

Accepted Manuscript / Manuscrito Aceptado

Title Paper/Título del artículo:

Generalidades de la anona (*Annona reticulata* L.), farmacología y fitoquímicos. Una revisión.

Overview of custard apple (*Annona reticulata* L.), pharmacology and phytochemicals. A review.

Authors/Autores: Pérez-Flores, F.A., Jiménez-Zurita, J.O., Bautista-Rosales, P.U., Balois-Morales, R., Ochoa-Jiménez, V.A., Palacios-López, O.A

ID: e1401

DOI: <https://doi.org/10.15741/revbio.10.e1401>

Received/Fecha de recepción: August 15th 2022

Accepted /Fecha de aceptación: November 14th 2022

Available online/Fecha de publicación: January 10th 2023

Please cite this article as/Como citar este artículo: Pérez-Flores, F.A., Jiménez-Zurita, J.O., Bautista-Rosales, P.U., Balois-Morales, R., Ochoa-Jiménez, V.A., Palacios-López, O.A. (2023). Overview of custard apple (*Annona reticulata* L.), pharmacology and phytochemicals. A review. *Revista Bio Ciencias*, 10 e1401. <https://doi.org/10.15741/revbio.10.e1401>

This is a PDF file of an unedited manuscript that has been accepted for publication. As a service to our customers we are providing this early version of the manuscript. The manuscript will undergo copyediting, typesetting, and review of the resulting proof before it is published in its final form. Please note that during the production process errors may be discovered which could affect the content, and all legal disclaimers that apply to the journal pertain.

Este archivo PDF es un manuscrito no editado que ha sido aceptado para publicación. Esto es parte de un servicio de Revista Bio Ciencias para proveer a los autores de una versión rápida del manuscrito. Sin embargo, el manuscrito ingresará a proceso de edición y corrección de estilo antes de publicar la versión final. Por favor note que la versión actual puede contener errores de forma.







Artículo original/ Original article

Generalidades de la anona (*Annona reticulata* L.), farmacología y fitoquímicos. Una revisión.

Overview of custard apple (*Annona reticulata* L.), pharmacology and phytochemicals. A review.

Generalidades de la anona (*Annona reticulata* L.) /

Overview of custard apple (*Annona reticulata* L.)

Pérez-Flores, F.A.¹ , Jiménez-Zurita, J.O.^{2*} , Bautista-Rosales, P.U.² , Balois-Morales, R.² , Ochoa-Jiménez, V.A.² , Palacios-López, O.A.³ .

¹ Programa de Doctorado en Ciencias Biológico Agropecuarias-Universidad Autónoma de Nayarit. Carretera Tepic-Compostela km. 9. C.P. 63780. Xalisco, Nayarit, México.

² Unidad de Tecnología de Alimentos-Secretaría de Investigación y Posgrado, Universidad Autónoma de Nayarit. Ciudad de la Cultura s/n. C.P. 63000. Tepic, Nayarit, México.

³ Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de Chihuahua (UACH), Circuito Universitario S/N, Campus Universitario II, 31125 Chihuahua, Chih., México.

*Corresponding Author:

[Jose Orlando Jiménez-Zurita](mailto:jose-jimenez@uan.edu.mx). Unidad de Tecnología de Alimentos-Secretaría de Investigación y Posgrado. Universidad Autónoma de Nayarit. Ciudad de la Cultura s/n. C.P. 63000. Tepic, Nayarit, México. Phone: (311) 2118851. E-mail: jose-jimenez@uan.edu.mx

RESUMEN

La anona (*Annona reticulata* L.) se reproduce en condiciones de campo abierto o bien en huertos de traspatio. Sus órganos estructurales, principalmente hojas, raíz, corteza del tallo, semillas y pulpa contienen compuestos fitoquímicos, tales como taninos, alcaloides, fenoles, glucósidos, terpenos, flavonoides y esteroides, estos compuestos tienen propiedades farmacológicas, antihelmínticas, analgésicas, antiinflamatorias, antihiper glucémicas, antioxidantes y citotóxicas para varios tipos de cáncer. La pulpa contiene azúcares, vitaminas y minerales, teniendo potencial para el desarrollo de nuevos productos alimenticios con compuestos bioactivos.

PALABRAS CLAVE:

Annona reticulata L., compuestos bioactivos, farmacéutica.

ABSTRACT

Annona (*Annona reticulata* L.) is produced in outfield conditions or backyard orchards. Its structural organs, mainly leaves, root, stem bark, seeds, and pulp contain phytochemical compounds, such as tannins, alkaloids, phenols, glycosides, terpenes, flavonoids, and steroids, these compounds have pharmacological, antihelmintic, analgesic, anti-inflammatory, antihyperglycemic, antioxidant and cytotoxic properties

for several types of cancer. The pulp contains sugars, vitamins, and minerals, having the potential for the development of new food products with bioactive compounds.

KEY WORDS:

Annona reticulata L., bioactive compounds, pharmaceutical.

Introducción

La familia Annonaceae está compuesta por 108 géneros y 2400 especies, se encuentra distribuida en climas tropicales y subtropicales (Hernández-Fuentes *et al.*, 2016; Couvreur *et al.*, 2012). En México se encuentra en los estados de Chiapas, Veracruz, Tabasco, Guerrero, Oaxaca, Nayarit, Michoacán, Yucatán y Campeche de esta familia el género *Annona* el más importante por la producción de frutos comestibles (Andrés & Andrés, 2011; Pino, 2010), se han registrado 15 especies y la Atemoya que es una variedad derivada de la cruce de *Annona cherimola* x *Annona squamosa* (atemoya); las especies cultivadas para su comercialización son la guanábana (*Annona muricata* L.), chirimoya (*Annona cherimola* Mill.) y saramuyo (*Annona squamosa* L.) (Hernández-Fuentes *et al.*, 2016). Se están realizando esfuerzos por rescatar la anona (*Annona reticulata* L.) e incentivar su cultivo para la producción de frutos, ya que éstos son ricos en carbohidratos, proteínas, calcio, fósforo, hierro, tiamina, niacina, riboflavina, magnesio, ácido ascórbico y carotenos, lo que constituye una alternativa para la producción frutícola (Andrés & Andrés, 2011); aunado a lo reportado por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2012) que señala la utilización de cultivos que permitan a los países aprovechar su potencial, para fomentar el desarrollo económico, reducir el hambre y la pobreza, así como necesidad de considerar a la anona en actividades de conservación in situ (Andrés & Andrés, 2011). En este contexto, el objetivo de esta revisión es la recopilación de información sobre las generalidades, farmacología y fitoquímicos de la *A. reticulata* para destacar su importancia económica, social y medicinal.

Metodología

Esta investigación se centró en la recopilación de información con las palabras *Annona reticulata*; en las bases de datos Elsevier, Scielo, Wiley online library, Redalyc, Springer y Scopus, Scienedirect, desde el año 1991 hasta agosto del 2022, tomando como fuente de información artículos científicos publicados en revistas indexadas y arbitradas.

Discusión de resultados

Descripción botánica. Según el Sistema Integrado de Información Taxonómica (ITIS), la descripción taxonómica de la anona (*Annona reticulata* L.) es la siguiente:

Tabla 1. Taxonomía de *Annona reticulata* L.
Table 1. Taxonomy of the *Annona reticulata* L.

Reino	Plantae
División	Tracheophyta
Subdivisión	Spermatophytina
Clase	Magnoliopsida
Orden	Magnoliales
Familia	Annonaceae
Género	Annona L.
Especie	<i>Annona reticulata</i> L.

Fuente: Integrated Taxonomic Information System (ITIS, 2022)

Source: Integrated Taxonomic Information System (ITIS, 2022)

Generalidades

La anona (*A. reticulata*) es originaria de Guatemala y Belice (Pino, 2010) y se encuentra distribuida por América, África y Asia (Chavan *et al.*, 2014). En México, la anona se encuentra en regiones tropicales de Veracruz, Tabasco, Yucatán, Oaxaca, Chiapas, Guerrero, Sinaloa, Puebla, Quintana Roo y Michoacán, a una altitud entre los 50 y 1150 masl. Se desarrollan en climas tropicales y subtropicales, entre 0 y 1500 m de altitud en áreas de América Central y América del Sur, en Guatemala y Ecuador se encuentran por debajo de los 1220 y 1500 masl, respectivamente y en las Filipinas y Siri Lanka por debajo de los 800 y 915 masl, respectivamente (Chavan *et al.*, 2014). Se adaptan a condiciones de baja precipitación pluvial (temporada de sequía) y resisten las bajas temperaturas (-2.78 °C a 2.22 °C), permaneciendo en letargo durante el invierno sin sufrir daños graves (Morton, 2013), reportando aún producción de frutos. Aunque las condiciones pueden ser favorables para su cultivo, la anona se encuentra principalmente en huertos de traspatio o bien a orillas de caminos rurales de manera silvestre (Andrés & Andrés, 2011). Se observa que este frutal está ampliamente distribuido y fácilmente adaptable a condiciones adversas, ecofisiológicamente hablando. La propagación de la anona es por semilla (sexual), aunque también puede ser asexual; se han realizado injertos entre las mismas anonas o bien como portainjertos de guanábana, saramuyo y atemoya (Chavan *et al.*, 2014; Morton, 2013). Siendo este frutal un importante vehículo para propagar otras especies de la misma familia.

El árbol de anona mide entre 3 y 10 m de altura, tiene copa extendida o redondeada, su tronco mide de 25 a 35 cm de diámetro y es considerado como el más vigoroso del género *Annona* (Figura 1). Tiene muchas ramas laterales, tallos cilíndricos con lenticelas y tomentos muy cortos de color café (Figura 1). Las hojas son de forma lanceolada a oblongo-lanceolada, de color verde oscuro y miden de 25 a 30 cm de largo y 7 cm de ancho (Chavan *et al.*, 2014; Lim, 2012; Andrés & Andrés, 2011; Waghulde *et al.*, 2021) (Figura 1). Las inflorescencias se encuentran en racimos caídos y están agrupadas de 2 a 10, con pétalos carnosos estrechos externos que nunca se abren completamente y pedicelos que miden entre 1.5 a 3 cm de longitud (Andrés & Andrés, 2011; Chavan *et al.*, 2014) (Figura 1). Las inflorescencias presentan polinización ineficiente, debido a la apertura lenta de los pétalos, a la posición del gineceo con respecto al androceo, a la escasa cantidad de polinizadores y a que no hacen contacto uniforme con el área de la curva del gineceo (Pinto, 1995), por lo que es necesario practicar la polinización artificial o manual (Andrés & Andrés, 2011).



**Figura 1. Árbol (A), ramas (B), hojas (C) e inflorescencias (D) de *A. reticulata* L.
Fuente: Elaboración propia**

**Figure 1. Tree (A), branches (B), leaves (C) and inflorescences (D) of *A. reticulata* L.
Source: Own elaboration**

El fruto pesa entre 0.1 y 1.0 kg, de forma acorazonada, casi esférica o irregular y mide de 10 a 12 cm de longitud y de 8 a 16 cm de diámetro. El color del epicarpio, forma de areolas y tipo de reticulación en los frutos puede variar (Pino, 2010). Vidal *et al.* (2015) describen colores de epicarpio rojo, amarillo, morado y rosado. Según Chavan *et al.* (2014), el epicarpio es delgado y de color amarillo a café cuando está maduro, claramente reticulado. Andrés & Andrés (2011), mencionan que el epicarpio es coriáceo y de color amarillo rojizo, con areolas por encima de los carpelos. Morton (2013) relata que el epicarpio es delgado pero resistente y puede ser color amarillo-café, rosado, rojizo o café-rojizo cuando los frutos están maduros y con un reticulado leve, moderado o marcado. Pareek *et al.* (2011) comentan que el índice de madurez de la chirimoya, la atemoya, el saramuyo y la anona incluyen cambios en el color del epicarpio, desde verde oscuro hasta verde claro o amarillo-verde. Por último, Lim (2012) menciona que los frutos tienen areolas más o menos lisas, romboidales o hexagonales separadas por una reticulación marcada, no tuberculadas, de epicarpio color café rojizo o rojo, en su madurez (Figura 2).



Figura 2. Colores de epicarpio de frutos de *A. reticulata* L. Fuente: Elaboración propia

Figure 2. Epicarp colors of fruits of *A. reticulata* L. Source: Own elaboration

La pulpa es de color blanca-crema, algo granular y moderadamente jugosa (Morton, 2013; Chavan *et al.*, 2014). Tiene un núcleo fibroso central puntiagudo que está unido al tallo grueso que se extiende a más de la mitad del fruto, siendo esto una particularidad del fruto (Chavan *et al.*, 2014). Las semillas son pequeñas, alrededor de 1.25 cm de largo, oblongas, comprimidas lateralmente, lisas, duras, brillantes, de color café oscuro o negro y comúnmente hay de 40 a 76 semillas por fruto (Morton, 2013; Andrés & Andrés, 2011; Lim, 2012) (Figura 3). Chavan *et al.* (2014) mencionan que las semillas son viables por más de 12 meses en almacenamiento con aire seco a 5°C.



Figura 3. Semillas del fruto de *A. reticulata* L. Fuente: Elaboración propia

Figure 3. Seeds of the fruit of *A. reticulata* L. Source: Own elaboration

Fenología. Las características fenológicas de las plantas cultivadas proveen herramientas útiles para comprender las relaciones entre las plantas y su ambiente. Para la anona, el desarrollo de las yemas es entre junio y abril, la visualización de las hojas de abril a diciembre y la senescencia de diciembre a abril. En cuanto a las flores, su crecimiento se presenta en noviembre-diciembre y la floración en diciembre. El desarrollo de los frutos va de diciembre a febrero y la fructificación de marzo a mayo (González-Esquinca *et al.*, 2016). Encontrándose que es un frutal de cosecha anual.

Usos farmacéuticos

Los órganos estructurales del árbol de anona como son las hojas, pulpa, corteza, raíz y semillas, se utilizan como fuentes medicinales, ya que poseen propiedades farmacológicas como antihelmíntica, analgésica, antiinflamatoria, antihiperglucémica, antipirética, antioxidante, antimicrobiana, cicatrizante y citotóxica; además de contener fitoquímicos como taninos, alcaloides, fenoles, glucósidos, flavonoides y esteroides (Jamkhande & Wattamwar, 2015; Ngbolua *et al.* 2018). Chithra *et al.* (2016) evaluaron los componentes fitoquímicos de guanábana y anona, concluyendo que los frutos de ambos tienen terpenoides, taninos, alcaloides y ácido ascórbico, potenciales en el campo de la farmacología como antioxidantes y antibacteriales, para el desarrollo de posibles fármacos para curar algunas enfermedades como la diabetes, cáncer, síndrome de inmunodeficiencia adquirida y varias enfermedades degenerativas. Siendo un frutal de importancia por su potencial en la industria farmacéutica, ya que todos sus órganos estructurales se pueden aprovechar para este fin.

Hojas. En las hojas se han encontrado diversos compuestos bioactivos con actividades biológicas importantes (Tabla 2), al respecto Zaman & Pathak (2013) reportaron la presencia de fitoquímicos como alcaloides, taninos, compuestos fenólicos, flavonoides, glucósidos y esteroides en extractos metanólicos de hojas de anona. Por otro lado, Rahman *et al.* (2011) han reportado que los extractos metanólicos de las hojas de la anona tienen actividad antihiperglucémica en ratones, midiendo la tolerancia a la glucosa y los niveles de glucosa en sangre por el método de la glucosa oxidasa, obteniendo una reducción del nivel de glucosa del 56.1 %, siendo una alternativa para el tratamiento de pacientes diabéticos; también se ha demostrado actividad antiinflamatoria en ratas, posiblemente sea debido a la presencia de acetogeninas o a la actividad inhibidora de la ciclooxigenasa-2 (Bhardwaj *et al.* 2019). En este mismo sentido, Pathak *et al.* (2021) observaron actividad antiinflamatoria y antioxidante en extractos metanólicos en hojas de anona, debido a la quercitina y al ácido gálico. Además, en extractos de las hojas se ha investigado químicamente el terpenoide: anonaretina A (Chavan *et al.*, 2014) entre otros; se han encontrado fitocompuestos bioactivos como quinonas, cumarinas, esteroides, taninos, fenoles, glucósidos, alcaloides, terpenoides, flavonoides y saponinas (Sangeetha *et al.*, 2014), siendo estos agentes antioxidantes, antibacteriales y antimicrobianos (Ahirwar & Tembhre, 2021). Mazumdar *et al.* (2022) encontraron β -sitosterol y quercetina en extractos etanólicos de hojas de anona, los cuales aumentaron la proliferación de linfocitos (células CD4, CD8 y B) y mejoraron la expresión intracelular de IL-2 e IL-6, por lo que puede ser una alternativa potencial para diversas enfermedades relacionadas con el sistema inmunológico. Sankpal (2022), identificó 33 fitocompuestos, como los fenólicos, flavonoides, alcaloides, taninos, glicósidos y terpenoides, en extractos metanólicos de las hojas, los cuales la mayoría de ellos se ha reportado que tienen actividades biológicas importantes con propiedades antioxidantes (copaeno), antimicrobiana ((-)-espatulenol), anticáncer (p-dioxano-2,3-diol) y antiinflamatorias (cariofileno). Así mismo, un estudio realizado en tres especies de *Annona* (guanábana, saramuyo y anona) para determinar la capacidad antioxidante por los métodos de DPPH ABTS, óxido nítrico e hidroxilo, observando que los extractos de hojas de la anona mostraron más alta capacidad antioxidante con respecto a la de saramuyo (Baskar *et al.*, 2007). Se ha reportado la presencia de acetogeninas en hojas de anona, como la 9-ona anoreticuina, la

squamona, la solamina, la anomonisina y la rolliniastatina-2 (Roham *et al.*, 2016; Anaya-Esparza *et al.*, 2020), éstas tienen actividad antitumoral en células cancerígenas de mama, próstata, hígado, colon y pulmón, entre otros. Los extractos de hojas son fuente importante de fitoquímicos que actúan sobre células cancerígenas de diferentes órganos o líneas celulares.

Pulpa. En la pulpa del fruto de anona se han reportado compuestos fitoquímicos (Shetty *et al.*, 2020) (Tabla 2), se cuantificaron 17 polifenoles en extractos metanólicos por HPLC-MS/MS, encontrando más altas concentraciones de ácido salicílico, ácido 3-hidroxibenzoico, ácido 2,4-dihidroxibenzoico y ácido gálico, con respecto a lo reportado en guanábana y chirimoya, con actividad antioxidante. Del epicarpio y de la pulpa de anona se extrajeron polisacáridos, mostrando actividad antioxidante por el método de DPPH y antimicrobiana a través de la liberación de tetrahidrocurcumina; por lo que pueden ser utilizados para aplicación en heridas (Senthilkumar *et al.*, 2022; Shetty *et al.*, 2020). Se ha reportado la presencia de catequinas en la pulpa, con actividad antioxidante in vitro la cual se midió por el método DPPH y anticancerígena in vitro por la metodología del bromuro de 3-(4,5-dimetiltiazol-2-ilo)-2,5-difeniltetrazol (MTT), contra células de mama (Rayar & Manivannan, 2016). Además, en la pulpa de anona, se han reportado fitoquímicos aromáticos a través de CG-MS, Wong & Khoo (1993) identificaron 47 de éstos, principalmente terpenoides (98.3 %) y monoterpénoides (91.2 %); de compuestos volátiles los más abundantes son terpeno-4-ol (70.5 %) y el α -terpineol (10 %). Jamkhande & Wattamwar (2015) reportan el pineno, mirceno, limoneno, terpineno-4-ol y germacreno Pino *et al.* (2019) analizaron la composición del sabor de cuatro cultivares comerciales cubanos de anona e identificaron 180 compuestos volátiles, de estos 120 fueron reportados por primera vez en la pulpa de este fruto; entre los compuestos identificados sobresalen el α -pineno, β -pineno, mirceno, limoneno, terpineno-4-ol y germacreno Bhardwaj *et al.* (2019) reportaron la existencia de aceites esenciales en las hojas, raíz y frutos de la anona, como el β -pineno, el espatulenol, el elemol, el bisaboleno, el (E,E)-farnesil acetato, el benzil benzoato y la arturmerona. A través de la extracción de compuestos con actividad antioxidante, antimicrobiana y anticancerígena de la pulpa de anona, se tiene una importante fuente de éstos para la utilización en el área farmacológica.

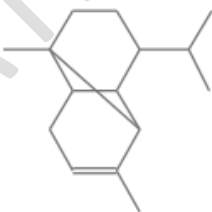
Corteza. La corteza del árbol se utiliza como uterotónica, antiespermatogénica, antiinfertilidad, antifúngica, antiplaquetaria, abortiva, antiovulatoria, diurética, antiséptica, anticonvulsiva, vermícida, analgésica y como agente perturbador del crecimiento (Pathak & Zaman, 2013). Se han reportado fitoquímicos en este órgano estructural (Tabla 2). Saad *et al.* (1991) aislaron acetogeninas reticulacina y bulatacina, a partir de extractos de la corteza por NMR; además de dos diterpenos y un alcaloide llamado liriodenina. Hisham *et al.* (1994) elucidaron la estructura de la acetogenina: reticulacinona, aislada en extractos de corteza de los tallos de anona por NMR. Bhalke & Chavan (2011) evaluaron extractos de corteza de anona en ratones, reportando actividad analgésica y actividad depresora del sistema nervioso central de leve a moderada, probablemente debido al aumento en la concentración del ácido gamma aminobutírico, en el cerebro. Obenu *et al.* (2022) extrajeron metabolitos secundarios en extractos con n-hexano en la corteza de anona, tales como esteroides, flavonoides y alcaloides; sin embargo, su capacidad antioxidante determinada por DPPH, fue muy débil. En la corteza de los árboles de anona se han identificado fitoquímicos con distintas actividades farmacológicas, aunque algunos con baja capacidad antioxidante.

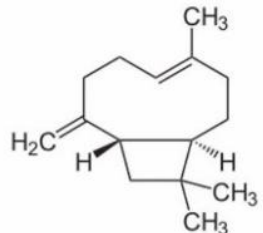
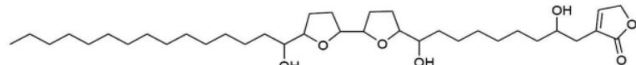
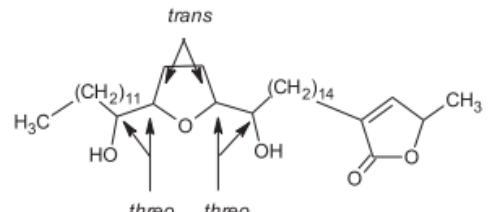
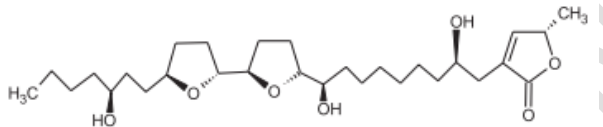
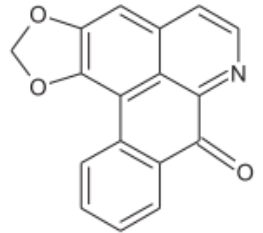
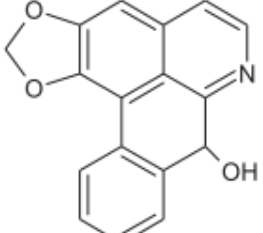
Raíz. En cuanto a la raíz de anona, se sabe que tiene alcaloides como la anonaina, liriiodenina, norushinsunina y reticulina (murcinina), con propiedades biológicas (Morton, 2013; Anaya-Esparza *et al.*, 2020) (Tabla 2). Bharadwaj *et al.* (2019) han reportado que un extracto metanólico, dentro de un gel de carbopol, analizado por GC-MS, tiene potencial para tratar eficazmente el cáncer de piel. Suresh *et al.* (2011) reportaron que extractos de raíces de anona disminuyen significativamente el crecimiento de tumores en ratones, atribuyéndoselo a la presencia de acetogeninas y alcaloides, por lo que puede ser utilizado como agente quimiopreventivo en la terapia contra el cáncer. En la raíz se han extraído compuestos fitoquímicos con importancia biológica contra algunos tipos de cáncer.

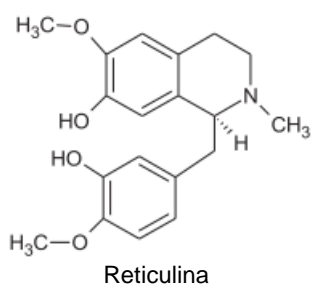
Semillas. En las semillas de la anona se han identificado compuestos fitoquímicos antitumorales por NMR. Maeda *et al.* (1993) caracterizaron una serie de alcaloides acil triptaminas y Chang *et al.* (1998) aislaron una acetogenina citotóxica (7-lactona acetogenina), y anoreticuina, 9-ona anoreticuina, cis/trans-bulatacionona, bulatacina, cis/trans-murisolinona y escuamocina (Tabla 2), en extracto con acetato de etilo de semillas de anona, éstas acetogeninas causaron muerte en diferentes líneas celulares cancerosas (Hep.G2, Hep.2, 3, 15, KB and CCM2), incluyendo la de cáncer de vejiga (T24). Se ha reportado que la bulatacina causa la muerte de células cancerosas en leucemia y en cáncer de mama (Ravimanickam *et al.*, 2018) y la anonacina contra cáncer de vejiga (Yuan *et al.*, 2003), ambas encontradas en las semillas. Anaya-Esparza *et al.* (2020) reportaron presencia de esteroides en semillas de anona: canfano, α -copaeno, β -elemeno, β -cariofileno, β -bisaboleno, δ -cadineno y germacreno D, por GC-MS. En extractos hexánicos de semilla de anona se obtuvieron acetogeninas con actividad anti-angiogénica en ratones por GC-MS, disminuyendo el crecimiento tumoral y la metástasis (Hassan *et al.* 2021). Las semillas contienen una gran variedad de compuestos antitumorales, que actúan en diferentes líneas celulares, con un potencial para ser utilizados en tratamientos para el humano.

Tabla 2. Fitoquímicos reportados en distintos órganos de *A. reticulata* L.

Table 2. Phytochemicals reported in different organs of *A. reticulata* L.

Fitoquímico	Órgano	Referencias
 <p>Copaeno</p>	Hojas	Sankpal (2022)

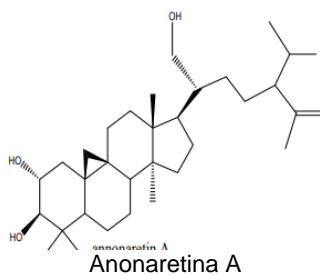
 <p>Cariofileno</p>	Hojas	Sankpal (2022)
 <p>Rolliniastatina-2</p>	Hojas	Jamkhande & Wattamwar (2015) Ngbolua <i>et al.</i> (2018) Bhalke & Chavan (2011)
 <p>Reticulatacina</p>	Corteza	Jamkhande & Wattamwar (2015) Ngbolua <i>et al.</i> (2018)
 <p>Bulatacina</p>	Corteza semillas	Jamkhande & Wattamwar (2015) Ngbolua <i>et al.</i> (2018) Bhalke & Chavan (2011)
 <p>Liriodenina</p>	Corteza y raíz	Jamkhande & Wattamwar (2015) Ngbolua <i>et al.</i> (2018)
 <p>Norushinsunina</p>	Raíz	Jamkhande & Wattamwar (2015) Ngbolua <i>et al.</i> (2018)



Raíz

Jamkhande &
Wattamwar (2015)
Ngbolua *et al.* (2018)

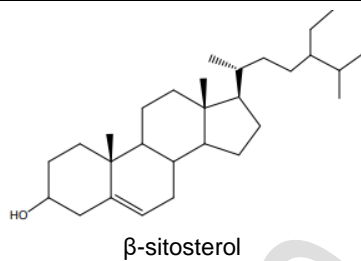
Reticulina



Hojas

Ngbolua *et al.* (2018)

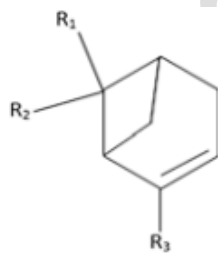
Anonaretina A



Hojas

Ngbolua *et al.* (2018)

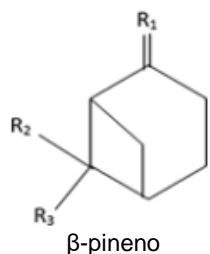
β -sitosterol



Pulpa

Bhardwaj *et al.* (2019)

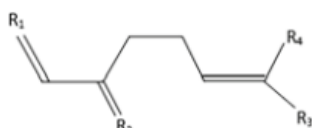
α -pineno



Pulpa

Bhardwaj *et al.* (2019)

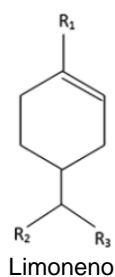
β -pineno



Pulpa

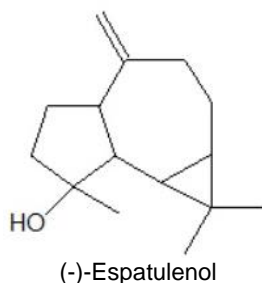
Bhardwaj *et al.* (2019)

Mirceno



Pulpa

Bhardwaj *et al.* (2019)



Hojas y pulpa

Sankpal (2022)

Fuente: Elaboración propia basada en Jamkhande & Wattamwar (2015)

Source: Own elaboration based on Jamkhande & Wattamwar (2015)

Usos alimentarios

La pulpa de la anona comúnmente se consume en fresco o se puede agregar a licuados, natillas, helados y elaborar salsas para pasteles y budines (Morton, 2013); es rica en carbohidratos, grasas, proteínas, vitamina A, vitamina C (Sasidharan & Jayadey, 2017; Jamkhande & Wattamwar, 2015; Morton, 2013) y minerales como Ca, P, K, Mg, Na, Cl, S, Mn, Zn, Fe, Cu, Se, Co, Ni y Cr (Leterme *et al.*, 2006) (Tabla 3). Moo-Huchin *et al.* (2014) indican que los frutos de anona, representan un gran potencial para el desarrollo de nuevos productos alimenticios con propiedades bioactivas. Senadeera *et al.* (2018) adicionaron pulpa de anona, guanábana y saramuyo en yogurts, aumentando la capacidad antioxidante, analizada por los métodos de DPPH y FRAP. Leterme *et al.* (2006) encontraron que la anona contiene 0.373 mg/g de vitamina C en comparación con 0.206 mg/g en la guanábana y consideraron que algunos componentes químicos encontrados en este fruto muestran propiedades anticancerígenas contra el cáncer de vejiga y otras células cancerosas. La pulpa de anona tiene una gran cantidad de compuestos que le dan importancia nutrimental para el consumo humano y le confiere potencial para ser utilizada en la industria alimentaria.

Tabla 3. Contenido nutrimental por cada 100 g de pulpa fresca*
Table 3. Nutritional content per 100g fresh pulp*

	Cantidad	Unidades
Energía	80 – 101	kcal
Humedad	68.3 - 80.1	g
Proteína	1.17 - 2.47	g
Lípidos totales	0.5 - 0.6	g
Cenizas	0.5 - 1.11	g
Carbohidratos	20 - 25.2	g
Fibra cruda	0.9 - 6.6	g
Calcio	17.6 – 27	mg
Hierro	0.42 - 1.14	mg
Fósforo	14.7 - 32.1	mg
Carotenos	0.007 - 0.018	mg
Tiamina	0.075 - 0.119	mg
Riboflavina	0.086 - 0.175	mg
Niacina	0.528 - 1.190	mg
Ácido ascórbico	15.0 - 44.4	mg
Ácido nicotínico	0.5	mg

* Niveles máximos y mínimos de análisis realizados en pulpa, en América Central y Filipinas.

Fuente: Morton (2013).

* Maximum and minimum levels of analysis carried out on pulp, in Central America and the Philippines. Source: Morton (2013).

Pareek *et al.* (2011) publicaron datos del contenido nutrimental en la pulpa de anona, donde reportan valores de lípidos y carbohidratos por debajo de los valores mínimos (Tabla 3). El departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) en el 2010, reportaron la composición de nutrientes en la pulpa de anona: 0.231 g de ácidos grasos saturados, 18 mg de magnesio, 2.4 g de fibra dietética total, 19,2 g de vitamina C, 382 mg de potasio, 0.135 mg de ácido pantoténico, 0.221 mg de piridoxina, 4 mg de sodio, 33 U de vitamina A, 0.007 g de triptófano, 0.037 g de lisina, 0.004 g metionina, niacina por debajo del valor inferior y el calcio por arriba del valor superior de acuerdo a lo reportado en la Tabla 3. Se observa una gran cantidad de nutrientes contenidos en la pulpa de anona, que le dan importancia para su consumo por el humano.

Toxicidad

La corteza del árbol de anona contiene 0.12 % del alcaloide anonaína, que puede provocar parálisis en ranas; la savia de las ramas es irritante y puede dañar gravemente los ojos (Morton, 2013). Sin embargo, Shivanna *et al.* (2019) indican que los extractos acuosos de hojas de anona suministrados a ratones no tuvieron efectos tóxicos en parámetros hematológicos y bioquímicos, además, no hubo efectos histopatológicos adversos en hígado, riñón y páncreas; por lo tanto, estos extractos podrían ser utilizado en formulaciones de alimentos con compuestos bioactivos.

Conclusiones

El árbol de *A. reticulata* tiene potencial para su cultivo, ya que de éste se pueden aprovechar todos sus órganos estructurales, porque tienen propiedades anticancerígenas, antiinflamatorias, antihiper glucémicas, analgésicas y antioxidantes. El fruto es importante por sus nutrientes, tendiendo potencial para el desarrollo de nuevos productos alimenticios con propiedades bioactivas, debido a altos niveles de antioxidantes presentes. Los compuestos bioactivos presentes en los diferentes órganos de la planta de anona presentan un importante potencial para su posible industrialización y uso farmacéutico. La toxicidad de los compuestos presentes en los diferentes órganos de la anona no ha sido suficientemente estudiada, por lo que representa una oportunidad para realizar futuras investigaciones.

Contribución de los autores

Conceptualización del trabajo, autor 2, autor 3; desarrollo de la metodología, autor 3, autor 4; manejo de software, autor 1, autor 2; validación experimental, autor 2, autor 3; análisis de resultados, autor 1, autor 2; Manejo de datos, autor 3, autor 4, autor 5 y autor 6; escritura y preparación del manuscrito, autor 1, autor 2; redacción, revisión y edición, autor 3, autor 4, autor 5 y autor 6; administrador de proyectos, autor 2; adquisición de fondos, autor 2, autor 3. Todos los autores de este manuscrito han leído y aceptado la versión publicada del mismo.

Agradecimientos

Se agradece el apoyo otorgado por parte del Programa de Doctorado del Posgrado en Ciencias Biológico Agropecuaria de la Universidad Autónoma de Nayarit.

Conflicto de interés

Los autores declaran no tener conflicto de interés.

Referencias

- Ahirwar, P., & Tembhre, M. (2021). Preliminary phytochemical analysis, antioxidant activity, phenolic and flavonoid contents of *Annona reticulata* leaf extract. *Asian Journal of Experimental Sciences*. 35(2),19-25. http://www.ajesjournal.com/PDFs/2021_2/paper-4.pdf
- Anaya-Esparza, L. M., García-Magaña, M. L., Domínguez-Ávila J. A., Yahia, E. M., Salazar-López, N. J., González-Aguilar, G. A., & Montalvo-González E. (2020). Annonas: Underutilized species as a potential source of bioactive compounds. *Food Research International*. 138,109775. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109775>
- Andrés, A. J. & Andrés, H. L. (2011). *Biología, diversidad, conservación y uso sostenible de los recursos genéticos de Annonaceae en México*. Universidad Autónoma de Chapingo. Centro Regional Universitario Centro Occidente. ISBN: 978-607-12-0198-0.
- Baskar, R., Rajeswari, V., & Kumar, T. S. (2007). In vitro antioxidant studies in leaves of *Annona* species. *Indian Journal of Experimental Biology*. 45(5),480-485. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17569293/>
- Bhalke, R. D., & Chavan, M. J. (2011). Analgesic and CNS depressant activities of extracts of *Annona reticulata* Linn. bark. *Phytopharmacology. Inforesights Publishing*. 1(5),160-165. <http://inforesights.com/phytopharmacology/files/pp1v5i6.pdf>

- Bharadwaj, R., Haloi, J., & Medhi, S. (2019). Topical delivery of methanolic root extract of *Annona reticulata* against skin cancer. *South African Journal of Botany*. 124,484-493. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2019.06.006>
- Bhardwaj, R., Pareek, S., Sagar, N. A., & Vyas, N. (2019). Bioactive compounds of *Annona*. In: *Bioactive compounds in underutilized fruits and nuts*. Springer Nature Switzerland AG. India. https://doi.org/10.1007/978-3-030-06120-3_5-1
- Chang, F. R., Chen J. L., Chiu H. F., Wu M. J., & Wu Y. C. (1998). Acetogenins from seeds of *Annona reticulata*. *Phytochemistry*. 47(6),1057-61. [https://doi.org/10.1016/s0031-9422\(97\)00675-4](https://doi.org/10.1016/s0031-9422(97)00675-4)
- Chavan, S. S., Shamkuwar, P. B., Damale, M. G., & Pawar D. P. (2014). A comprehensive review on *Annona reticulata*. *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*. 5(1),45-50. [http://dx.doi.org/10.13040/IJPSR.0975-8232.5\(1\).45-50](http://dx.doi.org/10.13040/IJPSR.0975-8232.5(1).45-50)
- Chithra, K. N., Chinju, S., & Binu, T. (2016). Evaluation of mahor phytochemical constituents of two edible fruit yielding species of Annonaceae: *Annona muricata* L. and *Annona reticulata* L. *Journal of Medicinal Plants Studies*. 4(4),198-202. <http://www.plantsjournal.com/archives/2016/vol4issue4/PartC/4-4-22-145.pdf>
- Couvreur, T. L P., Maas, P. J. M., Meinke, D. M. S., & Kebler, P. J. A. (2012). Keys to the genera of Annonaceae. *Botanical Journal of the Linnean Society*. 74-83. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8339.2012.01230.x>
- FAO. (2012). Resumen del segundo Plan de Acción Mundial para los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura. FAO. Italia. 20 p.
- González-Esquinca, A. R., De la Cruz-Chacón, I., Castro-Moreno, M., & Riley-Saldaña, C. A. (2016). Phenological strategies of *Annona* species from the tropical deciduous forest of Chiapas, 94(3),531-541. <https://doi.org/10.17129/botsci.645>
- Hassan, I. F., Razaq, M. B. A., Al-Shammaril, A. M., & Rasheed, A. M. (2021). Anti-angiogenic activity of *Annona reticulata* n-hexane sedes extract: in vivo study. *Biochemical and Cellular Archives*. 21(2),4327-4335. <https://connectjournals.com/03896.2021.21.4327>
- Hernández-Fuentes, L. M., Andrés-Agustín J., Espíndola-Barquera M. D. C., Castañeda-Vildózola A., Ballesteros-Patrón G., & Vera-Sánchez K. S. (2016). Recursos genéticos de Anonáceas (Annonaceae) en México: Situación actual y perspectivas. *Agro Productividad* 9(4),3-8. <https://revista-agroproductividad.org/index.php/agrop&roductividad/article/view/739/606>
- Hisham, A., Sunitha, S., Sreekala, U., Pieters, L., De Bruyne, T., Van den Heuvel, H., & Claeys, M. (1994). Reticulacinone, an acetogenin from *Annona reticulata*. *Phytochemistry*. 35(5),1325-1329. [https://doi.org/10.1016/50031-9422\(00\)94847-7](https://doi.org/10.1016/50031-9422(00)94847-7)
- ITIS (Integrated Taxonomic Information System). Disponible en: https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=18099#null.
- Jamkhande, P. G., & Wattamwar, A. S. (2015). *Annona reticulata* Linn. (Bullock's heart): Plant profile, phytochemistry and pharmacological properties. *Journal of Traditional and Complementary Medicine*. 5(3),144-152. <https://doi.org/10.1016/j.itcme.2015.04.001>
- Leterme, P., Buldgen, A., Estrada, F., & Londoño, A. M. (2006). Mineral content of tropical fruits and unconventional foods of the Andes and the rain forest of Colombia. *Food Chemistry*. 95(4),644-652. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.02.003>
- Lim, T. K. (2012). *Edible medicinal and non-medicinal plants*. Volume 1, Fruits. Springer Science & Business Media. 201-206. ISBN 978-90-481-8660-0. <https://doi.org/10.1007/978-90-481-8661-7>
- Maeda, U., Hara, N., Fujimoto, Y., Srivastava, A., Gupta, Y. K., & Sahai, M. (1993). N-fatty acyl tryptamines from *Annona reticulata*. *Phytochemistry*. 34(6),1633-1635. [https://doi.org/10.1016/S0031-9422\(00\)90860-4](https://doi.org/10.1016/S0031-9422(00)90860-4)
- Mazumdar, S., Ghosh, A. K., Purohit, S., Das, A. K., Bhattacharyya, A., & Karmakar, P. (2022). Immunomodulatory activity of etanol extract of *Annona reticulata* L. leaf in cultured immune cells and in Swiss albino mice. *Journal of Ayurveda and Integrative Medicine*. 13(2),100554. <https://doi.org/10.1016/j.jaim.2022.100554>

- Moo-Huchin, V. M., Estrada-Mota, I., Estrada-León, R., Cuevas-Glory, L., Ortíz-Vázquez, E., Vargas y Vargas, M. L., Betancur-Ancona, D., & Sauri-Duch, E. (2014). Determination of some physicochemical characteristics, bioactive compounds and antioxidant activity of tropical fruits from Yucatan, Mexico. *Food Chemistry*. Elsevier. 152,508-515. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.12.013>
- Morton, J. F. (2013). *Fruits of warm climates*. Echo Point Books & Media. 550 p. ISBN: 1626549729
- Ngbolua, K. N., Inkoto, C. L., Bongo, G. N., Mokel, L. E., Lufuluabo, L. G., Ashande, C. M., Tshibangu, D. S. T., Tshilanda, D. D., & Mpiana, P. T. (2018). Phytochemistry and Bioactivity of *Annona reticulata* L. (Annonaceae): A Mini-review. *South Asian Research Journal of Natural Products*. 1(1),1-11. <https://doi.org/10.9734/SARJNP/2018/39633>
- Obenu, N. M. A., Adu, R. E. Y., & Bria, Y. A. A. (2022). Extraction and screening of phytochemical non-polar extracts "At Anonse" from plant's bark (*Annona reticulata* L.), *Seminar Nasional Kimia dan Pendidikan Kimia* 1(1),118-125.
- Pareek, S., Yahia, E. M., Pareek, O. P. & Kaushik, R. A. (2011). Postharvest physiology and technology of Annona fruits. *Food Research International*. Elsevier. 44(7),1741-1751. <https://doi.org/10.1016/J.foodres.2011.02.016>
- Pathak, K., Das, R. J., Sarma, H., & Das, Aparoop. (2021). Evaluation of leaf fraction of *Annona reticulata* Linn. for antioxidant activity and anti-inflammatory potential against carrageenan induced rat paw edema model. *Indian Journal of Natural Sciences*, 12(68), 33877-33888. <https://researchgate.net/publication/355781867>
- Pathak, K., & Zaman, K. (2013). An overview on medicinally important plant- *Annona reticulata* Linn. *International Journal of Pharmacognosy and Phytochemical Research*. 5(4),299-301. http://impactfactor.org/PDF/IJPPR/5/IJPPR_Vol5_Issue4_Article10.pdf
- Pino, A. J. A. (2010). Annona Fruits (Chapter 14). In: *Handbook of Fruit and Vegetable Flavors*. Hoboken, John Wiley & Sons, Inc. 231–246. <https://doi.org/10.1002/9780470622834.ch14>
- Pino, A. J. A. (2019). *El aroma de las frutas cubanas*. La Habana: Editorial Científico-Técnica. Estudio de las frutas cubanas. ISBN. 978-959-05-1141-7
- Pinto, A. C. de Q., & da Silva, E. M. da (1995). *A cultura da graviola*. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria. Centro de Pesquisa Agropecuaria dos Cerrados. Brasília. Embrapa-SPI. ISBN: 85-85007-59-1
- Rahman, M., Rashedul, I., Rahman, S., Mosaiab, T., Ahmed, R., Khatun, F., Nasrin, D., Nahar, N., Ahsan, S., & Rahmatullah, M. (2011). Antihyperglycemic studies with methanol extract of *Annona reticulata* L. (Annonaceae) and *Carissa carandas* L. (Apocynaceae) leaves in swiss albino mice. *Advances in Natural and Applied Sciences*. 5(2),218-222. <https://www.researchgate.net/publication/284704848>
- Ravimanickam, T., Namitha, Y., Yaminipriya, D., & Yogananth, N. (2018). Evaluation of antitumor properties of *Annona reticulata* (L.) seed on cancer cell lines. *Journal of Pharm Research*. 7(7),132-5. <https://doi.org/10.5281/zenodo.1308605>
- Rayar, A., & Manivannan, R. (2016). Antioxidant and anticancer activities of (+)-catechin isolated from *Annona reticulata* Linn. *International Journal of Recent Scientific Research*. 7(3),9451-9456. https://www.recentscientific.com/sites/default/files/4576_1.pdf
- Roham, P. H., Kharat, K. R., Mungde, P., Jadhav, M. A., & Makhija, S. J. (2016). Induction of mitochondria mediated apoptosis in human breast cancer cells (T-47D) by *Annona reticulata* L. Leaves Methanolic Extracts. *Nutrition and Cancer*. 68(2),305-11. <https://doi.org/10.1080/01635581.2016.1142583>
- Saad, J. M., Hui, Y., Rupprecht, K., Anderson, J. E., Kozlowski, J. F., Zhao, G., Wood, K. V., & McLaughlin, J. L. (1991). Reticulatacin: A new bioactive acetogenin from *Annona reticulata* (Annonaceae). *Tetrahedron*. 4(16/17),2751-2756. [https://doi.org/10.1016/S0040-4020\(01\)87082-4](https://doi.org/10.1016/S0040-4020(01)87082-4)
- Sangeetha, V. S., Babu, M., & Lawrence, B. (2014). Phytochemical analysis of *Annona reticulata* L. leaf extracts. *International Research Journal of Pharmaceutical and Applied Sciences*. 4(5),4-8. <https://www.researchgate.net/publication/28010681>

- Sankpal, M. M. (2022). Determination of phytoconstituents in *Annona reticulata* Linn. Methanolic leaf extract using GCMS. World Journal of Pharmaceutical Research. 11(5),2178-2189. <https://doi.org/10.20959/wjpr20225-23998>
- Sasidharan, S., & Jayadev, A. (2017). Nutritional factors in three varieties of Annona species. International Journal for Research in Applied Science & Engineering Technology. 5(11),73-79. <https://doi.org/10.22214/ijraset.2017.11010>
- Senadeera, S. S., Prasanna, P. H. P., Jayawardana, N. W. I. A., Gunasekara, D. C. S., Senadeera, P., & Chandrasekara, A. (2018). Antioxidant, physicochemical, microbiological, and sensory properties of probiotic yogurt incorporated with various Annona species pulp. Heliyon. Published by Elsevier Ltd. 4(11), e00955 <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2018.e00955>
- Senthilkumar, C., Kannan, P. R., Balashanmugam, P., Raghunandhakumar, S., Sathiamurthi, P., Sivakumar, S., A, A., Mary, S. A., & Madhan, B. (2022). Collagen - Annona polysaccharide scaffolds with tetrahydrocurcumin loaded microspheres for antimicrobial wound dressing. Carbohydrate Polymer Technologies and Applications. 3; 100204. <https://doi.org/10.1016/j.carpta.2022.100204>
- Shetty, M. J., Vasudeva, K. R., Sakthivel, T., Suresh, G. J., Krishna, H. C., Vishnuvardhana, & Kumar, A. S. (2020). Polyphenolic profiles in edible Annona spp. using high-performance liquid chromatography (HPLC-MS/MS). Environment Conservation Journal. 21(3), 201-208. <https://doi.org/10.36953/EJ.2020.21325>
- Shivanna, L. M., Sarjan, H. N., & Urooj, A. (2019). Acute toxicity study of *Annona reticulata* leaves extract in swiss albino mice. International Journal of Pharmaceutical Investigation. 9(2),71-75. <https://doi.org/10.5530/ijpi.2019.2.14>
- Suresh, H., Shivakumar, B., & Shivakumar, S. (2011). Inhibitory potential of the ethanol extract of *Annona reticulata* Linn. against melanoma tumor. Journal Natural Pharmaceuticals. 2(4),168-172. <https://doi.org/10.4103/2229-5119.92846>
- USDA. Department of Agriculture, Agricultural Research Service (USDA). (2010). National nutrient database for standard reference, Release 23. Nutrient Data Laboratory Home Page. <http://www.ars.usda.gov/ba/bhnrc/bd>
- Vidal, L. E., Vidal M. N. A., & Vidal H. L. (2015). Anonáceas. Plantas antiguas. Estudios recientes. Parte 2. Universidad Autónoma de Chapingo. Universidad Veracruzana. Sociedad Mexicana de Anonáceas, A.C. 9-12. ISBN: 978-607-12-0411-0.
- Waghulde, S., Kale, M. K., & Patil, V. R. (2021). Cumulative Phytochemical Analysis And Identification Of Drug Lead Compounds From Medicinal Plant Extracts. Chemistry Proceedings. <https://sciforum.net/manuscripts/11782/manuscripts.pdf>
- Wong, K. C., & Khoo, K. H. (1993). Volatile constituents of Malaysian Annona fruits. Flavour and Fragrance Journal. 8,5-10. <https://doi.org/10.1002/ffj.2730080103>
- Yuan, S. S. F., Chang, H. L., Chen, H. W., Yeh, Y. T., Kao, Y. H., & Lin, K. H. (2003). Annonacin, a mono-tetrahydrofuran acetogenin, arrests cancer cells at the G1 phase and causes cytotoxicity in a Bax- and caspase-3-related pathway. Life Sciences. 72(25),2853-61. [https://doi.org/10.1016/S0024-3205\(03\)00190-5](https://doi.org/10.1016/S0024-3205(03)00190-5)
- Zaman, K., & Pathak, K. (2013). Pharmacognostical and phytochemical studies on the leaf and stem bark of *Annona reticulata* Linn. Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry. 1(5),1-7. <http://www.phytojournal.com/archives/2013/vol1issue5/PartA/1.1.pdf>