

Revisión del estudio etnobotánico, fitoquímico y farmacológico de *Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth (Malphigeaceae)

Review of the ethnobotanical, phytochemical and pharmacological studies of *Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth (Malphigeaceae)

Alejandro Hernández-López¹ , Crisanto Roldán-Sabino², Aridaith Parra-Reyes²,
Alma Xochil Ávila-Alejandre^{2*} 

¹Instituto de Biotecnología, Campus Tuxtepec, Universidad del Papaloapan, Circuito Central #200, Col. Parque Industrial, San Juan Bautista Tuxtepec, 68301, Oaxaca, México.

²LABIOTT, Av. Jesús Carranza #11, Col. Universidad. San Juan Bautista Tuxtepec, 68301, Oaxaca México

*Autor para correspondencia: axavila@unpa.edu.mx

Fecha de recepción:

17 de junio de 2021

Fecha de aceptación:

13 de octubre de 2021

Disponible en línea:

5 de octubre de 2022

Este es un artículo en acceso abierto que se distribuye de acuerdo a los términos de la licencia Creative Commons.



Reconocimiento-

NoComercia-

CompartirIgual 4.0

Internacional

RESUMEN

Byrsonima crassifolia (L.) Kunth (nanche) es un arbusto perenne, nativo de Mesoamérica que ha sido ampliamente usado en etnomedicina, principalmente para tratar enfermedades y problemas relacionados con los sistemas respiratorio y gastrointestinal. Recientemente, se ha retomado el estudio de sus posibles actividades biológicas y sus propiedades antioxidantes, hipoglucémicas y antitumorales están siendo estudiadas. El nanche representa un recurso natural importante como fuente de metabolitos con potencial biotecnológico y comercial.

PALABRAS CLAVES

Nanche, recurso filogenético, explotación sustentable.

ABSTRACT

Byrsonima crassifolia (L.) Kunth (nanche) is a perennial shrub, native to Mesoamerica, which has been widely used in ethnomedicine, mainly to treat diseases and problems related to the respiratory and gastrointestinal systems. Recently, the study of its possible biological activities has been resumed and its antioxidant, hypoglycemic and antitumor properties are being explored. Nanche represents an important natural resource as a source of metabolites with biotechnological and commercial potential.

KEYWORDS

Nanche, phylogenetic resources, sustainable exploitation.

INTRODUCCIÓN

El Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP, por sus siglas en inglés, United Nations Environment Programme) ha clasificado a 17 países, en los cuatro continentes, como megadiversos (Burneo 2009). Considerando los ecosistemas, México y Brasil son los países más ricos de Latinoamérica, seguidos por Colombia, Argentina, Chile y Costa Rica. Sin embargo, debido al número de ecorregiones presentes en su territorio, la biodiversidad en México es mayor a la de otros países. Adicionalmente, se reconoce que el maíz, el frijol y el jitomate —entre otras plantas— fueron domesticados en nuestro país, por lo que es considerado uno de los centros de origen y domesticación más importantes del mundo (SEMARNAT 2010). Esta diversidad vegetal incluye el conocimiento y uso de las plantas medicinales. Al respecto, Caballero (2018) menciona que México es depositario de una vasta herencia etnobiológica que abarca unas 7,409 especies de plantas, las cuales comprenden 5,517 especies nativas, así como el uso de alrededor de 1,006 especies exóticas. Estas plantas han sido utilizadas por la población indígena y mestiza, para satisfacer las necesidades de las unidades familiares en el área de la alimentación, la salud, la vivienda y otras, tanto en las poblaciones rurales, como en las urbanas (Gual-Díaz 2018).

En la presente investigación, se da un panorama acerca del potencial de *Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth, el nanche, como posible recurso fitogenético y fuente de metabolitos secundarios con aplicaciones en la industria alimenticia y farmacéutica, a partir de una revisión de los antecedentes etnobotánicos, fitoquímicos y farmacológicos.

Aspectos botánicos

Byrsonima crassifolia (L.) Kunth pertenece a la familia botánica de las Malpigiaceae, la cual incluye aproximadamente a 75 géneros y 1,300 especies del trópico y subtropico (Anderson et al. 2006). Alrededor de 80 por ciento de los géneros y 90 por ciento de las especies se encuentran en América; el resto, hacia el sur de África, la región Indomalaya y Madagascar (Anónimo S/F).

El género *Byrsonima* es el segundo más grande de la familia, comprende 135 especies descritas hasta la actualidad (Croft y Schaal 2012). La especie frutícola nativa más representativa de las Malpigiaceae en México es *B. crassifolia* (Caballero et al. 2012). Es descrita como un arbusto perennifolio (caducifolio en bosques secos), cuya altura usualmente se ubica entre los 2 y los 3 m, aunque algunos especímenes superan los 20 m de altura (Figura 1a) (Kunth 1822; Cáceres et al. 1993; Morales et al. 1994; Bejar et al. 1995; Amarquaye et al. 1994, Rivero-Cruz et al. 2009). Tiene una corteza agrietada verrugosa, de color gris a oscuro, con surcos color rosa o rojo (Cáceres et al. 1993). La copa del árbol es amplia e irregular; sus hojas (Figura 1b) son elípticas, puntiagudas en el ápice, de márgenes enteros de 5 a 15 cm de largo por 2 a 7.5 cm de ancho, color verde oscuras, glabras en el haz y verde-amarillentas-grisáceas en el envés (Kunth 1822; Cáceres et al. 1993; Correa y Mireya 2002; Duarte 2011). Los frutos (Figura 1c-d) se originan de flores organizadas en inflorescencias que se presentan en racimos. De color amarillo al inicio y luego naranja, con márgenes crespados y estambres de color amarillo atenuado (Cáceres et al. 1993; Correa y Mireya 2002), el fruto es una drupa (Figura 1e), de color amarillo, rojo, naranja o verde; sus tamaños también varían; puede ser dulce, ácido o a veces amarga (Correa y Mireya 2002; Duarte 2011). Una fruta se produce a partir de cada flor (Correa y Mireya 2002). Una pulpa amarilla circunda el endocarpio leñoso y redondo de testa grisácea, el cual es la semilla de la que germinará una nueva planta (Martínez-Moreno et al. 2006; Raya-Pérez et al. 2010).

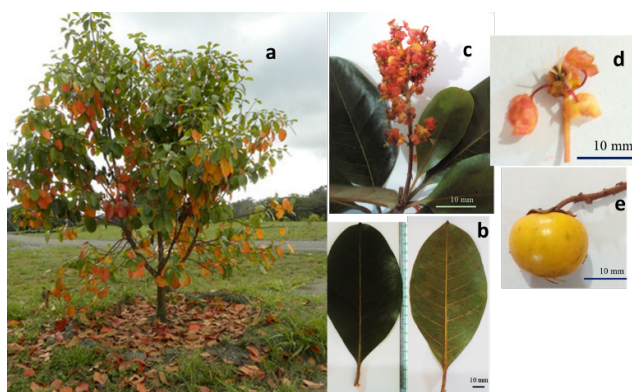


Figura 1. Características morfológicas del nanche: a) árbol completo, b) hojas, c) inflorescencias, d) flores y e) fruto.

La especie tiene un amplio grado de adaptabilidad, y lo mismo puede crecer en suelos áridos de lugares secos, que en suelos húmedos; es común encontrarlo en sabanas y pastizales (Kunth 1822; Correa y Mireya 2002; Bayuelo et al. 2006). En América, las poblaciones silvestres habitan desde México, hasta Paraguay y Brasil (Correa y Mireya 2002). En México, *B. crassifolia* está presente en la zona tropical, desde el sur de Tamaulipas y el este de San Luis Potosí, pasando por Veracruz, Tabasco, Yucatán y Quintana Roo, en el golfo, hasta Sinaloa, Nayarit, Michoacán, Chiapas, Guerrero y Oaxaca, en el lado del Pacífico. Así como en Centroamérica y en las Islas del Caribe (Moreno 2015).

Los registros etnobotánicos muestran que el árbol del nanche es utilizado en las regiones de México, Centroamérica y Sudamérica desde la época precolombina (Bejar et al. 2000). El árbol y el fruto han recibido distintos nombres, dependiendo de la región donde se encuentren. El nombre coloquial más utilizado del fruto en México es *nanche*, que se deriva del náhuatl *nantzincoyotl*, traducido como “fruto ácido de las madres o ancianas”; cuando los frutos provienen de plantas silvestres se les denomina *changunga* (Rivero-Cruz et al.2009; Raya-Pérez et al.2010; Caballero et al. 2012). Otros sinónimos comunes del nanche son: nance, nananché; entre los tzeltales, en Chiapas, se denomina chí’, en Guerrero: nanchi, nanatsin; en

Michoacán, changungo o enanchi, y en Quintana Roo, chí (Rivero-Cruz et al. 2009).

El árbol completo ha sido utilizado debido a que es un recurso versátil (Figura 2). Entre los usos forestales del árbol está la construcción de cercas, usos ornamentales, forrajero, como combustible (leña) y material maderable (Martínez-Moreno et al. 2006; Caballero et al. 2012). La corteza se ha empleado como curtiente de pieles y para producir tinturas o colorantes (Amarquaye et al.1994; Rezende y Fraga 2003). Mención aparte merece el fruto, el cual es rico en vitaminas y minerales (calcio, hierro y fósforo), por lo que tiene una amplia variedad de aplicaciones en el área de la alimentación, las cuales van desde su consumo en estado maduro y fresco, hasta los productos elaborados de la pulpa, como: jaleas, mermeladas, almíbares, jugos, néctares, cremas, paletas, nieves, refrescos, atoles, dulces, postres, gelatinas, pasteles y bebidas alcohólicas (Cáceres et al.1993; Morales et al. 1994; Amarquaye et al.1994; Caballero et al. 2012).

Usos tradicionales y etnofarmacología

El uso de *B. crassifolia* en la medicina tradicional ha sido reportado por diversos grupos étnicos como: los mixes y los zoques de Oaxaca, así como los tzeltales y

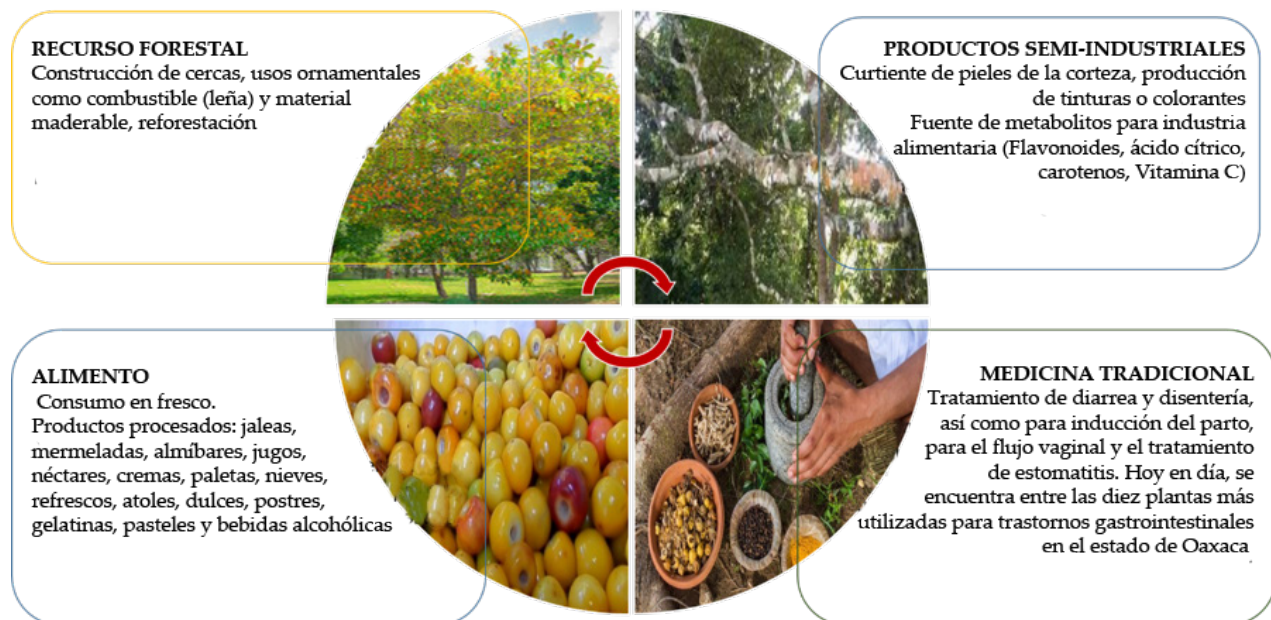


Figura 2. Usos de *Byrsonima crassifolia*.

tzotziles de Chiapas. Se propone como tratamiento de diarrea y disentería, así como para inducción del parto, el flujo vaginal y el tratamiento de estomatitis (Moreno 2015). Hoy en día, se encuentra entre las diez plantas más utilizadas para trastornos gastrointestinales en el estado de Oaxaca (Martínez-Vázquez et al. 1999).

También se recomienda para el tratamiento de resfriados, infecciones cutáneas y mordeduras de serpiente (Cáceres et al. 1990). La forma de administración tradicional es por vía oral, bebiendo la decocción en agua de la corteza o las hojas, También se ha documentado el uso de las hojas y la corteza para el dolor de dientes, vaginitis, diarrea, bronquitis y asma en diferentes regiones de la península de Yucatán (Peraza-Sánchez et al. 2007), así como para el tratamiento de trastornos inflamatorios en Centroamérica (Maldini et al. 2009). La corteza del árbol, junto con otras plantas, se comercializa en los mercados locales de México para: facilitar la digestión, limpiar el estómago, estimular el apetito, “purgar el vientre de la mujer tras el parto”, inducir la secreción láctea y “dar fortaleza a la mujer” (Bernal y Correa 1998).

Byrsonima crassifolia tiene un amplio impacto en la medicina tradicional; se le ha asociado con diversos tratamientos para aliviar enfermedades, malestares o dolencias. En el Cuadro 1 se muestra un resumen histórico de las propiedades medicinales que se le atribuyen y que han sido verificadas por reportes científicos.

Actividad antioxidante

El número de investigaciones publicadas que estudian la actividad antioxidante de *B. crassifolia* es relativamente pequeño y muestra grandes variaciones entre los autores (Almeida et al. 2011; Mariutti et al. 2014; De Souza et al. 2017; Roldan-Sabino et al. 2018). Por ejemplo, Almeida et al. (2011) reportaron un contenido de ácido ascórbico de 11.8 mg/100 g en peso fresco de extracto en frutas, 1.02 mg/100g de antocianinas totales y 159.9±5.6 mg equivalentes de ácido gálico (EAG) /100 g. En cuanto a capacidad antioxidante equivalente a Trolox (TEAC) y vitamina C (VCEAC), determinados mediante los ensayos de DPPH (2, 2-Difenil-1 -Picrilhidrazil) y ABTS [ácido 2,2'-azino-bis-(3-etilbenzotiazolin-6-sulfónico)], se obtuvieron: 6.46 µM/g, 295.12 mg/100g y 15.73 µM/g,

235.94 mg/100g, respectivamente, y además aclaran que el contenido fenólico hallado en su estudio mostró una correlación positiva con la capacidad antioxidante. Pompeu et al. (2012) evaluaron la capacidad antioxidante ORAC (Capacidad de Absorción Radical de Oxígeno) y Folin-Ciocalteu la de fenólicos totales (FT), para extractos etanólicos (65:35; v/v; etanol:agua) de hojas de *B. crassifolia*. Tales ensayos mostraron altos valores de ORAC 1.422 mmol de TEAC/g de hoja seca y 35.93 mg EAG /1g hoja seca. Los valores ORAC no tenían correlación con FT, lo que sugiere la presencia de otros grupos químicos en el valor de la actividad antioxidante. Por otra parte, De Souza et al. (2017) reportan valores de IC₅₀ de 1.82 y 1.51 mg Equivalentes de Quercetina (QE)/g en extractos purificados y en extractos fraccionados respectivamente; además, determinaron que, a concentraciones tales como 1.2 µg/mL, pueden prevenir aproximadamente 40 por ciento de la peroxidación lipídica en células irradiadas con UVB (20 mJ/cm²). En la zona del Papaloapan, en Oaxaca, *B. crassifolia* semisilvestres, caracterizados por su fruto particularmente ácido, reportaron en los extractos etanólicos de hoja, obtenidos mediante un proceso de extracción asistido con ultrasonido y prensado (UPAE), valores de inhibición (IC50) de DDPH, de entre 8 y 9 µg/mL y concentraciones de polifenoles de 0.5 mg EAG/mg de extracto seco en hojas y mayores a 0.65 /mg de extracto seco en corteza (Roldan-Sabino 2019).

El fruto, fuente de compuestos con valor nutricional

Como se mencionó previamente, el fruto de *Byrsonima* es muy apreciado en México, por su sabor y color. Duarte (2011) considera que se encuentra probablemente entre las cinco o seis frutas más populares en países como Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua, Panamá y partes de Brasil.

En los estados mexicanos de Veracruz, Chiapas, Nayarit, Oaxaca, Tabasco y Guerrero, se cuenta con huertos semicomerciales, mientras que en los demás estados se tienen áreas de recolección (Villachica 1995). En el Cuadro 2 se muestra el valor de producción del fruto de los últimos cinco años. Los mayores productores se ubican en el municipio de Ayutla de los libres, Guerrero, y desde 2018, el segundo lugar es Michoacán (SIAP 2020).

Cuadro 1. Relación histórica de actividades biológicas atribuidas a *Byrsonima crassifolia*.

Parte del árbol	Método de extracción	Actividad biológica	Compuesto responsable	Referencia
Fruto	Extracción supercrítica CO ₂ /ETOH	Baja citotoxicidad en HepG2	Luteína, flavonoides, compuestos fenólicos	Pires et al. 2021
Fruto	Maceración /HPLC-MS	No citotoxicidad en células MCR-5, inhibición de alfa glucosidasa	Compuestos fenólicos volátiles	Faria et al. 2021
Fruto	Homogenado	Antioxidante	Vitamina C y compuestos fenólicos	Aniceto et al. 2021
Hojas	Maceración en etanol	Criopreservante en embriones bovinos	No mencionado	Fidelis et al. 2020
Hojas	Maceración en etanol	Antimicrobiano vs <i>Klebsiella</i> resistente a carbapenems	No reportado	Vasconcelos et al. 2020
Fruto	Homogenado acuoso	Propiedades funcionales	Ácido ascórbico, compuestos fenólicos	De Souza et al. 2020
Fruto	Extractos etanólicos	Citotóxica ante células de cáncer ovárico A2780	No determinado	De Souza et al. 2019
Hoja	Extracción etanólica y fraccionamiento	fotoquimioprotectora	Compuestos fenólicos	De Souza et al. 2018
Corteza	Extracto etanólico	Actividad antifúngica vs <i>Fusarium</i>	Compuestos fenólico y triterpenos	Andrade et al. 2018
Corteza	Extracto acetona	Antimicrobiano sobre <i>Staphylococcus</i>	No reportado	Yaseen et al. 2017
Semilla	Extracto hexánico	Reducción de la resistencia a insulina, protección ante estrés oxidativo para células B, páncreas	Lactona, sesquiterpenos	Pérez y Muñiz 2016
Semilla	Fraciones polares	Efecto antiinflamatorio	Byrsonimadiol	Pérez y Muñiz 2016
Fruto	Extracto hidrofílico	Previene el daño oxidativo en eritrocitos	Quercetina	Mariutti et al. 2014
Semillas	Extracto hexánico	Promueve la regeneración tisular en ratas diabéticas	No reportado	Pérez y Muñiz 2013
Semillas y Hojas	Extractos etanólicos	Actividad antimicrobiana	Flavonoides, polifenoles, triterpenoides, glucósidos y taninos.	Cáceres et al. 1991
Hojas y Corteza	Extractos acuosos	Disminución de actividad motora, catalepsia	No reportado	Morales et al. 2001
Raíces	Extracto acetato de etilo	Actividad antimicrobiana vs <i>Klebsiella</i>	No reportado	Martínez-Vázquez, et al. 1999
Hojas	Extracto etanólico y hexánico	Actividad antiparasitaria vs <i>T. cruzi</i>	No reportado	Berger et al. 1998
Hojas y Corteza	Extracto etanólico	Actividad antifúngica	No reportado	Cáceres et al. 1993
Hojas y Corteza	Extracto acético	Actividad antiespasmódica	No reportado	Rivero-Cruz et al. 2009
Corteza	Extracto diclorometano	Actividad antimicrobiana vs <i>S. aureus</i>	No reportado	Rivero-Cruz et al. 2009
Hojas	Aceite esencial	Actividad antimicrobiana vs <i>S. aureus</i> y <i>B. cereus</i>	No reportado	Vazquez-Cahuich et al. 2013

Aunque no existen estudios claros que relacionen los genotipos con la productividad o las características deseables de calidad en el fruto, Maldonado et al. (2020) reportaron que, a pesar de la alta variabilidad en la calidad y morfología, los frutos de esta especie en México pueden ser utilizados para exportación o para la industria, porque sus valores de sólidos solubles totales (16.79 a 20.6%) son superiores, comparados a los que exige el mercado de exportación (Europa 7% y Japón 7.5%).

Adicionalmente, son frutos climatéricos, por lo que su maduración es dependiente de etileno, como menciona Rivas-Castro et al. (2019); esto es una ventaja, pues abre la posibilidad al manejo postcosecha que permita aplicar tecnologías de almacenamiento y conservación dirigidas a disminuir la tasa de deterioro y prolongar la vida útil de la fruta nanche.

Por otro lado, más allá de su valor como producto en fresco, el fruto es una fuente importante de compuestos y materia prima para aplicaciones alimentarias. Los estudios se han enfocado en determinar el contenido total de fibra, vitamina C, carotenos y polifenoles. En los países de América Latina donde se consume el nanche, Silva et al. (2007) reportaron alto contenido en polifenoles totales de 0.8 mg (EAG/g de planta fresca) y un contenido en flavonoides totales de 0.12 mg (equivalentes de catequina por gramo de planta fresca). Las muestras recogidas en las localidades de Igarapé Cu y Bonito (Brasil), presentaron valores de fenoles totales y flavonoides algo más elevados: 2.9 mg y 0.2 mg, respectivamente, debido a las condiciones climáticas del ambiente donde se cultivan (Souza et al. 2008).

La vitamina C es un importante aditivo alimentario y los datos obtenidos muestran que su concentración varía entre 90-190 mg por cada 100g de fruto fresco; además, también se le ha reportado el contenido de carotenos de 1.1 ± 0.2 mg/100 g de fruto fresco (Rufino et al. 2010), los cuales funcionan como antioxidantes liposolubles. Por otro lado, en Brasil, se reportó que el fruto de nanche muestra niveles similares de vitamina B, con respecto a otros frutos tropicales como el pequi (*Caryocar brasiliense* Cambess.), el taperebá (*Spondias mombin* L.) y el aracá (*Psidium sbralianum* Landrum & Proença), lo que permitirá diversificar las opciones de consumo para aumentar la ingesta de vitamina diaria a través de la alimentación (Carmo de Assis et al. 2020). También se han identificado en extractos de pulpa al

menos 19 compuestos polifenólicos, como galotánicos, galoil ácido quínico, proantocianidinas, derivados de quercetina y ácido gálico (Malta et al. 2013). Los carotenoides son otros compuestos de interés nutricional, reportados en el fruto de nanche, de los cuales, aproximadamente, 80 por ciento son Luteína, además de β -caroteno y zeaxantina; los mayores niveles se encuentran en la cascara, en relación con la pulpa (Irías Mata et al 2018).

Fitoquímica de *Byrsonima crassifolia*

La composición química heterogénea de *B. crassifolia* ha sido señalada por varios autores. Se han aislado triterpenos (β -amirina, β -amirenona, la friedelina, el ácido acetil-oleanólico, 3-o-acetil-lupeol, la gloquidona) y esteroides (β -sitosterol); otra serie de compuestos asociados a espasmogénesis, como ursenaldehído, betulina, ácido betulínico, quercetina e hiperina; a partir de corteza, ésteres aromáticos, triterpenos (como α -amirina y ácido oleanólico, ácido ursólico), aminoácidos, flavonoides, quercetina, isoquercetina, quercetina-3-arabinosil, ácido gálico, saponinas, taninos y una nueva serie de glicolípidos a partir de los extractos metanólicos de las hojas de esta planta (Bejar et al. 1995; Amarquaye et al. 1994). Estos flavonoides parecen ser metabolitos abundantes en el género *Byrsonima*. Sannomiya et al. (2005) realizaron pruebas fitoquímicas de extractos de hojas de *B. crassa* Niedenzu, para proporcionar datos de cinco sustancias: quercetina-3-o-d-galactopirinosido, quercetina-3-o-l-arabino-piranosido, amentoflavona, catequina y epicatequina.

También se han reportado proantocianidinas de la corteza (Geiss et al. 1995). Por otro lado, una fitoquímica preliminar mostró en el extracto de acetato de etilo de las raíces la presencia de flavonoides, saponinas y glucósidos (Martínez-Vázquez et al. 1999).

Más tarde, Rezende y Fraga (2003), en un estudio de extractos de fruta, mediante cromatografía de gases de alta resolución acoplado a olfatometría, revelaron la presencia de butanoato de etilo, hexanoato de etilo, octenol, ácido butírico, ácido hexanoico y alcohol feniletílico. La composición principal de la pulpa resultó estar integrada por esteroides, de etilo, metilo y feniletilo; ácidos carboxílicos, terpenoides, δ -lactonas y otros compuestos azufrados. El análisis de semillas

reveló aromas relacionados a compuestos como ácidos linoleicos, oleico, esteárico y palmítico.

***Byrsonima crassifolia* como recurso fitogenético.**

Los recursos filogenéticos para la alimentación y la agricultura (RFAA) están constituidos por la diversidad del material genético contenida en las variedades tradicionales y modernas, así como por los parientes silvestres de cada especie vegetal. Además, estos recursos constituyen la materia prima a partir de la cual es posible obtener nuevas variedades, con el uso de técnicas tradicionales y biotecnológicas de mejoramiento genético (Ramírez 2000). El uso de dichos recursos se ha promovido a nivel mundial desde 2015.

En el caso particular de *B. crassifolia* en México, en 2008, la especie se integra al Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos (SINAREFI), coordinado por la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SAGARPA), a través del Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS), por medio de la creación de la Red Nanche, en la categoría de frutales. Desde entonces, la Red Nanche ha asegurado muestras de germoplasma a partir de recolectas de muestras de *B. crassifolia* en las provincias biogeográficas Eje Neovolcánico (particularmente en el Estado de México), Golfo de México (entre Oaxaca y Veracruz) y la Costa del Pacífico,

en donde converge con la provincia de Los Altos de Chiapas.

Sin embargo, a pesar de que los estudios muestran que *B. crassifolia* es una especie con alto potencial biotecnológico, es necesario ampliar los estudios acerca de los aspectos ecológicos y agronómicos para la adecuada explotación de estos árboles. Diversos autores mencionan que en México los árboles de fruto dulce han sido seleccionados para su cultivo (Zuñiga-Sierra 2019); sin embargo, debido a la generosidad del árbol y a su gran adaptabilidad, no hay un manejo agronómico establecido y los propietarios invierten muy poca atención a su propagación, desarrollo y manejo fitosanitario (Vaquero-Barahona 2005). Por ello, las plantaciones comerciales de nanche en México se encuentran sujetas a las condiciones de estacionalidad, a pesar de lo cual el nanche es una fuente importante de ingreso en las comunidades donde se comercializa (Cuadro 2).

Por otro lado, hace falta también incrementar los estudios de sistemática de las poblaciones de nanche en México y Sudamérica, ya que existe confusión para diferenciar plenamente el origen de las variedades seleccionadas de *B. crassifolia* con respecto de sus variedades silvestres.

Asimismo, entre las variedades seleccionadas, se deben estudiar más a fondo las diferencias entre variedades dulces y ácidas. Los reportes muestran que

Cuadro 2. Valores de la producción de nanche en México 2015-2019 (Información tomada de SIAP 2020).

Año	Superficie sembrada (ha)	Producción (t)	Rendimiento (t/ha)	Valor de la producción (miles de pesos)	Primeros lugares de producción (municipio/estado)
2015	1,358.2	6,627.93	6,627.93	31,180,112.95	Ayutla de los libres (Guerrero), Campeche (Campeche), Jamapa (Veracruz)
2016	1,517.75	7,123.88	7,123.88	36,212,518.15	Ayutla de los libres (Guerrero), Gabriel Zamora (Michoacán), San Blas (Nayarit)
2017	1,566.2	7,742.39	7,742.39	40,872,551.38	Ayutla de los libres (Guerrero), Gabriel Zamora (Michoacán), Campeche (Campeche)
2018	1,544.2	8,021.32	8,021.32	46,919,988.11	Ayutla de los libres (Guerrero), Gabriel Zamora (Michoacán), Campeche (Campeche)
2019	1,574.36	8,028.93	8,028.93	47,688,637.54	Ayutla de los libres (Guerrero), Gabriel Zamora (Michoacán), Castamay (Campeche)

no hay distinciones significativas en la morfología, ni en el tamaño de las hojas, entre el tipo dulce o ácido de *B. crassifolia*. Sin embargo, en una investigación no publicada de nuestro grupo de trabajo, se encontraron diferencias en los espesores de las hojas, la cual es mayor entre los árboles de frutos ácidos (Hernández-López, comunicación personal) En cuanto a los parámetros fisicoquímicos, no se encontraron diferencias respecto a las hojas, aunque Bayuelo-Jiménez et al. (2006) reportaron que sí existen divergencias en el pH de los frutos, el cual es mayor para los frutos dulces.

Es importante destacar que, a pesar de ser un árbol de fruto estacional y no del todo domesticado, ni absorbido de lleno por las industrias alimentarias industrializadas, el valor de su mercado es grande y sus propiedades nutraceuticas, nutricionales o incluso farmacéuticas lo hacen un cultivo muy interesante; sin embargo, antes de promover su explotación es muy importante determinar la abundancia del recurso y generar las capacidades en los agricultores para su producción masiva con fines de explotación industrial, sin descuidar el cuidado de las posibles variedades silvestres, con el fin de preservar su germoplasma y hacer sustentable su explotación.

Cabe destacar que, en México, en 2008, la Red Nanche inició actividades, con la misión de promover, coordinar, apoyar y realizar actividades dirigidas al conocimiento del fruto nanche, su conservación y uso sustentable para beneficio de la sociedad (SNICS 2017); sin embargo, a pesar de sus esfuerzos y las investigaciones independientes, el desarrollo de productos industrializados se ha rezagado, debido a que no existe un plan nacional de explotación comercial de este fruto, a diferencia de otros países como Brasil, donde su investigación es fomentada por el Estado a través del Ministerio de Agricultura, Pecuaria y Abastecimiento, mediante un modelo que reúne las actividades de fomento en la generación de bienes y servicios a la agricultura, mediante empresas del Estado como: la Corporación Brasileña de Investigación agropecuaria (EMBRAPA), que ha subsidiado la investigación del procesamiento, transformación y distribución de productos de origen agropecuario hasta el consumidor final, entre otros muchos actores (Rocha de Araujo et al. 2018).

CONCLUSIÓN

El árbol de *Byrsonima crassifolia*, más allá del uso comercial, que actualmente se limita sólo al fruto, tiene un enorme potencial como recurso biotecnológico; sin embargo, se requiere profundizar los estudios en sistemática, manejo agronómico y caracterización de sus actividades biológicas con el fin de establecer una industria de explotación sustentable, con la finalidad de aprovechar al máximo este importante recurso filogenético, sin poner el riesgo su variabilidad futura.

AGRADECIMIENTOS

Al consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT), por la beca otorgada a Roldan-Sabino C., con el número de apoyo: 458281.

LITERATURA CITADA

- Almeida MMB, de Sousa PHM, Arriaga ÂMC, do Prado GM, de Carvalho MCE, Maia GA, de Lemos TLG. 2011. Bioactive compounds and antioxidant activity of fresh exotic fruits from northeastern Brazil. *Food Research International* 44: 2155-2159. <https://doi.org/10.1590/0100-29452019011>
- Amarquaye A, Che CT, Bejar E, Malone MH, Fong HH. 1994. A new glycolipid from *Byrsonima crassifolia*. *Planta Medica* 60: 85-86. <https://doi.org/10.1055/s-2006-959415>
- Anderson WR, Anderson C y Davis CC. 2006. Malpighiaceae. [citado 2018 Ene 4]. Disponible en: <http://herbarium.lsa.umich.edu/malpigh/index.html>
- Andrade BS, Matias R, Corrêa BO, Oliveira AKM, Guidolin DFG, Roel ARR. 2018. Phytochemistry, antioxidant potential and antifungal of *Byrsonima crassifolia* on soil phytopathogen control. *Brazil Journal Biology* 78: 140-146. <https://doi.org/10.1590/1519-6984.166532>
- Aniceto A, Montenegro J, da Silva Cadena R, Junger-Teodoro A. 2021. Physicochemical characterization, antioxidant capacity, and sensory properties of murici (*Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth) and Taperebá (*Spondias mombin* L.). *Beverages Molecules* 26: 332-344. <https://doi.org/10.3390/molecules26020332>
- Anónimo. s/f. Malpighiaceae. [citado 2021 Mayo 21] Disponible en: <https://webapps.lsa.umich.edu/herbarium/malpigh/index.html>.
- Bayuelo-Jiménez JS, Lozano JC, Ochoa IE. 2006. Caracterización morfológica de *Byrsonima crassifolia* Kunth nativa de Churumuco, Michoacán, México. *Revista Fitotecnia Mexicana* 29: 31-36.
- Bejar E, Amarquaye A, Che CT, Malone MH, Fong HH. 1995. Constituents of *Byrsonima crassifolia* and their spasmogenic activity. *International Journal of Pharmacognosy* 33: 25-32. <https://doi.org/10.3109/13880209509088143>
- Bejar E, Reyes-Chilpa R, Jiménez-Estrada M. 2000. Bioactive compounds from selected plants used in the XVI Century Mexican traditional medicine. En: Ur-Rahman A, editor. *Studies in Natural Products Chemistry*. Vol. 24. Ámsterdam, Elsevier Scientific Publishers. P. 799-843.
- Bernal HY, Correa JE. 1998. Especies vegetales promisorias de los países del Convenio de Andrés Bello. Tomos II, VIII, X y XII. 1ª Edición. Guadalupe Ltda. Santa Fé de Bogotá, Colombia.
- Berger I, Barrientos AC, Cáceres A, Hernández M, Rastrelli L, Passreiter CM, Kubelka W. 1998. Plants used in Guatemala for the treatment of protozoal infections: II. Activity of extracts and fractions of five Guatemalan plants against *Trypanosoma cruzi*. *Journal of Ethnopharmacology* 62: 107-115. [https://doi.org/10.1016/s0378-8741\(98\)00011-7](https://doi.org/10.1016/s0378-8741(98)00011-7)
- Burneo S. 2009 Megadiversidad. *Letras Verdes*. *Revista Latinoamericana de Estudios Socioambientales* 3: 6-7. <https://doi.org/10.17141/letrasverdes.3.2009.822>
- Caballero J. 2018. Prólogo. En: Gual M, coordinador. *Taxonomía de los usos y manejo de la biodiversidad de México para la construcción de sistemas de información*. Ciudad de México, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. P. 9-11.
- Caballero A, Vela G, Pérez J, Escobar R, Ballinas J. 2012. Nota científica: Uso de nanche (*Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth) en gelatina artesanal para niños. *Etnobiología* 10: 50-55.
- Cáceres A, Cano O, Samayoa B, Aguilar L. 1990. Plants used in Guatemala for the treatment of gastrointestinal disorders. Screening of 84 plants against enterobacteria. *Journal of Ethnopharmacology* 30: 55-73. [https://doi.org/10.1016/0378-8741\(90\)90017-n](https://doi.org/10.1016/0378-8741(90)90017-n)
- Cáceres A, Lopez BR, Giron MA, Logemann H. 1991. Plants used in Guatemala for the treatment of dermatophytic infections. Screening for antimycotic activity of 44 plant extracts. *Journal of Ethnopharmacology* 31: 263-276. [https://doi.org/10.1016/0378-8741\(91\)90011-2](https://doi.org/10.1016/0378-8741(91)90011-2)
- Cáceres A, Fletes L, Aguilar L, Ramirez O, Figueroa L, Taracena AM, Samayoa B. 1993. Plants used in Guatemala for the treatment of gastrointestinal disorders. 3. Confirmation of activity against enterobacteria of 16 plants. *Journal of Ethnopharmacology* 38: 31-38. [https://doi.org/10.1016/0378-8741\(93\)90076-H](https://doi.org/10.1016/0378-8741(93)90076-H)
- Carmo de Assis R, de Lima Gomes Soares R, Pontes Siqueira AC, de Rosso VV, Machado de Sousa PH, Pereira Mendes AE, de Alencar Costa E, de Góes Carneiro AP, Costa Maia CS. 2020. Determination of water-soluble vitamins and carotenoids in Brazilian tropical fruits by High Performance Liquid Chromatography. *Heliyon* 6: e05307. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e05307>
- Correa A, Mireya D. 2002. *Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth. En: Vozzo JA, editor. *Tropical Tree Seed Manual*. Barro Colorado, United States Department of Agriculture Forest Service/ University of Panama/Smithsonian Tropical Research Institute. P. 342-345.
- Croft GK, Schaal BA. 2012. Development of microsatellite markers in *Byrsonima crassifolia* (Malpighiaceae).

- American Journal of Botany 99: e111-e113. <https://doi.org/10.3732/ajb.1100457>
- De Souza RO, Alves GDAD, Forte ALSA, Marquele OF, da Silva DF, Rogez H, Fonseca MJV. 2017. *Byrsonima crassifolia* extract and fraction prevent UVB-induced oxidative stress in keratinocytes culture and increase antioxidant activity on skin. *Industrial Crops and Products* 108: 485-494. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2017.07.015>
- De Souza RO, Alves G de AD, Aguilera ALS, Rogez H, Fonseca MJV. 2018. Photochemoprotective effect of a fraction of a partially purified extract of *Byrsonima crassifolia* leaves against UVB-induced oxidative stress in fibroblasts and hairless mice. *Journal of Photochemistry and Photobiology B*. 178: 53-60. <https://doi.org/10.1016/j.jphotobiol.2017.10.033>
- De Souza V, Brum MCM, Guimarães IdS, dos Santos PdF, do Amaral TO, Abreu JP, Passos T, Freitas-Silva O, Gimba ERP, Teodoro AJ. 2019. Amazon fruits inhibit growth and promote pro-apoptotic effects on human ovarian carcinoma cell lines. *Biomolecules* 9: 707-721. <https://doi.org/10.3390/biom9110707>
- De Souza V, Aniceto A, Abreu JP, Montenegro J, Boquimpani B, de Jesus VA, Campos M de BE, Marcellini PS, Freitas-Silva O, Cadena R, Teodoro AJ. 2020. Fruit-based drink sensory, physicochemical, and antioxidant properties in the Amazon region: Murici (*Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth) and *verbascifolia* (L.) DC) and tapereba (*Spondia mombin*). *Food Science Nutrition* 15: 2341-2347. <https://doi.org/10.1002/fsn3.1520>
- Duarte O. 2011. Nance (*Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth). En: Yahia ME, editor. *Postharvest Biology and Technology of Tropical and Subtropical Fruits: Mangosteen to White Sapote*. Cambridge, Woodhead Publishing Limited. P. 44-52. <https://doi.org/10.1533/9780857092618.44>
- Faria JV, Valido IH, Paz WH, da Silva FMA, de Souza ADL, Acho LRD, Lima ES, Boleti PA, Marinho JVN, Salvador MJ, Dos Santos EL, Soares PK, López-Mesas M, Maia JMF, Koolen HHF, Bataglioni GA. 2021. Comparative evaluation of chemical composition and biological activities of tropical fruits consumed in Manaus, central Amazonia, Brazil. *Journal Food Research International* 139: 109836. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109836>
- Fidelis AAG, Fernandes G de O, Melo FR, Leme L de O, Adona PR, Kawamoto TS, Dode MNN. 2020. Ethanolic extract of dried leaves from the cerrado biome increases the cryotolerance of bovine embryos produced *In Vitro*. *Oxidative Medicine Cellular Longevity* 22: 60460133-60460145. <https://doi.org/10.1155/2020/6046013>
- Geiss F, Heinrich M, Hunkler D, Rimpler H. 1995. Proanthocyanidins with (+)-epicatechin units from *Byrsonima crassifolia* bark. *Phytochemistry* 39: 635-643. [https://doi.org/10.1016/0031-9422\(94\)00934-L](https://doi.org/10.1016/0031-9422(94)00934-L)
- Gual-Díaz M. 2018. Taxonomía de los usos y manejo de la biodiversidad de México para la construcción de sistemas de información. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Ciudad de México, México.
- Írias-Mata A, Jiménez VM, Björn C, Schweiggert RM, Carle R, Esquivel P. 2018. Carotenoids and xanthophyll esters of yellow and red nance fruits (*Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth) from Costa Rica. *Food Research International* 111: 708-714. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.05.063>
- Kunth CS. 1822. *Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth. *Nova Genera et Species Plantarum* 5: 149.
- Maldini M, Sosa S, Montoro P, Giangaspero A, Balick MJ, Pizza C, Della LR. 2009. Screening of the topical anti-inflammatory activity of the bark of *Acacia cornigera* Willdenow, *Byrsonima crassifolia* Kunth, *Sweetia panamensis* Yakovlev and the leaves of *Sphagneticola trilobata* Hitchcock. *Journal of Ethnopharmacology* 122: 430-433. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2009.02.002>
- Maldonado MA, Sánchez P, Rojas AR, Valenzuela JL, Bottini MB, Alaniz L. 2020. Characterization and evaluation of fruits of 'nanche' (*Byrsonima crassifolia* L.) *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 11: 151-160. <https://doi.org/10.29312/remexca.v11i1.1950>
- Malta LG, Tessaro EP, Eberlin M, Pastore GM, Liu RH. 2013. Assessment of antioxidant and antiproliferative activities and the identification of phenolic of exotic Brazilian fruits. *Food Research International* 53: 417-425. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2013.04.024>
- Mariutti LR, Rodrigues E, Chisté RC, Fernandez E, Mercadante AZ. 2014. The Amazonian fruit *Byrsonima crassifolia* effectively scavenges reactive oxygen and nitrogen species and protects human erythrocytes against oxidative damage. *Food Research International* 64: 618-625. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2014.07.032>
- Martínez-Moreno E, Corona-Torres T, Avitia-García E, Castillo-González AM, Terrazas-Salgado T, Colinas-León MT. 2006. Caracterización morfológica de frutos y semillas de nanche (*Byrsonima crassifolia* L. HBK). *Revista Chapingo, serie Horticultura* 12: 11-17.

- Martínez-Vázquez M, González-Esquinca AR, Cazares L, Moreno MN, García-Argaéz AN. 1999. Antimicrobial activity of *Byrsonima crassifolia* (L.) HBK. *Journal of Ethnopharmacology* 66: 79-82. [https://doi.org/10.1016/S0378-8741\(98\)00155-X](https://doi.org/10.1016/S0378-8741(98)00155-X)
- Morales VDF, Müller CH, De Souza AGC, Antonio IC. 1994. Native fruit species of economic potential from the Brazilian Amazon. *Angewandte Botanik* 68: 47-52.
- Morales C, Gómez-Serranillos MP, Iglesias I, Villar AM, Cáceres A. 2001. Preliminary screening of five ethnomedicinal plants of Guatemala. *Il Farmaco* 56: 523-526. [https://doi.org/10.1016/S0014-827X\(01\)01107-7](https://doi.org/10.1016/S0014-827X(01)01107-7)
- Moreno GR. 2015. Evaluación in vitro de la capacidad antioxidante del extracto del fruto del nanche (*Byrsonima crassifolia*). Tesis de Maestría en Ciencias. Universidad Veracruzana. Xalapa, México.
- Pérez RM, Muñoz A. 2013. Hexane extract of the seeds of *Byrsonima crassifolia* accelerates wound healing in streptozotocin-induced diabetic rats. *Chinese Journal of Integrative Medicine*. <https://doi.org/10.1007/s11655-013-1556-X>
- Pérez RM, Muñoz A. 2016. Hypoglycemic effects of sesquiterpene lactones from *Byrsonima crassifolia*. *Food Science and Biotechnology* 25: 1135-1145. <https://doi.org/10.1007/s10068-016-0182-8>
- Peraza-Sánchez SR, Cen-Pacheco F, Noh-Chimal A, May-Pat F, Simá-Polanco P, Dumonteil E, García-Mis R, Mut-Martín M. 2007. Leishmanicidal evaluation of extracts from native plants of the Yucatan peninsula. *Fitoterapia* 78: 315-318. <https://doi.org/10.1016/j.fitote.2007.03.013>
- Pires FCS, de Oliveira JC, Menezes EGO, Silva AP de Se, Ferreria MCR, Siqueira LMM, Almada-Vilhena AO, Pieczarka JC, Nagamachi CY, de Carvalho Junior RN. 2021. Bioactive compounds and evaluation of antioxidant, cytotoxic and cytoprotective effects of murici pulp extracts (*Byrsonima crassifolia*) obtained by supercritical extraction in hepg2 cells treated with H₂O₂. *Foods* 10: 737-749. <https://doi.org/10.3390/foods10040737>
- Pompeu DR, Rogez H, Monteiro KM, Tinti SV, Carvalho JE. 2012. Capacidade antioxidante e triagem farmacológica de extratos brutos de folhas de *Byrsonima crassifolia* e de *Inga edulis*. *Acta Amazonica* 42: 165-172. <https://doi.org/10.1590/S0044-59672012000100019>
- Ramírez VP. 2000. Prólogo. En: Ramírez P, Ortega R, López A, Castillo F, Livera M, Rincón F, Zavala F, editores. Recursos Fitogenéticos de México para la Alimentación y la Agricultura. Informe Nacional. Chapingo, Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas/ Sociedad Mexicana de Fitogenética A.C.. P. 6-9.
- Raya-Pérez JC, Aguirre-Mancilla CL, Gil-Vega K, Simpson J. 2010. La domesticación de plantas en México: Comparación de la forma cultivada y silvestre de *Byrsonima crassifolia* (Malpighiaceae). *Polibotánica* 30: 239-256.
- Rezende CM, Fraga SR. 2003. Chemical and aroma determination of the pulp and seeds of murici (*Byrsonima crassifolia* L.). *Journal of the Brazilian Chemical Society* 14: 425-428. <https://doi.org/10.1590/S0103-50532003000300014>
- Rivas-Castro SF, Martínez-Moreno E, Alia-Tejacal I, Pérez-López A. 2019. Physical and physiological changes in phenotypes of nance (*Byrsonima crassifolia* (L.) H. B. K.) with different harvest maturity. *Scientia Horticulturae* 256: 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.108620>
- Rivero-Cruz JF, Sánchez-Nieto S, Benítez G, Casimiro X, Ibarra-Alvarado C, Rojas-Molina A, Rivero-Cruz B. 2009. Antibacterial compounds isolated from *Byrsonima crassifolia*. *Revista Latinoamericana Química* 37: 155-163.
- Rocha de Araujo A, Dias do Santos E, Farias do Santos DB, Pinto de Lemus EE. 2018. *Byrsonima crassifolia* eB. *Verbascifolia:murici*. En: Coradin L, Camillo J, Pareyn FGC, editores. Especies nativas da flora brasileira de valor económico atual ou potencial: plantas para o futuro: regio Nordeste. Brasília, Ministério do Meio Ambiente. P. 137-146.
- Roldan-Sabino C, Viñas O, Parra A, Galero NX, Avila-Alejandro AX, Hernández-López A. 2018. Effect of sonication and pressing on recovery of compounds with antioxidant activity from leaves and bark of *Byrsonima crassifolia*. *Journal of Bioengineering and Biomedicine Research* 2: 1-8.
- Roldan-Sabino C. 2019. Estudio de la actividad antioxidante del nanche (*Byrsonima crassifolia*), variedad ácida. Tesis de Maestría en Biotecnología. Universidad del Papaloapan. Tuxtepec, Oaxaca.
- Rufino M de SM, Alves RE, de Brito ES, Pérez-Jiménez J, Saura-Calixto F, Mancini-Filho J. 2010. Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 non-traditional tropical fruits from Brazil. *Food Chemistry* 4: 996-1002. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.01.037>
- Sannomiya M, Fonseca VB, da Silva MA, Rocha LMR, dos Santos LC, Hiruma-Lima CA, Brito ARMS, Vilegas W. 2005. Flavonoids and antiulcerogenic activity from *Byrsonima crassa* leaves extracts. *Journal of*

- Ethnopharmacology 97: 1-6. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2004.09.053>
- [SEMARNAT] Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. [internet]. 2010. México, un país megadiverso. [Citado 2021 junio 10]. Disponible en: https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe_resumen/04_biodiversidad/cap4.html.
- [SIAP] Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. [internet]. 2016. Atlas agroalimentario. SIAP-SAGARPA [Citado 2021 junio 10] Disponible en: https://nube.siap.gob.mx/gobmx_publicaciones_siap/pag/2016/Atlas-Agroalimentario-2016.
- [SIAP] Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. [internet]. 2020. Datos abiertos sobre agricultura México [Citado 2021 junio 10] Disponible en: <http://infosiap.siap.gob.mx/gobmx/datosAbiertos.php>.
- Silva EM, Souza JNS, Rogez H, Rees JF, Larondelle Y. 2007. Antioxidant activities and polyphenolic contents of fifteen selected plant species from the Amazonian region. Food Chemistry 101: 1012-1018. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.02.055>
- [SNICS] Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas. [internet]. 2017. Nanche (*Byrsonima crassifolia* L.)* Generalidades de la Red Nanche. [Citado 2021 agosto10]. Disponible en: <https://www.gob.mx/snics/acciones-y-programas/nanche-byrsonima-crassifolia-l>
- Souza JNS, Silva EM, Loir A, Rees J-F, Rogez H, Larandelle Y. 2008. Antioxidant capacity of four polyphenol-rich Amazonian plant extracts: A correlation study using chemical and biological *in vitro* assays. Food Chemistry 106: 331-339. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2007.05.011>
- Vaquero-Barahona JL. 2005. Estimulación de la germinación de semilla de nance (*Byrsonima crassifolia* L.) con giberelina y agua caliente. Tesis de Licenciatura. Escuela Agrícola Panamericana Zamorano. Tegucigalpa, Honduras.
- Vasconcelos NG, Vaz MSM, Radai JAS, Kassuya CAL, Formagio ASN, Graciani FS, Leal ML, Oliveira RJ, da Silva KE, Croda J, Simionatto S. 2020. Antimicrobial activity of plant extracts against carbapenem-producing *Klebsiella pneumoniae* and *in vivo* toxicological assessment. Journal Toxicological Environmental Health 83: 719-129. <https://doi.org/10.1080/15287394.2020.1824135>
- Vazquez-Cahuich DA, Espinosa J, Centurion D, Velazquez JR, Borges-Argaez R, Cáceres M. 2013. Antimicrobial activity and chemical composition of the essential oils of *Malvoaviscus arboreus* cav, *Pimenta dioica* (L.) merr., *Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth and *Psidium guajava*. Tropical and Subtropical Agroecosystems 16: 505-513.
- Villachica H. 1995. Frutas y hortalizas promisorias de la amazonica. Tratado de Cooperación Amazonica. Secretaria Pro Tempore. Lima, Perú.
- Yaseen R, Branitzki-Heinemann K, Moubasher H, Setzer WN, Naim HY, von Köckritz-Blickwede M. 2017. In Vitro testing of crude natural plant extracts from Costa Rica for their ability to boost innate immune cells against *Staphylococcus aureus*. Biomedicine 5: 40-51. <https://doi.org/10.3390/biomedicine5030040>
- Zuñiga-Sierra Z. 2019. El nanche, (*Byrsonima Crassifolia*), como recurso biotecnológico de la Cuenca del Papaloapan. Reporte servicio social. Universidad del Papaloapan. Tuxtepec, México.