

Artículo de Revisión

Frutas del plato tradicional maya como potenciales alimentos funcionales

Traditional Mayan dish fruits as potential functional foods

Zulema M. Cabrera-Araujo,¹ Víctor M. Hernández Escalante,¹

¹ Facultad de Medicina. Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida, Yucatán, México.

RESUMEN

El plato tradicional maya incluye una variedad de alimentos que podemos incluir, de acuerdo con cierta evidencia, como potenciales alimentos funcionales. Utilizamos como guía al denominado "Plato del Bien Comer Maya" para identificar las principales frutas usadas por las comunidades mayas de Yucatán. Se realizó búsqueda de artículos científicos en PubMed y Scielo sobre propiedades bioactivas de frutas más representativas de la región de la península de Yucatán que se encuentran en el "Plato del Bien Comer Maya": caimito, carambola, ciricote, cocoyol, guanábana, guayaba, huaya, nance, naranja agria, piñuela, pitahaya, saramuyo y zapote. La aceptación cultural de las frutas tradicionales puede incrementar la adherencia al tratamiento nutricional y su mayor consumo puede ser una estrategia para tener beneficios en la salud, en parte por las propiedades benéficas como alimentos funcionales.

Palabras clave: alimento funcional, nutraceutico, fruit, traditional food, Mayan

SUMMARY

The traditional Mayan food includes a diversity of foods that we can include, according to some evidence, as potential functional foods. We use as a guide the so-called "Plato del Bien Comer Maya" to identify the main fruits used by the Maya communities of Yucatan. We searched for scientific articles in PubMed and Scielo about bioactive properties of fruits more representative of the region of the Yucatan Peninsula that are in the "Plato del Bien Comer Maya": caimito, carambola, ciricote, cocoyol, soursop, guava, huaya, nance, sour orange, piñuela, pitahaya, saramuyo and zapote. Cultural acceptance of traditional fruits can increase adherence to nutritional treatment and their increased consumption may be a strategy to have health benefits, partly because of the beneficial properties as functional foods.

Keywords: functional food, nutraceutical, fruta, comida tradicional, maya

Autor de correspondencia: Dr. Víctor Hernández Escalante. Facultad de Medicina. Universidad Autónoma de Yucatán. Correo electrónico: hescaln@correo.uady.mx

Fecha de Recepción: 24 de septiembre de 2019

Fecha de Aceptación: 28 de noviembre de 2019

Introducción.

Los alimentos funcionales son alimentos y componentes alimentarios que proporcionan beneficios para la salud más allá de la nutrición básica, es decir, además de proporcionar nutrientes reducen el riesgo de aparición de diversas enfermedades (1). La alimentación funcional entra en el concepto de considerar la alimentación no solo necesaria para vivir sino también como fuente de bienestar mental y físico, contribuyendo a la prevención y reducción de factores de riesgo para varias enfermedades o mejorando ciertas funciones fisiológicas (2).

Compuestos bioactivos funcionales de los alimentos como los polifenoles (ácidos fenólicos [ácidos hidroxibenzoicos y ácidos hidroxicinámicos], flavonoides [flavonoles, flavonas, flavanoles, flavanonas, isoflavonas, proantocianidinas], estilbenos y lignanos), terpenoides, carotenoides, alcaloides ácidos grasos omega-3 y poliinsaturados interactúan con enzimas críticas como α -amilasa, α -glucosidasa, enzima convertidora de angiotensina-I, acetilcolinesterasa y arginasa ligadas a algunas enfermedades degenerativas sugiriendo que compuestos bioactivos funcionales alimentarios pueden conferir beneficios contra enfermedades degenerativas al modular y alterar las actividades de estas enzimas críticas de importancia fisiológica (3).

En esta revisión se identifican las frutas tradicionales mayas más consumidas y que han sido documentados como potenciales alimentos funcionales.

Beneficios de los alimentos funcionales.

Un consumo regular de alimentos funcionales puede estar asociado con funciones mejoradas de antioxidantes, antiinflamatorios, sensibilidad a la insulina e hipercolesterolemia, que se consideran integrales para prevenir y controlar la DM2. Los componentes de la dieta mediterránea, como frutas, verduras, pescado azul, aceite de oliva y nueces de árbol, sirven como modelo para alimentos funcionales basados en su contenido natural de

nutracéuticos, incluidos polifenoles, terpenoides, flavonoides, alcaloides, esteroides, pigmentos y ácidos grasos insaturados. Polifenoles dentro de la dieta mediterránea y hierbas ricas en polifenoles, como café, té verde, té negro, y yerba mate han demostrado beneficios clínicamente significativos en las actividades metabólicas y microvasculares, la reducción del colesterol y la glucosa en ayunas, efecto antiinflamatorio y antioxidante en pacientes con DM2 (4).

Existen algunas evidencias reportadas que muestran asociación entre alimentos funcionales y cáncer. Por ejemplo, la S-alil-cisteína del ajo y el licopeno de los tomates en forma combinada suprimió el desarrollo de cáncer gástrico inducido químicamente por la modulación de proteínas asociadas a la apoptosis (reducción de la relación Bcl-2/Bax y aumento de la regulación de Bim y caspasas 8 y 3) considerablemente ingestas menores que cuando estas sustancias se administraron de forma aislada. Del mismo modo, la vitamina D₃ con genisteína en forma combinada precipitó una inhibición del crecimiento de las células de cáncer de próstata a una concentración mucho menor que cuando estas sustancias se suministraron individualmente; sin embargo, existen pocos estudios realizados en todo el mundo para ver los efectos de los alimentos funcionales en la salud o el cáncer o estados relacionados (1).

El papel de los alimentos funcionales se ha considerado como un posible tratamiento de la demencia y la enfermedad de Alzheimer mediante la inhibición de la acetilcolinesterasa, así como tratamientos similares a base de hierbas, especias y antioxidantes. También se ha destacado la importancia de los antioxidantes para mantener las funciones fisiológicas del hígado, los riñones, el sistema digestivo y la prevención de enfermedades cardiovasculares y cáncer (5).

Se sospecha que los alimentos funcionales ejercen efectos cardioprotectores principalmente a través del nivel de perfil de lípidos en la sangre y mejorar el control de la

hipertensión arterial, la función endotelial, la agregación plaquetaria y las acciones antioxidantes. Las observaciones clínicas y epidemiológicas indican que la fibra vegetal y de frutas, nueces y semillas, alimentos marinos, café, té y chocolate negro tienen potencial cardioprotector en humanos, así como productos integrales que contienen granos de granos intactos ricos en fibra y oligoelementos. Son nutricionalmente más importantes porque contienen sustancias fitoprotectoras que podrían funcionar sinérgicamente para reducir el riesgo cardiovascular (6). También se han descrito beneficios de los alimentos funcionales y nutraceuticos en el control del peso (antiobesidad) (7).

La biodiversidad de alimentos en nuestro país nos proporciona una fuente de alimentos funcionales que incluyen nutrientes o ingredientes alimentarios con efectos benéficos para la salud humana, que pueden reducir el riesgo de enfermedades, además de su fuente de nutrimentos indispensables. En el estado mexicano de Yucatán el patrimonio cultural alimentario del pueblo maya tiene un papel relevante en la alimentación de las familias. Estudios previos en esta región, han concluido que la confrontación cultural del personal de salud con las creencias populares y con el rechazo de algunas recomendaciones dietéticas sugieren falta de negociación cultural o una negociación cultural poco exitosa (8) lo cual sugiere una necesidad de revalorizar y revitalizar el uso de los alimentos tradicionales mayas.

Frutas no convencionales del plato tradicional maya.

El plato tradicional maya incluye una variedad de alimentos que podemos incluir, de acuerdo con cierta evidencia, como potenciales alimentos funcionales. Utilizamos como guía al denominado “Plato del Bien Comer Maya” para identificar las principales frutas usadas por las comunidades mayas de Yucatán. Se realizó búsqueda de artículos científicos en PubMed y Scielo sobre propiedades bioactivas de frutas más representativas de la región de la península

de Yucatán que se encuentran en el “Plato del Bien Comer Maya” (9,10): caimito, carambola, ciricote, cocoyol, guanábana, guayaba, huaya, nance, naranja agria, piñuela, pitahaya, saramuyo y zapote.

Caimito (*Chrysophyllum cainito*). En modelos animales, extractos de caimito disminuye inflamación inducida en laboratorio y podría constituir una alternativa nueva y atractiva para el tratamiento del dolor inflamatorio y neuropático persistente en humanos (11). La corteza del tallo tiene actividad anti-diabética por probable efecto inhibidor de la α -glucosidasa (12).

Carambola (*Averrhoa carambola*). Se ha reportado disminución de glucemia e hiperlipidemia, así como inhibición de la progresión de nefropatía diabética en modelos animales (13), así como efectos antioxidantes (14). Sin embargo, se han reportado lesiones histomorfológicas hepáticas y renales en ratas con grandes dosis (15).

Ciricote (*Cordia dodecandra*). Un estudio realizado con extractos de hojas y corteza plantas de la región de Yucatán (16) ha encontrado relajación de músculo liso aislado de tráquea de rata sugiriendo potencial uso para tratamiento de asma, también se comprobó al presencia de naftoquinonas. No encontramos estudios con la pulpa del fruto.

Ciruela (*Spondias purpurea*). Extractos de ciruela muestra actividad antioxidante e inhibitoria de glucosilación no enzimática de proteínas (17), con potencial uso en la prevención de complicaciones crónicas de la diabetes mellitus.

Cocoyol (*Acroemea aculeata*). El aceite de cocoyol mejoró las alteraciones inducidas con ciclofosfamida en animales como los niveles hormonales, el conteo de espermatozoides y la histología testicular. También aumentó la expresión del gen *Ckit* y normalizó los niveles de enzimas antioxidantes. capaz de proteger el sistema reproductor masculino de los efectos adversos de la PC, posiblemente actuando como antioxidante y aumentando la expresión del gen *Ckit* (18).

Guanábana (*Annona muricata*). Numerosas investigaciones han reportado actividades

anticonvulsivas, antiparasitarias, antipalúdicas, hepatoprotectoras y antidiabéticas (19) Mogh..2015), así como anticancerígenas (19, 20). Los estudios fitoquímicos revelan que las acetogeninas anáceas son los principales componentes de *A. muricata*, y se han aislado más de 100 acetogeninas de hojas, cortezas, semillas, raíces y frutos (19).

Guayaba (*Psidium guajava*). El extracto de la fruta demostró inhibir la reabsorción de glucosa intestinal, posiblemente en combinación con una secreción reducida de insulina (21). También se ha reportado efecto protector contra el daño inducido con acetaminofén en células tubulares renales (22) y hay evidencias que respaldan las propiedades anticancerígenas de *P. guajava*, aunque los mecanismos aún no se han aclarado por completo (23).

Huaya (*Melicoccus bijugatus*). Contiene varios antioxidantes como la vitamina C y compuestos relacionados, ácidos fenólicos, flavonoides, ácidos grasos (oxilipinas) y derivados de terpenos. Los resultados de este estudio indicaron que *Melicoccus bijugatus* mostró algunos efectos cardioprotectores en relación con la lesión miocárdica inducida en ratas con isoproterenol (24). Los extractos de pulpa tuvieron actividad antibacteriana dosis-respuesta, así como actividad antifúngica contra una especie de levadura; contienen compuestos fenólicos y otros compuestos consistentes con los usos terapéuticos (25).

Nance (*Byrsonima crassifolia*). Posee importantes propiedades antihiper glucémicas después de 4 h de una sola dosis oral, mejorando también la hiperlipidemia y la hiperinsulinemia en ratas diabéticas inducidas por estreptozotocina (26). Con extracto de su corteza se encontraron efectos antioxidantes y antifúngicos (27).

Naranja agria (*Citrus aurantium*). Actividades anticancerígenas, ansiolíticas, antiobesidad, antibacterianas, antioxidantes, pesticidas y antidiabéticas han sido reportadas; se informó que el aceite esencial de *C. aurantium* contenía limoneno, linalool, β -mirceno y es rico en *p*-sinefrina, un alcaloide y muchos metabolitos como flavonoides (28). Los estudios

en animales han demostrado una baja afinidad de *p*-sinefrina para receptores adrenérgicos y una afinidad aún menor en modelos humanos. se concluye que tanto el extracto como los compuestos aislados no tienen efectos no deseados en humanos a dosis terapéuticas y por lo tanto, pueden usarse con confianza en varias formulaciones dietéticas (28). También se ha reportado actividad anti-adipogénica (29).

Piñuela (*Bromelia pinguin*). Ha mostrado actividad antibacteriana contra estafilococos, estreptococos, enterococos, Salmonella, Shigella, Escherichia y Pseudomonas (30). También actividad antifúngica (31).

Pitahaya (*Hylocereus undatus*). Las betacianinas obtenidas de *H. undatus* mejoró obesidad y resistencia a la insulina en ratones (32). El tratamiento con extracto de pulpa fue efectivo para controlar el daño oxidativo y disminuir la rigidez aórtica en ratas con diabetes mellitus inducida con estreptozotocina (33).

Saramuyo (*Annona squamosa*). Los alcaloides aislados dieron una excelente actividad en las células de cáncer de colon (HCT116) y las células de cáncer de mama humano (MCF-7), lo que confía en la relación estructura-actividad informada de la actividad de los alcaloides de bencilisoquinolina en una célula cancerosa (34), este resultado apoya el uso de la planta en la medicina popular para tratar el cáncer. Se han reportado actividades anticancerígenas, antioxidantes, antidiabéticas, antihipertensivas, hepatoprotectoras, antiparasitarias, antipalúdicas, insecticidas y antibacteriana, así como contenido de acetogeninas, diterpenos, alcaloides y ciclopéptidos (35).

Zapote (*Manilkara zapota*). Disminución de glucosa por la presencia de proantocianinas inhibitorias de α -amilasa (36), en modelos animales disminuye peso, glucosa, insulina, leptina, colesterol y triglicéridos, así como elevación de col-HDL (37). Extractos de sus hojas poseen propiedades antioxidantes (38) y son ricas en flavonoides (39).

Conclusiones.

La biodiversidad reflejada en la cultura alimentaria tradicional maya en la península de

Yucatán muestra una gran cantidad de frutas no convencionales que han sido estudiadas y donde se han encontrado efectos que las ubica como potenciales alimentos funcionales.

La mayoría de los estudios de referencia no se han realizado con alimentos provenientes de la región maya de Yucatán, por lo que es conveniente realizar estudios para conocer de una mejor manera la presencia de los potenciales bioactivos. Además, según los datos disponibles, la premisa de que los bioactivos que contienen alimentos son seguros puede ser cuestionable (40). Por ejemplo, se han reportado efectos cardiacos que deben ser vigilados con el consumo de tejocote (*Craaegus mexicana*) (41). Tubérculos no convencionales en la comida tradicional maya de Yucatán merece una revisión aparte pues tienen una gran diversidad y efectos que también los identifica como potenciales alimentos funcionales, aunque también hay que considerar posibles efectos no deseados.

A pesar de la evidencia disponible son necesarios estudios humanos bien diseñados para respaldar los efectos sobre la salud de los alimentos funcionales (40). Los ensayos clínicos con alimentos son complejos e implican limitaciones metodológicas por lo que el uso de marcadores sensibles, validados y clínicamente relevantes se vuelve esencial; además, deben tenerse en cuenta los efectos de factores moduladores como la inflamación subclínica, la microbiota intestinal y la variabilidad genética, así mismo, aunque las intervenciones puedan tener un impacto clínico limitado pueden ser epidemiológicamente relevantes (40).

El “Plato del Bien Comer Maya” y el “Plato del Bien Comer Maya para Personas con Diabetes” son herramientas comunicativas para promover la salud y la interculturalidad en la salud en las regiones mayas de Yucatán (9,10), incluyen las frutas tradicionales incluidas en esta revisión y fomentan su consumo; estas frutas no convencionales en ocasiones no son considerados por el personal de salud e incluso por las personas de la comunidad quienes les denomina exclusivamente como frutos y no los relacionan con el término fruta (10). La aceptación cultural de las frutas tradicionales

puede incrementar la adherencia al tratamiento nutricional y su mayor consumo puede ser una estrategia para tener beneficios en la salud, en parte por las propiedades benéficas como alimentos funcionales.

Referencias

1. Aghajanzpour M, Nazer MR, Obeidavi Z, Akbari M, Ezati P, Kor NM. Functional foods and their role in cancer prevention and health promotion: a comprehensive review. *Am J Cancer Res.* 2017 Apr 1;7(4):740-69.
2. López-Varela S, González-Gross M, Marcos A. Functional foods and the immune system: a review. *Eur J Clin Nutr.* 2002 Aug;56 Suppl 3:S29-33.
3. Adefegha SA. Functional Foods and Nutraceuticals as Dietary Intervention in Chronic Diseases; Novel Perspectives for Health Promotion and Disease Prevention. *J Diet Suppl.* 2018 Nov 2;15(6):977-1009.
4. Alkhatib A, Tsang C, Tiss A, Bahorun T, Arefanian H, Barake R, Khadir A, Tuomilehto J. Functional Foods and Lifestyle Approaches for Diabetes Prevention and Management. *Nutrients.* 2017 Dec 1;9(12):1310. doi: 10.3390/nu9121310.
5. Wilson DW, Nash P, Buttar HS, Griffiths K, Singh R, De Meester F, Horiuchi R, Takahashi T. The Role of Food Antioxidants, Benefits of Functional Foods, and Influence of Feeding Habits on the Health of the Older Person: An Overview. *Antioxidants (Basel).* 2017 Oct 28;6(4):81. doi: 10.3390/antiox6040081.
6. Asgary S, Rastqar A, Keshvari M. Functional Food and Cardiovascular Disease Prevention and Treatment: A Review. *J Am Coll Nutr.* 2018 Jul;37(5):429-455.
7. Venkatakishnan K, Chiu HF, Wang CK. Extensive review of popular functional foods and nutraceuticals against obesity and its related complications with a special focus on randomized clinical trials. *Food Funct.* 2019 May 22;10(5):2313-29.
8. Hernández-Escalante VM, López-Turriza M, Cabrera-Araujo Z. Interculturalidad y barreras socioculturales para una dieta

- adecuada en hogares de Yucatán. *Ciencia Humanismo Salud* 2015 May-Ago; 2(2):64-75.
9. Pavía-Ruz N, Cabrera-Araujo Z, Briceño-Ancona M, Vera-Gamboa L. Plato del Bien Comer Maya para Personas Viviendo con Diabetes en comunidades rurales de Yucatán, México. *Revista Clínica Escuela de Medicina UCR-HSJD*. 2014;4(8):1.
 10. Cabrera-Araujo Z, Hernández-Escalante V, Marín-Cárdenas A, Murguía-Argüelles R, Magaña-Be N, Ramón-Escobar K, Hirose-López J, Tuz-Chi L, Salas-Góngora A, Peña-Alcocer J, Tumas N, Castro-Sansores C, Juárez-Ramírez C. Opiniones de adolescentes sobre el Plato del Bien Comer Maya como herramienta de promoción de la salud. *Salud Pub Mex* 2019; 61:72-7.
 11. Meira NA, Klein LC Jr, Rocha LW, Quintal ZM, Monache FD, Cechinel Filho V, Quintão NL. Anti-inflammatory and anti-hypersensitive effects of the crude extract, fractions and triterpenes obtained from *Chrysophyllum cainito* leaves in mice. *J Ethnopharmacol*. 2014 Feb 3;151(2):975-83.
 12. Doan HV, Riyajan S, Iyara R, Chudapongse N. Antidiabetic activity, glucose uptake stimulation and α -glucosidase inhibitory effect of *Chrysophyllum cainito* L. stem bark extract. *BMC Complement Altern Med*. 2018 Oct 1;18(1):267. doi: 10.1186/s12906-018-2328-0.
 13. Pham HT, Huang W, Han C, Li J, Xie Q, Wei J, Xu X, Lai Z, Huang X, Huang R, Wen Q. Effects of *Averrhoa carambola* L. (Oxalidaceae) juice mediated on hyperglycemia, hyperlipidemia, and its influence on regulatory protein expression in the injured kidneys of streptozotocin-induced diabetic mice. *Am J Transl Res*. 2017 Jan 15;9(1):36-49.
 14. Aladaileh SH, Saghir SAM, Murugesu K, Sadikun A, Ahmad A, Kaur G, Mahmoud AM, Murugaiyah V. Antihyperlipidemic and Antioxidant Effects of *Averrhoa Carambola* Extract in High-Fat Diet-Fed Rats. *Biomedicines*. 2019 Sep 16;7(3). pii: E72. doi: 10.3390/biomedicines7030072.
 15. Aba PE, Amadi AU. Evaluation of the possible hepatotoxic and nephrotoxic potentials of the *Averrhoa carambola* juice extract in female albino rats. *J Basic Clin Physiol Pharmacol*. 2019 Sep 12. pii:/j/jbcpp.ahead-of-print/jbcpp-2019-0042/jbcpp-2019-0042.xml. doi:10.1515/jbcpp-2019-0042.
 16. Sánchez-Recillas A, Rivero-Medina L, Ortiz-Andrade R, Araujo-León JA, Flores-Guido JS. Airway smooth muscle relaxant activity of *Cordia dodecandra* A. DC. mainly by cAMP increase and calcium channel blockade. *J Ethnopharmacol*. 2019 Jan 30;229:280-287.
 17. Muñoz A, Garcia E, Gonzalez D, Zuñiga L. Antioxidant Activity and In Vitro Antiglycation of the Fruit of *Spondias purpurea*. *Evid Based Complement Alternat Med*. 2018 Aug 29;2018:5613704. doi: 10.1155/2018/5613704.
 18. Arena AC, Jorge BC, Silva MC, de Barros AL, Fernandes AAH, Nóbrega RH, Martinez ERM, Cardoso CAL, Anselmo-Franci JA, Muzzi RM. *Acrocomia aculeata* oil: Beneficial effects on cyclophosphamide-induced reproductive toxicity in male rats. *Andrologia*. 2018 Aug;50(6):e13028. doi: 10.1111/and.13028. Epub 2018 May 9.
 19. Moghadamtousi SZ, Fadaeinasab M, Nikzad S, Mohan G, Ali HM, Kadir HA. *Annona muricata* (Annonaceae): A Review of Its Traditional Uses, Isolated Acetogenins and Biological Activities. *Int J Mol Sci*. 2015 Jul 10;16(7):15625-58.
 20. Daddiouaissa D, Amid A, Kabbashi NA, Fuad FAA, Elnour AM, Epandy MAKMS. Antiproliferative activity of ionic liquid-graviola fruit extract against human breast cancer (MCF-7) cell lines using flow cytometry techniques. *J Ethnopharmacol*. 2019 May 23;236:466-473.
 21. König A, Schwarzingler B, Stadlbauer V, Lanzerstorfer P, Iken M, Schwarzingler C, Kolb P, Schwarzingler S, Mörwald K, Brunner S, Höglinger O, Weghuber D, Weghuber J. Guava (*Psidium guajava*) Fruit Extract Prepared by Supercritical CO₂ Extraction Inhibits Intestinal Glucose Resorption in a

- Double-Blind, Randomized Clinical Study. *Nutrients*. 2019 Jul 3;11(7). pii: E1512. doi: 10.3390/nu11071512.
22. Wu TK, Liu HC, Lin SY, Yu YL, Wei CW. Extracts from guava fruit protect renal tubular endothelial cells against acetaminophen-induced cytotoxicity. *Mol Med Rep*. 2018 Apr;17(4):5544-5551.
 23. Correa MG, Couto JS, Teodoro AJ. Anticancer Properties of *Psidium guajava* - a Mini-Review. *Asian Pac J Cancer Prev*. 2016;17(9):4199-4204.
 24. Nwokocha CR, Warren I, Palacios J, Simirgiotis M, Nwokocha M, Harrison S, Thompson R, Paredes A, Bórquez J, Lavado A, Cifuentes F. Modulatory Effect of Guinep (*Melicoccus bijugatus* Jacq) Fruit Pulp Extract on Isoproterenol-Induced Myocardial Damage in Rats. Identification of Major Metabolites Using High Resolution UHPLC Q-Orbitrap Mass Spectrometry. *Molecules*. 2019 Jan 10;24(2). pii: E235. doi: 10.3390/molecules24020235.
 25. Bystrom LM(1), Lewis BA, Brown DL, Rodriguez E, Obendorf RL. Phenolics, sugars, antimicrobial and free-radical-scavenging activities of *Melicoccus bijugatus* Jacq. fruits from the Dominican Republic and Florida. *Plant Foods Hum Nutr*. 2009 Jun;64(2):160-6.
 26. Perez-Gutierrez RM, Muñiz-Ramirez A, Gomez YG, Ramirez EB. Antihyperglycemic, antihyperlipidemic and antiglycation effects of *Byrsonima crassifolia* fruit and seed in normal and streptozotocin-induced diabetic rats. *Plant Foods Hum Nutr*. 2010 Dec;65(4):350-7.
 27. Andrade BS, Matias R, Corrêa BO, Oliveira AKM, Guidolin DGF, Roel AR. Phytochemistry, antioxidant potential and antifungal of *Byrsonima crassifolia* on soil phytopathogen control. *Braz J Biol*. 2018 Feb;78(1):140-6.
 28. Suntar I, Khan H, Patel S, Celano R, Rastrelli L. An Overview on *Citrus aurantium* L.: Its Functions as Food Ingredient and Therapeutic Agent. *Oxid Med Cell Longev*. 2018 May 2;2018:7864269. doi: 10.1155/2018/7864269.eCollection 2018.
 29. Guo LX, Chen G, Yin ZY, Zhang YH, Zheng XX. p-Syneprine exhibits anti-adipogenic activity by activating the Akt/GSK3 β signaling pathway in 3T3-L1 adipocytes. *J Food Biochem*. 2019 Sep 4:e13033. doi: 10.1111/jfbc.13033.
 30. Pío-León JF, López-Angulo G, Paredes-López O, Uribe-Beltrán MJ, Díaz-Camacho SP, Delgado-Vargas F. Physicochemical, nutritional and antibacterial characteristics of the fruit of *Bromelia pinguin* L. *Plant Foods Hum Nutr*. 2009 Sep;64(3):181-7.
 31. Camacho-Hernández IL, Chávez-Velázquez JA, Uribe-Beltrán MJ, Ríos-Morgan A, Delgado-Vargas F. Antifungal activity of fruit pulp extract from *Bromelia pinguin*. *Fitoterapia*. 2002 Aug;73(5):411-3.
 32. Song H, Chu Q, Xu D, Xu Y, Zheng X. Purified Betacyanins from *Hylocereus undatus* Peel Ameliorate Obesity and Insulin Resistance in High-Fat-Diet-Fed Mice. *J Agric Food Chem*. 2016 Jan 13;64(1):236-44.
 33. Anand Swarup KR, Sattar MA, Abdullah NA, Abdulla MH, Salman IM, Rathore HA, Johns EJ. Effect of dragon fruit extract on oxidative stress and aortic stiffness in streptozotocin-induced diabetes in rats. *Pharmacognosy Res*. 2010 Jan;2(1):31-5.
 34. Al-Ghazzawi AM. Anti-cancer activity of new benzyl isoquinoline alkaloid from Saudi plant *Annona squamosa*. *BMC Chem*. 2019 Feb 4;13(1):13. doi: 10.1186/s13065-019-0536-4.
 35. Ma C, Chen Y, Chen J, Li X, Chen Y. A Review on *Annona squamosa* L.: Phytochemicals and Biological Activities. *Am J Chin Med*. 2017;45(5):933-964.
 36. Wang H, Liu T, Song L, Huang D. Profiles and α -amylase inhibition activity of proanthocyanidins in unripe *Manilkara zapota* (chiku). *J Agric Food Chem*. 2012 Mar 28;60(12):3098-104.
 37. Barbalho SM, Bueno PC, Delazari DS, Guiguer EL, Coqueiro DP, Araújo AC, de Souza Mda S, Farinazzi-Machado FM, Mendes CG, Groppo M. Antidiabetic and

- antilipidemic effects of Manilkara zapota. *J Med Food*. 2015 Mar;18(3):385-91.
38. Dzib-Guerra WD, Escalante-Erosa F, García-Sosa K, Derbré S, Blanchard P, Richomme P, Peña-Rodríguez LM. Anti-Advanced Glycation End-product and Free Radical Scavenging Activity of Plants from the Yucatecan Flora. *Pharmacognosy Res*. 2016 Oct-Dec;8(4):276-80.
 39. Rodríguez-García CM, Ruiz-Ruiz JC, Peraza-Echeverría L, Peraza-Sánchez SR, Torres-Tapia LW, Pérez-Brito D, Tapia-Tussell R, Herrera-Chalé FG, Segura-Campos MR, Quijano-Ramayo A, Ramón-Sierra JM, Ortiz-Vázquez E. Antioxidant, antihypertensive, anti-hyperglycemic, and antimicrobial activity of aqueous extracts from twelve native plants of the Yucatan coast. *PLoS One*. 2019 Mar 27;14(3).
 40. Granado-Lorencio F, Hernández-Alvarez E. Functional Foods and Health Effects: A Nutritional Biochemistry Perspective. *Curr Med Chem*. 2016;23(26):2929-57.
 41. Palmer KG, Lebin JA, Cronin MT, Mazor SS, Burns RA. *Crataegus mexicana* (Tejocote) Exposure Associated with Cardiotoxicity and a Falsely Elevated Digoxin Level. *J Med Toxicol*. 2019 Aug 12. doi: 10.1007/s13181-019-00727-w.