

## PROPIEDADES FUNCIONALES DE ALGUNOS FRUTOS CARACTERÍSTICOS DE LA MIXTECA POBLANA

### FUNCTIONAL PROPERTIES OF SOME FRUITS CHARACTERISTIC OF THE MIXTECA POBLANA

Herrera Cárdenas J. A.<sup>\*1</sup>, Hidalgo Mejía S.<sup>1</sup>, Navarro Frómata A. E.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidad Tecnológica de Izúcar de Matamoros. Programa Educativo de Ingeniería en Procesos Alimentarios. Prolongación Reforma 168 Barrio de Santiago Mihuacán Izúcar de Matamoros Pue. teléfono: (243) 436 38 96

\*Correo electrónico: [jorgeahc@live.com.mx](mailto:jorgeahc@live.com.mx)

#### RESUMEN

El consumo de alimentos funcionales es una tendencia a nivel mundial que sigue aumentando satisfactoriamente, los resultados de estudios en alimentos de origen natural han demostrado un gran interés por descubrir nuevas alternativas en la salud del ser humano. El objetivo de este trabajo fue determinar tres compuestos polifenólicos: ácido cafeico, ácido ascórbico y catequinas, en cuatro frutos característicos de la región Mixteca y uno de la región tropical de Colombia, por la técnica de cromatografía de líquidos de alta resolución. Las especies analizadas fueron las siguientes: Nanche rojo o acerola (*Malpighia emarginata*), ciruela roja y amarilla (*Spondias purpurea*) y nanche amarillo (*Byrsonima crassifolia*). Para cada compuesto se elaboró una curva de calibración para obtener los factores de respuesta. La metodología de extracción se realizó aplicando dos técnicas, con y sin acidificación de metanol. Las curvas de calibración fueron diseñadas con distintas longitudes de onda de acuerdo con los componentes a valorar. En conclusión, las concentraciones de compuestos polifenólicos en cada fruto fueron relevantes, con lo que se logró identificar las propiedades funcionales de estos frutos, además no hubo variación según el tipo de extracción, a

excepción del ácido cafeico, dando mejor resultado con la extracción de metanol acidificado, la humedad fue factor importante mientras menor cantidad de agua contenía más contenido fenólico presentó.

**Palabras clave:** frutos tropicales, alimentos funcionales, antioxidantes, HPLC

#### ABSTRACT

The consumption of functional foods is a worldwide trend that continues to increase satisfactorily, the results of studies in foods of natural origin, have shown a great interest to discover new alternatives in the health of the human being. The objective of this study was to determine three polyphenolic compounds: caffeic acid, ascorbic acid and catechins, in four fruits characteristic of the Mixteca region and one in the tropical region of Colombia, by the high-resolution liquid chromatography technique. The species to be valued were the following: Red Nanche (*Malpighia emarginata*), Red and yellow plum (*Spondias purpurea*) and yellow Nanche (*Byrsonima crassifolia*). For each compound, a calibration curve was carried out to obtain the different components, applying two types of extraction with and without methanol acidification. The calibration curves were designed for each compound at a different wavelength of the components to be assessed. In conclusion, the indexes of phenolic content in each fruit were satisfactory, besides the type of extraction there was no variation, with the exception of the caffeic acid, giving better results with the extraction of acidified methanol, the humidity is an important factor between less amount of water contained more phenolic content present.

**Key words:** tropical fruits, functional foods, antioxidants, HPLC.

## INTRODUCCIÓN

La región de América Latina y el Caribe comprende a seis de los países biológicamente más diversos del mundo (Brasil, Colombia, Ecuador, México, Venezuela y Perú), así como el área más rica de biodiversidad del planeta (UNDP, 2010). México es uno de los países más diversos del planeta desde el punto de vista biológico. Su compleja fisiografía e historia geológica y climática, principalmente, han creado una variada gama de condiciones que hacen posible la coexistencia de especies de origen tropical y boreal, y que también han permitido, al paso del tiempo, una intensa diversificación de muchos grupos taxonómicos en las zonas continentales de su territorio y a lo largo de sus zonas costeras y oceánicas (Espinosa et al., 2008). Las especies que sólo se encuentran en determinado territorio, es decir, las especies endémicas, también complementan de manera importante la riqueza biológica de México. Se calcula que entre 50 y 60% de las especies de plantas vasculares que se conocen en el país son endémicas (Sarukhán, 2009). Las condiciones geográficas y la hidrografía en el sureste del Estado de México favorecen las condiciones climáticas para el desarrollo de una cuarta parte de las especies florísticas de esta región del país (Rzedowski, 2006; López et al., 2009). De lo anterior se ha reportado el desarrollo de 87 especies con frutos comestibles de clima cálido y templado; la mayor proporción de frutos se obtienen de árboles (70.1% del total). Del total de especies identificadas, el 57% corresponde a especies nativas y el 40% son especies introducidas (Rubí et al., 2014).

La producción mundial de frutas tropicales en el año 2010 fue de aproximadamente 62 millones de toneladas, y para el 2014 se incrementó más del 30%, lo que representó un incremento anual del 1,7 por ciento con respecto al período 2002-2004. Los países en desarrollo presentan un 98% de la producción. (Torres et al., 2012).

En los últimos años se han incrementado las evidencias que confirman que las frutas son una fuente importante de antioxidantes en la dieta por lo cual el estudio de sus propiedades funcionales es cada vez más importante (Zapata et al., 2013; Huchin et al., 2014; Almedia et al., 2016; Moo- Arellano et al., 2016). Se ha demostrado que el uso de compuestos bioactivos derivados de plantas como fuente de ingredientes funcionales en los productos alimenticios puede disminuir el riesgo de enfermedades cardiovasculares y neurodegenerativas (Baquero et al., 2016; Ahumada et al.2017; Arrieta, 2018). Además de sus propiedades biológicas, últimamente los fitoquímicos con gran potencial antioxidante han despertado el interés en las tecnologías de alimentos, ya que pueden ser utilizados como sustitutos de los antioxidantes sintéticos, proporcionando protección contra la degradación oxidativa de los radicales libres (Jiménez et al., 2011; Maldonado et al., 2016; Ochoa y Oria, 2016).

Por lo anterior, en este estudio se analizó la composición de cuatro frutos característicos de la región sur del estado de Puebla y uno de Colombia, con la finalidad de conocer las propiedades funcionales de los recursos florísticos existentes en esta región del estado.

## **METODOLOGÍA**

Para el desarrollo de este estudio, se seleccionaron cuatro especies de frutas, tres de la región mixteca y una proveniente de Colombia. En la figura 1 se muestran las especies analizadas: ciruela roja y amarilla (*Spondias purpurea*), nanche amarillo (*Byrsonima crassifolia*) y nanche rojo o acerola (*Malpighia emarginata*). Para el desarrollo de la parte experimental, se diseñó una técnica de extracción, seguida del diseño de la técnica cromatográfica para la identificación y cuantificación de los compuestos.



**Figura 1.** Especies analizadas en este estudio. A) *Spondias purpurea* (roja). B) *Spondias purpurea* (amarilla), C) *Byrsonima crassifolia* y D) *Malpighia emarginata*

### *Extracción*

Se evaluaron dos técnicas de extracción, una con metanol, y otra con metanol acidificado de acuerdo con la técnica de extracción reportada por Gutiérrez y colaboradores (2007), para la extracción con solvente acidificado se utilizó metanol con ácido fosfórico 0.05 M.

Se cuantificaron tres compuestos polifenólicos: dos ácidos orgánicos (ácido cafeico (AC) y, ácido ascórbico (AA), y una catequina (epigallocatequina (EGC)), dichos compuestos fueron identificados y cuantificados a partir de los extractos metanólicos (EM) de cada una de las frutas, los EM fueron obtenidos de acuerdo con el siguiente procedimiento. Se evaluaron dos técnicas de extracción de acuerdo con la metodología reportada por Gutiérrez y colaboradores (2007), donde se menciona la extracción de ácido ascórbico, mediante un solvente acidificado, para este estudio se trabajó con dos solventes de extracción, metanol y metanol acidificado con ácido fosfórico (0.05 M). Previo a la extracción, la muestra fue seccionada en cubos de 0.1 a 0.15 cm por lado. Se pesaron 2 g de cada fruto y se les añadieron 20 mL de cada uno de los solventes de extracción; y se extrajeron en baño ultrasónico durante 25 min.

### *Cuantificación*

Se prepararon tres soluciones patrón con los estándares de Epigallocatequina (Sigma aldrich 99 %), ácido cafeico (Sigma aldrich 99 %) y ácido ascórbico (JT Baker 99%), las soluciones fueron preparadas a una concentración  $1 \text{ mg.mL}^{-1}$ , y a partir de esta se hicieron siete diluciones con un factor de 0.1, cada una de las diluciones fueron analizadas por HPLC de acuerdo con las siguientes condiciones.

### *Condiciones cromatográficas*

Se utilizó un cromatógrafo de líquidos Perkin Elmer Series 200 conectado a un detector UV/VIS 785 A, usando una columna RP-18 de 250 mm de longitud y 4.6 mm de diámetro interno  $5 \mu\text{m}$  y C18 como fase estacionaria, los extractos fueron analizados a tres longitudes de onda diferentes; 254 nm para AA, 280 nm para EGC y 330 nm para AC, y se usaron gradientes adecuados a la naturaleza de los compuestos de interés.

El AA se analizó con base en la metodología de Gutiérrez et al., (2007); para lo que se utilizaron dos fases móviles, una para la elución del ácido ascórbico (fase A) y una para el lavado de la columna (fase B), para la elución del AA se usó un flujo de  $0.5 \text{ mL.min}^{-1}$  de una solución de fosfato de sodio al 1% ajustando el pH a 3.2, con una longitud de onda de 254 nm. Para la identificación de EGC se utilizaron como: fase A metanol y fase B acetonitrilo, con un flujo de  $0.5 \text{ mL.min}^{-1}$  y un gradiente lineal de 100% de A con 100% de B en 5 min, posteriormente 2 min con 100 % de B y finalmente de 100 % de B a 100 % de A en gradiente lineal durante 5 min. Para AC, fase A metanol acidificado al 1% con ácido fosfórico y agua/metanol (9:1) v/v, inicialmente se mantiene un flujo de  $0.5 \text{ mL.min}^{-1}$  de A durante 10 min, posteriormente de 100 % de A con 100 % de B en gradiente lineal durante 3 min, y finalmente 8 min con 100 % de A.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### *Extracción*

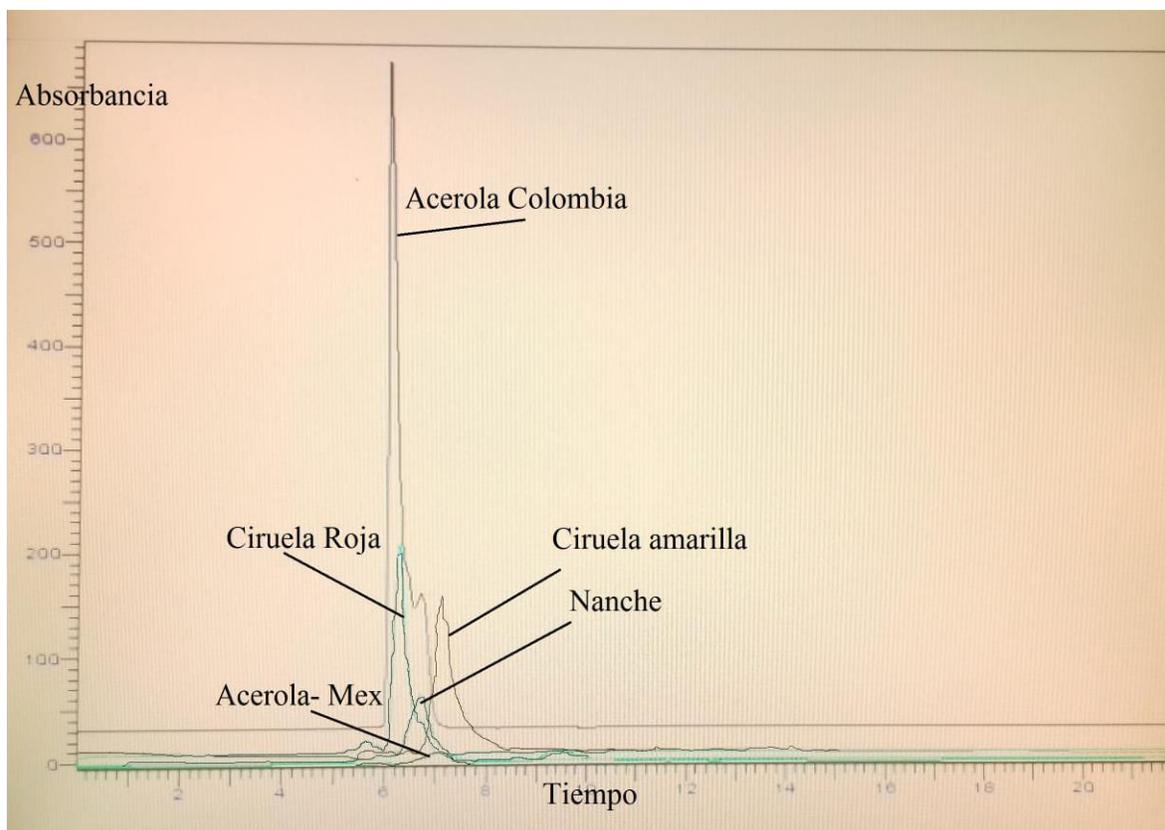
Respecto al solvente de extracción, no se obtuvieron diferencias significativas entre el metanol y el metanol acidificado, por lo que se utilizó únicamente metanol para la separación de los tres compuestos estudiados.

### *Calibración*

Los parámetros de calibración obtenidos fueron: rangos de linealidad de 50 a 1000, 100 a 700 y 50 a 700  $\mu\text{L.mL}^{-1}$  para catequina, ácido cafeico y ácido ascórbico respectivamente. Así mismo se obtuvieron coeficientes de calibración de 0.994, 0.986 y 0.915 para cada compuesto de estudio.

### *Presencia de compuestos*

La concentración de ácido ascórbico fue mayor en la acerola colombiana y menor en la especie mexicana, así como en las otras frutas estudiadas tal como se muestra en la figura 2. La presencia de AA fue mayor gracias a las condiciones climáticas de las regiones tropicales debido a que esto favorece la síntesis de esta sustancia en los frutos (Gutierrez et al., 2007). Se obtuvo una mayor concentración de AA en la acerola de Colombia. Esto coincide con resultados reportados por Calvo y colaboradores (2007) quienes obtuvieron hasta 20 veces más en comparación con otros frutos analizados, incluyendo la acerola mexicana.



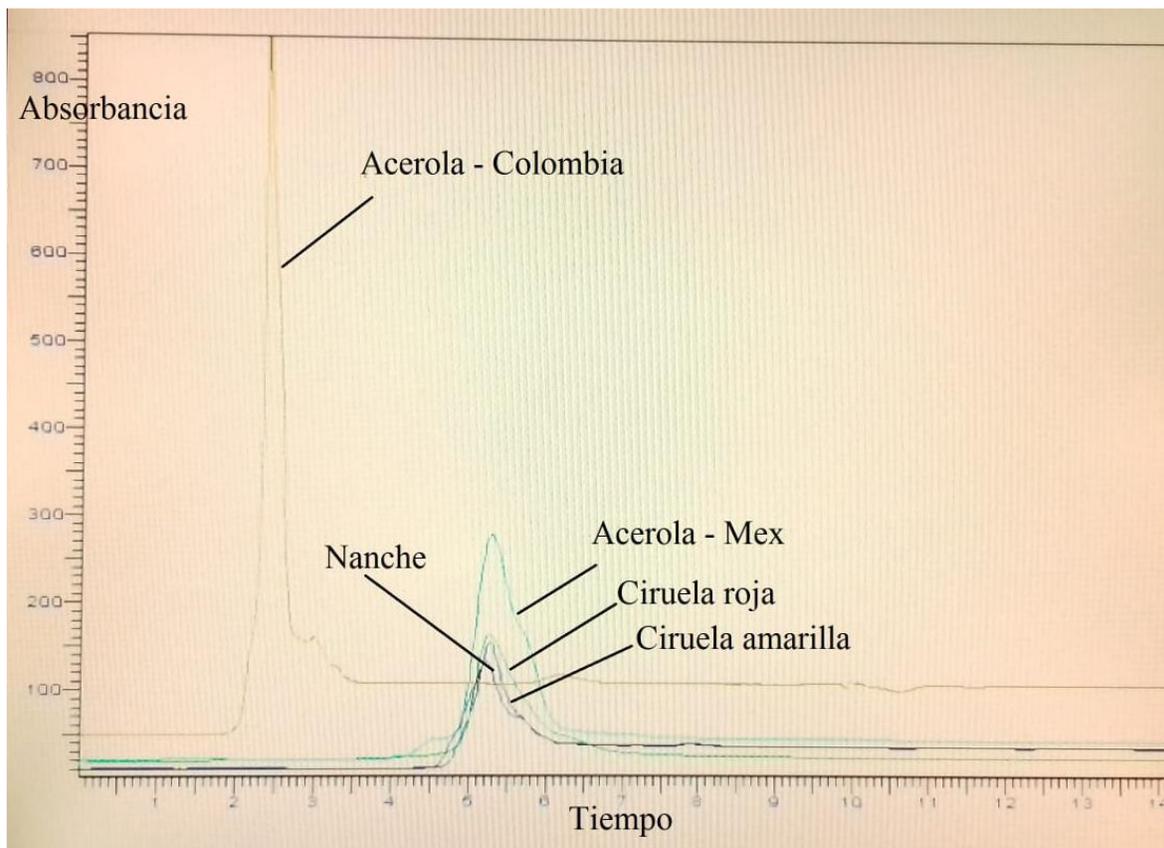
**Figura 2.** Ácido ascórbico en las frutas de este estudio

Mezadri y colaboradores (2004) reportan hallazgos muy importantes de la acerola, donde se hace referencia a algunos factores como las condiciones climáticas (lluvias, disponibilidad de nutrientes del suelo, variación de la temperatura), el tratamiento del cultivo, la localización geográfica, la aplicación de pesticidas, el estado de maduración o el procesado y almacenamiento. Todos los factores anteriores influyen en la calidad del fruto.

Con relación a las catequinas, el fruto con mayor cantidad de catequina fue la acerola de Colombia, por lo que presentó una concentración de  $0.01 \text{ mg g}^{-1}$  de catequinas, es decir; si el consumo de acerola fuese de 25 g de acerola, se estará adquiriendo el consumo ideal de catequinas.

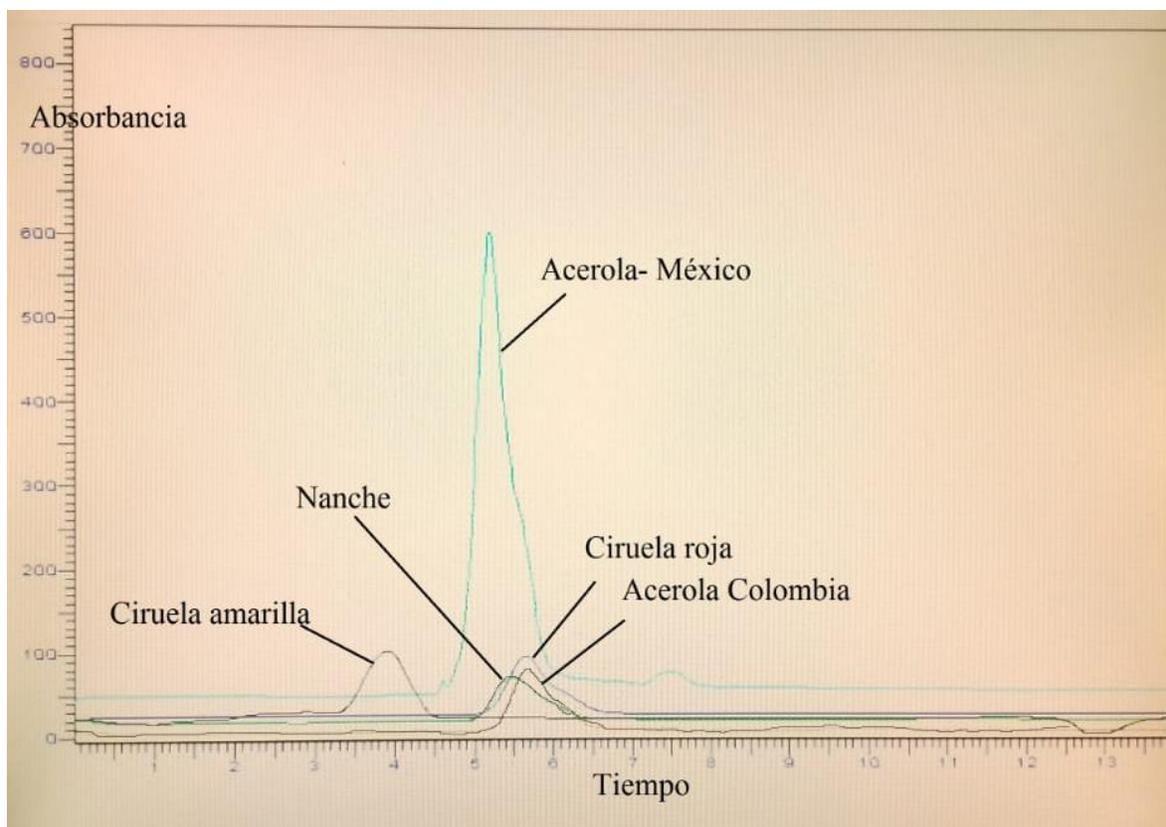
En la figura 3 se muestra la presencia de catequinas en los extractos de los cuatro frutos estudiados, mostrándose la acerola de Colombia con un alto contenido de este compuesto

con un valor mayor de 800 mV. Mientras el resto de los frutos exhiben una absorbancia oscilante entre 150 – 300 mV. En relación en lo anterior los frutos de la región poseen un mayor contenido de este compuesto lo que les confiere importantes propiedades funcionales.



**Figura 3.** Presencia de catequina en las frutas estudiadas.

Por último, la concentración de ácido cafeico fue mayor en la acerola mexicana con un valor de  $0.395 \text{ mg g}^{-1}$  tal como se muestra en la figura 4, es decir, al consumir 100 g de acerola, se ingieren 39.5 g de esta sustancia. Se tienen reportes sobre las propiedades nutraceuticas del ácido cafeico en enfermedades crónico-degenerativas tales como: el cáncer, hipertensión y diabetes (Agunloye et al., 2019; Chiou et al., 2017; Damasceno et al., 2017), esto indica que el consumo de acerola mexicana es muy recomendable para nuestra dieta.



**Figura 4.** Presencia de ácido cafeico en las frutas estudiadas.

## CONCLUSIONES

Los frutos analizados en este estudio son una fuente potencial de compuestos polifenólicos que les confieren propiedades funcionales y/o nutraceuticas. Esto representa un avance en la investigación de los frutos que se producen en esta región del estado. Lo cual abre las posibilidades de buscar oportunidades de mercado, que permitan la distribución de nuevos productos elaborados a partir de estas materias primas.

## REFERENCIAS

Agunloye, O. M., Oboh, G., Ademiluyi, A. O., Ademosun, A. O., Akindahunsi, A. A., Oyagbemi, A. A., and Adedapo, A. A. (2019). Cardio-protective and antioxidant properties of caffeic acid and chlorogenic acid: Mechanistic role of angiotensin converting enzyme,

cholinesterase and arginase activities in cyclosporine induced hypertensive rats. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 109, 450-458.

Ahumada, J., Fuentealba, C., Olaeta, J. A., Undurraga, P., Pedreschi, R., Shetty, K., ... & Ranilla, L. G. (2017). Compuestos bioactivos de níspero (*Eriobotrya japonica* Lindl.) cv. Golden Nugget y análisis de su funcionalidad in vitro para el manejo de la hiperglicemia. *Ciencia e investigación agraria*, 44(3), 272-284.

Almeida, M. M. B., de Sousa, P. H. M., Arriaga, Â. M. C., do Prado, G. M., de Carvalho Magalhães, C. E., Maia, G. A., y de Lemos, T. L. G. (2011). Bioactive compounds and antioxidant activity of fresh exotic fruits from northeastern Brazil. *Food Research International*, 44(7), 2155-2159.

Arellano-Acuña, E., Rojas-Zavaleta, I., y Paucar-Menacho, L. M. (2016). Camu-camu (*Myrciaria dubia*): Fruta tropical de excelentes propiedades funcionales que ayudan a mejorar la calidad de vida. *Scientia Agropecuaria*, 7(4), 433-443.

Arrieta Cajahuaman, G. (2018). Efecto hipotensor coadyuvante del consumo de *Physalis peruviana* L. Aguaymanto en pacientes Hipertensos tratados con Antihipertensivos en el centro de salud Carmen de la Legua del Callao, 2018.

Baquero, G. D. C., Paternina, G. S. A., y Cadavid, M. V. (2016). Frutas tropicales: fuente de compuestos bioactivos naturales en la industria de alimentos. *Ingenium*, 17(33), 29-40.

Calvo Villegas, I., Sierra Santos, R. R., Fuentes López, M. R., Dardón Ávila, D. E., Franco Rivera, J. A., y Rosales Longo, F. (2007). Evaluación preliminar de germoplasma de acerola (*Malpighia emarginata*) en la zona de Alajuela, Costa Rica. 53. *Reunión Anual PCCMCA Antigua (Guatemala) 23-27 Abr 2007*.

Chiou, S. Y., Sung, J. M., Huang, P. W., and Lin, S. D. (2017). Antioxidant, antidiabetic, and antihypertensive properties of Echinacea purpurea flower extract and caffeic acid derivatives using in vitro models. *Journal of medicinal food*, 20(2), 171-179.

Damasceno, S. S., Dantas, B. B., Ribeiro-Filho, J., Araújo, A. M., & da Costa, G. M. (2017). Chemical properties of caffeic and ferulic acids in biological system: implications in cancer therapy. A review. *Current pharmaceutical design*, 23(20), 3015-3023.

Espinosa, D., y Ocegueda, S. (2008) El conocimiento biogeográfico de las especies y su regionalización natural. En: Conabio. Capital Natural de México, Volumen I: Conocimiento actual de la biodiversidad. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.

Gutiérrez, T., Hoyos, O., & Páez, M. (2007). Determinación del contenido de ácido ascórbico en uchuva (*Physalis peruviana* L.) por cromatografía Líquida de Alta Resolución. Universidad de Cauca. Colombia.

Jiménez, A. M., Sierra, C. A., Rodríguez-Pulido, F. J., González-Miret, M. L., Heredia, F. J., y Osorio, C. (2011). Physicochemical characterisation of gulupa (*Passiflora edulis* Sims. fo *edulis*) fruit from Colombia during the ripening. *Food Research International*, 44(7), 1912-1918.

López, R.; Becerril, G.; Benítez, C. y Cuevas, S. 2009. El medio físico, biológico y social. In: la diversidad biológica del Estado de México. Ceballos, G.; List, R.; Garduño, G.; López, R.; Muñozcano, M. J.; Collado, E. y San Román, J. E. (Comp.). Gobierno del Estado de México y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). México, D. F. 49-61 pp.

Maldonado-Astudillo, Y. I., Navarrete-García, H. A., Ortiz-Morales, Ó. D., Jiménez-Hernández, J., Salazar-López, R., Alia-Tejacal, I., y Álvarez-Fitz, P. (2016). Propiedades

físicas, químicas y antioxidantes de variedades de mango crecidas en la costa de Guerrero. *Revista fitotecnica mexicana*, 39(3), 207-214.

Mezadri, T., Fernández-Pachón, M. S., Villaño, D., García-Parrilla, M. C., y Troncoso, A. M. (2006). El fruto de la acerola: composición y posibles usos alimenticios. *Arch. Latinoam. Nutr.*, 56, 101-109.

Moo-Huchin, V. M., Estrada-Mota, I., Estrada-León, R., Cuevas-Glory, L., Ortiz-Vázquez, E., y Vargas, M. D. L. V., y Sauri-Duch, E. (2014). Determination of some physicochemical characteristics, bioactive compounds and antioxidant activity of tropical fruits from Yucatan, Mexico. *Food chemistry*, 152, 508-515.

Ochoa Guindulán, A., y Oria Almudi, R. (2016). Determinacion de compuestos fenólicos y estudio de la actividad antioxidante de la piel de Rambután. *Universidad de Zaragoza*.

Perdigón, G., LEBLANC, A. D., Galdeano, C. M., Chaves, S., y Carmuega, E. (2016). Alimentos funcionales.

Programa de Desarrollo de Naciones Unidas UNDP. (2010) Informe: América Latina y el Caribe Una superpotencia en biodiversidad. EUA Sitio web: [http://www.latinamerica.undp.org/content/dam/undp/library/Environment%20and%20Energy/biodiversity/Latin-America-and-the-Caribbean-A-Biodiversity-Superpower-Policy\\_Brief\\_SPANISH.pdf](http://www.latinamerica.undp.org/content/dam/undp/library/Environment%20and%20Energy/biodiversity/Latin-America-and-the-Caribbean-A-Biodiversity-Superpower-Policy_Brief_SPANISH.pdf)

Rubí Arriaga, M., González Huerta, A., Pérez López, D. D. J., Cruz Castillo, J. G., y Guadarrama Martínez, N. (2014). Catálogo de especies frutales presentes en el sureste del Estado de México, México. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 5(8), 1509-1517.

Rzedowski, J. 2006. Vegetación de México. 1ª. Edición digital. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). México, D. F. 504 p.

Sarukhán, J. (2009). Capital Natural de México. Síntesis: conocimiento actual, evaluación y perspectivas de sustentabilidad. Conabio. México.

Torres, R., Montes, E. J., Pérez, O. A., y Andrade, R. D. (2012). Influencia del estado de madurez sobre las propiedades viscoelásticas de frutas tropicales (mango, papaya y plátano). *Información tecnológica*, 23(5), 115-124.

Zapata, K., Cortes, F. B., y Rojano, B. A. (2013). Polifenoles y actividad antioxidante del fruto de guayaba agria (*Psidium araca*). *Información tecnológica*, 24(5), 103-112.