

Accepted Manuscript / Manuscrito Aceptado

Title Paper/Título del artículo:

Caracterización de una bebida funcional a base de jaca (*Artocarpus heterophyllus* L.)

Characterization of a functional beverage based on jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* L.)

Authors/Autores: Ramos-Hernández, J.A., Calderón-Santoyo, M., Luna-Ortega, J.G., Ragazzo-Sánchez, J.A.

ID: e2096

DOI: <https://doi.org/10.15741/revbio.13.e2096>

Received/Fecha de recepción: October 28th 2025

Accepted /Fecha de aceptación: June 27th 2026

Available online/Fecha de publicación: September 03th 2026

Please cite this article as/Como citar este artículo: Ramos-Hernández, J.A., Calderón-Santoyo, M., Luna-Ortega, J.G., Ragazzo-Sánchez, J.A. (2026). Characterization of a functional beverage based on jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* L.). *Revista Bio Ciencias*, 13, e2096. <https://doi.org/10.15741/revbio.13.e2096>

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

Caracterización de una bebida funcional a base de jaca (*Artocarpus heterophyllus* L.)

Characterization of a functional beverage based on jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* L.)

Bebida funcional a base de *Artocarpus heterophyllus* L. /

Functional drink based on *Artocarpus heterophyllus* L.

Ramos-Hernández, J.A.^{1,2}(0000-0002-9820-3759), Calderón-Santoyo, M.²(0000-0002-8744-1815), Luna-Ortega, J.G.¹(0000-0001-7226-920X), Ragazzo-Sánchez, J.A.^{2*}(0000-0002-2298-3306)

¹ Universidad Politécnica de la Región Laguna. Calle sin nombre sin número, Santa Teresa. C.P. 27942, San Pedro de las Colonias, Coahuila, México.

² Laboratorio Integral de Investigación en Alimentos. Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Tepic. Avenida Tecnológico, #2595, Colonia Lagos del Country. C.P. 63175, Tepic, Nayarit, México.

***Corresponding Author:** Juan Arturo Ragazzo-Sánchez. Laboratorio Integral de Investigación en Alimentos. Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Tepic. Avenida Tecnológico, #2595, Colonia Lagos del Country. C.P. 63175, Tepic, Nayarit, México. Teléfono: (311) 211 9400. E-mail: jragazzo@tepic.tecnm.mx

RESUMEN

Se propuso formular una bebida a base *Artocarpus heterophyllus* L. para caracterizar sus propiedades funcionales. Para lograrlo, se formularon 4 bebidas de acuerdo a un diseño experimental unifactorial (8.7, 10.7, 12.7 y 14.7 % p/p) en base a la pulpa adicionadas con inulina (7.25 %) y *Salvia hispánica* (4.41 %). Posteriormente, se evaluaron por medio de una prueba hedónica (color, sabor y aroma) con 50 jueces no entrenados. Después, se realizó los análisis químicos proximales, se evaluó la estabilidad (90 días), los análisis microbiológicos y la capacidad antioxidante. La fórmula 38AM resultó con mayor aceptabilidad (color, sabor y aroma; 82.9, 84.2 y 75.9 % respectivamente), por lo tanto, fue seleccionada para su caracterización. La bebida resultó con una humedad del 91.4 % y con el 8.06 % de masa total seca (proteína total, lípidos, carbohidratos totales, fibra dietética total, cenizas; 0.28, 1.8, 0.8, 4.76, 0.42 % respectivamente). La bebida se mantuvo estable por al menos 90 días, no presentó coliformes totales y los mesófilos aerobios fueron < 12 CFU/mL (dentro del rango de la NOM-113-SSA1-1994 y la NOM-092-SSA1-1994). Finalmente, presentó elevada capacidad antioxidante por ABTS (91.2 %). Por todo lo anterior, la bebida en base de *Artocarpus heterophyllus* L. puede considerarse para la elaboración de un alimento funcional.

PALABRAS CLAVE:

Artocarpus heterophyllus L., bebida funcional, calidad microbiológica, nutrientes, capacidad antioxidante.

ABSTRACT

The aim was to formulate a biofunctional beverage based on *Artocarpus heterophyllus* L. to characterize its functional properties. For that purpose, four beverages (8.7, 10.7, 12.7, and 14.7 % w/w) were formulated based on the pulp added with inulin (7.25 %) and *Salvia hispánica* (4.41 %). The samples were then evaluated using a hedonic test (color, flavor, and aroma) with 50 untrained judges. Subsequently, proximate chemical analyses were performed, along with stability (90 days),

microbiological analyses, and antioxidant capacity. Formula 38AM was most acceptable (color, flavor, and aroma; 82.9, 84.2, and 75.9 % respectively); therefore, it was selected for characterization. The beverage had a moisture content of 91.4 % and a total dry mass of 8.06% (total protein, lipids, total carbohydrates, total dietary fiber, and ash; 0.28 %, 1.8 %, 0.8 %, 4.76 %, and 0.42 %, respectively). The beverage remained stable for at least 90 days, was free of total coliforms, and aerobic mesophiles were <12 CFU/mL (within the official standard). Finally, it exhibited a high antioxidant capacity by ABTS (91.2 %). For all the above, the biofunctional beverage based on *Artocarpus heterophyllus* L. can be considered for the production of a functional food.

KEYWORDS:

Artocarpus heterophyllus L., biofunctional beverage, microbiological quality, nutrients, antioxidant capacity.

Introducción

En México, el acelerado estilo de vida conlleva al consumo de alimentos denominados “chatarra” (Castañeda-Castaneira *et al.*, 2016). Estos productos pueden llevar al padecimiento de enfermedades crónico degenerativas (CDDs) tales como la obesidad, diabetes (Guaresti *et al.*, 2024), trastornos cardiovasculares (Nachón *et al.*, 2023), e incluso el cáncer (López-Plaza *et al.*, 2022). Actualmente, la prevención y los tratamientos farmacéuticos son utilizados para combatir dichas enfermedades. Sin embargo, la prevención resulta ser más conveniente ya que es menos costosa en comparación con los tratamientos (Santana-Gálvez *et al.*, 2019). Por lo tanto, recientemente se están implementando estrategias para el consumo de alimentos adicionados con compuestos de alto valor biológico (HBVC) que contribuyan a la prevención de CDDs (Shashirekha *et al.*, 2015).

Los HBVC poseen muchas ventajas, por ejemplo, son naturales, seguros para el consumo, menos costosos que los medicamentos y tienen actividades preventivas y terapéuticas contra las enfermedades (Santana-Gálvez *et al.*, 2019). Los HBVC al estar presentes en los alimentos, pueden administrarse por vía oral, que es la ruta preferida entre los consumidores ya que no es invasiva, no implica técnicas especiales o instrucciones complejas y sigue el mismo proceso natural de los alimentos en el cuerpo (Braithwaite *et al.*, 2014). Además, en base a su origen, los alimentos adicionados con HBVC no requieren pruebas exhaustivas (Lila & Raskin, 2005), lo que permite disminuir el tiempo del producto en llegar al mercado.

Para el desarrollo de nuevos productos, generalmente se acude a formulaciones que busquen la compatibilidad de HBVC que puedan, de ser posible, ejercer un efecto sinérgico en la prevención de las enfermedades (Efferth & Koch, 2011). Las bebidas permiten una mayor bio-disponibilidad de los compuestos que la integran, lo que facilita que el cuerpo acceda a los HBVC con mayor eficacia (Chavez-Salazar *et al.*, 2022). Además, son alimentos de fácil acceso y no requieren una preparación previa. Las bebidas, pueden ser consideradas como fuentes nutricionales de acuerdo a su formulación e incluso ser catalogadas como alimentos funcionales. En ese sentido, los alimentos funcionales se definen como novedosos por contener sustancias o microorganismos vivos con un posible valor para mejorar la salud o prevenir enfermedades, en una concentración segura y suficientemente alta para lograr el beneficio previsto (Temple, 2022). Incluso se ha evidenciado en estudios recientes que los alimentos funcionales o dietas adicionadas con HBVC pueden tener actividades benéficas, por ejemplo, las semillas de chía (*Salvia hispanica*) se les han atribuido diversas propiedades antiinflamatorias, principalmente debido a su alto contenido de ácido graso omega-3 (Valdivia-López & Tecante, 2015), por lo tanto, pudiera ser una opción para alimentos o bebidas funcionales.

Así mismo, otro ingrediente de interés es la inulina (fructanos), debido a sus propiedades prebióticas y de anti obesidad (Arrizón *et al.*, 2014). Debido a sus enlaces β , los fructanos no son hidrolizados por las enzimas digestivas humanas y sólo son fermentados por especies bacterianas

encontradas en la microbiota del colon intestinal (Gamboa *et al.*, 2018). En ese sentido, el efecto prebiótico de los fructanos radica en la estimulación del crecimiento de la microbiota intestinal (Krumbeck *et al.*, 2016), resultando en un aumento significativo postbiótico confiriendo un beneficio para la salud del huésped (Salminen *et al.*, 2021). Por lo tanto, estudios sugieren que los prebióticos influyen en la salud metabólica debido a que pueden posiblemente regular los niveles de glucosa y triglicéridos, aumentar la resistencia contra los patógenos intestinales y modular la respuesta inmune (Campbell *et al.*, 2023; Wang & Cheong, 2023).

Recientemente, se ha reportado que el fruto de jaca (*Artocarpus heterophyllus* L.) es una fuente significativa de HBVC que pueden ser benéficos en actividades fisiológicas en la salud (Gupta *et al.*, 2023). Sin embargo, se estima un 20 % de pérdidas postcosecha por no cumplir con estándares de exportación, lo que ofrece una oportunidad para la elaboración de subproductos. Según Ruiz-Montañez *et al.* (2015) la pulpa de jaca presenta actividad relacionada contra el cáncer, con propiedades tales como antimutagénica, antiproliferativa y antioxidante. Por esta razón, el consumo de la pulpa de jaca ha aumentado en los últimos años debido a sus beneficios para la salud. El perfil de HBVC permite clasificar a la jaca como altamente nutritiva (Cheng *et al.*, 2025) y ofrece oportunidades para el desarrollo de productos de valor agregado, con aplicaciones en la prevención de enfermedades y mejorar la salud (Gupta *et al.*, 2023). Por todo lo anterior, en este estudio se formuló una bebida a base *Artocarpus heterophyllus* L. para caracterizar sus propiedades integrales (sensoriales, nutrimentales, microbiológicas y antioxidantes) techno funcionales, y así contribuir a la prevención de CDDs.

Material y Métodos

Materiales

La jaca (*Artocarpus heterophyllus* L.) fue obtenida de la empresa Frutos Tropicales de la Bahía, S.P.R. de R.L. (Compostela, México) en muestras de 5 a 10 kg. Se lavaron las muestras individualmente por inmersión en agua (hipoclorito 2 % v/v) durante 5 min para desinfectar. Posteriormente se despulpó, se obtuvieron los bulbos (pulpa) y estos fueron almacenados a - 20 °C. La *Salvia hispanica* fue obtenida en el comercio local. La inulina (CAS 9005-80-5), hexano (CAS 110-54-3), etanol (CAS 64-17-5), DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazilo, CAS 1898-66-4), ABTS (ácido [2,20'-azino-bis-(3-etilbenzotiazolina)-6-sulfónico], CAS 30931-67-0), cloruro de hierro (III) (CAS 7705-08-0), ferrozina (hidrato de sal monosódica del ácido 3-(2-piridil)-5,6-difenil-1,2,4-triazina-p, p'-disulfónico, CAS 63451-29-6) y trolox (CAS 53188-07-1), fueron obtenidos de SIGMA-ALDRICH y ALDRICH (St. Louis, MO, EE. UU.). El agua destilada (CAS 7732-18-5) y agua purificada (CAS 7732-18-5) fueron obtenidas por destilación y purificación en el laboratorio. El hidróxido de sodio (CAS 1310-73-2) y persulfato de potasio (CAS 7727-21-1) fueron obtenidos de MEYER (Química Suastes, México). El agar cuenta estándar (CAS 9002-18-0) y el agar rojo bilis violeta (CAS N/D) fueron obtenidos de DIBICO (Cuautitlán Izcalli, México). El ácido sulfúrico (CAS 7664-93-9) y el ácido bórico (CAS 10043-35-3) fueron obtenidos de Golden Bell Reactivos (Zapopan, México). EDTA (ácido etilendinitrilo tetraacético, CAS 6381-92-6) se obtuvo de AVANTOR (Center Valley, PA, EE. UU.).

Formulación de la bebida

Las fórmulas se elaboraron a diferentes concentraciones de pulpa de *Artocarpus heterophyllus* L. (8.7, 10.7, 12.7 y 14.7 % p/p) de acuerdo a un diseño experimental unifactorial. Las bebidas fueron preparadas en una disolución acuosa a partir del 73.52 % de la masa total (73.52, 75.52, 77.52 y 79.52 % en función de la pulpa). El contenido de inulina y de *Salvia hispanica* en las formulaciones fue de 7.35 y 4.41 %, respectivamente. Los componentes de las bebidas fueron incorporados de acuerdo a una estandarización establecida y se prepararon en un mezclador de alto cizallamiento a 10000 RPM durante 5 min (ULTRA TURRAX T10, IKA, Alemania). Posteriormente, las fórmulas (líquidas) fueron filtradas a través de tamizado húmedo (200 µm) hasta obtener las bebidas menos espesas y sin partículas suspendidas. Finalmente, las fórmulas fueron pasteurizadas de acuerdo a

lo reportado por Alvarez *et al.* (2024) con algunas modificaciones, fueron envasadas en frascos de vidrios y se llevaron 80 °C por 15 min y posteriormente se almacenaron a 4 °C.

Análisis sensorial

El análisis sensorial se realizó de acuerdo a lo reportado por Alvarez *et al.* (2024), con algunas modificaciones. Se aplicó una declaración de ética y de consentimiento informado para el análisis sensorial. Se aplicó una prueba hedónica a 50 jueces no entrenados, enfocándose en los parámetros de color, sabor, aroma y aceptabilidad general. El rango de edad de los panelistas fue de 18 a 40 años, conformado por ambos sexos. Las muestras fueron presentadas en vasos transparentes de 15 mL y con un vaso de agua (100 mL) para el enjuague posterior a cada degustación. Los atributos que se evaluaron fueron mediante códigos en función de la escala hedónica de 5 puntos, siendo 1 = “me desagrada”, 2 = “aceptable”, 3 = “bueno”, 4 = “me gusta”, y 5 = “me encanta”. A partir de los resultados de la escala hedónica, se calculó el porcentaje de aceptabilidad de cada atributo de las fórmulas, de acuerdo a la Ecuación (1). De las 4 formulaciones (74DR, 48GJ, 51HT y 38AM), se seleccionó la de mayor aceptabilidad para los posteriores estudios.

$$\% \text{ de aceptabilidad} = \frac{\bar{x} \text{ de la escala hedónica por fórmula}}{100} * 5 \text{ (valor máximo de escala hedónica 1 – 5)} \quad (1)$$

Análisis químico proximal

Los procedimientos para el contenido químico proximal, fueron de acuerdo a lo reportado por Moreno-Nájera *et al.* (2020) y por los métodos oficiales de la AOAC (2023) con algunas modificaciones. El contenido de humedad por método gravimétrico (AOAC 964.22). El contenido de proteína total fue de acuerdo al método Kjeldahl (AOAC 955.04). Los lípidos se determinaron por el método Soxhlet (AOAC 920.39). Se cuantificó las cenizas por el método de incineración de la materia orgánica (AOAC 940.26). Los carbohidratos totales se calcularon por diferencia gravimétrica en función del 100 % másico total (humedad, proteínas totales, lípidos y cenizas). Se calculó la fibra dietética por el método digestivo-gravimétrico (AOAC 985.29). Los resultados se expresaron por 250 g de muestra en base humedad.

Análisis microbiológicos

Para los análisis microbiológicos, se utilizó agar cuenta estándar para el análisis de mesófilos aerobios (NOM-092-SSA1-1994) y para coliformes totales (NOM-113-SSA1-1994) se utilizó agar rojo bilis violeta. En ambos análisis, la temperatura de incubación fue de 37 °C por 24 h de acuerdo a lo reportado por Alvarez *et al.* (2024) y por la Secretaria de Salud (1995ab).

Capacidad antioxidante

Los métodos de capacidad antioxidante por ABTS, la inhibición de DPPH y la capacidad quelante de iones ferrosos (FIC) de las muestras fue de acuerdo a lo reportado por Ramos-Hernández *et al.* (2023).

ABTS

Se preparó una solución de ABTS (7 mM) en 2,45 mM de persulfato de potasio. La solución se mantuvo en oscuridad (16 h) a 25 °C. Posteriormente, una alícuota de la solución se diluyó con agua hasta obtener una absorbancia de 0.70 ± 0.02 a 734 nm (Varian Cary 50 UV-Vis, Sídney, Australia). Finalmente, una alícuota de 50 µL (5 mg/mL) se mezcló con 950 µL de la solución de ABTS durante 7 min sin presencia de luz y se midió la absorbancia a 734 nm (trolox se utilizó como referencia). Los resultados se expresaron como % de inhibición de ABTS de acuerdo con la Ecuación (2).

$$\% \text{ Inhibición de ABTS} = \frac{A-B}{A} * 100 \quad (2)$$

donde A = valor de absorbancia de la solución de control ABTS y B = valor de absorbancia de la solución de prueba.

DPPH

Se formuló una solución etanólica de DPPH (0.2 mM) para mezclarla con una alícuota 50 µL de muestra (5 mg/mL) con 950 µL de la solución (DPPH) durante 15 min a 25 °C (en oscuridad). Posteriormente, se midió la absorbancia a 515 nm. Se calculó la inhibición de DPPH según la Ecuación (3). Se utilizó trolox como control de referencia.

$$\% \text{ Inhibición de DPPH} = \frac{A-B}{A} * 100 \quad (3)$$

donde A = valor de la absorbancia de la solución de control DPPH y B = valor de absorbancia de la solución de prueba.

FIC

Se mezclaron 50 µL (5 mg/mL) de muestra con 100 µL de una solución de cloruro ferroso (2 mM). Después, se añadieron 200 µL de ferrozina (5 mM) y se añadió la mezcla de reacción hasta 1000 µL totales (durante 20 min). después, se midió la absorbancia a 562 nm. Una muestra sin ferrozina se usó como blanco. La capacidad quelante se evaluó mediante la Ecuación (4). Se utilizó EDTA como control de referencia.

$$\text{Capacidad de FIC (\%)} = 100 * \frac{[Ac-(As-Ab)]}{Ac} \quad (4)$$

donde As = valor absorbancia de la muestra de prueba, Ac = valor de absorbancia en ausencia de la muestra, y Ab = valor de la absorbancia de la muestra sin ferrozina.

Análisis estadístico

Los datos experimentales obtenidos, fueron analizados mediante un análisis de varianza (ANOVA), para posteriormente realizar una comparación de medias por la metodología de diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher. Se consideró un $\alpha < 0.05$ y se utilizó el software "STATISTICA" versión 10 para Windows. Todos los experimentos se realizaron por triplicado.

Resultados y Discusión

Análisis sensorial

Los resultados de la prueba hedónica de las 4 formulaciones (74DR, 48GJ, 51HT y 38AM) se muestran en la Tabla 1. La formulación 38AM presentó diferencia significativa ($p < 0.05$) con respecto a las demás formulaciones, debido a que obtuvo mayor aceptabilidad de los atributos de color, sabor y aroma con valores de 82.9, 84.2 y 75.9 % respectivamente. Lo anterior evidenció la aceptación de la bebida 38AM en términos de atributos sensoriales por parte de los catadores.

Tabla 1. Porcentajes de aceptabilidad de las formulaciones en función de la prueba hedónica (color, sabor y aroma).

Fórmula	74DR	51HT	48GJ	38AM
Color	32.85	70.52	47.02	82.91
Sabor	40.00	57.00	69.14	84.28
Aroma	41.53	59.04	57.82	75.90

*Porcentajes (%) calculados en función de los promedios de los 50 panelistas no entrenados de acuerdo a la escala hedónica.

Estos resultados, están de acuerdo a lo reportado por Chavez-Salazar *et al.* (2022), en atributos como olor, color o sabor, al presentar diferencia significativa en formulaciones con el 32 y 28 % de humedad en bebidas con proteína de soja. Estos autores atribuyen estas diferencias a las concentraciones de los componentes, como las proteínas, las cuales generan cambios fisicoquímicos en los atributos sensoriales. Por lo tanto, las concentraciones de los componentes/ingredientes de la bebida, generan variaciones en las moléculas como compuestos orgánicos volátiles (Barros-Castillo *et al.*, 2023), responsables del “flavour”, quienes proporcionan percepciones significativas en los atributos sensoriales como el sabor y aroma. En ese sentido, la intensidad del aroma está relacionado directamente con la cantidad de sólidos (Gironés-Vilaplana *et al.*, 2014).

En cuanto al color, la tonalidad amarilla en las formulaciones, es atribuido principalmente a la diversidad del contenido de carotenos en *Artocarpus heterophyllus* L. (Ruiz-Montañez *et al.*, 2015). Además, se ha demostrado que la intensidad del color en bebidas, está relacionado al fruto utilizado, lo que concuerda con lo reportado para bebidas isotónicas con limón y frutos rojos con la presencia de antocianinas (Gironés-Vilaplana *et al.*, 2014). Por otro lado, Bonilla *et al.* (2015) aplicaron una prueba hedónica para validar una bebida de maíz (*Zea mays* L.) y estevia (*Stevia* SP.). Estos autores identificaron mayores atributos de aceptabilidad entre me gusta mucho (19 %) y me gusta ligeramente (33 %) en sabor, olor y color, por lo tanto, el análisis sensorial resultó ser una herramienta eficaz para determinar la aceptabilidad del producto. En base a esto, el análisis sensorial es una herramienta indispensable para el desarrollo de nuevos productos alimenticios, así como la calidad fisicoquímica y microbiológica. Conocer la opinión y aceptación de un nuevo alimento por parte de catadores, lo válida para realizar investigaciones de productos con el fin de comercializarlo (Medina-Rendon *et al.*, 2021).

Análisis químico proximal

La composición principal de la bebida fue agua con el 91.94 % de humedad y el resto de los componentes/ingredientes con el 8.06 % de masa total seca (Tabla 2). En cuanto al contenido proteico, fue del 0.28 % (Tabla 2). Estos valores son menores a lo reportado por Pacheco *et al.* (2024) en una bebida funcional (a base de cáscara de maracuyá y chía) obteniendo hasta un 0.48 % de proteína debido a los componentes/ingredientes los cuales aportan un perfil significativo de proteínas. Sin embargo, un contenido relativamente bajo de proteína puede ser considerado de relevancia de acuerdo a lo informado por López *et al.* (2018), debido a que las proteínas pueden aportar HBVC como aminoácidos azufrados, lisina o triptófano. En ese sentido, se han identificado aminoácidos indispensables en proteínas de *Artocarpus heterophyllus* L. como treonina, fenilalanina, valina, leucina, isoleucina y metionina, además de algunos no esenciales como erina, glicina, alanina, prolina, tirosina, ácido aspártico y glutámico (Miss-Zacarías *et al.*, 2025). Específicamente *Salvia hispanica* presente en la formulación de la bebida, es considerada una fuente significativa de proteínas y aminoácidos esenciales (glutamina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina, histidina y valina), así como péptidos funcionales principalmente obtenidos de albúmina y globulina, los cuales pueden presentar potencial antioxidante y antihipertensivo (Orona-Tamayo *et al.*, 2015; Grancier *et al.*, 2019).

Por otro lado, el contenido de lípidos fue del 4.50 %; este contenido podría asociarse a la fracción proporcionada por *Salvia hispánica*. Grancier *et al.* (2019) informan que *Salvia hispánica* es una fuente significativa de grasas (31.2 %), principalmente ácidos-alfa-linolénico (omega-3) y alfa-linoleico (omega-6) con aproximadamente el 5.2 %. Estos lípidos pudieran proveer a la bebida propiedades como la reducción del riesgo de enfermedades de coronaria (arterias del corazón que se obstruyen o estrechan), hipertensión, diabetes tipo 2, artritis reumatoide, enfermedades autoinmunes e incluso el cáncer (Meyer & De Groot, 2017).

Tabla 2. Composición nutrimental de la bebida con el 14.7 % de pulpa.

	g / 250 g de bebida	%
Humedad	229.85 ± 0.15	91.94
Proteína total	0.70 ± 0.01	0.28
Lípidos	4.50 ± 0.13	1.80
Cenizas	1.05 ± 0.01	0.42
Carbohidratos totales	2.00 ± 0.15	0.80
Fibra dietética	11.90 ± 0.18	4.76
Total	250	100.00

En cuanto al contenido de carbohidratos totales fue del 0.8 %. Esto es menor a lo reportado por Pacheco *et al.* (2024) en una bebida a base de cáscara de maracuyá y chía (1.32 a 3.30 % de carbohidratos totales), resultando de interés para el sector industrial de bebidas. Este resultado es de relevancia, debido a que Pavlidou *et al.* (2023) informan que las dietas o alimentos bajos en carbohidratos influyen significativamente en la reducción del índice de masa corporal, descensos en la presión arterial y eficacia en contra de la diabetes mellitus debido a la reducción de la resistencia a la insulina.

Finalmente, en cuanto a los valores de fibra dietética, estos resultaron mayores (4.76 %) con respecto a los obtenidos por Chavez-Salazar *et al.* (2022), quienes reportan en una bebida funcional el 1.0 % de proteína. Los valores relativamente altos de fibra en la bebida del presente estudio, puede ser atribuido principalmente a la presencia de la inulina (fructanos). Por lo tanto, el contenido de fibra es de relevancia debido a que estudios recientes consideran que las fibras prebióticas, como los fructanos, puede tener el potencial de estabilizar los niveles de glucosa y triglicéridos en la sangre, resistencia a patógenos gastrointestinales (Campbell *et al.*, 2023; Wang & Cheong, 2023), apoptosis de células de cáncer de colon (SW480 y HT29) y aumento de la proliferación bacteriana en el intestino grueso (Alvarez García *et al.*, 2023).

Por todo lo anterior, la bebida resulta ser una fuente de interés de componentes nutrimentales, debido a su contenido bromatológico el cual confiere posibles propiedades benéficas que podrían contribuir a la prevención de enfermedades como coronarias, diabetes o cáncer.

Análisis microbiológicos y estabilidad

Durante 90 días se evaluó la estabilidad microbiológica de la bebida (Tabla 3). La bebida no presentó crecimiento de coliformes totales, mohos ni levaduras. Adicionalmente, en cuanto a los mesófilos aerobios, presentó < 12 CFU/mL, valor inferior al rango mínimo permitido (100 CFU/g o mL) de acuerdo a la NOM-130-SSA1-1995 (Secretaría de Salud, 1995c). Valores similares fueron reportado por Alvarez *et al.* (2024) en una bebida de sub productos agroindustriales (lactosuero, leche de coco, residuos de naranja, azúcar, canela, goma guar y xantana), misma que no presentó mesófilos aerobios, coliformes totales, hongos o levaduras. La ausencia significativa de patógenos, es atribuido al proceso de pasteurización (80 °C durante 15 min), durante el envasado, así como a las buenas prácticas de manufactura.

Tabla 3. Evaluación de la estabilidad microbiológica de la bebida.

	Mesófilos Aerobios (CFU/mL)	Coliformes Totales (CFU/mL)	Estabilidad (días)
Fórmula 38AM	12 ± 2	ATC	> 90

*ATC es ausencia de coliformes totales.

Según Ramesh (2020), el principal riesgo de deterioro proviene de especies formadoras de esporas como *Clostridium botulinum*, *Clostridium pasteurianum* y *Clostridium thermosaccharolyticum*, por lo tanto, la pasteurización es una tecnología utilizada para la mayoría de levaduras (60 a 65 °C) o esporas de moho (80 °C), debido a que estos son eliminados a temperaturas altas (> 60 °C). Además, la mayoría de patógenos requieren O₂ para su desarrollo, por esta razón, en general, los jugos se pueden pasteurizar de forma segura a 65 °C y ser envasados (Montanari *et al.*, 2019). Este proceso de pasteurización destruye las células de microorganismos, prolongando la vida útil de los alimentos debido a que la mayoría de las bacterias portadoras de esporas no pueden desarrollarse en jugos de fruta embotellados. Cabe destacar, que es altamente recomendable que el producto se mantenga a 4 °C, sin interrupción de la cadena de frío, para evitar la proliferación de patógenos. Por lo anterior, la vida de anaquel de la bebida se conservó durante el periodo evaluado (> 90 días) (Tabla 3), cumpliendo para el consumo del producto de acuerdo a la NOM-130-SSA1-1995 (Secretaría de Salud, 1995c).

Capacidad antioxidante

Inicialmente, la bebida no presentó efecto significativo en la capacidad quelante de iones ferrosos con respecto al control (Figura 1). Esto puede atribuirse a la ausencia de compuestos quelantes (Ramos-Hernández *et al.*, 2021). Sin embargo, la mayor capacidad de inhibición resultó en ABTS con el 91.2 % en un rango cercano al control (trolox), resultando en un efecto significativo para oxidar radicales como ABTS. Según Ruiz-Montañez *et al.* (2015), la capacidad antioxidante se atribuye a múltiples características y mecanismos de acción, principalmente por la acción donadora de hidrógeno y/o electrones presentes en los HBVC, resultando en variaciones significativas de la capacidad de inhibir ABTS o DPPH, por lo tanto, la inhibición mayor en ABTS en la bebida (91.2 %) puede estar relacionado a la mayor cantidad de compuestos hidrofílicos (polares).

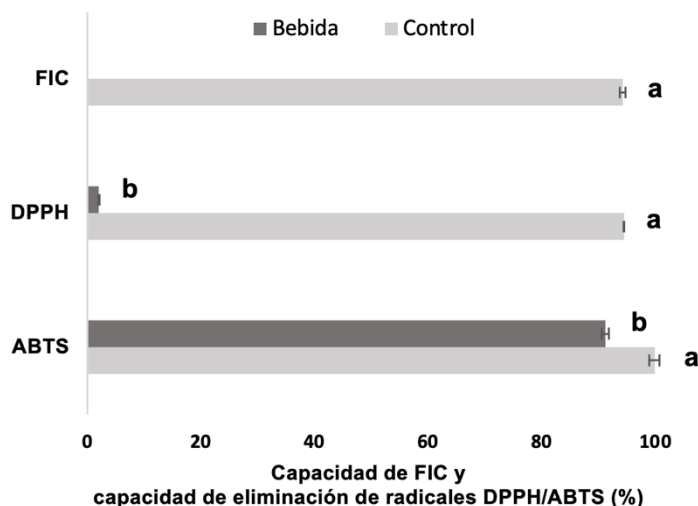


Figura 1. Capacidad quelante de iones ferrosos (FIC), capacidad antioxidante por 2,2-difenil-1-picrilhidrazilo (DPPH), y por ácido 2,2'-azino-bis(3-etilbenzotiazolina-6-sulfónico (ABTS) (%). Controles: EDTA en FIC y trolox en DPPH/ABTS. Las medias con las mismas letras en la misma sección (FIC, DPPH o ABTS) no presentan diferencia significativa $p < 0.05$.

En ese sentido, la capacidad antioxidante significativa por ABTS de la bebida, pudiera ser atribuido a la presencia de HBVC como fenoles, flavonoides, ácidos fenólicos, saponinas o esteroides de acuerdo a lo reportado Devi *et al.* (2021) en bebidas a base de *Artocarpus heterophyllus* L. Además, Ruiz-Montañez *et al.* (2015) informa la presencia de β -caroteno, luteína,

licopeno y β -criptoxantina, a los que se les atribuye actividad anticancerígena (antimutagenicidad y antiproliferación) y capacidad antioxidante. De igual forma, Barros-Castillo *et al.* (2023) reportan la presencia de otras moléculas como 2,4-dimetilbenzaldehído, 4-metilpentan-2-ol, 2,6-dimetilheptan-4-ona, neral, butan-1-ol y ácido hexadecanoico presentes en la fracción libre de *Artocarpus heterophyllus* L. y Rivera-Aguilar *et al.* (2021) informan la presencia de ácido quínico, ácido clorogénico, apigenina y β -caroteno en extractos de *Artocarpus heterophyllus* L. Por todo lo anterior, dichas moléculas presentes en su mayoría en la bebida, pueden ejercer capacidad antioxidante y según lo informado Riaz *et al.* (2023) podría indicar que las moléculas tienen el potencial en la reducción del riesgo de enfermedades asociadas al estrés oxidativo, incluyendo cáncer, enfermedades neurodegenerativas y enfermedades cardiovasculares.

Finalmente, en DPPH la inhibición resultó en el 1.99 % ($p < 0.05$), resultando en valores menores a lo reportado por Suryaningsih *et al.* (2021), en una bebida funcional a base de cáscara de jamaica y fruto de pitahaya con un porcentaje mayor del 72.58 % en DPPH con un previo proceso de extracción de HBVC (100 °C durante 25 min), lo que resultó en un aumento la capacidad de inhibir radicales libres de DPPH.

Conclusiones

La fórmula con mayor cantidad de pulpa de jaca (14.7 %) resultó con los mayores valores de aceptación en términos de atributos sensoriales de color, sabor y aroma; con buen contenido nutrimental. Además, se mantuvo estable microbiológicamente durante el tiempo evaluado, con alta inhibición de radicales libres por ABTS, evidenciando que es una fuente significativa de compuestos antioxidantes. Desde el punto de vista agroindustrial, Nayarit es el principal productor de *Artocarpus heterophyllus* L. a nivel nacional, esto ofrece una ventaja significativa para el uso subproductos, utilizando frutos que no cumplen con los requisitos de exportación, comercialización y en la elaboración de bebidas. Por todo lo anterior, la bebida pudiera ser considerada como una opción saludable para su comercialización bajo la legislación mexicana actual al contener ingredientes seguros y no representan riesgos para la salud.

Contribución de los autores

Conceptualización del trabajo; JARH, MCS, JARS. Desarrollo de la metodología; JARH, MCS, JARS. Manejo de software; JARH, MCS, JGLO, JARS. Validación experimental; JARH, MCS, JARS. Análisis de resultados; JARH, MCS, JGLO, JARS. Manejo de datos; JARH, MCS, JGLO, JARS. Escritura y preparación del manuscrito; JARH, MCS, JGLO, JARS. Redacción, revisión y edición; JARH, MCS, JGLO, JARS. Administrador de proyectos; JARH, MCS, JARS. Adquisición de fondos; JARS.

Todos los autores de este manuscrito han leído y aceptado la versión publicada del mismo.

Financiamiento

Esta investigación no recibió financiamiento externo.

Declaraciones éticas

Las muestras para las bebidas utilizadas fueron procesadas bajo estrictas condiciones de higiene y se confirmó su inocuidad mediante análisis microbiológicos previo al análisis sensorial.

Declaración de consentimiento informado

Se obtuvo el consentimiento informado de los y las panelistas previo al análisis sensorial. Los y las panelistas fueron informados sobre el estudio y los ingredientes.

Agradecimientos

Los autores agradecen a la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (SECIHTI) y al Sistema Estatal de Investigadores de Coahuila (SEIC). Los autores expresan su agradecimiento a por su apoyo técnico a Alexis Eduardo Morales-Romero, Yolanda Mariana Cedano-Ortega, Diego Medina-Segura, Indira Victoria Soto-Robles, Yazmin Lizeth Guardado-Valdivia y Rosa Castro-Martínez.

Conflicto de interés

Los autores declaran no tener conflicto de interés.

Referencias

- Alvarez García, P., Alcántara Quintana, L. E., Ruiz Cabrera, M. Á., Martínez Gutiérrez, F., González García, R., & Grajales Lagunes, A. (2023). Fructan mixtures of Agave salmiana and chicory exhibit in vitro anticancer potential in human colon cells and prebiotic activity. *Cogent Food & Agriculture*, 9(1), 2196871. <https://doi.org/10.1080/23311932.2023.2196871>
- Alvarez, C. T., Soto, J. G. G., Juárez, M. A. A., Medina, G. N., Hernández, S. C., & SALINAS, P. A. R. (2024). Evaluación y caracterización fisicoquímica, nutracéutica, microbiológica y sensorial de una bebida formulada a partir de subproductos agroindustriales. *TECNOCENCIA Chihuahua*, 18(4), e1678-e1678. <https://doi.org/10.54167/tch.v18i4.1678>
- AOAC (2023). Official Methods of Analysis (22nd edition), Official Method 964.22, Official Method 955.04, Official Method 920.39, Official Method 940.26, Official Method 985.29. <https://www.aoac.org/official-methods-of-analysis/>
- Arrizón J., Urias-Silvas J.E., Sandoval G., Mancilla-Margalli N.A., Gschaedler A.C., Morel S. & Monsan, P. (2014). Production and Bioactivity of Fructan-Type Oligosaccharides. In *Food Oligosaccharides: Production, Analysis and Bioactivity* (pp.184-199) Wiley-Blackwell. <https://doi.org/10.1002/9781118817360.ch11>
- Barros-Castillo, J. C., Calderón-Santoyo, M., Cuevas-Glory, L. F., Calderón-Chiu, C., & Ragazzo-Sánchez, J. A. (2023). Contribution of glycosidically bound compounds to aroma potential of jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* lam). *Flavour and Fragrance Journal*, 38(3), 193-203. <https://doi.org/10.1002/ffj.3730>
- Bonilla, P. E., Quispe, F., Negrón, L., & Zavaleta, A. I. (2015). Compuestos bioactivos y análisis sensorial de una bebida funcional de maíz morado (*Zea mays* L.) y estevia (*Stevia* sp.). *Ciencia E Investigación*, 18(1), 37-42. ISSN 1609-9044
- Braithwaite, M. C., Tyagi, C., Tomar, L. K., Kumar, P., Choonara, Y. E., & Pillay, V. (2014). Nutraceutical-based therapeutics and formulation strategies augmenting their efficiency to complement modern medicine: An overview. *Journal of Functional Foods*, 6, 82-99. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2013.09.022>
- Campbell, C., Kandalgaonkar, M. R., Golonka, R. M., Yeoh, B. S., Vijay-Kumar, M., & Saha, P. (2023). Crosstalk between gut microbiota and host immunity: impact on inflammation and immunotherapy. *Biomedicine*, 11(2), 294. <https://doi.org/10.3390/biomedicine11020294>
- Castañeda-Castaneira, E., Ortiz Pérez, H., Robles-Pinto, G., & Molina-Frechero, N. (2016). Consumo de alimentos chatarra y estado nutricional en escolares de la Ciudad de México. *Rev Mexicana Pediatría*, 83, 15-9. ISSN: 0035-0052
- Chavez-Salazar, A., Ruiz-Urbano, D. A., Rojas-Sánchez, J. C., & Castellanos-Galeano, F. J. (2022). Evaluation of a functional beverage obtained by spray drying. *Ingeniería y competitividad*, 24(1). <https://doi.org/10.25100/iy.24i1.10582>
- Cheng, M., Liu, M., Tan, L., Li, C., Wu, G., Xu, B., Zhang, Y., & Zhu, K. (2025). Comparison of phenolic profiles and antioxidant activities in the pulps from 21 different *Artocarpus heterophyllus* Lam. cultivars. *Food Chemistry: X*, 102735. <https://doi.org/10.1016/j.fochx.2025.102735>
- Devi, M., Sunaryo, N. A., & Mansoor, A. H. (2021). Antioxidant analysis of *Artocarpus heterophyllus* drink. *IOP Publishing*, 733(1), 012087. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/733/1/012087>
- Efferth, T., & Koch, E. (2011). Complex interactions between phytochemicals. The multi-target therapeutic concept of phytotherapy. *Current drug targets*, 12(1), 122-132. <https://doi.org/10.2174/138945011793591626>
- Gamboa, R.G., Basurto, R.I.O., Santoyo, M.C., Madrigal, J.B., Álvarez, B.E.R., & Avila, M.G. (2018). In vitro evaluation of prebiotic activity, pathogen inhibition and enzymatic metabolism of intestinal bacteria in the presence of fructans extracted from agave: A comparison based on polymerization degree. *LWT*, 92, 380-387. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.02.051>
- Gironés-Vilaplana, A., Mena, P., Moreno, D. A., & García-Viguera, C. (2014). Evaluation of sensorial, phytochemical and biological properties of new isotonic beverages enriched with lemon and berries during shelf life. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 94(6), 1090-1100. <https://doi.org/10.1002/jsfa.6370>

- Grancieri, M., Martino, H. S. D., & Gonzalez de Mejia, E. (2019). Chia seed (*Salvia hispanica* L.) as a source of proteins and bioactive peptides with health benefits: A review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 18(2), 480-499. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12423>
- Guaresti, G., Clausen, M., Espinola, N., Graciano, A., Guarnieri, L., Perelli, L., & Alcaraz, A. (2024). Obesidad infantil y bebidas azucaradas en Río Negro: carga de enfermedad e impacto esperado de la Ley 27642 de Promoción de la Alimentación Saludable. *Archivos argentinos de pediatría*, 122(6), 3-3. <https://dx.doi.org/10.5546/aap.2023-10109>
- Gupta, A., Marquess, A. R., Pandey, A. K., & Bishayee, A. (2023). Jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) in health and disease: a critical review. *Critical reviews in food science and nutrition*, 63(23), 6344-6378. <https://doi.org/10.1080/10408398.2022.2031094>
- Krumbeck, J.A., Maldonado-Gomez, M.X., Ramer-Tait, A.E., & Hutkins, R.W. (2016). Prebiotics and synbiotics: dietary strategies for improving gut health. *Current opinion in gastroenterology*, 32(2), 110-119. <https://doi.org/10.1097/MOG.0000000000000249>
- Lila, M. A., & Raskin, I. (2005). Health-related interactions of phytochemicals. *Journal of Food Science*, 70(1), R20-R27. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2005.tb09054.x>
- López-Plaza, B., Loria-Kohen, V., González-Rodríguez, L. G., & Fernández-Cruz, E. (2022). Alimentación y estilo de vida en la prevención del cáncer. *Nutrición hospitalaria*, 39(SPE3), 74-77. <https://dx.doi.org/10.20960/nh.04317>
- López, P. I. G., Zambrano, Á. M. Z., Rosado, C. F. R., & Peña, A. M. (2018). Evaluación de una bebida láctea fermentada novel a base de lactosuero y harina de camote. *La Técnica*, (19), 47-60. https://doi.org/10.33936/la_tecnica.v0i19.734
- Medina-Rendon, E. A., Guatemala-Morales, G. M., Padilla-Camberos, E., Corona-González, R. I., Arriola-Guevara, E., & García-Fajardo, J. A. (2021). Production of extrudate food with mango by-products (*Mangifera indica*): Analysis of physical, chemical, and sensorial properties. *Processes*, 9(9), 1660. <https://doi.org/10.3390/pr9091660>
- Meyer, B. J., & De Groot, R. H. (2017). Effects of omega-3 long chain polyunsaturated fatty acid supplementation on cardiovascular mortality: the importance of the dose of DHA. *Nutrients*, 9(12), 1305. <https://doi.org/10.3390/nu9121305>
- Miss-Zacarías, D. M. D. J., Calderón-Santoyo, M., Zamora-Gasga, V. M., Ascanio, G., & Ragazzo-Sánchez, J. A. (2025). Spray Drying of Jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) Seeds Protein Concentrate: Physicochemical, Structural, and Thermal Characterization. *Processes*, 13(7), 2319. <https://doi.org/10.3390/pr13072319>
- Montanari, C., Tabanelli, G., Zamagna, I., Barbieri, F., Gardini, A., Ponzetto, M., Redaelli, E., & Gardini, F. (2019). Modeling of yeast thermal resistance and optimization of the pasteurization treatment applied to soft drinks. *International Journal of Food Microbiology*, 301, 1-8. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2019.04.006>
- Moreno-Nájera, L. C., Ragazzo-Sánchez, J. A., Gastón-Peña, C. R., & Calderón-Santoyo, M. (2020). Green technologies for the extraction of proteins from jackfruit leaves (*Artocarpus heterophyllus* Lam). *Food Science and Biotechnology*, 29(12), 1675-1684. <https://doi.org/10.1007/s10068-020-00825-4>
- Nachón, M. N., Arias, C., Nitsch Montie, C., Penny, E., Melgar Cuellar, F., Araya Fonseca, C., & Montúfar Guardado, R. (2023). Alimentación y riesgo cardiovascular. *Medicina (Buenos Aires)*, 83, 4-6. ISSN: 1669-9106
- Orona-Tamayo, D., Valverde, M. E., Nieto-Rendón, B., & Paredes-López, O. (2015). Inhibitory activity of chia (*Salvia hispanica* L.) protein fractions against angiotensin I-converting enzyme and antioxidant capacity. *LWT-Food Science and Technology*, 64(1), 236-242. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.05.033>
- Pacheco, A. R. R., Infantes, J. K. C., Quispe, A. L. M., & Carpio, E. P. (2024). Capacidad antioxidante total y fenoles totales en una bebida funcional no láctea a base de cáscara de maracuyá y chía: Antioxidantes y fenoles en bebida de maracuyá y chía. *Nutrición Clínica y Dietética Hospitalaria*, 44(4). <https://doi.org/10.12873/444rivera>
- Pavidou, E., Papadopoulos, S. K., Fasoulas, A., Mantzourou, M., & Giaginis, C. (2023). Clinical evidence of low-carbohydrate diets against obesity and diabetes mellitus. *Metabolites*, 13(2), 240. <https://doi.org/10.3390/metabo13020240>
- Ramesh, M. N. (2020). Pasteurization and food preservation. In *Handbook of food preservation* (pp. 599-608). CRC Press. <https://www.taylorfrancis.com/chapters/edit/10.1201/9780429091483-40/pasteurization-food-preservation-ramesh>
- Ramos-Hernández, J. A., Calderón-Santoyo, M., Burgos-Hernández, A., García-Romo, J. S., Navarro-Ocaña, A., Burboa-Zazueta, M. G., ... & Ragazzo-Sánchez, J. A. (2021). Antimutagenic, antiproliferative and antioxidant properties of sea grape leaf extract fractions (*Coccoloba uvifera* L.). *Anti-Cancer Agents in Medicinal Chemistry-Anti-Cancer Agents*, 21(16), 2250-2257. <https://doi.org/10.2174/1871520621999210104201242>
- Ramos-Hernández, J. A., Calderón-Santoyo, M., Prieto, C., Lagarón, J. M., Navarro-Ocaña, A., & Ragazzo-Sánchez, J. A. (2023). Encapsulation with HDPF-WP of the hexane fraction of sea grape (*Coccoloba uvifera* L.) leaf extract by electrospraying. *Polymer Bulletin*, 80(1), 959-975. <https://doi.org/10.1007/s00289-022-04088-3>
- Riaz, M., Khalid, R., Afzal, M., Anjum, F., Fatima, H., Zia, S., Rasool, G., Egbuna, C., Mtewa, A. G., Uche, C. Z., & Aslam, M. A. (2023). Phytobioactive compounds as therapeutic agents for human diseases: A review. *Food science & nutrition*, 11(6), 2500-2529. <https://doi.org/10.1002/fsn3.3308>
- Rivera-Aguilar, J. O., Calderón-Santoyo, M., González-Cruz, E. M., Ramos-Hernández, J. A., & Ragazzo-Sánchez, J. A. (2021). Encapsulation by electrospraying of anticancer compounds from jackfruit extract (*Artocarpus heterophyllus* Lam): identification, characterization and antiproliferative properties. *Anti-Cancer Agents in Medicinal Chemistry-Anti-Cancer Agents*, 21(4), 523-531. <https://doi.org/10.2174/1871520620666200804102952>
- Ruiz-Montañez, G., Burgos-Hernández, A., Calderón-Santoyo, M., López-Saiz, C. M., Velázquez-Contreras, C. A., Navarro-Ocaña, A., & Ragazzo-Sánchez, J. A. (2015). Screening antimutagenic and antiproliferative properties of extracts isolated from Jackfruit pulp (*Artocarpus heterophyllus* Lam). *Food chemistry*, 175, 409-416. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.11.122>
- Salminen, S., Collado, M. C., Endo, A., Hill, C., Lebeer, S., Quigley, E. M., Sanders M. E., Shamir R., Swann J. R., Szajewska H., & Vinderola, G. (2021). The International Scientific Association of Probiotics and Prebiotics (ISAPP)

- consensus statement on the definition and scope of postbiotics. *Nature reviews Gastroenterology & hepatology*, 18(9), 649-667. <https://doi.org/10.1038/s41575-021-00440-6>
- Santana-Gálvez, J., Cisneros-Zevallos, L., & Jacobo-Velázquez, D. A. (2019). A practical guide for designing effective nutraceutical combinations in the form of foods, beverages, and dietary supplements against chronic degenerative diseases. *Trends in food science & technology*, 88, 179-193. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.03.026>
- Secretaría de Salud (1995a). NORMA Oficial Mexicana NOM-092-SSA1-1994. Bienes y servicios. Método para la cuenta de bacterias aerobias en placa. Diario Oficial de la Federación. https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4886029&fecha=12/12/1995#gsc.tab=0
- Secretaría de Salud (1995b). NORMA Oficial Mexicana NOM-113-SSA1-1994. Bienes y servicios. Método para la cuenta de microorganismos coliformes totales en placa. Diario Oficial de la Federación. https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4886029&fecha=12/12/1995#gsc.tab=0
- Secretaria de Salud (1995c). NORMA Oficial Mexicana NOM-130-SSA1-1995. Bienes y servicios. Alimentos envasados en recipientes de cierre hermético y sometidos a tratamiento térmico. Disposiciones y especificaciones sanitarias. <https://salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/130ssa15.html>
- Shashirekha, M. N., Mallikarjuna, S. E., & Rajarathnam, S. (2015). Status of bioactive compounds in foods, with focus on fruits and vegetables. *Critical reviews in foodscience and nutrition*, 55(10), 1324-1339. <https://doi.org/10.1080/10408398.2012.692736>
- Suryaningsih, S., Muslim, B., & Djali, M. (2021). The antioxidant activity of Roselle and dragon fruit peel functional drink in free radical inhibition. In *Journal of Physics: Conference Series*, 1836(1) 012069. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1836/1/012069>
- Temple, N. J. (2022) A rational definition for functional foods: A perspective. *Front Nutr.* 2022 Sep 29(9),957516. <https://doi.org/10.3389/fnut.2022.957516>
- Valdivia-López, M. Á., & Tecante, A. (2015). Chia (*Salvia hispanica*): A review of native Mexican seed and its nutritional and functional properties. *Advances in food and nutrition research*, 75, 53-75. <https://doi.org/10.1016/bs.afnr.2015.06.002>
- Wang, M., & Cheong, K. L. (2023). Preparation, structural characterisation, and bioactivities of fructans: A review. *Molecules*, 28(4), 1613. <https://doi.org/10.3390/molecules28041613>