiadas tienen los requisitos medioambientales y las características culturales para apoyar la diversificación de las especies (Fresnedo et al., 2011).

2.2 Composición química y capacidad antioxidante

En la literatura científica se reportan diferentes trabajos sobre esta planta, se ha encontrado que las hojas y flores de la planta contienen compuestos fenólicos que le confieren gran poder antioxidante principalmente asociado a algunos efectos terapéuticos como el tratamiento de la hipertensión. Se ha encontrado además que las semillas del fruto son ricas en ácido oleico, en algunos trabajos se ha establecido la presencia en un extracto (acetona-agua) de la cascara, de cinidina – 3 – rutinosido, cianidina-3-glucosido y un tercer pigmento posiblemente de tipo rutinósido en el fruto de Capulín de México (Hurtado y Pérez, 2013). Por otro lado, Jimenez, Castillo, Azuara y Beristain, (2011), mencionan que desde tiempos ancestrales el capulín ha sido utilizado para la prevención de enfermedades respiratorias y diarrea, gracias a que contiene una gran variedad de compuestos fenólicos tales como flavonoides y taninos, cuyas propiedades antioxidantes y antibacterianas están ampliamente documentadas.

García-Aguilar et al., (2015) y Rivero-Cruz, (2014) reportaron estudios químicos y farmacológicos de las hojas, frutos y semillas de *P. serótina*, mostrando que el extracto metanólico de las hojas condujo al aislamiento del compuesto hiperósido y ácido ursólico como los principales compuestos con efecto vasodilatador. También se encontró que el alcohol bencílico, el benzaldehído, el alcohol cinámico y el cinamaldehído eran los principales constituyentes del aceite esencial obtenido de las hojas, estos compuestos promovieron la relajación del músculo liso vascular. Respecto a los frutos de *P. serotina*, encontramos un alto contenido de compuestos fenólicos como el ácido clorogénico, el ácido gálico, el ácido cafeico, la catequina, la epicatequina, la quercetina y los glucósidos de kaempferol, que están directamente relacionados con la alta capacidad antioxidante. Además, la caracterización físico-química y química del aceite de semilla de cerezo negro demostró que está compuesto principalmente de ácidos grasos poliinsaturados, incluyendo ácido oleico, linoleico y α -eleosteárico. Estos resultados apoyan la potencial importancia terapéutica del aceite de semilla de *P. serotina*, ya que se ha demostrado ampliamente que el consumo de ácidos grasos insaturados reduce los lípidos plasmáticos y reducir la aterogénesis por la disminución de la inflamación de los macrófagos y las células endoteliales vasculares. Además, se ha informado que el ácido α -eleosteárico es efectivo en la supresión del crecimiento de células cancerígenas y ha sido propuesto como un agente en las quimioterapias contra el cáncer.

Nuestro grupo de trabajo recientemente se ha dedicado a la elaboración de productos alimenticios a base de capulín, con el objetivo de dar un valor agregado al fruto, se ha logrado la elaboración y caracterización fisicoquímica de mermelada y licor, también se estudió la capacidad antioxidante de extractos etanólicos del fruto (pulpa y cascara), encontrando una correlación fuerte y directamente proporcional de la capacidad antioxidante total con la concentración de compuestos flavonoides (catequina y quercetina), y además el porcentaje de inhibición de los radicales libres es mayor a la reportada por frutos como guayaba, mango, entre otras frutas tropicales (Mendoza-Mendoza, et al., 2017). La idea de estos trabajos es comprobar que las propiedades del capulín, se conservan o se potencializan durante el procesamiento de los alimentos, para que esta forma se pueda asegurar ofrecer productos funcionales al consumidor.

2.3 Aguamiel

En México, desde la época prehispánica, diversos recursos naturales han sido empleados para distintos fines, dentro de los cuales, la formulación de alimentos y bebidas juegan un papel de suma importancia debido al incremento de la población. De las diversas fuentes naturales con gran potencial de aplicaciones industriales se encuentra el maguey pulquero, también conocido como Agave, este es una planta que pertenece a la familia *Agavaceae* y del cual se derivan una serie de productos tales como el tequila, mezcal, jarabes fructosados, aguamiel, pulque, bagazos empleados como fibra dietética o para la elaboración de artesanías típicas mexicanas (Lopez y col., 2007).

Sin embargo de todos estos productos, el aguamiel ha sido uno de los menos aprovechados tecnológicamente hablando, ya que el principal uso que se le ha dado es para la elaboración de pulque, una bebida que resulta de la fermentación de este líquido que emana de la capación central del maguey adulto (Valadez y col., 2012). Actualmente el aguamiel y el pulque (su principal producto) han perdido importancia en el mercado, como resultado de la inclusión de bebidas con mayor distribución como la cerveza y una amplia diversidad de bebidas alcohólicas. A consecuencia de esto el cultivo de agave pulquero ha perdido impulso ya que no representa una buena fuente de ingresos. Esta situación obliga a los investigadores a buscar nuevas alternativas para la aplicación o industrialización del aguamiel (García y col., 2010).

2.4 Composición del aguamiel y propiedades nutraceuticas

Algunos autores definen al aguamiel como un fluido obtenido del agave, este líquido se produce en las plantas adultas y se obtiene en la etapa previa a la floración. El jugo se acumula en la parte baja de la planta. Campos (2002) comenta que el aguamiel presenta un pH promedio cercano a la neutralidad (6.8) con un promedio de humedad elevado (86 %) y una proporción de sólidos solubles de 10.85 °Brix. Sin embargo hasta ahora las diferentes investigaciones sobre el aguamiel se han centrado en el estudio de su composición química así como de la flora microbiana resaltando su efecto probiótico atribuido a la presencia de bacterias ácido lácticas como *Leuconostoc mesenteroides* y recientemente en el contenido de fructanos, algunos estudios reportan que el contenido de inulina en el aguamiel es del 11 %, mientras que el contenido de hierro y zinc es de 2.15 mg/100 g y 1.41 mg/100 g, respectivamente, dichos valores son superiores a los encontrados en leche por ejemplo (Silos, et al., 2007).

2.5 Aprovechamiento del aguamiel para producir miel de maguey

Algunas investigaciones revelan que la miel de maguey obtenida mediante el calentamiento del aguamiel tiene alto contenido de fructosa, en mayor cantidad que glucosa, la cual es recomendable para un paciente diabético, ya que la fructosa no estimula la producción digestiva de la insulina por lo que es recomendable para personas con este padecimiento (Silos, 2007). Su Índice Glicémico es de 33, lo cual favorece que sea consumido por deportistas; contiene Fructoligosacáridos, (FOS, Fibra Dietética Soluble) que mejoran el sistema digestivo y la capacidad de eliminación de grasas y toxinas que dañan al cuerpo humano; es por sí mismo un estimulante del crecimiento de la flora intestinal (prebiótico), lo cual ayuda a personas con gastritis. Contiene Vitaminas A, B, B2, C, Hierro, Niacina, Fósforo y Proteínas, por lo que por sí mismo contribuye a la buena alimentación; inhibe el crecimiento de bacterias patógenas (*E. Coli*, *Listeria*, *Shigella*, *Salmonella*); disminuye los niveles de colesterol y triglicéridos mejorando la metabolización de toxinas en el cuerpo. La niacina que contiene permite que limpie, drene y desintoxique, venas y arterias. Aumenta la absorción del calcio y del magnesio, siendo un auxiliar en la prevención de osteoporosis. Facilita la movilidad intestinal y se recomienda a las personas con estreñimiento (Medina, 2010). También contiene agua y minerales tales como hierro y zinc en cantidades de 21.500 y 14.100 mg/l, respectivamente, y vitamina C (Solís, 2008).

2.6 Capacidad antioxidante del aguamiel y miel de agave

Es importante considerar que la gran cantidad de compuestos presentes en el aguamiel y la miel de maguey los cuales pueden poseer capacidad antioxidante, lo cual podría incrementar su uso en la industria alimenticia y farmacéutica. Es por ello que el grupo de investigación se ha enfocado en evaluar la capacidad antioxidante del aguamiel y miel de agave obtenidos de *A. Salmiana* y producidos en la zona del altiplano hidalguense. Los métodos empleados fueron ABTS y DPPH. Los resultados obtenidos hasta ahora, permiten observar que la capacidad antioxidante del aguamiel y la miel es baja comparados con jugos de uva o naranja comerciales (aproximadamente un 20 % menor), pero si estos valores se comparan con los del jugo de nopal (6.7 μmol equivalentes de Trolox), el aguamiel y la miel presentan mayor actividad antioxidante, esta última comparación permite resaltar la capacidad antioxidante de ambos productos sobre la papaya, aguacate y mango.

3 Conclusiones

Debido a su composición química el capulín representa una buena fuente de compuestos con capacidad antioxidante por lo cual se deben continuar los estudios para confirmar su efecto benéfico para la salud, finalmente para comprobar si los tratamientos a los que son sometidos los productos derivados de este fruto afectan dicha propiedad es importante caracterizar y cuantificar su capacidad antioxidante. Finalmente los diferentes estudios que se han realizado sobre las propiedades del aguamiel sugieren que puede ser considerado un suplemento alimenticio. Ya que este contiene suficientes cantidades de minerales como hierro y zinc. Adicionalmente podría considerarse como un nutraceutico que podría ser aprovechado por personas con problemas de deficiencia de hierro y zinc. Finalmente el aguamiel mostro actividad antioxidante considerable en comparación con alimentos como el nopal y el mango. A pesar de ello es importante continuar estudiando los diferentes componentes del aguamiel para poder identificar algunos posibles componentes que promuevan la capacidad antioxidante del aguamiel.

Referencias

- Avello, M. y Suwalsky, M. (2006). Radicales libres, antioxidantes naturales y mecanismos de protección. *Atenea* 494. 2: 161-172.
- Bortiri, E., Sang Hun Ah, Gao, F. Y., y Potter, D. (2006). El análisis filogenético de la morfología de *Prunus* revela extensa homoplasia. *Sistemática Vegetal y Evolución*. 259(10): 53-71. doi: 10.1007 / s00606-006-0427-8.
- Buttriss, J. L.; Hughes, J.; Colette, N.M.K.; and Stanner, S. (2002). Antioxidants in food: a summary of the review conducted for the Food Standards Agency. *British Nutrition Foundation Nutrition Bulletin*. 27: 227–236.
- Elejande Guerra, J.I. (2001). Estrés oxidativo, enfermedades y tratamientos Antioxidantes. *Anales de medicina interna*. 18:326-335.
- Campos, Mendiola, R. (2002). Obtención de una bebida funcional de bifidobacterias utilizando aguamiel como base. *Tesis Maestría*. E.N.C.B., I.P.N.
- Fresnedo-Ramírez, J., Segura, S., y Muratalla-Lúa, A. (2011). Morphovariability de capulín (*Prunus serotina* Ehrh.) En la región centro-occidental de México desde una perspectiva de recursos fitogenéticos. *Recursos genéticos y la evolución de los cultivos*. 58 (4), 481-495. doi: 10.1007 / s10722-010-9592-2.

- García-Aguilar, L., Rojas-Molina, A., Ibarra-Alvarado, C., Rojas-Molina, J.I., Vázquez-Landaverde, P.A., Luna-Vázquez, F.J., y Zavala-Sanchez, M.A. (2015). Nutritional Value and Volatile Compounds of Black Cherry (*Prunus serotina*) Seeds. *Molecules* 20:3479-3495. doi:10.3390/molecules20023479.
- García, E. J. , S. J. Méndez y D. Talavera. 2010. El género *Agave* SPP. En México: principales usos de importancia socioeconómica y agroecológica. *RESPYN*. 5: 109-129
- Halliwell B, Murcia MA, Chirico S, Aruoma OI. (1995). Free radicals and antioxidants in food and in vivo: what they do and how they work. *Crit Rev Food Sci Nutr* 35:7-15.
- Hurtado, H.N. y Perez, M. (2013). Identificación, Estabilidad y Actividad Antioxidante de las Antocianinas Aisladas de la Cáscara del Fruto de Capulí (*Prunus serotina* spp *capuli* (Cav) Mc. Vaug Cav). *Información tecnológica*. 25(4): 131-140. doi: 10.4067/S0718-07642014000400015.
- Jimenez, M., Castillo, I., Azuara, E. y Beristain, C.I. (2011). Antioxidant and antimicrobial, activity of capulin (*Prunus seortina* subsp. *capuli*) extracts. *Revista Mexicana de Ingeniería Química*. 10(1): 29-37.
- Lopez, M. G. y N. A. Mancilla. 2007. The nature of fructooligosacarides in agave plants. *Recent Advances in Fructooligosacarides Research*. 2: 47-67.
- Maynard, C. A., Kavanagh, K., Fuernkranz, H., y Drew, A. P. (1991). Negro cereza (*Prunus serotina* Ehrh.). En P. D. Y. P. S. Bajaj (Ed.), *Árboles III* (pp. 3-22). Berlin Heidelberg: Springer.
- Medina, R. (2010). Maguey, el árbol de las maravillas, *Revista Agroentorno*, pp. 26-28.
- Mendoza-Mendoza, B., Hernández-Domínguez, E.M., Gómez-Hernández, E., Ávila-Ramírez, M. C. (2017). Food products (jelly and Liquor) based on capulín (*Prunus serótina*) from to Altiplano Hidalguense. *Mexican Journal of Biotechnology*. 2(2):177-182.
- Rivero-Cruz, B. (2014). Simultaneous quantification by HPLC of the phenolic compounds for the crude drug of *Prunus serotina* subsp. *capuli*. *Pharmaceutical Biology*. 52(8): 1015–1020.
- Silos, E. H., Gonzáles, C. N., Carrillo, L.A., Guevara, L.F., Valverde, G. M., Paredes, L. (2007). Chemical composition and in vitro propagation of *Agave salmiana*. *Gentry. J. Hortic. Sci. Biotech.* 82:355-359.
- Solis, D. (2008). Inulina. Un probiótico natural , *Revista Mundo Alimentario*, 18-19
- USDA. (2008). Guía de plantas de cerezo negro *Prunus serotina* Ehrh. Nacional de datos de plantas el USDA NRCS Center y la biota del Programa de América del Norte. Recuperado de <https://plants.usda.gov/core/profile?symbol=PRSES>.
- Valadez, R, G. Bravo, N. F. Santos, S. I. Velasco y T. J. Montville. 2012. The Artesanal Production of Pulque, a traditional Beverage of The Mexican Highlands. *Prpbiotics Antimicrob. Proteins*. 4: 140-144.
- Veneo-Gutiérrez, J.R. (2002). Daño oxidativo, radicales libres y antioxidantes”. *Rev. Cubana Med. Milit.* 31(2):126-133.