Advances in Sciences & Innovation

Advances in Sciences & Innovation, Revista Científica
Universidad Nacional Autónoma Altoandina de Tarma
https://revistas.unaat.edu.pe/index.php/RU
Volumen 5 / Número 1
ISSN: 2961-2012
https://doi.org/10.61210/asi.v5i1.269

Bebidas funcionales a partir de frutas nativas: revisión exhaustiva sobre sus compuestos bioactivos, beneficios para la salud y tecnologías de procesamiento

Functional beverages from native fruits: a comprehensive review of their bioactive compounds, health benefits, and processing technologies

Daniel Omar Méndez Chocce
7306129@unaat.edu.pe
https://orcid.org/0009-0002-9254-0540
Universidad Nacional Autónoma Altoandina de Tarma

Dannae Melanie Aylas Hinostroza
74254129@unaat.edu.pe
https://orcid.org/0009-0003-4241-5853
Universidad Nacional Autónoma Altoandina de Tarma

Sharol Yasayda Paucar Vega
76684706@unaat.edu.pe
https://orcid.org/0009-0008-1743-7758
Universidad Nacional Autónoma Altoandina de Tarma

Cristina Angelica Pio Yalico
60911064@unaat.edu.pe
https://orcid.org/0009-0006-9792-1325
Universidad Nacional Autónoma Altoandina de Tarma

Rafael Julian Malpartida Yapias
rmalpartida@unaat.edu.pe
https://orcid.org/0000-0002-2222-4879
Universidad Nacional Autónoma Altoandina de Tarma

RESUMEN

El creciente interés por los alimentos funcionales ha impulsado el desarrollo de bebidas a partir de frutas nativas de regiones megadiversas, ricas en compuestos bioactivos con efectos benéficos para la salud. Sin embargo, la aplicación de tecnologías de procesamiento para garantizar la inocuidad y vida útil de estos productos enfrenta el desafío de preservar su potencial funcional. Esta revisión sistemática tuvo como objetivo analizar y sintetizar la evidencia científica disponible sobre bebidas funcionales elaboradas a partir de frutas nativas, caracterizando su perfil de compuestos bioactivos, identificando los beneficios para la salud asociados, y evaluando el impacto de diferentes tecnologías de procesamiento (térmicas y no térmicas) sobre la retención de bioactivos y la funcionalidad del producto. La revisión se realizó siguiendo los lineamientos de la declaración PRISMA 2020. Se realizaron búsquedas sistemáticas en PubMed,

y compuestos fenólicos que superan a las frutas de cultivo convencional. Los beneficios para la salud reportados incluyen efectos antioxidantes, antiinflamatorios, neuroprotectores, antidiabéticos y antimicrobianos. Las tecnologías no térmicas emergentes, como la extracción asistida por ultrasonido (UAE), la fermentación controlada y la hidrólisis enzimática, demostraron ser superiores a los tratamientos térmicos convencionales (pasteurización, esterilización) en la retención de compuestos termolábiles y la preservación de la capacidad antioxidante. Las frutas nativas constituyen matrices de alto valor funcional para el desarrollo de bebidas con propiedades saludables, pero la evidencia sobre beneficios clínicos en humanos es aún limitada. La implementación de tecnologías no térmicas y biotecnológicas emerge como la estrategia más promisoria para maximizar la bioaccesibilidad y estabilidad de los compuestos bioactivos, consolidando un modelo de bioeconomía sostenible que potencia el valor nutricional y terapéutico de la biodiversidad local.

Spanish, or Portuguese that evaluated native fruits subjected to processing technologies and quantified bioactive compounds or biological activity were included. Evidence shows that fruits such as camu-camu, mortiño, açaí, acerola, cupuaçu, and red pitahaya have exceptional phytochemical profiles, with concentrations of vitamin C, anthocyanins, and phenolic compounds that exceed those of conventionally grown fruits. Reported health benefits include antioxidant, anti-inflammatory, neuroprotective, antidiabetic, and antimicrobial effects. Emerging non-thermal technologies, such as ultrasound-assisted extraction (UAE), controlled fermentation, and enzymatic hydrolysis, have proven to be superior to conventional thermal treatments (pasteurization, sterilization) in retaining heat-labile compounds and preserving antioxidant capacity. Native fruits serve as matrices with high functional value for the development of beverages with health-promoting properties, but evidence regarding clinical benefits in humans remains limited. The implementation of non-thermal and biotechnological processes is emerging as the most promising strategy for maximizing the bioavailability and stability of bioactive compounds, thereby establishing a model of sustainable bioeconomy that enhances the nutritional and therapeutic value of local biodiversity.

Keywords: beverages, fruits, bioactive compounds, health benefits.

INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, el creciente interés de los consumidores por alimentos que no solo satisfacen necesidades nutricionales básicas, sino que también promueven la salud, ha impulsado el desarrollo de bebidas funcionales. Estas se definen como productos líquidos que, además de su valor nutricional fundamental, contienen compuestos bioactivos capaces de ejercer efectos fisiológicos benéficos más allá de la nutrición convencional (González-Pérez et al., 2025). Paralelamente, la biodiversidad de regiones megadiversas como América Latina alberga una vasta riqueza de frutas nativas cuyas propiedades funcionales permanecen aún subexplotadas. Frutos como el camu-camu (Myrciaria dubia), el mortiño (Vaccinium meridionale) y el aguaymanto (Physalis peruviana L.) concentran compuestos fenólicos, antocianinas y carotenoides con alta capacidad antioxidante y diversos efectos biológicos documentados (Enriquez-Valencia et al., 2020; García-Chacón et al., 2023). No obstante, la aplicación industrial de estas frutas enfrenta desafíos tecnológicos significativos: los procesos de conservación y estabilización, especialmente los tratamientos térmicos convencionales, pueden degradar los compuestos bioactivos termolábiles y afectar la funcionalidad del producto final. Esta tensión entre la necesidad de garantizar la inocuidad y vida útil de las bebidas y la preservación de su potencial funcional constituye el núcleo del problema que aborda la presente revisión.

La relevancia de esta temática se sustenta en tres pilares interconectados. En primer lugar, el aprovechamiento de frutas nativas subutilizadas representa una oportunidad estratégica para la valorización de la biodiversidad y el desarrollo de economías locales, particularmente en países megadiversos donde estas especies crecen de manera silvestre o en sistemas agroforestales de baja escala (Enriquez-Valencia et al., 2020). En segundo lugar, la evidencia

científica acumulada señala que los compuestos bioactivos presentes en estas frutas (polifenoles, antocianinas, flavonoides, carotenoides y vitamina C) están asociados con efectos antioxidantes, antiinflamatorios, antidiabéticos y cardioprotectores que podrían contribuir a la prevención de enfermedades crónicas no transmisibles (González-Pérez et al., 2025; Enriquez-Valencia et al., 2020). En tercer lugar, el sector de bebidas funcionales ha experimentado un crecimiento sostenido a nivel global, lo que demanda innovaciones tecnológicas que permitan escalar la producción sin comprometer la calidad funcional del producto. Sin embargo, la literatura existente se ha concentrado predominantemente en especies frutales de cultivo masivo: arándano (Vaccinium corymbosum), cranberry (Vaccinium macrocarpon) y uva (Vitis vinifera), dejando un vacío de conocimiento sobre las especies nativas (Ramos-Polo et al., 2025). Abordar este vacío resulta crucial para orientar tanto la investigación académica como el desarrollo industrial hacia fuentes vegetales autóctonas con alto potencial nutracéutico.

Investigaciones previas han documentado el perfil fitoquímico de diversas frutas nativas y sus efectos biológicos in vitro e in vivo. Por ejemplo, el camu-camu (Myrciaria dubia) ha sido denominado "superfruta" debido a sus elevados niveles de vitamina C, que pueden alcanzar hasta 6000 mg/100 g de fruto, y a su capacidad antioxidante, antiinflamatoria y anticancerígena (García-Chacón et al., 2023; Arellano-Acuña et al., 2016). El mortiño (Vaccinium meridionale), una baya andina rica en antocianinas, ha mostrado actividad antihipertensiva in vitro y efectos promisorios sobre la salud metabólica (Mashhour et al., 2025; Amaya et al., 2025). En el ámbito tecnológico, se han explorado tecnologías emergentes como la extracción asistida por ultrasonido (UAE), la extracción con líquidos presurizados (PLE) y la extracción asistida por calor (HAE) como alternativas sostenibles a los métodos convencionales para la recuperación de compuestos bioactivos a partir de subproductos de frutas nativas, como la cáscara de jabuticaba (Plinia peruviana) (Friedrichsen et al., 2025). No obstante, la evidencia sobre la aplicación específica de estas tecnologías a frutas nativas es aún fragmentada y metodológicamente heterogénea. La mayoría de los estudios se han centrado en matrices frutales comerciales o en la extracción de compuestos a partir de la fruta fresca, y existe una carencia de síntesis sistemática que integre, de manera comprehensiva, los hallazgos sobre compuestos bioactivos, beneficios para la salud y procesamiento tecnológico aplicados a bebidas funcionales elaboradas a partir de frutas nativas (González-Pérez et al., 2025). Esta laguna de conocimiento justifica la realización de una revisión exhaustiva que organice y evalúe críticamente la evidencia disponible, proporcionando una base sólida para futuras investigaciones y desarrollos industriales.

La presente revisión sistemática tiene como objetivo general analizar y sintetizar la evidencia científica disponible sobre las bebidas funcionales elaboradas a partir de frutas nativas, en relación con sus compuestos bioactivos, los beneficios para la salud asociados y las tecnologías de procesamiento aplicadas. Para ello, se plantean los siguientes objetivos específicos: (1) caracterizar el perfil de compuestos bioactivos (polifenoles, antocianinas, flavonoides, carotenoides y vitamina C) presentes en bebidas funcionales derivadas de frutas nativas; (2) identificar y describir los efectos biológicos y beneficios para la salud reportados para dichas bebidas; y (3) evaluar y comparar el impacto de diferentes tecnologías de procesamiento, térmicas convencionales y emergentes, sobre la retención de compuestos bioactivos y la funcionalidad de las bebidas.

METODOLOGÍA

La presente revisión sistemática se diseñó y ejecutó conforme a los lineamientos establecidos en la declaración PRISMA 2020 (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) (Page et al., 2021), con el fin de garantizar la transparencia, reproducibilidad y rigor metodológico en todas las etapas del proceso.

Tabla 1
Pregunta PICO

Elementos	Aplicación concisa
P (Población)	Frutas nativas (pulpa/jugo) con potencial funcional.
I (Intervención)	Tecnologías de procesamiento emergentes o avanzadas.
C (Comparación)	Procesamiento térmico convencional o fruta sin procesar.
O (Resultados)	Retención de compuestos bioactivos y actividad biológica (capacidad antioxidante, inhibición enzimática).

Estrategia de búsqueda

La estrategia de búsqueda bibliográfica se desarrolló siguiendo el marco PICO previamente definido: población (frutas nativas), intervención (tecnologías de procesamiento), comparación (métodos convencionales) y resultados (compuestos bioactivos y beneficios para la salud). Se realizaron búsquedas sistemáticas en tres bases de datos electrónicas de amplia cobertura en ciencias de la alimentación y biomedicina: PubMed (National Library of Medicine), Scopus (Elsevier) y ScienceDirect (Elsevier). La selección de estas tres bases de datos responde a su reconocida calidad, su cobertura multidisciplinaria y su amplio uso en revisiones sistemáticas del área de alimentos y nutrición (González-Pérez et al., 2025; Oliveira et al., 2026).

La búsqueda se llevó a cabo entre enero del 2016 y junio del 2026. Se aplicaron filtros para incluir únicamente artículos publicados en inglés, español y portugués, considerando que las frutas nativas de interés se distribuyen predominantemente en regiones de América Latina. Se excluyeron, asimismo, los artículos de conferencias, cartas al editor, opiniones de expertos y resúmenes sin texto completo disponible.

La estrategia de búsqueda se construyó combinando términos controlados (MeSH en PubMed y tesauros equivalentes en Scopus y ScienceDirect) y términos libres en el título, resumen y palabras clave. Se utilizaron operadores booleanos (AND, OR) para combinar los conceptos. La Tabla 2 presenta la estrategia base adaptada para cada base de datos.

Tabla 2
Estrategias de búsqueda en bases de datos

Base de datos	Estrategia de búsqueda (descriptores y operadores booleanos)
PubMed	(("functional beverages" OR "functional drink" OR "fruit beverage" OR "fruit juice" OR "fermented beverage") AND ("native fruit" OR "native berry" OR "Amazonian fruit" OR "Andean fruit" OR "tropical fruit") AND ("bioactive compounds" OR "polyphenols" OR "anthocyanins" OR "flavonoids" OR "carotenoids" OR "vitamin C" OR "antioxidant activity") AND ("health benefits" OR "biological effects" OR "antioxidant" OR "anti-inflammatory" OR "antidiabetic" OR "cardioprotective") AND ("processing" OR "technology" OR "thermal treatment" OR "non-thermal" OR "high pressure" OR "ultrasound" OR "pasteurization" OR "fermentation"))
Scopus	TITLE-ABS-KEY("functional beverage" OR "functional drink" OR "fruit beverage" OR "fruit juice") AND TITLE-ABS-KEY("native fruit" OR "native berry" OR "Amazonian fruit" OR "Andean fruit" OR "tropical fruit") AND TITLE-ABS-KEY("bioactive compound" OR "polyphenol" OR "anthocyanin" OR "flavonoid" OR "carotenoid" OR "vitamin C" OR "antioxidant") AND TITLE-ABS-KEY("health benefit" OR "biological effect" OR "antioxidant" OR "anti-inflammatory" OR "antidiabetic") AND TITLE-ABS-KEY("processing" OR "technology" OR "thermal" OR "non-thermal" OR "high pressure" OR "ultrasound" OR "pasteurization" OR "fermentation")
ScienceDirect	("functional beverages" OR "functional drink") AND ("native fruit" OR "Andean fruit") AND ("bioactive compounds" OR "polyphenols" OR "flavonoids") AND ("antioxidant")

Adicionalmente, se realizó una búsqueda manual en las listas de referencias de los artículos incluidos y de revisiones previas relevantes para identificar estudios potencialmente elegibles no recuperados en la búsqueda electrónica. Esta estrategia complementaria permite minimizar el sesgo de publicación y recuperar literatura gris de relevancia (Oliveira et al., 2026).

Criterios de inclusión y exclusión

Los criterios de elegibilidad se definieron a priori con base en el objetivo de la revisión y el marco PICO, y se aplicaron de manera independiente.

Tabla 3
Criterios de inclusión de la búsqueda bibliográfica

Criterio de inclusión	Descripción
Criterio 1	Publicaciones entre el 2016 y el 2026.
Criterio 2	Estudios primarios originales.
Criterio 3	Estudios que utilizaron como materia prima frutas nativas de regiones megadiversas.
Criterio 4	Estudios que evaluaron el efecto de al menos una tecnología de procesamiento térmica (pasteurización, esterilización, escaldado) o no térmica (alta presión hidrostática, ultrasonidos, pulsos eléctricos, fermentación controlada).
Criterio 5	Artículos publicados en inglés, español o portugués, con texto completo disponible.

Tabla 4
Criterios de exclusión de la búsqueda bibliográfica

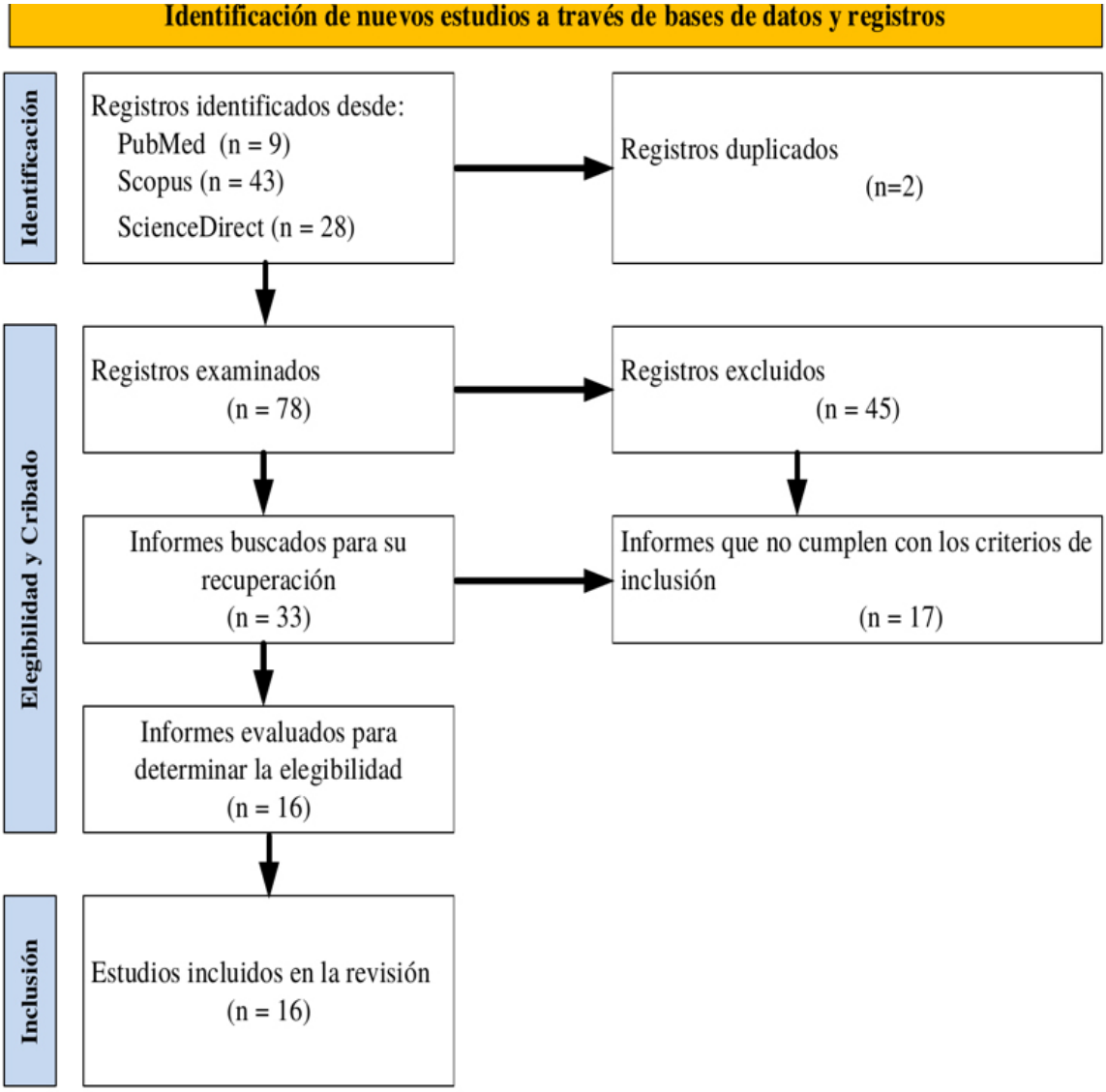
Criterio de exclusión	Descripción
Criterio 1	Estudios que no presentaron datos originales (editoriales, cartas, opiniones, resúmenes de congresos).
Criterio 2	Estudios centrados exclusivamente en la caracterización fitoquímica de la fruta fresca sin procesamiento como bebida.
Criterio 3	Estudios que evaluaron bebidas funcionales a partir de frutas nativas, pero sin cuantificar compuestos bioactivos o actividad biológica.

Proceso de selección y diagrama PRISMA

El proceso de selección de estudios se realizó en cuatro fases, siguiendo el flujo recomendado por la declaración PRISMA 2020 (Page et al., 2021), y se documentó mediante un diagrama de flujo (Figura 1).

Figura 1

Diagrama de flujo PRISMA para la selección de estudio



RESULTADOS

Alimentos funcionales

El concepto de alimentos funcionales ha trascendido la mera nutrición para posicionarse como un pilar en la estrategia de prevención de enfermedades crónicas y promoción de la salud. Definidos como aquellos que, además de cumplir una función nutritiva básica, contienen componentes biológicamente activos capaces de conferir beneficios específicos para la salud o reducir el riesgo de padecer ciertas enfermedades, estos alimentos han cobrado una relevancia sin precedentes en la ciencia y la industria alimentaria (Contreras-Pacheco et al., 2025; Marcìa-Fuentes et al., 2025). Esta actividad se atribuye fundamentalmente a la presencia de compuestos bioactivos (como polifenoles, carotenoides, ácidos grasos omega-3, probióticos y péptidos bioactivos) que ejercen sus efectos a través de mecanismos como la modulación del estrés oxidativo, la regulación de la respuesta inflamatoria y la interacción con la microbiota intestinal (Arshad et al., 2025; Marcìa-Fuentes et al., 2025). La evidencia científica

actual, proveniente de estudios preclínicos y clínicos, respalda el papel de estos compuestos en la prevención y el manejo de trastornos metabólicos, cardiovasculares e inmunológicos, consolidando a los alimentos funcionales como una herramienta clave en la nutrición personalizada y la salud pública (Marcìa-Fuentes et al., 2025).

Bebidas funcionales

Las bebidas funcionales se definen como matrices líquidas no alcohólicas diseñadas para vehiculizar compuestos bioactivos (polifenoles, probióticos y vitaminas) que confieren beneficios específicos para la salud más allá de la hidratación básica (Kaur & Kumar, 2023). Su ingesta se ha asociado con la mejora de la función inmunológica y digestiva, así como con la reducción del riesgo cardiovascular; no obstante, persisten desafíos críticos como la baja viabilidad de los microorganismos probióticos durante el almacenamiento y la escasa biodisponibilidad de ciertos fitoquímicos (Betoret et al., 2020; Özcan & Akpinar-Bayizit, 2023). A ello se suma la preocupación por el elevado contenido de azúcares añadidos en muchas formulaciones, lo que puede neutralizar sus efectos saludables y generar controversias nutricionales (Chaves & Ores, 2024). En respuesta, la encapsulación y el desarrollo de matrices alternativas no lácteas están marcando la pauta tecnológica actual, mejorando la estabilidad y la liberación controlada de los principios activos, y consolidando así un sector en constante evolución. La Tabla 5 resume los estudios seleccionados.

Tabla 5

Descripción de los estudios seleccionados

Autor	Fruta	Propiedades benéficas del jugo	Beneficios para la salud humana	Tecnología de procesamiento
A'yuni & Pirak (2024)	Cantalupo, mango Mahachanok y mandarina	Bacterias ácido lácticas (BAL), polifenoles y antioxidantes	Efectos antimicrobianos, antioxidantes y antiinflamatorios	Fermentación e infusión de pulpas tratadas con ultrasonido
Berilli et al. (2025)	Araçaúna, cereja-do-Rio-Grande y grumixama	Antocianinas (cianidina-3-glucósido) y compuestos fenólicos	Potencial antioxidante y antiinflamatorio; actividad antitumoral en semillas	Extracciones acuosas: infusión en caliente (90 °C) e infusión en frío
Pham et al. (2026)	Pitahaya roja y pseudofruto de cajú	Capacidad antioxidante y taninos	Antioxidante potente; inhibición de bacterias patógenas	Hidrólisis enzimática con pectinasa y fermentación con *S. cerevisiae*
Veer et al. (2026)	Pitahaya roja (*Hylocereus polyrhizus*)	Fenoles totales, betacianinas y actividad antioxidante	Propiedades antidiabéticas, cardioprotectoras, anticancerígenas y prebióticas	Extracción asistida por pectinasa y pasteurización
Cordeiro et al. (2026)	Mango, piña y acerola	Vitamina C y carotenoides; rico en selenio natural	Defensa antioxidante, modulación del sistema inmune e hidratación para disfagia	Procesamiento por ultrasonido comparado con pasteurización y esterilización
Van Nieuwenhove et al. (2026)	Chirimoya (*Annona cherimola*)	Perfil rico en lignanos, flavanoles e inhibición de enzimas digestivas	Actividad antibacteriana, antidiabética, anticancerígena y neuroprotectora	Fermentación láctica con cepas de *L. plantarum* y *L. rhamnosus*
Suhre et al. (2025)	Araçá rojo, butiá-da-serra y jabuticaba	Ácidos orgánicos y alto contenido fenólico	Neutralización de radicales libres y reducción del riesgo de enfermedades degenerativas	Fermentación de pulpas utilizando inóculo de kombucha (SCOBY)
Bezerra et al. (2024)	Cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*)	Flavonoides, ácidos orgánicos y fibra dietética	Propiedades antioxidantes, antiglicémicas, antiinflamatorias y salud cardiovascular	Pulpa pasteurizada, bebidas fermentadas probióticas y secado por atomización

Crespo-López et al. (2019)	Açaí (*Euterpe oleracea*)	Antocianinas y flavonoides	Neuroprotección potente contra toxicidad por mercurio y efecto antienvejecimiento	Proceso de clarificación: microfiltración y centrifugación continua
Macalia et al. (2026)	Abricó, cubiu y mari-mari	Carotenoides y fenólicos	Beneficios antiinflamatorios, fotoprotectores y salud visual por β-caroteno	Extracción asistida por ultrasonido (UAE) con optimización de niveles de potencia
Aguilar et al. (2026)	Mango indio	Proteínas y biomasa micelial rica	Actividad antidiabética, neuroprotectora, antioxidante y antiinflamatoria	Fermentación sumergida de micelio de *Lentinus tigrinus* usando puré de mango
Dala-Paula et al. (2019)	Acerola (*Malpighia glabra*)	Vitamina C y flavonoides	Prevención de enfermedades crónicas y optimización de la respuesta inmune	Licuado y almacenamiento refrigerado por 72 h
Zhang et al. (2025)	Rambután	Compuestos fenólicos, flavonoides y compuestos volátiles	Mejora del perfil metabólico (ácido láctico y aminoácidos esenciales)	Fermentación con *L. plantarum* y *L. fermentum* (individual y mixta)
Fessard et al. (2017)	Piña y papaya	Radicales libres y polifenoles	Protección contra el daño oxidativo sistémico y antioxidante natural	Fermentación láctica con cepas de *Weissella* y *Leuconostoc*
Wurlitzer et al. (2019)	Mezcla: acerola, açaí, cajú, cajá, camu-camu y piña	Vitamina C, carotenoides y polifenoles totales	Potente capacidad antioxidante para defensa celular	Pasteurización (85 °C/30 s) y llenado en caliente
Cunha et al. (2026)	Bocaiuva (*Acrocomia aculeata*)	Compuestos fenólicos	Aporte de antioxidantes naturales y mejora de la estabilidad oxidativa	Integración de pulpa en la fermentación y maduración

La biodiversidad de matrices frutales tropicales analizada en esta revisión actúa como un reservorio complejo de metabolitos secundarios con una densidad nutricional excepcional. Frutas como el açaí (Euterpe oleracea), la acerola (Malpighia glabra), el cupuaçu (Theobroma grandiflorum) y la pitahaya roja (Hylocereus polyrhizus) destacan por su elevada concentración de antocianinas, betacianinas y compuestos fenólicos, los cuales son fundamentales para neutralizar radicales libres (A'yuni & Pirak, 2024). Investigaciones en frutos amazónicos como el abricó, cubiu y mari-mari, así como en bayas brasileñas (araçaúna y grumixama), demuestran perfiles ricos en carotenoides, flavonoides y vitaminas A y C, cuya liberación y estabilidad dependen de la integridad de la matriz celular y las condiciones de infusión (A'yuni & Pirak, 2024). Asimismo, el estudio de especies como el rambután y la chirimoya revela una variabilidad fitoquímica que incluye lignanos y ácidos hidroxicinámicos, consolidando a estos jugos como sistemas bioquímicos dinámicos (Anuyahong et al., 2020). Finalmente, la integración de pulpas como la de bocaiuva en bebidas fermentadas resalta la capacidad de estas matrices para aportar lípidos y fenoles que mejoran la estabilidad oxidativa del producto final (Anuyahong et al., 2020).

Desde una perspectiva fisiológica, los beneficios para la salud reportados trascienden la nutrición básica, orientándose hacia la terapéutica preventiva y la modulación metabólica. La evidencia preclínica indica que el consumo de açaí ofrece una neuroprotección robusta al preservar la expresión de la enzima TERT, contrarrestando efectos de neurotoxicidad por metales pesados y envejecimiento prematuro. Por su parte, el jugo de chirimoya y la biomasa de Lentinus tigrinus cultivada en sustrato de mango han demostrado una capacidad significativa para inhibir enzimas digestivas de carbohidratos (α-amilasa y α-glucosidasa), sugiriendo un potencial antidiabético clínico (A'yuni & Pirak, 2024). Además, la actividad antimicrobiana se ve potenciada en matrices como la mezcla de pitahaya y cajú, capaces de inhibir patógenos como

S. aureus gracias a la sinergia entre el ácido ascórbico y los taninos (Alaiya & Odeniyi, 2023). Finalmente, el enriquecimiento de estos jugos o su transformación mediante bacterias ácido lácticas (BAL) genera vehículos probióticos que optimizan la respuesta inmune y combaten el estrés oxidativo sistémico (Silva et al., 2021).

La innovación en las tecnologías de procesamiento es el factor determinante para maximizar la bioaccesibilidad y estabilidad de estos compuestos. Se observa una clara transición hacia el uso de tecnologías no térmicas, como el ultrasonido de alta intensidad, que utiliza la cavitación acústica para romper paredes celulares y liberar pigmentos sin inducir la degradación térmica típica de la pasteurización (Silva et al., 2021). Complementariamente, la biotecnología asistida por enzimas (pectinasas) ha demostrado optimizar el rendimiento del jugo y la retención de betacianinas al reducir la viscosidad de matrices ricas en mucílago (Alaiya & Odeniyi, 2023). Los procesos de fermentación, ya sea mediante inóculos de kombucha o cepas específicas de lactobacilos en frutas como el rambután, la piña y la papaya, no solo mejoran el perfil de metabolitos volátiles y aminoácidos esenciales, sino que incrementan la vida útil y la aceptación sensorial. Estas estrategias aseguran que, tras el procesamiento y almacenamiento prolongado, se mantenga una alta capacidad antioxidante y una calidad microbiológica segura para el consumidor (Anantachoke et al., 2023).

Discusión

La biodiversidad de las matrices frutales tropicales analizadas, que incluyen especies amazónicas como el cupuaçu (Theobroma grandiflorum) y el açaí (Euterpe oleracea), constituye un reservorio crítico de metabolitos secundarios con alta capacidad antioxidante (Silva et al., 2021). Matrices como la acerola (Malpighia glabra) y la pitahaya roja (Hylocereus polyrhizus) destacan por su excepcional densidad de ácido ascórbico y betacianinas, respectivamente, los cuales actúan como agentes neutralizadores de radicales libres (Veer et al., 2026; Alaiya & Odeniyi, 2023). Investigaciones recientes en frutos menos explorados como el abricó (Mammea americana) y el cubiu (Solanum sessiliflorum) confirman perfiles ricos en carotenoides y compuestos fenólicos, cuya liberación eficiente depende de la integridad de la matriz celular y de la aplicación de métodos de extracción que no degraden su bioactividad (Macalia et al., 2026).

Desde una perspectiva fisiológica, los beneficios para la salud reportados trascienden la nutrición básica para posicionarse como herramientas de terapéutica preventiva. El consumo de jugo de açaí ha demostrado una robusta neuroprotección frente a la toxicidad por metilmercurio, preservando la expresión de la enzima TERT y evitando el envejecimiento prematuro del sistema nervioso central (Crespo-López et al., 2019). En el ámbito metabólico, la fermentación de la chirimoya (Annona cherimola) y el enriquecimiento de jugos con biomasa de Lentinus tigrinus inhiben eficazmente enzimas digestivas de carbohidratos, sugiriendo un potencial clínico en el manejo de la diabetes (Van Nieuwenhove et al., 2026). Asimismo, la sinergia bioquímica en mezclas de pitahaya y cajú otorga propiedades antimicrobianas frente a patógenos como S. aureus, mientras que bebidas formuladas con acerola y mango optimizan la bioaccesibilidad de nutrientes esenciales en poblaciones con necesidades especiales (Mandha et al., 2022).

La optimización de las tecnologías de procesamiento surge como el factor determinante para maximizar la bioaccesibilidad de estos compuestos. El uso de hidrólisis enzimática asistida por pectinasa ha demostrado optimizar el rendimiento y la claridad del jugo de pitahaya al reducir la viscosidad de matrices ricas en mucílago (Veer et al., 2026). Paralelamente, la extracción asistida por ultrasonido (UAE) emerge como una alternativa no térmica superior, utilizando la cavitación acústica para romper paredes celulares y liberar pigmentos sin inducir la

degradación térmica típica de la pasteurización convencional (Macalia et al., 2026). Por otro lado, la aplicación de procesos biotecnológicos como la fermentación láctica y la fermentación de kombucha no solo mejora el perfil de metabolitos volátiles y aminoácidos, sino que incrementa la viabilidad de bacterias probióticas y la aceptación sensorial de las bebidas (Anuyahong et al., 2020).

Finalmente, la estabilidad durante el almacenamiento y la diversificación de productos definen la viabilidad comercial de estos jugos funcionales. Aunque la pasteurización convencional puede inducir pérdidas moderadas de vitamina C, el almacenamiento refrigerado prolongado logra preservar la capacidad antioxidante total en mezclas complejas de frutas tropicales (Anantachoke et al., 2023; De Freitas et al., 2006). No obstante, compuestos sensibles como las antocianinas en infusiones de bayas brasileñas muestran una degradación significativa tras periodos cortos, lo que subraya la necesidad de protocolos de conservación rigurosos (Berilli et al., 2025). La innovación mediante la integración de pulpas regionales, como la de bocaiuva (Acrocomia aculeata) en bebidas fermentadas, representa una estrategia exitosa para mejorar la estabilidad oxidativa y aportar valor agregado a la biodiversidad local (Cunha et al., 2026). Estos avances consolidan un modelo de bioeconomía sostenible que potencia el valor nutricional y terapéutico de las frutas tropicales (Suhre et al., 2025).

CONCLUSIONES

La evidencia sintetizada confirma que las frutas nativas de regiones megadiversas (camu-camu, mortiño, açaí, acerola, jabuticaba, entre otras) poseen perfiles fitoquímicos excepcionales, con concentraciones de polifenoles, antocianinas y vitamina C que superan en varios órdenes de magnitud a las frutas de cultivo convencional. Sus efectos biológicos (antioxidantes, antiinflamatorios, neuroprotectores, antidiabéticos y antimicrobianos) están sólidamente respaldados por estudios in vitro y preclínicos. Sin embargo, la evidencia traslacional a ensayos clínicos en humanos es escasa y metodológicamente heterogénea, constituyendo la principal limitación para establecer relaciones causales robustas entre el consumo de estas bebidas y la prevención de enfermedades crónicas. Esta brecha debe ser abordada prioritariamente mediante ensayos controlados aleatorizados que evalúen dosis, biodisponibilidad y efectos a largo plazo, considerando la variabilidad fitoquímica intraespecífica y las interacciones sinérgicas entre compuestos.

El procesamiento tecnológico emerge como el factor determinante para la viabilidad comercial y funcional de estas bebidas. Las tecnologías no térmicas (ultrasonido de alta intensidad, fermentación láctica y con kombucha, hidrólisis enzimática y extracción asistida por fluidos presurizados) han demostrado ser superiores a los tratamientos térmicos convencionales en la retención de compuestos termolábiles y la preservación de la capacidad antioxidante. La integración de estas tecnologías con estrategias de conservación (liofilización, encapsulación, almacenamiento refrigerado) y la valorización de subproductos (cáscaras, semillas) representa una oportunidad estratégica para consolidar un modelo de bioeconomía circular que impulse el desarrollo local, reduzca el impacto ambiental y posicione a las frutas nativas como ingredientes funcionales de alto valor agregado en el mercado global. No obstante, la escalabilidad industrial y la estandarización de estos procesos requieren aún investigación aplicada y colaboración multidisciplinaria entre el sector académico, el industrial y las comunidades locales que custodian esta biodiversidad.

REFERENCIAS

Aguilar, J. S., Antonino, J. P., Dulay, R. M. R., Leon, A. M. D., Kalaw, S. P., & Reyes, R. G. (2026). Submerged fermentation and characterization of Lentinus tigrinus mycelial biomass for functional juice development. International Journal of Agriculture & Biology, 35, 350507. https://doi.org/10.17957/IJAB/15.2477

Alaiya, M. A., & Odeniyi, M. A. (2023). Utilisation of Mangifera indica plant extracts and parts in antimicrobial formulations and as a pharmaceutical excipient: A review. Future Journal of Pharmaceutical Sciences, 9(1), 29. https://doi.org/10.1186/s43094-023-00479-z

Amaya, A. M., Otálora, M. C., & Osorio, C. (2025). Microencapsulated powders of agraz (Vaccinium meridionale Swartz) fruit as a carrier for metabolites with in vitro antihypertensive activity. Química Nova. https://doi.org/10.21577/0100-4042.20250175

Anantachoke, N., Duangrat, R., Sutthiphatkul, T., Ochaikul, D., & Mangmool, S. (2023). Kombucha beverages produced from fruits, vegetables, and plants: A review on their pharmacological activities and health benefits. Foods, 12(9), 1818. https://doi.org/10.3390/foods12091818

Anuyahong, T., Chusak, C., & Adisakwattana, S. (2020). Incorporation of anthocyanin-rich riceberry rice in yogurts: Effect on physicochemical properties, antioxidant activity and in vitro gastrointestinal digestion. LWT, 129, 109571. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109571

Arellano-Acuña, E., Rojas-Zavaleta, I., & Paucar-Menacho, L. (2016). Camu-camu (Myrciaria dubia): Tropical fruit of excellent functional properties that help to improve the quality of life. Scientia Agropecuaria, 7, 433–443. https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2016.04.08

Arshad, Z., Shahid, S., Hasnain, A., Yaseen, E., & Rahimi, M. (2025). Functional foods enriched with bioactive compounds: Therapeutic potential and technological innovations. Food Science & Nutrition, 13(10), e71024. https://doi.org/10.1002/fsn3.71024

A'yuni, Q., & Pirak, T. (2024). Effect of tropical fruit pulp infusion during second fermentation of cannabis leaf-based kombucha on quality characteristics and its storage changes. Agriculture and Natural Resources, 58(6), 775–784. https://doi.org/10.34044/j.anres.2024.58.6.11

Berilli, P., Graziani, G. L., Medina, N., Monroy, Y. M., Rodrigues, M. V. N., & Marostica Junior, M. R. (2025). Hot and cold infusions of Brazilian berries: Bioactive potential and storage stability. Natural Product Research. Publicación anticipada en línea. https://doi.org/10.1080/14786419.2025.2481469

Betoret, E., Betoret, N., & Fito, P. (2020). Functional beverages: A review of formulation and health benefits. Current Opinion in Food Science, 33, 136–142. https://doi.org/10.1016/j.cofs.2020.03.006

Bezerra, J. A., Corrêa, R. F., Sanches, E. A., Lamarão, C. V., Stringheta, P. C., Martins, E., & Campelo, P. H. (2024). "Cupuaçu" (Theobroma grandiflorum): A brief review on chemical and technological potential of this Amazonian fruit. Food Chemistry Advances, 5, 100747. https://doi.org/10.1016/j.focha.2024.100747

Chaves, M. A., & Ores, J. C. (2024). Functional beverages with probiotics: A review. Food Research International, 175, 113789. https://doi.org/10.1016/j.foodres.2023.113789

Contreras-Pacheco, Y. V., Gerardo, V., Alberto, S. J., Ghotekar, S., Fellah, M., & Larios, A. P. (2025). Natural sources of bioactive compounds: Recent advances in isolation, functionalization, and health benefits. Food Research International, 223(Pt 2), 117853. https://doi.org/10.1016/j.foodres.2025.117853

Cordeiro, R. S. L., Corrêa-Filho, L. C., Gomes, F. S., Sá, D. D. G. C. F., Tonon, R. V., Matta, V. M., & Cabral, L. M. C. (2026). Effect of thermal and non-thermal treatments on the bioaccessibility of vitamin C and carotenoids in a mixed tropical fruit beverage. Beverages, 12(1), 19. https://doi.org/10.3390/beverages12010019

Crespo-López, M. E., Soares, E. S., Macchi, B. M., Santos-Sacramento, L., Takeda, P. Y., Lopes-Araújo, A., Paraense, R. S. O., Souza-Monteiro, J. R., Augusto-Oliveira, M., Luz, D. A., Maia, C. S. F., Rogez, H., Lima, M. O., Pereira, J. P., Oliveira, D. C., Burbano, R. R., Lima, R. R., Nascimento, J. L. M., & Arrifano, G. P. (2019). Towards therapeutic alternatives for mercury neurotoxicity in the Amazon: Unraveling the pre-clinical effects of the superfruit açaí (Euterpe oleracea, Mart.) as juice for human consumption. Nutrients, 11(11), 2585. https://doi.org/10.3390/nu11112585

Cunha, A. C., Vicente, J., Santos, B. A., Barcia, M. T., Sautter, C. K., & Ballus, C. A. (2026). Biodiversity-driven brewing innovation: Functional, technological, and sensory enhancement of American Blonde Ale with bocaiuva (Acrocomia aculeata) pulp. International Journal of Gastronomy and Food Science, 44, 101492. https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2026.101492

Dala-Paula, B. M., Santos, T. P., Araújo, L. S., Bastos, R. R. A., Moraes, J. O., & Carbonera, N. (2019). Domestic processing and storage on the physical-chemical characteristics of acerola juice (Malpighia glabra L.). Ciência e Agrotecnologia, 43, e021519. https://doi.org/10.1590/1413-7054201943021519

De Freitas, C. A. S., Maia, G. A., Da Costa, J. M. C., De Figueiredo, R. W., De Sousa, P. H. M., & Fernandes, A. G. (2006). Estabilidade dos carotenoides, antocianinas e vitamina C presentes no suco tropical de acerola (Malpighia emarginata DC.) adoçado envasado pelos processos Hot-Fill e asséptico. Ciência e Agrotecnologia, 30(5), 942–949. https://doi.org/10.1590/s1413-70542006000500018

Enriquez-Valencia, S. A., Salazar-López, N. J., Robles-Sánchez, M., González-Aguilar, G. A., Ayala-Zavala, J. F., & Lopez-Martinez, L. X. (2020). Propiedades bioactivas de frutas tropicales exóticas y sus beneficios a la salud. Archivos Latinoamericanos de Nutrición, 70(3), 220–235. https://doi.org/10.37527/2020.70.3.006

Fessard, A., Kapoor, A., Patche, J., Assemat, S., Hoarau, M., Bourdon, E., Bahorun, T., & Remize, F. (2017). Lactic fermentation as an efficient tool to enhance the antioxidant activity of tropical fruit juices and teas. Microorganisms, 5(2), 23. https://doi.org/10.3390/microorganisms5020023

Friedrichsen, J. S. A., De Campos, T. A. F., Da Silva, N. M., Da Silva Dos Santos, P. D., De Souza Zangirolami, M., Raspe, D. T., Da Silva, C., & Santos, O. O. (2025). Valorization of jabuticaba (Plinia peruviana) peel: A comparative approach to extractions of bioactive compounds using sustainable techniques and solvents. Food Chemistry, 494, 146152. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2025.146152

García-Chacón, J. M., et al. (2023). Camu camu (Myrciaria dubia (Kunth) McVaugh): An Amazonian superfruit with high bioactive and antioxidant compounds. PMC–NIH. https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9933082/

González-Pérez, G. S., Pérez-Flores, J. G., García-Curiel, L., Pérez-Escalante, E., Jaimez-Ordaz, J., & Contreras-López, E. (2025). Revisión narrativa sobre bebidas antioxidantes naturales: Compuestos bioactivos, mecanismos funcionales y aceptación en población universitaria. Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos, 10(1). https://doi.org/10.24215/30089336e008

Kaur, S., & Kumar, M. (2023). Functional beverages: A comprehensive review of recent trends and health benefits. Food Chemistry Advances, 2, 100258. https://doi.org/10.1016/j.focha.2023.100258

Macalia, C. M. A., Mar, J. M., Carolino, A. S., Nunes, R. Z. A., Silva, K. A., Ruzo, C. M., Bezerra, J. A., Silva, S. O., Lima, A. R., & Sanches, E. A. (2026). Ultrasound-assisted enhancement of bioactive compounds in Amazonian fruit juices (Mammea americana, Solanum sessiliflorum, and Cassia leiandra). ACS Omega, 11(7), 11360–11374. https://doi.org/10.1021/acsomega.5c08708

Mandha, J., Shumoy, H., Matemu, A. O., & Raes, K. (2022). Characterization of fruit juices and effect of pasteurization and storage conditions on their microbial, physicochemical, and nutritional quality. Food Bioscience, 51, 102335. https://doi.org/10.1016/j.fbio.2022.102335

Marcìa-Fuentes, J. A., Aleman, R. S., Areche, F. O., Flores, D. C., Roman, A. V., Martín-Vertedor, D., & Montero-Fernández, I. (2025). Functional foods: A review of foods ingredient and their health benefits. Food and Humanity, 6, 100953. https://doi.org/10.1016/j.foohum.2025.100953

Mashhour, Z. M., Barghchi, H., Gheflati, A., Mansouri, A. H., Dehnavi, Z., Khorasnchi, Z., Binabaj, N. B., Sahebanmaleki, M., Moshari, J., & Nattagh-Eshtivani, E. (2025). Effects of Vaccinium meridionale Swartz (agraz) supplementation on inflammatory and oxidative stress markers in patients with metabolic syndrome: A systematic review of randomized controlled clinical trials. Clinical Nutrition Research, 14(3), 230. https://doi.org/10.7762/cnr.2025.14.3.230

Oliveira, L. A., Dias, K. A., Pereira, S. M. S., Abrantes, L. C. S., Da Silva Paes, S., Fialho, T. C., & Della Lucia, C. M. (2026). Effects of jabuticaba, a Brazilian berry, on obesity, metabolic parameters, and gut health in high-fat diet animal models: A systematic review. Food & Function, 17(3), 1145–1168. https://doi.org/10.1039/d5fo03883a

Özcan, T., & Akpinar-Bayizit, A. (2023). Probiotic functional beverages: Current status and future prospects. Trends in Food Science & Technology, 131, 1–12. https://doi.org/10.1016/j.tifs.2022.12.002

Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., … Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. BMJ, 372, n71. https://doi.org/10.1136/bmj.n71

Pham, V. T., Tran, T. T. H., Thom, L. T. B., Danh, N. T., Truong, N. M., Ho, T. N. T., Uyen, L. H., Pham, B. A., & Vu, N. D. (2026). Integrated processing of dragon fruit and cashew apple juice for high-quality fruit wine: A biotechnological approach. Journal of Food Biochemistry, 2026, Article 8658611. https://doi.org/10.1155/jfbc/8658611

Ramos-Polo, A. R., Luzardo-Ocampo, I., Navarro-Gallón, S., Quijano, S. A., & Arango-Varela, S. S. (2025). Polyphenolic compounds from Andean berry (Vaccinium meridionale Swartz) and derived functional benefits: A systematic and updated review. Foods, 14(22), 3861. https://doi.org/10.3390/foods14223861

Silva, K. A., Uekane, T. M., De Miranda, J. F., Ruiz, L. F., Da Motta, J. C. B., Silva, C. B., De Souza Pitangui, N., Gonzalez, A. G. M., Fernandes, F. F., & Lima, A. R. (2021). Kombucha beverage from non-conventional edible plant infusion and green tea: Characterization, toxicity, antioxidant activities and antimicrobial properties. Biocatalysis and Agricultural Biotechnology, 34, 102032. https://doi.org/10.1016/j.bcab.2021.102032

Suhre, T., Fabricio, M. F., Tischer, B., Ayub, M. A. Z., Evans, J. D., Frazzon, J., & Kothe, C. I. (2025). Fermentation of native Brazilian fruits with kombucha: A novel opportunity for producing low-alcohol beverages. Food Bioscience, 65, 106122. https://doi.org/10.1016/j.fbio.2025.106122

Van Nieuwenhove, C., Ramos, S., García-Acosta, N., Van Nieuwenhove, G., Isas, A. S., Mozzi, F., & Mateos, R. (2026). Lactic fermentation enhances in vitro carbohydrate-digesting enzyme inhibition in cherimoya (Annona cherimola) juice with minor phenolic changes and preserved sensory acceptance. Food Bioscience, 80, 108897. https://doi.org/10.1016/j.fbio.2026.108897

Veer, S. J., Pawase, P. A., Khalid, S., Dattatraya, R. H., Bashir, O., & Abdi, G. (2026). Pectinase-assisted extraction of red dragon fruit (Hylocereus polyrhizus) juice: Process optimization and quality assessment. Food Chemistry Advances, 10, 101244. https://doi.org/10.1016/j.focha.2026.101244

Wurlitzer, N. J., Dionísio, A. P., Lima, J. R., Garruti, D. S., Araújo, I. M. S., Rocha, R. F. J., & Maia, J. L. (2019). Tropical fruit juice: Effect of thermal treatment and storage time on sensory and functional properties. Journal of Food Science and Technology, 56(12), 5184–5193. https://doi.org/10.1007/s13197-019-03987-0

Zhang, Q., Gu, C., Chang, H., Zhang, W., Ma, L., Liu, F., & Feng, Z. (2025). Metabolite differences during rambutan juice fermentation by Lactiplantibacillus plantarum and Limosilactobacillus fermentum. Food Chemistry: X, 30, 102904. https://doi.org/10.1016/j.fochx.2025.102904