



Semillas de la planta ancestral pixoy (Guazuma ulmifolia Lam) como fuente de moléculas con potencial funcional

Seed of the ancestral plant pixoy (Guazuma ulmifolia Lam) as a source of molecules with functional potential

Mukthar Sandoval-Peraza ^{3,4}

Luis Chel-Guerrero ⁵

Eduardo Castañeda-Pérez ⁵

Arturo Castellanos-Ruelas ⁵

David Betancur-Ancona ^{5,5}

Resumen

La península de Yucatán alberga diversas especies vegetales, como el pixoy (*Guazuma ulmifolia*), con aplicaciones limitadas. Este artículo destaca los componentes químicos de las semillas de pixoy y su potencial en alimentación y medicina tradicional. Las semillas contienen principalmente polisacáridos (46%) y proteínas (16%), cubriendo los requerimientos diarios de varios aminoácidos esenciales. Otros componentes como saponinas, glucosinolatos y taninos están presentes en concentraciones no dañinas, pero con posibles efectos biológicos beneficiosos. Pruebas en animales no mostraron toxicidad en dosis de hasta 5000 mg/kg. La goma de pixoy, compuesta por galactomananos, puede usarse como espesante, emulsificante y estabilizante. En

3 Cuerpo Académico de Desarrollo Alimentario. Facultad de Ingeniería Química. Campus de Ciencias Exactas e Ingenierías, Universidad Autónoma de Yucatán.

4 Escuela de Ciencias de la Salud. Universidad del Valle de México.

5 Autor para correspondencia: bancona@correo.uady.mx

conclusión, la semilla de pixoy ofrece un potencial funcional biológico y tecnológico, aplicable en la industria alimentaria y la medicina alternativa, aprovechando así un recurso local subutilizado.

Palabras clave: Bioactividad, funcionalidad, hidrocoloides, pixoy, proteínas.

Abstract

The Yucatan Peninsula boasts rich plant diversity, including the underutilized pixoy (*Guazuma ulmifolia*). This article explores the chemical components of pixoy seeds and their potential in food and traditional medicine. The seeds primarily contain polysaccharides (46%) and proteins (16%), meeting daily requirements for several essential amino acids. Other compounds like saponins, glucosinolates, and tannins are present at non-harmful levels but may offer beneficial biological effects. Animal toxicity tests showed no adverse effects at concentrations up to 5000 mg/kg. Pixoy gum, composed of galactomannans, can serve as a thickener, emulsifier, and stabilizer. The seeds demonstrate both biological and technological functional potential, applicable in the food industry and alternative medicine. This research highlights the opportunity to leverage an underutilized local resource, potentially benefiting both the food sector and traditional healthcare practices in the region.

Keywords: Bioactivity, functionality, hydrocolloids, pixoy, proteins.

Introducción

La península de Yucatán es conocida por su diversidad forestal, que incluye plantas subexplotadas o usadas como forraje. Un ejemplo de estas plantas es la *Guazuma ulmifolia* Lam, comúnmente llamada Pixoy. Su uso es fundamentalmente ornamental y se conoce poco sobre sus propiedades, su comportamiento funcional y sus aplicaciones. Para aumentar el uso de esta especie, hay que investigar y evaluar los diferentes macronutrientes de sus semillas, ya que pueden tener un potencial significativo en aplicaciones biológicas o tecnológicas, beneficiando de esta manera al sector alimentario.



El pixoy (*Guazuma ulmifolia* Lam) es un árbol semicaducifolio que puede ir de 2 a 30 metros de altura, hasta 60 cm de diámetro y se desarrolla como un arbusto muy ramificado. Su copa es densa y ancha, con ramas horizontales y hojas alternas (Figura 1A) (1). El tronco, recto o ligeramente tortuoso, tiene ramificaciones bajas y una corteza rugosa que varía de gris a marrón (Figura 1B-C). Las pequeñas flores hermafroditas se agrupan en inflorescencias densas (Figura 1D-E), con un cáliz crema y sépalos de 3 a 4 cm. La corola presenta pétalos amarillos a marrón amarillento de 4 mm (Figura 1F-G) (2). El fruto es una cápsula de 3 a 4 cm, con 40 a 80 semillas ovaladas y pardas, y un color que varía entre café oscuro y negro, de sabor y olor dulce (Figura 1H-K) (3). Es originario de América tropical y se extiende desde el área central de México hasta el norte de Argentina. En México se encuentra en los estados de Sonora, Sinaloa Nayarit, Jalisco, Colima, Michoacán, Guerrero, Oaxaca, Chiapas, Tabasco, Campeche, Yucatán, Quintana Roo, Veracruz y Puebla. Es una planta subexplotada, ya que casi todo su uso es ornamental, para remediar suelos o alimentar ganado

En la medicina tradicional, se emplean el fruto, la flor, la corteza, las hojas y la raíz del pixoy en remedios caseros, cuyos efectos han sido evaluados en estudios *in vitro* e *in vivo*, mostrando actividad antimicrobiana, antioxidante, antiprotzoaria, antidiarreica y cardioprotectora (4). Alarcon-Aguilara et al. (5) han estudiado el efecto de 28 plantas medicinales en conejos con hiperglicemia y encontraron que la *Guazuma ulmifolia* Lam reduce significativamente los niveles altos de glucosa en sangre. Esto sugiere que podría ser útil en el tratamiento de la diabetes mellitus.

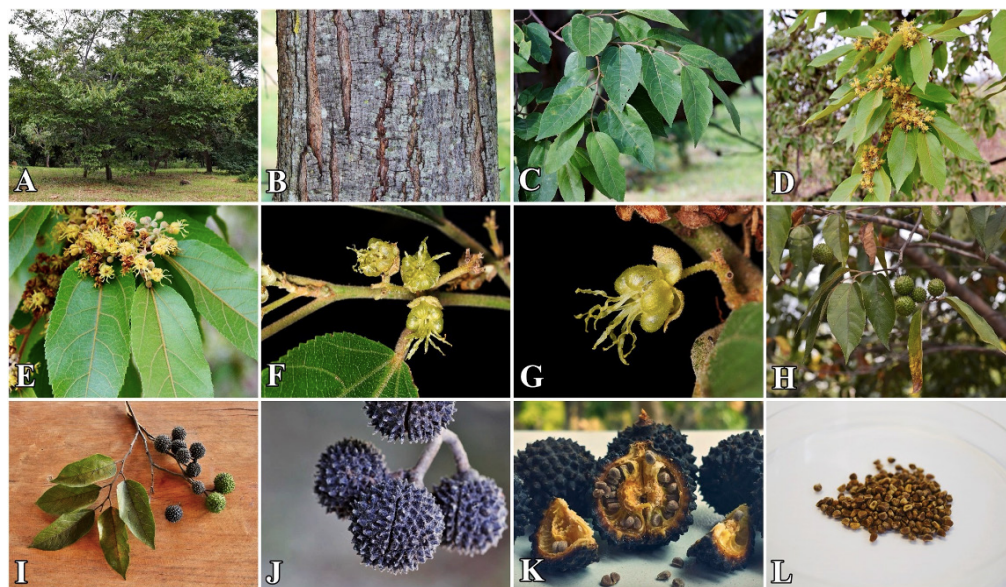


Figura 1. *Guazuma ulmifolia* Lam. A, árbol; B, tronco; C, hojas; D y E, hojas y flores; F y G, flor; H, frutos inmaduros; I y J, frutos maduros; K, sección transversal del fruto, L, semillas. Tomado de Araujo-Pereira et al. (6).

Patel et al. (7) informan que las fracciones de procianidina en el extracto con éter de esta planta tienen propiedades antihipertensivas y pueden relajar los vasos sanguíneos. También destacan que los extractos de semillas, hojas, raíces y frutos muestran actividad antioxidante contra la peroxidación de lípidos. Además, el mucílago se usa como antiinflamatorio y para tratar erupciones cutáneas. Las hojas en infusión se utilizan para tratar diarreas, resfriados, dolores abdominales, caída del cabello, y se emplean como purgante y para combatir la disentería. Las pomadas hechas de hojas, brotes tiernos, raíces y frutos se utilizan para sanar llagas, tratar la retención urinaria, la sífilis, la tos, el paludismo y diversas afecciones en la piel.

Asimismo, la humanidad ha utilizado recursos naturales, especialmente plantas, como alimentos y medicinas tradicionales para diversas enfermedades. Los estudios etnofarmacológicos han identificado el uso de partes comestibles y no comestibles de las plantas, como frutos, hojas y raíces, como tratamientos. Esto ha llevado a los científicos a investigar el perfil fitoquímico y las propiedades funcionales de estas plantas en la medicina popular (6). La industria alimentaria

también ha incorporado compuestos funcionales de plantas, como el antioxidante del romero (*Rosmarinus officinalis*) y los curcuminoides de *Curcuma longa*, lo que resalta la importancia de estudiar su composición química y eficacia como moléculas funcionales (8). Sin embargo, a pesar del conocimiento disponible sobre la *Guazuma ulmifolia*, aún se requiere más investigación y difusión sobre los efectos funcionales de las macromoléculas en sus semillas.

Componentes Químicos de la semilla de pixoy.

En la Figura 2 se muestran los valores de la composición química de la harina integral de semilla de pixoy: humedad, cenizas, grasa cruda, proteína de Kjeldahl, fibra cruda y carbohidratos totales. Se observa que la proteína representa un 15.67%, lo que sugiere su potencial uso en la producción de concentrados e hidrolizados proteicos para alimentos con propiedades biológicas (9). Además, el contenido de carbohidratos es del 46.21%, lo que es un 8% menos en comparación con el 54% encontrado en semillas de flamboyán (*Delonix regia*), de las cuales se ha aislado un polisacárido para usarse en productos nutracéuticos (10).

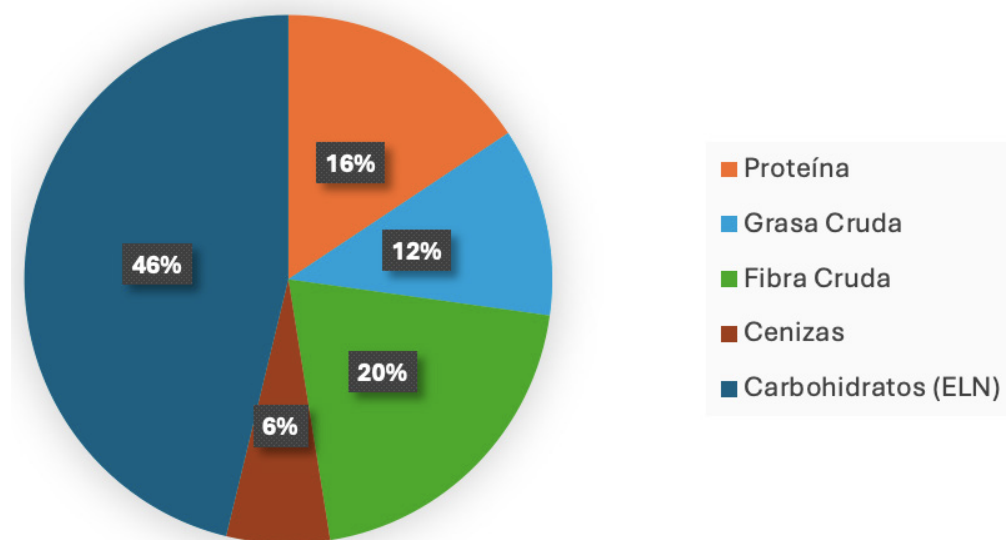
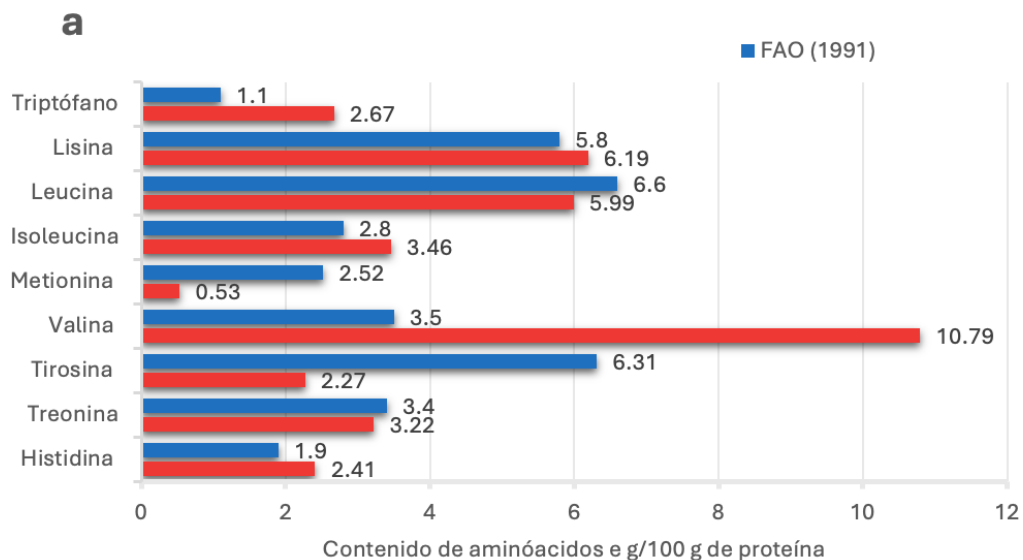


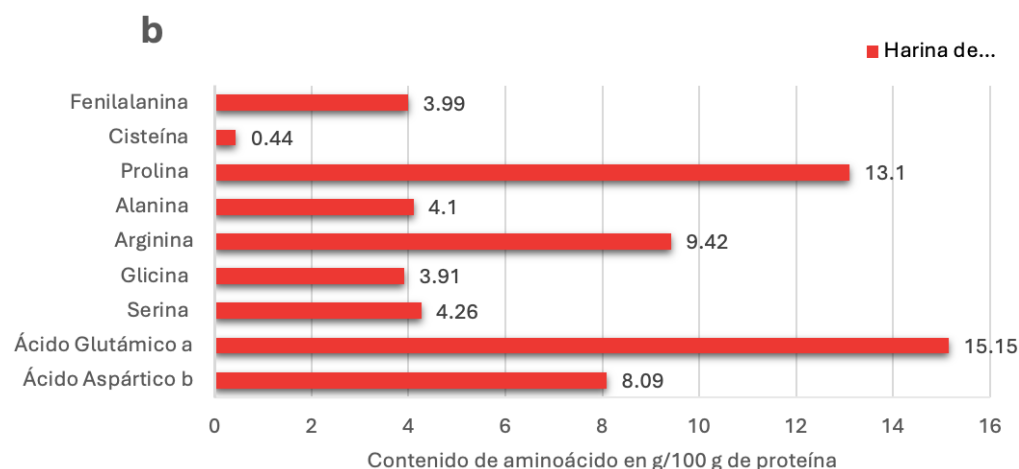
Figura 2. Composición proximal (% base seca) de la harina integral de semillas de pixoy (*Guazuma ulmifolia*).

Composición de aminoácidos de la harina de pixoy

La composición de aminoácidos en la harina integral de pixoy, analizada mediante métodos cromatográficos se encuentran en la Figura 3. Se observa que de los aminoácidos esenciales (Figura 3a) la histidina, valina, isoleucina, lisina y triptófano satisfacen los requerimientos diarios establecidos por la FAO (11). Sin embargo, los niveles de treonina, tirosina y leucina son inferiores al 1%, lo que significa que no cumplen con el requerimiento diario. Los aminoácidos metionina y cisteína son considerados limitantes, ya que su concentración está muy por debajo de lo necesario para el mantenimiento de las funciones corporales.

La harina de semillas de pixoy, que contiene un 15.67% de proteínas y un perfil de aminoácidos adecuado, tiene potencial para su uso. para producir concentrados y hidrolizados de proteínas bioactivas y funcionales. La hidrólisis enzimática puede generar péptidos con actividad biológica (9), aprovechando así su contenido proteico. Además, la proteína de estas semillas presenta una digestibilidad del 83.12% (12), lo que indica una buena utilización de aminoácidos y su fácil descomposición en el proceso de hidrólisis. Esto sugiere la viabilidad de obtener biopéptidos mediante biocatálisis con enzimas.





aMetionina+Cisteína ; b Tirosina+Fenilalanina, cÁcido glutámico + glutamina; dÁcido aspártico + asparagina. Todos los valores se presentan en base seca.

Figura 3. Composición en aminoácidos esenciales (a) y aminoácidos no esenciales (b) de la harina integral de semillas de pixoy y aporte respecto del requerimiento de la FAO (11).

Factor no nutritivo	Harina integral de pixoy
Saponinas (mg/100 g)	751.24 ± 3.99
Glucosinolatos (mmol/g)	0.015 ± 0.00
Taninos (mg/100g)	473 ± 15.03
Inhibidores de tripsina (UTI/mg de muestra)	0.04 ± 0.00
Fitatos (mg/100 g)	5934 ± 2.51

Con respecto a los glucosinolatos e inhibidores de tripsina se tienen valores muy bajos, cercanos a cero. En el caso de los taninos se tienen contenidos de 473 mg/100 g, el cual es superior a alimentos como bayas, arándanos, avellana y nuez pecanera (255, 233, 322.44 223 mg/100g respectivamente). Los glucosinolatos e inhibidores de tripsina están presentes en cantidades muy bajas, casi nulas. En contraste, los taninos son 473 mg por cada 100 g, más alto que el de otros alimentos como bayas, arándanos, avellanas y nueces pecaneras, con 255, 233, 322.44 y 223 mg por cada 100 g, respectivamente. Sin embargo, el nivel de taninos en la harina de pixoy es inferior al de sorgo, cacao y canela, que tienen 2927, 1569.49 y 2508.78 mg por cada 100 g, respectivamente

(14). La cantidad de taninos presente no representa un riesgo para la salud al ser consumidos, y se puede aprovechar por sus propiedades antioxidantes que son capaces de proporcionar (14).

El contenido de saponinas en la harina de pixoy es de 751.24 mg por cada 100 g, lo cual es menor que el de las semillas de haba, que varía entre 1085 y 1675 mg por 100 g, y del Huauzontle, que es de 5280.57 mg por 100 g. Este nivel está por debajo de la dosis letal considerada de 6000 mg por kg de peso corporal, lo que indica que no representa un riesgo para la salud (15).

Por otro lado, el contenido de fitatos es de 5934 mg por cada 100 g, superando el nivel reportado para el sorgo, que es de 2783 mg por 100 g. Aunque los fitatos pueden unirse a minerales esenciales como cobre, zinc, hierro, potasio, magnesio y calcio, lo que reduce su absorción y biodisponibilidad. Sin embargo, durante el procesamiento y la digestión de los alimentos, la cantidad de ácido fítico disminuye significativamente debido a su hidrólisis, ya sea enzimática o química (16).

Toxicidad de la semilla de pixoy

Se ha realizado una prueba preliminar de toxicidad aguda en ratones CD1/ICR de 24-30 g, en la que los animales tuvieron acceso libre a agua y alimento, según el método de Lorke (17), administrando una única dosis de harina integral de pixoy en concentraciones de 10, 100, 1000 y 5000 mg/kg a grupos de 3 ratones. Los resultados indicaron que no hubo efectos tóxicos ni muerte de los animales en las concentraciones evaluadas. Durante los 30 días de análisis, no se observaron cambios de comportamiento (agresividad, aislamiento, desorientación), ni piloerección, lagrimeo o caída de pelo. El peso de los animales se mantuvo estable (± 1 g) y no hubo cambios en el olor, color o frecuencia de las heces y orina. A pesar de estos resultados, se requiere validar más concentraciones para asegurar que el pixoy no tenga efectos tóxicos.

Componentes de la goma nativa de pixoy

La goma nativa del pixoy, extraída mediante la hidratación de la semilla en agua destilada a 65° C durante 8 h y posterior precipitación alcohólica, presentó un 82.62% de carbohidratos (Cuadro 4). Este valor supera el 54.81% observado en la goma de chía y es ligeramente inferior



al 97.82% de las semillas de flamboyán, todas cultivadas en Yucatán, México (18). Dado lo anterior, la goma nativa podría aprovecharse para la producción de productos tecno funcionales o nutraceuticos (10).

El análisis de la goma del pixoy mediante cromatografía de líquidos de alta resolución (HPLC) reveló que su composición principal es manosa, seguida de galactosa y una pequeña cantidad de glucosa (Cuadro 2). Dado que la goma nativa de pixoy presenta estos monosacáridos, se puede clasificar como un galactomanano por dos razones: primero, se considera galactomanano cualquier estructura que contenga al menos un 5% de galactosa, y la goma del pixoy presenta un 29.86%. Segundo, dentro de los galactomananos existen diversas variantes, diferenciadas por la relación de manosa/galactosa, y en este caso, la goma de pixoy tiene estos monosacáridos en una proporción de 2.2.

Cuadro 2. Composición proximal (% b.s., excepto humedad) y proporción de carbohidratos de la harina integral de semillas de pixoy (*Guazuma ulmifolia*)

Componente	Goma Nativa de Pixoy
(Humedad)	(9.19 ± 0.06)
Proteína	4.20 ± 0.01
Grasa Cruda	1.07 ± 0.04
Fibra Cruda	0.57 ± 0.03
Cenizas	11.54 ± 0.05
E.L.N.	82.62 ± 0.03
Cenizas	11.54 ± 0.05
E.L.N.	82.62 ± 0.03
Carbohidratos:	
Glucosa	4.04 ± 0.44
Galactosa	29.86 ± 3.39
Manosa	66.10 ± 0.73

La goma extraída (46.18%) y su composición de galactomanano podrían posicionar la semilla de pixoy como una fuente potencial de hidrocoloides,

utilizados en la industria alimentaria como espesantes y estabilizantes por su capacidad de adsorción de agua (18), o en la producción de productos nutraceuticos como encapsuladores de sustancias (19).

Conclusiones

La semilla de pixoy (*Guazuma ulmifolia*) es rica en carbohidratos, proteínas y fibra, con alta digestibilidad y aminoácidos esenciales como triptófano, histidina, valina, isoleucina y lisina. Contiene saponinas, glucosinolatos, taninos, inhibidores de tripsina y fitatos en concentraciones seguras, y puede ser fuente de compuestos bioactivos. Los datos preliminares indican que su consumo no presenta efectos adversos, sugiriendo que la semilla de pixoy es una fuente potencial de galactomanano, útil en la producción de alimentos por sus propiedades tecnofuncionales o como vehículo para sustancias nutraceuticas. Por su composición química, la semilla de pixoy puede ser beneficiosa en la alimentación y en la medicina tradicional.



Referencias

1. Casanova-Lugo F, Petit-Aldana J, Solorio-Sánchez FJ, Parsons D, Ramírez-Avilés L. Forage yield and quality of *Leucaena leucocephala* and *Guazuma ulmifolia* in mixed and pure fodder banks systems in Yucatan, Mexico, Agroforest Syst. 2014; 88: 29-39. <https://doi.org/10.1007/s10457-013-9652-7>
2. Galina KJ, Sakuragui CM, Borguezam-Rocha JC, Lorenzetti ER, Palazzo de Mello JC. Contribuição ao estudo farmacognóstico da mutamba (*Guazuma ulmifolia*-Sterculiaceae). Acta Farm Bonaer. 2005; 24(2): 225-233. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/6735>
3. Sobrinho S de P, Siqueira de AG (2008). Morphological characterization of fruits, seeds, seedlings and saplings of mutamba (*Guazuma ulmifolia* Lam. – Sterculiaceae). Rev Bras Sementes. 2008; 30(1): 114–120. <https://doi.org/10.1590/S0101-31222008000100015>.
4. Assis RQ, Andrade KL, Gomes-Batista LE, de Oliveira-Rios A, Dias DR, Ndiaye EA, de Souza ÉC. Characterization of mutamba (*Guazuma ulmifolia* LAM.) fruit flour and development of bread. Biocatal Agric Biotech, 2019; 19: 101120. <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2019.101120>.
5. Alarcon-Aguilara FJ, Roman-Ramos R, Perez-Gutierrez S, Aguilar-Conteras A, Contreras-Weber CC, Flores-Saenz JL. Study of the anti-hyperglycemic effect of plants used as antidiabetic. J Ethnopharm. 1998; 61(2): 101-110. [https://doi.org/10.1016/S0378-8741\(98\)00020-8](https://doi.org/10.1016/S0378-8741(98)00020-8)
6. Araujo-Pereira G, Peixoto-Araujo NM, Henrique Silvano-Arruda H, de Paulo Farias D, Molina G, Pastore GM. Phytochemicals and biological activities of mutamba (*Guazuma ulmifolia* Lam.): A review. Food Res Int. 2019; 126: 108713. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.108713>
7. Patel JG, Dhamat AD, Amit AP, Patel NM. Ethnomedicinal, phytochemical and preclinical profile of *Guazuma ulmifolia* Lam. Int J Pharm Sci. 2012; 3(2): 66-78.

8. Pisoschi AM, Pop A, Georgescu C, Turcuş V, Olah NK, Mathe E. An overview of natural antimicrobials role in food. Eur J Med Chem. 2018; 143: 922–935. <https://doi.org/10.1016/j.ejmech.2017.11.095>.
9. Singh N. Proteins isolates and hydrolysates: structure-function relation, production, bioactivities and applications for traditional and modern high nutritional value-added food products. Int J Food Sci Technol. 2022; 57: 5567-5570. <https://doi.org/10.1111/ijfs.15565>
10. Chel-Guerrero L, Guzmán-Méndez B, Jaramillo-Flores ME, Rodríguez-Canto Wand Betancur-Ancona D. Functional properties of mixed hydrocolloid systems formed by hard-to-cook *Phaseolus vulgaris* protein hydrolysates and carboxymethylated Flamboyant (*Delonix regia*) gum. J Food Chem Nanotechnol. 2022; 8(3): 119- 126. <https://doi.org/10.17756/jfcn.2022-134>
11. FAO/WHO. Protein quality evaluations. Report of joint FAO/WHO expert consultation. Food and nutrition. Paper No. 51. Food Agriculture Organization and the World Health Organization. Rome. Italy. 1991.
12. Binaghi M, Baroni A, Greco C, Ronayne de Ferrer P, Valencia M. Estimacion de proteína potencialmente utilizable en formulas infantiles de inicio para neonatos prematuros y de término. Arch Latinoamer Nut., 2002; 52: 43-47.
13. Góngora-Chi GJ, Lizardi-Mendoza J, López-Franco Y, López-Mata M, Quihui-Cota L. Métodos de extracción, funcionalidad y bioactividad de saponinas de Yucca: una revisión. Biotecnia 2022; 25(1): 147–155. <https://doi.org/10.18633/biotecnia.v25i1.1800>
14. Vázquez-Flores A, Alvarez-Parrilla E, López-Díaz J, Wall-Medrano A, De la Rosa L. Taninos hidrolizables y condensados: naturaleza química, ventajas y desventajas de su consumo. Tecnociencia. 2012; 4(2): 84-93. <https://doi.org/10.54167/tch.v6i2.678>



15. Barrón-Yáñez M, Villanueva-Verduzco C, García-Mateos M, Colinas-León M. Valor nutricional y contenido de saponinas en germinados de huazontle (*Chenopodium nuttalliae* Saff.), calabacita (*Cucurbita pepo* L.), canola (*Brassica napus* L.) y amaranto (*Amaranthus leucocarpus* S. Watson syn. *hypochondriacus* L.). Rev Chapingo Serie Horticultura .2009; 15(3): 237-243.
16. Dyner L, Cagnasso C, Ferreyra V, Martín de Portela M, Apro N, Carrión M. Contenido de calcio, fibra dietaria y fitatos en diversas harinas de cereales, pseudocereales y otros. Acta Bioquim Clin Latinoam. 2016; 50(3): 435-443.
17. Lorke D. A new approach to partial acute toxicity testing, Arch Toxicol. 1983; 54: 275-287.
18. Sandoval-Peraza M, Betancur-Ancona D, Gallegos-Tintoré S, Chel-Guerrero L. Evaluation of some residual bioactivities of microencapsulated *Phaseolus lunatus* protein fraction with carboxymethylated flamboyant (*Delonix regia*) gum/sodium alginate. Food Sci. Technol, Campinas. 2014; 34(4): 680-687. <https://doi.org/10.1590/1678-457X.6425>
19. Ramírez-Ortiz ME, Corzo-Ríos LJ, Rodríguez-Canto WJ, Betancur-Ancona D, Chel-Guerrero L. Comportamiento reológico de las gomas extraídas de las semillas de flamboyán (*Delonix regia*), pixoy (*Guazuma ulmifolia*) y leucaena (*Leucaena leucocephala*): ingredientes de uso como aditivos, potenciales, en los alimentos. TIP Rev Especial Cienc Quím Biol. 2023; 26: 1-10. <https://doi.org/10.22201/fesz.23958723e.2023.593>