

Revisión narrativa sobre bebidas antioxidantes naturales: compuestos bioactivos, mecanismos funcionales y aceptación en población universitaria

A narrative review on natural antioxidant beverages: bioactive compounds, functional mechanisms, and acceptance among university students

González-Pérez, G.S.¹, Pérez-Flores, J.G.^{1, 2}, García-Curiel, L.², Pérez-Escalante, E.¹, Jaimez-Ordaz, J.¹, Contreras-López, E.^{1*}

¹ Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería, Mineral de la Reforma, Hidalgo, México

² Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Instituto de Ciencias de la Salud, Mineral de la Reforma, Hidalgo, México

* elizac@uaeh.edu.mx

Resumen

El aumento de enfermedades crónicas no transmisibles en adultos jóvenes se ha relacionado con desequilibrios oxidativos derivados de malos hábitos alimenticios. Este estudio analiza bebidas funcionales con propiedades antioxidantes, sus compuestos bioactivos y sus beneficios asociados a la salud, mediante una revisión narrativa de literatura científica, para entender los factores que influyen en su consumo y aceptación entre estudiantes universitarios. Se revisaron de manera exploratoria y descriptiva artículos publicados entre 2012 y 2024 sobre bebidas elaboradas con extractos de frutas, hierbas y subproductos vegetales, considerando su composición bioactiva y su efecto sobre biomarcadores oxidativos en modelos *in vivo* y estudios clínicos. Se integró y sistematizó evidencia sobre polifenoles, flavonoides y carotenoides, y su impacto en la peroxidación lipídica, la actividad de enzimas antioxidantes y la aceptabilidad sensorial. Los hallazgos indican que estas bebidas pueden reducir especies reactivas de oxígeno, aumentar la actividad de enzimas como superóxido dismutasa y catalasa, y ser bien aceptadas por los jóvenes. También se identificaron factores psicosociales que influyen en su consumo: la percepción de naturalidad, el etiquetado y la accesibilidad económica. Se concluye que estas bebidas son una alternativa viable para prevenir el daño oxidativo, si se formulan con respaldo científico, promoviendo su consumo informado.

Palabras clave: Polifenoles; estrés oxidativo; aceptación; enzimas antioxidantes; bebidas funcionales.

Abstract

The rising prevalence of non-communicable chronic diseases among young adults has been linked to oxidative imbalances resulting from poor dietary habits. This study aimed to analyze functional beverages with antioxidant properties, their bioactive compounds, and their associate health benefits through a narrative review of scientific literature designed to understand the factors influencing their consumption and acceptance among university students. Scientific articles published between 2012 and 2024 were reviewed in an exploratory and descriptive manner, emphasizing beverages made with fruit extracts, herbs, and plant by-products, considering their bioactive composition and effects on oxidative biomarkers in *in vivo* models and clinical studies. Evidence regarding polyphenols, flavonoids, and carotenoids was integrated and synthesized, along with their impact on lipid peroxidation, antioxidant enzyme activity, and sensory acceptance. Findings indicate that these beverages can reduce reactive oxygen species, enhance the activity of enzymes such as superoxide dismutase and catalase, and show good consumer acceptance among young adults. Additionally, psychosocial factors influencing consumption were identified: perceptions of naturalness, labeling, and economic accessibility. It is concluded that these beverages represent a viable strategy to help prevent oxidative damage, provided they are developed based on scientific evidence, and integrated into environments that promote informed and sustained consumption.

Keywords: Polyphenols, oxidative stress, consumer acceptance, antioxidant enzymes, functional beverages.

ISSN: 3008-9336, Universidad Nacional de La Plata, Centro de Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de los Alimentos, Argentina

Recibido: 29/07/2025

Aceptado: 23/10/2025

Publicado: 18/11/2025

DOI: <https://doi.org/10.24215/30089336e008>



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](#)

1. INTRODUCCIÓN

En el marco de la nutrición preventiva y la promoción de estilos de vida saludables, las bebidas funcionales, es decir, aquellas que aportan beneficios adicionales a la salud más allá de su contenido nutritivo, han adquirido relevancia como vehículos accesibles para la incorporación de compuestos bioactivos con potencial efecto fisiológico. Las formulaciones con antioxidantes naturales de origen vegetal han sido estudiadas por su capacidad de modular el estrés oxidativo, implicado en el desarrollo de enfermedades metabólicas, cardiovasculares y neurodegenerativas (Cong *et al.*, 2020; Gupta *et al.*, 2023). El énfasis de instituciones como la OMS (Organización Mundial de la Salud) en los beneficios potenciales de los alimentos y bebidas funcionales ha contribuido a que esta tendencia gane popularidad cada año. Además, los consumidores se muestran cada vez más conscientes de su salud, así como de la composición y perfil nutricional de sus alimentos. En particular, las bebidas funcionales generan interés por su contenido de compuestos como polifenoles, minerales, vitaminas, aminoácidos o microorganismos probióticos (Gupta *et al.*, 2023). Los polifenoles, flavonoides, antocianinas, carotenoides y ciertas vitaminas hidrosolubles han sido los principales compuestos asociados a estas propiedades, actuando mediante la neutralización de especies reactivas de oxígeno, la regulación de enzimas antioxidantes y la modulación de vías inflamatorias (Corbo *et al.*, 2014).

El desarrollo tecnológico ha favorecido la diversificación de estas bebidas, integrando procesos de extracción, estabilización y conservación que permiten mantener la integridad de los compuestos funcionales sin afectar su aceptabilidad sensorial (Li *et al.*, 2018). Esta evolución ha coincidido con una creciente demanda por parte de consumidores, especialmente jóvenes interesados en productos con beneficios específicos para la salud. Sin embargo, esta tendencia convive con un patrón de consumo caracterizado por una alta ingesta de bebidas azucaradas, energéticas y carbonatadas, especialmente entre adolescentes y adultos jóvenes (Dimitrova y Ilieva, 2023; Sugajski *et al.*, 2023). Estas bebidas se asocian con un mayor riesgo de sobrepeso, resistencia a la insulina y alteraciones metabólicas, y su consumo frecuente responde a hábitos culturales, preferencias sensoriales y estrategias de mercadotecnia agresivas (O'Hagan, 2023).

La investigación sobre bebidas funcionales ha sido motivada en parte por los efectos adversos de las bebidas azucaradas. La población universitaria es importante, pues se encuentra en una etapa de transición en la que los hábitos alimentarios se consolidan. Factores como el conocimiento sobre beneficios funcionales, la percepción de riesgo, el precio, la conveniencia y el entorno social influyen en sus decisiones de consumo (Li *et al.*, 2018). Aunque existe una mayor disponibilidad de bebidas naturales o funcionales en el mercado, su aceptación no es generalizada, y persisten barreras relacionadas con la percepción sensorial, la desconfianza frente a etiquetas saludables o el desconocimiento de sus propiedades reales (Cong *et al.*, 2020; Kim *et al.*, 2025).

En este sentido, se han reportado resultados relevantes dentro del entorno universitario. Un estudio realizado en una comunidad universitaria iraní identificó que los estudiantes que consumían bebidas azucaradas tenían mayor probabilidad de sufrir hipertensión, respaldando estudios previos que relacionan su consumo con hipertensión y el índice de masa corporal (Mansouri *et al.*, 2020). Otro estudio, llevado a cabo con estudiantes de la Universidad de Ankara, mostró que el consumo de bebidas azucaradas disminuía conforme aumentaba el grado escolar, mientras que se incrementaba el consumo de bebidas como té herbales o bebidas dietéticas. Estos patrones también se relacionaron con contextos familiares y sociales, indicando que la decisión de consumo no es unidimensional y destacando la necesidad de reforzar la educación sobre el consumo de bebidas saludables (Meric *et al.*, 2021).

El impacto del consumo de bebidas azucaradas en la salud mental también ha cobrado interés. Se ha documentado que una mayor frecuencia en su consumo se asocia con un mayor riesgo de depresión y otros trastornos psicológicos (Wang *et al.*, 2022). Este vínculo podría explicarse, en parte, por el efecto negativo del exceso de azúcar sobre el bienestar emocional y la calidad del sueño, factores clave para el rendimiento académico y la salud mental en esta población (W. Li *et al.*, 2018). Adicionalmente, se ha observado que los estudiantes que consumen regularmente estas bebidas presentan disminución en el rendimiento cognitivo y dificultades en su ajuste social (Zhu *et al.*, 2025).

Dado que el consumo de bebidas azucaradas se ha vinculado con caries dentales, obesidad y diabetes, resulta fundamental educar sobre su consumo y sus alternativas. Estrategias como la restricción de estas bebidas, especialmente en espacios con población joven como las escuelas en Estados Unidos, Canadá, Alemania y Países

Bajos, han sido implementadas con el fin de modificar patrones de consumo y fomentar la ingesta de agua o bebidas consideradas saludables (Patel y Schmidt, 2021). Paralelamente, el aumento en la demanda y popularidad de las bebidas funcionales ha incentivado la expansión de su investigación.

Distintos estudios destacan que las bebidas elaboradas con ingredientes ricos en compuestos bioactivos, como las bayas, pueden ofrecer efectos preventivos relacionados con la regulación metabólica de lípidos, contribuyendo a reducir el riesgo de enfermedades asociadas con complicaciones de la obesidad, gracias a su contenido de polifenoles (Sotelo-González *et al.*, 2023). La integración de ingredientes antioxidantes en estas formulaciones ha favorecido su aceptación, ya que se perciben como positivas por su vínculo con la reducción del estrés oxidativo y padecimientos relacionados (Munialo *et al.*, 2019; Naumovski *et al.*, 2020). Además, los consumidores buscan opciones que puedan incorporar fácilmente en su rutina diaria (Perales-Serna *et al.*, 2024), como las bebidas con base láctea enriquecidas con proteína de suero, las cuales se han asociado con efectos en la recuperación muscular y la mejora del rendimiento deportivo (Orrù *et al.*, 2018). Al mismo tiempo, la tendencia de la industria hacia el uso de ingredientes de origen vegetal ha favorecido el desarrollo de bebidas con compuestos bioactivos derivados de yerba mate o frutas, las cuales ofrecen perfiles funcionales diversos (Frizon *et al.*, 2018).

A pesar de su creciente popularidad, se ha observado que la decisión de consumo de estas bebidas, especialmente entre adultos jóvenes, está influenciada por su percepción de salud y su nivel de conocimiento en temas relacionados. Este grupo poblacional ha demostrado una actitud positiva frente a las bebidas saludables; sin embargo, el conocimiento específico sobre sus beneficios, más allá de la reducción de azúcar, suele ser limitado, en especial en lo que respecta a propiedades antioxidantes (Cheah y Chua, 2023). Asimismo, se ha reportado que los adultos jóvenes no suelen considerar con seriedad los riesgos a la salud asociados con sus elecciones de bebidas (Allman-Farinelli *et al.*, 2016). La educación dirigida a esta población se vuelve, por tanto, un elemento clave para fomentar elecciones más informadas y saludables.

De acuerdo con todo lo anterior, el objetivo de esta contribución fue analizar el concepto de bebidas funcionales con propiedades antioxidantes, sus compuestos bioactivos y sus beneficios para la salud, mediante una revisión de literatura científica y contextual, que permita comprender los factores que influyen en su consumo y aceptación entre jóvenes universitarios, con el fin de aportar un sustento teórico para futuras investigaciones y estrategias de promoción orientadas a esta población.

2. BEBIDAS FUNCIONALES Y ANTIOXIDANTES: CONCEPTOS

2.1. Definición y marco regulatorio

Las bebidas funcionales se refieren a una amplia variedad de productos bebibles como bebidas energéticas o reforzadas, suelen describirse como una fuente buena de nutrientes y/o compuestos beneficiosos a la salud como vitaminas, minerales o polifenoles (Maleš *et al.*, 2022). En el contexto internacional, distintas autoridades han desarrollado criterios técnicos para regular estos productos. Por ejemplo, la EFSA (Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria) evalúa las declaraciones funcionales mediante revisiones sistemáticas de estudios clínicos, datos de biodisponibilidad y caracterización química de los compuestos activos. Solo aquellas bebidas que demuestran, con evidencia reproducible, sus efectos funcionales pueden utilizar declaraciones de salud autorizadas (Bellisai *et al.*, 2023).

De forma similar, en Estados Unidos, la FDA (Food and Drug Administration - Administración de Alimentos y Medicamentos) no aprueba específicamente productos funcionales, pero permite su comercialización bajo ciertas condiciones si los ingredientes están catalogados GRAS (Generally Recognized As Safe - Generalmente reconocido como seguro) y las alegaciones no inducen a error ni hacen referencia a enfermedades (Sahrawat y Chaturvedi, 2022). Por su parte, el Codex Alimentarius, de la FAO/OMS (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación / Organización Mundial de la Salud), establece directrices generales para alimentos funcionales, enfatizando la necesidad de una base científica sólida y la transparencia en el etiquetado. Algunos países han desarrollado normativas propias o adaptado las internacionales, lo que ha llevado a una heterogeneidad en la regulación global que complica el comercio y la estandarización científica de estas bebidas (Tarasov *et al.*, 2020).

Un ejemplo en particular de las bebidas funcionales, son las bebidas antioxidantes las cuales están diseñadas para reducir el estrés oxidativo mediante la neutralización de especies reactivas de oxígeno (ROS) (Sahrawat y Chaturvedi, 2022). Que con el propósito de asegurar que las alegaciones antioxidantes se basen en datos cuantificables y comparables, se han incorporado tecnologías como sensores potenciométricos modificados, que permiten una evaluación precisa de la capacidad antioxidant en matrices líquidas (Tarasov *et al.*, 2020).

2.2. Compuestos bioactivos antioxidantes

Las bebidas antioxidantes son consideradas como beneficiosas a la salud por los efectos o propiedades de sus compuestos, por ejemplo, el efecto antioxidant de los polifenoles o su capacidad de prevención de enfermedades en sistemas separados a su función antioxidant, como la modulación del metabolismo. De manera natural, estas bebidas suelen producirse a partir de frutos como bayas, las cuales son ricas en estos compuestos (Pinto y Vilela, 2021).

Existen varios compuestos antioxidantes, entre estos los compuestos fenólicos, que incluyen un amplio número de sustancias caracterizadas por diferentes estructuras y actividades biológicas. Estos inhiben radicales libres mediante la transferencia de átomos de hidrógeno provenientes de su grupo hidroxilo. Los carotenoides son otro tipo de antioxidantes que poseen un esqueleto tetraterpénico simétrico, aportan colores en un espectro rojizo a amarillo y se caracterizan por una gran capacidad de donación de electrones, lo que los convierte en compuestos antioxidantes efectivos. Por otra parte, compuestos como la vitamina C también se consideran antioxidantes, ya que, dentro de sus grupos análogos, por ejemplo, se encuentra el ascorbato, un agente reductor potente con tendencia a perder electrones. Además, la vitamina C es capaz de reaccionar con radicales libres y actuar como antioxidante hidrosoluble (Santos-Sánchez *et al.*, 2019).

Entre los compuestos fenólicos más estudiados se encuentran los flavonoides, polifenoles con esqueleto C6–C3–C6 formado por dos anillos aromáticos (A y B) y un anillo heterocíclico (C). Se clasifican, según sus sustituciones y el estado del enlace C2–C3, en flavonoles y flavonas (doble enlace C2–C3; los flavonoles poseen OH en C3), flavanonas y flavanonoles (C2–C3 saturado; los segundos con OH en C3), flavanoles o catequinas (flavan-3-oles) y antocianidinas; las isoflavonas constituyen una subclase relacionada. Además de su conocida capacidad antioxidant, diversas evidencias las vinculan con efectos biológicos relevantes, incluyendo actividad antiinflamatoria y antitumoral en matrices vegetales como los cítricos (Shahidi y Ambigaipalan, 2015).

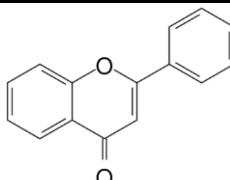
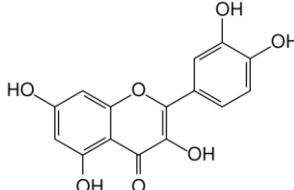
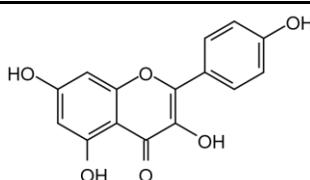
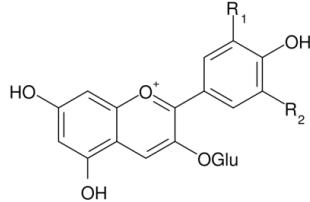
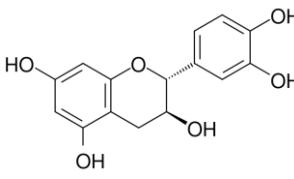
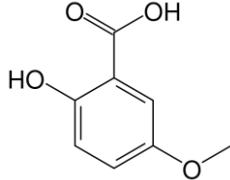
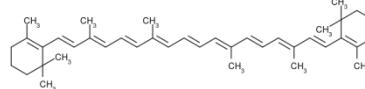
Por otra parte, las antocianinas, otro tipo de compuestos, se caracterizan por sus pigmentos llamativos en frutas y subproductos como jugos o vino, sus propiedades han demostrado ser eficientes para la prevención de enfermedades cardiovasculares, son responsables de la coloración púrpura, azul o roja en frutos y flores, son compuestos altamente solubles en agua y estables en matrices ácidas, lo que las hace especialmente valiosas en bebidas. Su estructura glicosilada favorece la biodisponibilidad, y han sido asociadas con mejoras en la presión arterial, función endotelial y marcadores de estrés oxidativo (Bondonno *et al.*, 2019; Overall *et al.*, 2017). Estos efectos se han estudiado en casos como la paradoja francesa que describe como a pesar de una dieta alta en grasa el alto consumo de vino puede estar beneficiando a los consumidores en algunas regiones francesas (Seeram y Nair, 2002).

Las catequinas, presentes en infusiones como el té verde, han demostrado ser potentes donadores de electrones. La epigalocatequina galato (EGCG), en particular, muestra efectos reguladores sobre vías de señalización relacionadas con la inflamación, apoptosis y metabolismo oxidativo (Ayyadurai y Deonikar, 2021).

Otro grupo importante mencionado anteriormente lo constituyen los ácidos fenólicos, entre ellos los hidrobenzoicos (como el ácido gálico) y los hidrocinnámicos (como el ácido ferúlico y cafeico). Se encuentran en frutas, cereales, café y legumbres, y su eficacia antioxidant depende del número y posición de los grupos hidroxilo en la molécula (Lv y Zhu, 2020; Zamora-Ros *et al.*, 2016). A nivel celular, actúan como captadores de especies reactivas de oxígeno (ROS) y moduladores de enzimas como glutatión peroxidasa y catalasa.

La Tabla 1 resume los principales grupos de compuestos antioxidantes presentes en bebidas funcionales, con detalles sobre su estructura general, fuentes vegetales típicas, y mecanismos bioquímicos predominantes.

Tabla 1. Clasificación de compuestos bioactivos antioxidantes en bebidas funcionales: estructura, fuentes y mecanismos de acción.

Grupo de compuestos	Estructura general	Principales fuentes vegetales en bebidas	Mecanismos antioxidantes predominantes
Flavonoides (flavonoles, flavanonas, flavonas)		Cítricos, té, cebolla, uvas	Captador de ROS, quelación metálica, modulación enzimática
Quercetina		Té (negro/verde), manzana y arándano (jugos/infusiones), berries	Captura de radicales (TEAC/peroxilo/hidroxilo), quelación de Cu/Fe vía catecol/3-OH-4-carbonilo, sinergia con α-tocoferol
Kaempferol		Té negro y otras infusiones; toronja (jugo)	Captura de radicales y quelación metálica (mismos principios estructurales de flavonoles)
Antocianinas		Frutas rojas y moradas: arándano, fresa, hibisco	Inhibición de peroxidación lipídica, modulación de Nrf2
Catequinas (EGCG, EGC, EC)		Té verde, cacao, uvas	Captura de radicales, regulación de apoptosis y enzimas antioxidantes
Ácidos fenólicos (gálico, cafeico, ferúlico)		Café, frutas tropicales, vino, vinagre	Inhibición de ROS, regulación de enzimas antioxidantes, quelación
Carotenoides (β -caroteno, licopeno)		Zanahoria, tomate, mango, guayaba	Captura de oxígeno singlete, inhibición de daño oxidativo lipídico

La quercetina es el flavonol más ubicuo en la dieta y se encuentra en cebolla, té, bayas, manzana, aceite de oliva y arándano rojo, entre otras fuentes presentes en bebidas y extractos vegetales. Su alta actividad antioxidante se

explica por rasgos estructurales que favorecen la estabilización del radical (anillo B con 3',4'-dihidroxilos tipo catecol, grupo 3-OH y el sistema C2=C3 conjugado con 4-oxo), los cuales potencian tanto la captación de radicales como la quelación de metales de transición como Cu y Fe (Gęgotek *et al.*, 2017; Shahidi y Ambigaipalan, 2015; Sunthonkun *et al.*, 2019).

El kaempferol, también flavonol de amplia distribución, se reporta en puerro, brócoli, endibias, toronja y té negro, por lo que puede aportar al potencial antioxidante de infusiones y jugos cítricos. Comparte con los flavonoles la capacidad de neutralizar radicales y formar complejos con metales, aunque su patrón de hidroxilación (4'-OH en el anillo B) confiere, en general, menor potencia que flavonoles con catecol B (como quercetina) (Shahidi y Ambigaipalan, 2015).

2.3. Mecanismos de acción antioxidant

La actividad antioxidante de las bebidas funcionales se atribuye a la presencia de compuestos bioactivos capaces de modular el equilibrio redox celular mediante múltiples mecanismos que actúan de forma sinérgica y dependen de factores como la estructura química del compuesto, su biodisponibilidad y su interacción con otros componentes de la matriz alimentaria.

Uno de los mecanismos directos es la captura de ROS. Moléculas como quercetina, kaempferol o la EGCG donan electrones para neutralizar radicales libres como $O_2^{-\bullet}$, $OH^{-\bullet}$ y $ROO^{-\bullet}$, disminuyendo la peroxidación de lípidos y el daño a macromoléculas celulares (Ayyadurai y Deonikar, 2021; Kumar *et al.*, 2016).

Otro mecanismo relevante es la inducción de enzimas antioxidantes endógenas, como superóxido dismutasa (SOD), catalasa (CAT) y glutatión peroxidasa (GPx). Compuestos como las antocianinas o ciertos ácidos fenólicos estimulan su expresión y actividad, reforzando así las defensas celulares frente al estrés oxidativo (Ayyadurai y Deonikar, 2021; Rebollo-Hernanz *et al.*, 2022).

A nivel de señalización intracelular, diversos polifenoles han demostrado activar rutas redox-dependientes como la vía del factor nuclear eritroide 2 relacionado con el factor 2 (Nrf2). Esta vía regula la expresión de genes antioxidantes y detoxificantes, incluidos hemo oxigenasa-1 (HO-1) y NAD(P)H:quinona oxidoreductasa 1 (NQO1), lo que se traduce en un aumento de la resiliencia celular frente a agentes prooxidantes (Rebollo-Hernanz *et al.*, 2022).

La quelación de iones prooxidantes (Fe y Cu) por polifenoles constituye un mecanismo antioxidante que limita las reacciones tipo Fenton y, con ello, la formación del radical hidroxilo y otras ROS. Flavonoïdes como la rutina y la quercetina captan radicales y complejan metales de transición; esta complejación los vuelve catalíticamente inactivos en el microambiente celular y reduce biomarcadores de estrés oxidativo en modelos experimentales. De manera complementaria, derivados del ácido gálico, por ejemplo, el propilgálate, también quelan hierro y se emplean para inactivar catalizadores metálicos prooxidantes. Esta acción se dirige a la fracción intracelular libre o disponible de los metales (la fracción con actividad catalítica) y no implica, por sí misma, un detrimento del estado nutricional sistémico de hierro (Gęgotek *et al.*, 2017; Sunthonkun *et al.*, 2019).

Finalmente, se ha documentado la reducción de biomarcadores de daño oxidativo tras la ingesta de bebidas funcionales. Estudios en modelos animales y humanos reportan disminuciones en niveles de malondialdehído (MDA), 8-hidroxi-2'-desoxiguanosina (8-OHdG) y otros indicadores de daño lipídico, proteico o genético, lo que sugiere una acción protectora a nivel sistémico (Agarwal *et al.*, 2019; Singh *et al.*, 2022).

En casos prácticos se han observado diversos mecanismos de acción de los antioxidantes, por ejemplo, la acción directa ante ROS, las cuales están involucradas en procesos inflamatorios y desarrollo de enfermedades degenerativas. Al interactuar con polifenoles, por ejemplo, pueden formar radicales de oxígeno fenólico relativamente estables, ya que el electrón π presente en el anillo bencénico de la estructura de los polifenoles ejerce un efecto de conjugación con el electrón no apareado del oxígeno en el grupo hidroxilo fenólico. Este electrón solitario tiende a desplazarse hacia el anillo bencénico, lo que disminuye la reactividad del enlace oxígeno-hidrógeno en dicho grupo. Como resultado, se incrementa la disponibilidad del hidrógeno en el hidroxilo fenólico, facilitando que los radicales libres compitan por ese oxígeno activo y, con ello, se interrumpe la reacción de autooxidación provocada por los radicales libres (Yan *et al.*, 2020).

La Tabla 2 resume los principales mecanismos antioxidantes descritos, los compuestos asociados, los modelos experimentales empleados y sus respectivas evidencias científicas.

Tabla 2. Mecanismos antioxidantes de compuestos bioactivos: modelo experimental y evidencia científica.

Mecanismo de acción	Compuestos involucrados	Modelo experimental	Descripción del efecto observado	Referencia
Captura directa de ROS (escavenging)	Flavonoides (quercetina, kaempferol), catequinas (EGCG)	In vitro / in vivo	Reducción de especies reactivas (O_2^- , OH^\bullet), disminución de peroxidación lipídica	(Ayyadurai y Deonikar, 2021; Kumar et al., 2016)
Activación de enzimas antioxidantes	EGCG, ácidos fenólicos, antocianinas	In vivo / estudios clínicos	Aumento de SOD, CAT y GPx; mejora en biomarcadores antioxidantes	(Ayyadurai y Deonikar, 2021; Rebollo-Hernanz et al., 2022)
Modulación de vías de señalización (Nrf2, HO-1)	Clorogénico, rutina, flavonoides	In vitro / modelos animales	Inducción de genes antioxidantes vía Nrf2, incremento de HO-1 y NQO1	(Ayyadurai y Deonikar, 2021; Rebollo-Hernanz et al., 2022)
Quelación de metales prooxidantes	Ácido gálico, flavonoides (rutin)	In vitro	Inhibición de reacciones tipo Fenton (Fe^{2+} , Cu^{2+}), estabilización redox	(Gęgotek et al., 2017; Sunthonkun et al., 2019)
Reducción de biomarcadores de daño oxidativo	Antocianinas, carotenoides, extractos polifenólicos	In vivo / estudios clínicos	Disminución de MDA, 8-OHdG; mejoras en función cognitiva y vascular	(Agarwal et al., 2019; Singh et al., 2022)

2.4. Fuentes vegetales: uso tradicional y presencia en mercado

En esta investigación, se empleó “uso tradicional” para referir el aprovechamiento histórico o etnobotánico (infusiones, tisanas, preparaciones artesanales) y “presencia en mercado” para la disponibilidad en productos industrializados o listos para beber. Estas categorías no son excluyentes: una misma especie vegetal puede pertenecer a ambas.

Los antioxidantes se encuentran de forma natural en matrices vegetales. Su aprovechamiento en bebidas depende de la biodisponibilidad, la forma de consumo y la co-presencia de compuestos que inhiben o favorecen la absorción. En bebidas comerciales es común usar frutas o partes de plantas que aportan uno o más tipos de antioxidantes (Jideani et al., 2021).

Muchas especies combinan uso tradicional y presencia en mercado: el hibisco (*Hibiscus sabdariffa*), rico en antocianinas, se consume desde hace siglos en África y América Latina y también figura en té listos para beber; los estudios respaldan su potencial para disminuir la presión arterial y atenuar el estrés oxidativo (Purbowati et al., 2020). De forma similar, jengibre (*Zingiber officinale*) y cúrcuma (*Curcuma longa*) muestran actividad captadora de radicales y buena aceptación sensorial en bebidas; el torbangun (*Coleus amboinicus*) ha sido evaluado en formulaciones instantáneas (Anggriani et al., 2023; Rusandi y Sadek, 2024).

En la industria de bebidas, los jugos de frutas tropicales como mango, guayaba, guanábana y jabuticaba se destacan por su elevado contenido en carotenoides, flavonoides y vitamina C. Sin embargo, su capacidad antioxidante puede verse afectada por procesos térmicos o almacenamiento, lo que ha motivado el desarrollo de formulaciones combinadas o enriquecidas (Jaman et al., 2017; Porfirio et al., 2020). Algunas formulaciones,

como las bebidas isotónicas con extracto de uva o jabuticaba, han demostrado una alta actividad antioxidante y propiedades sensoriales atractivas y estabilidad físicoquímica adecuada (Bendaali *et al.*, 2022).

La Tabla 3 compara las principales fuentes vegetales empleadas en bebidas antioxidantes, especificando su ámbito de uso (uso tradicional y/o presencia en mercado), los compuestos predominantes, las aplicaciones en bebidas, las ventajas funcionales y las posibles limitaciones tecnológicas.

Tabla 3. Comparación de fuentes vegetales utilizadas en bebidas antioxidantes: ámbito de uso (etiquetas), compuestos bioactivos y aplicaciones.

Planta / Fruto	Tipo de fuente	Compuestos antioxidantes predominantes	Aplicación en bebidas	Limitaciones / Consideraciones	Referencia
<i>Hibiscus sabdariffa</i>	Tradicional	Antocianinas (delfinidina, cianidina), ácidos orgánicos	Infusión funcional, bebida ácida refrescante	Estabilidad al pH y calor, sabor ácido intenso	(Purbowati <i>et al.</i> , 2020)
<i>Zingiber officinale</i> (jengibre)	Tradicional	Gingeroles, shogaoles, compuestos fenólicos	Bebidas herbales calientes o frías	Sabor picante, baja estabilidad en almacenamiento	(Anggriani <i>et al.</i> , 2023)
<i>Myrciaria jaboticaba</i>	Comercial	Antocianinas, vitamina C	Bebidas isotónicas funcionales	Variabilidad estacional, perecibilidad	(Porfírio <i>et al.</i> , 2020)
<i>Mangifera indica</i> (mango)	Comercial	Carotenoides (β -caroteno), flavonoides, ácido ascórbico	Jugos, mezclas tropicales, néctares	Disminución de antioxidantes por pasteurización	(Jaman <i>et al.</i> , 2017)
<i>Coleus amboinicus</i> (torbangun)	Tradicional	Flavonoides, aceites esenciales	Bebidas instantáneas herbales	Variabilidad por método de extracción	(Rusandi y Sadek, 2024)
<i>Vitis vinifera</i> (uva)	Comercial	Resveratrol, proantocianidinas, catequinas	Jugos, bebidas isotónicas, energéticas	Costo de procesamiento, oxidación rápida	(Bendaali <i>et al.</i> , 2022)

3. IMPORTANCIA DEL CONSUMO DE ANTIOXIDANTES EN LA PREVENCIÓN DE ENFERMEDADES

3.1. Estrés oxidativo y enfermedades crónicas no transmisibles

El término estrés oxidativo se refiere a un desequilibrio entre la producción de compuestos oxidantes y compuestos antioxidantes y provoca daños en sistemas biológicos. El estrés oxidativo conlleva una serie de reacciones químicas que involucran a especie reactivas de oxígeno y nitrógeno (Forman y Zhang, 2021). En órganos como el hígado el desequilibrio redox provoca el estrés oxidativo, interviniendo en la modulación de vías inflamatorias y contribuyendo a diversas enfermedades como lesión hepática aguda, hepatitis viral B o C, la enfermedad del hígado graso alcohólico, la enfermedad del hígado graso no alcohólico (NAFLD) y la esteatohepatitis no alcohólica (NASH). Las especies reactivas pueden reaccionar con proteínas, ácidos nucleicos y lípidos, oxidando los compuestos y afectando su funcionamiento (Allameh *et al.*, 2023).

En el sistema nervioso, la acumulación de ROS se asocia con neuroinflamación, disfunción mitocondrial y apoptosis neuronal. En enfermedades como Alzheimer, se han documentado altos niveles de peroxidación lipídica, oxidación proteica y una reducción en la actividad de enzimas antioxidantes, lo que agrava el deterioro cognitivo (De Carvalho Lavôr *et al.*, 2024; J. Li *et al.*, 2018; Saxena *et al.*, 2015; Trovato Salinaro *et al.*, 2018).

A nivel cardiovascular, el exceso de ROS afecta la biodisponibilidad del óxido nítrico y promueve la disfunción endotelial. Este deterioro acelera procesos ateroscleróticos y se vincula con la aparición de hipertensión y enfermedad coronaria (Liu *et al.*, 2023; Sharifi-Rad *et al.*, 2020).

Adicionalmente, el estrés oxidativo se ha relacionado con padecimientos como el envejecimiento prematuro, obesidad, diabetes tipo 2 y enfermedades neurodegenerativas. En enfermedades metabólicas como la diabetes tipo 2, la hiperglucemia sostenida y la resistencia a la insulina estimulan la producción excesiva de ROS, lo que intensifica la disfunción mitocondrial y favorece la aparición de complicaciones micro y macrovasculares (Cao *et al.*, 2021; Sharifi-Rad *et al.*, 2020).

El impacto del estrés oxidativo en oncogénesis se ha evidenciado a través de la inducción de daños acumulativos en el ADN, que pueden desencadenar mutaciones, inestabilidad genómica y proliferación celular desregulada. En cáncer colorrectal, la presencia de biomarcadores de daño oxidativo se ha correlacionado con la progresión del tumor y el pronóstico clínico (Cao *et al.*, 2021). Dado que el estrés oxidativo promueve disfunción mitocondrial y otros daños celulares, el consumo de antioxidantes se plantea como estrategia para reducir sus efectos. Los flavonoides, compuestos fenólicos entre otros antioxidantes de origen natural se han considerado por su disponibilidad (Guo *et al.*, 2020).

Se ha registrado que pacientes con enfermedades de procesos inflamatorios suelen mostrar niveles bajos de antioxidantes asociados a una dieta deficiente además de la alta demanda de su organismo por los mismos. Diversos estudios han mostrado que antioxidantes exógenos pueden modular respuestas vasodilatadoras dependientes del endotelio, esto es de gran utilidad en enfermedades como aterogénesis donde el estrés oxidativo promueve la inflamación y disruptión endotelial. De igual manera se sugirió con respecto a los resultados que una ingesta baja de antioxidantes resulta en mayores probabilidades de una enfermedad cardiovascular (Mangge *et al.*, 2014).

Procesos como el envejecimiento, acelerado por malas prácticas de salud como la exposición a luz UV (ultravioleta), fumar o tomar en exceso, pueden relacionarse a la pérdida de células mediadoras del sistema inmune, lo que aumenta el riesgo de contraer infecciones y la incidencia de cáncer. Debido a esto el consumo de antioxidantes se ha relacionado positivamente con la evolución de pacientes inmunocomprometidos, la acción de estos consiste en interaccionar con radicales libres que, de otra manera, afectan la integridad de las paredes celulares (Khadim y Al-Fartusie, 2021).

El bajo consumo de antioxidantes en la dieta es especialmente problemático en personas con enfermedades crónicas o inmunocomprometidas. Sin embargo, su inclusión también resulta beneficiosa para personas sanas. Debido a esto se han probado diversos alimentos y bebidas como vehículos para los antioxidantes, resultando en el alza de interés por estos productos funcionales (Giri *et al.*, 2023).

3.2. Potencial de las bebidas antioxidantes en la reducción del riesgo de enfermedades en adultos jóvenes

Durante la transición hacia la adultez, se producen cambios fisiológicos y conductuales que incrementan la susceptibilidad al desarrollo de enfermedades crónicas no transmisibles. Este periodo, comprendido entre los 18 y 35 años, coincide con la consolidación de hábitos alimentarios que pueden tener efectos acumulativos sobre la salud. En este marco, las bebidas con alta capacidad antioxidante representan una alternativa accesible para contrarrestar procesos oxidativos asociados a desórdenes metabólicos emergentes en adultos jóvenes.

El interés en estos productos ha crecido en este grupo etario, impulsado por factores que trascienden lo nutricional, como el valor percibido de lo natural, la sostenibilidad de los ingredientes y la preferencia por sabores innovadores. Fermentados como la kombucha, un té infusionado y azucarado fermentado por una comunidad simbiótica de bacterias y levaduras, y el kéfir de agua, una bebida fermentada de solución azucarada mediante gránulos de bacterias y levaduras; puede aromatizarse con té o hierbas, pero no es una infusión, han sido caracterizados por su alta actividad antioxidante. Esta se vincula con la presencia de compuestos fenólicos y de

metabolitos bioactivos generados durante la fermentación, asociados con efectos protectores frente a obesidad, resistencia a la insulina y alteraciones neuroconductuales (Elizabeth *et al.*, 2024; Saimaiti *et al.*, 2022).

Además, el desarrollo de bebidas a base de cáscara, extractos frutales pigmentados y componentes botánicos ha sido explorado por su impacto sobre parámetros fisiológicos vinculados a la prevención cardiovascular, como la regulación de la presión arterial y el metabolismo de lípidos y glucosa. Estos efectos adquieren relevancia en contextos de sobrepeso y sedentarismo, prevalentes en adultos jóvenes (Contreras-López *et al.*, 2021; Wibowo *et al.*, 2024).

La diversidad de ingredientes empleados en estas formulaciones y la variabilidad en sus métodos de elaboración impactan directamente en el perfil antioxidant final.

3.3. Promoción del consumo de bebidas antioxidantes desde etapas tempranas de la adultez

El consumo habitual de bebidas antioxidantes responde a una interacción entre factores personales, la accesibilidad de productos y la percepción de beneficios relacionados tanto con el bienestar inmediato como con la salud a largo plazo. Productos como el café, las infusiones herbales y las bebidas fermentadas tipo kombucha se asocian en esta población con estilos de vida activos, además de vincularse con objetivos específicos como el control del peso, la mejora digestiva y el fortalecimiento del sistema inmunológico (Chandrasekara y Shahidi, 2018; Elizabeth *et al.*, 2024).

En particular, la preferencia por el café entre adultos jóvenes tiene raíces culturales y sociales, pero también responde a la oferta creciente de versiones con características funcionales. Preparaciones que aumentan la extracción de compuestos antioxidantes hacen del café una fuente relevante de polifenoles dietéticos con efectos potencialmente protectores (Gorai *et al.*, 2020; Janda *et al.*, 2020).

Este enfoque preventivo cobra relevancia al considerar evidencia que vincula intervenciones en el estilo de vida con disminuciones en la incidencia de enfermedades metabólicas. La incorporación de alimentos funcionales, entre ellos las bebidas antioxidantes, emerge como una estrategia complementaria válida dentro de la salud pública. La disponibilidad de estos productos ha aumentado en entornos urbanos gracias a la expansión de mercados minoristas, cafeterías especializadas y emprendimientos enfocados en la salud y la nutrición (Uusitupa *et al.*, 2019).

4. TENDENCIAS DE CONSUMO DE BEBIDAS SALUDABLES

4.1. Tendencias globales y regionales en el consumo de bebidas saludables

En el campo de alimentos funcionales las bebidas funcionales naturales y las fortificadas (es decir, aquellas a las que se adiciona un nutriente que no estaba presente en cantidades significativas de manera natural), se han posicionado como uno de los productos más populares, en especial aquellas que contienen ingredientes bioactivos como los compuestos fenólicos, los cuales tienen propiedades antioxidantes. Debido a su alta popularidad, las investigaciones se han centrado en estrategias para mantener su estabilidad mientras se mantiene la percepción de un producto natural, entre estas estrategias se ha optado por la microencapsulación de compuestos. Es de gran importancia para la industria asegurar los beneficios de las bebidas debido a que la tendencia entre consumidores apunta a productos que aporten beneficios a su salud (Gupta *et al.*, 2023).

A pesar de la falta de una definición global para un alimento o bebida funcional el mercado ha logrado tener un crecimiento favorable con algunos períodos de menor popularidad, a medida que la información sobre la salud y beneficios tiene mayor accesibilidad, la decisión de los consumidores sobre el consumo de bebidas y alimentos funcionales aumenta. De esta manera, los ejes en los que se basa la decisión de consumo con la edad del consumidor, así como su educación o conocimiento sobre el tema, aunque no se limita a estos factores, características del producto como textura, sabor, aroma y procedencia de los ingredientes también se posicionan como factores para la decisión de compra y consumo (Nazir *et al.*, 2019).

Un informe de 2019 estimó que el mercado global de bebidas funcionales, incluyendo (incluyendo té y kéfir), tenía un valor de 447.81 mil millones de USD, con una proyección de crecimiento hasta 700 mil millones de USD para 2026. Se preveía que este aumento estuviera impulsado por la creciente conciencia de los consumidores sobre la salud y su preferencia por bebidas que ofrecieran beneficios funcionales adicionales (Nazir *et al.*, 2019).

En adultos jóvenes, las bebidas funcionales muestran buena aceptación, con variaciones por sexo y edad: las mujeres de 25–34 años califican ligeramente mejor la aceptabilidad general, sin que esto se traduzca en mayor disposición de compra. La intención de compra no se asoció con el interés declarado por la salud o el control del peso; la motivación principal fue la aceptación sensorial. Esto apunta a priorizar atributos organolépticos y accesibilidad en las estrategias dirigidas a público joven (Skapska *et al.*, 2020).

El consumo de bebidas saludables a nivel global evidencia un cambio hacia productos funcionales y naturales, impulsado principalmente por una mayor conciencia sanitaria entre los consumidores. Este cambio está ligado al incremento en la percepción de riesgos asociados a bebidas azucaradas, relacionadas con problemas como obesidad y diabetes. La implementación de impuestos a bebidas azucaradas en ciudades como Berkeley y Filadelfia ha influido en el comportamiento de compra, provocando disminuciones en el consumo de estas bebidas, lo que refleja una relación directa entre las percepciones de salud y las decisiones de consumo (Bleich *et al.*, 2021; Cawley *et al.*, 2020).

En mercados urbanos, la preferencia por bebidas funcionales enriquecidas con nutrientes, probióticos u otros ingredientes benéficos ha aumentado notablemente, desplazando progresivamente el consumo de bebidas azucaradas tradicionales (Caro *et al.*, 2018). Un ejemplo relevante es Chile, donde tras la introducción del impuesto a bebidas azucaradas se observaron reducciones significativas en su consumo (Caro *et al.*, 2018). El denominado efecto “halo de salud”, en el que productos etiquetados como “naturales” o “funcionales” son percibidos como superiores, también influye en las decisiones de compra (Bennett *et al.*, 2020).

El sabor sigue siendo un factor determinante en la elección del consumidor, quien busca equilibrio entre beneficios percibidos y satisfacción sensorial. Los fabricantes enfrentan el reto de mantener palatabilidad en bebidas funcionales, evitando el uso de azúcar, que afecta directamente la aceptación (Ramos *et al.*, 2015). Asimismo, las innovaciones en el diseño del empaque contribuyen a reforzar la percepción de salud y atractivo visual, influyendo especialmente en consumidores jóvenes (Ramos *et al.*, 2015).

El precio constituye otro elemento decisivo; la demanda de bebidas azucaradas muestra alta sensibilidad a variaciones de precio, donde incrementos suelen reducir el consumo (Guerrero-López *et al.*, 2017; Quirmbach *et al.*, 2018). Por otro lado, las bebidas funcionales suelen tener un precio superior, representando una barrera para sectores con menor poder adquisitivo, aunque las promociones y descuentos pueden atenuar este efecto (Falbe *et al.*, 2020; Taillie *et al.*, 2017).

Finalmente, la procedencia artesanal o industrial de las bebidas impacta en la preferencia del consumidor. Existe una tendencia creciente hacia productos percibidos como auténticos o naturales, asociados comúnmente a métodos artesanales, reflejando consideraciones éticas y de calidad que las marcas buscan incorporar en sus estrategias (Kellershohn *et al.*, 2017).

4.2. Influencia de la mercadotecnia, cultura digital y etiquetado nutricional en la preferencia de bebidas saludables

El uso de estrategias de mercadotecnia ha logrado que el reetiquetado de las bebidas como un producto saludableatraiga la atención de los consumidores (O’Hagan, 2023). El etiquetado influye en la compra al resaltar beneficios o comparaciones, pero debe evitar declaraciones engañosas. Es importante seguir las normativas de etiquetado del país en el que se lance el producto, ya que ciertas declaraciones nutrimentales o de efectos en la salud se podrían considerar como falsas o engañosas (Pérez-Rodríguez *et al.*, 2023).

Las estrategias de mercadotecnia, el auge de la cultura digital y el etiquetado nutricional juegan un papel creciente en la configuración de las preferencias de los adultos jóvenes hacia las bebidas saludables. Las campañas publicitarias utilizan imágenes y mensajes que resaltan los beneficios para la salud, aunque en ocasiones pueden inducir percepciones erróneas, especialmente en consumidores jóvenes poco familiarizados con la información nutricional (Pfender *et al.*, 2023).

La cultura digital, a través de redes sociales e influencers, tiene una gran influencia en las decisiones de compra. El contenido relacionado con la salud que circula en estas plataformas genera validación social y modela comportamientos, haciendo que las bebidas saludables se asocien con tendencias y estilos de vida aspiracionales (Lavôr *et al.*, 2024).

A pesar de ello, persisten barreras que limitan la adopción de opciones saludables. La desconfianza hacia las marcas o las afirmaciones sobre salud, derivada de experiencias previas, genera resistencia en algunos consumidores (Van Esch y Gadsby, 2019). Además, la percepción de costos elevados para bebidas saludables restringe su acceso, sobre todo en sectores con menor poder adquisitivo (Lee et al., 2021). La falta de información clara y accesible en el etiquetado nutricional contribuye a la dificultad para distinguir verdaderas opciones saludables, perpetuando malentendidos (Liu et al., 2022; Munsell et al., 2016).

Para superar estas barreras, se propone mejorar la transparencia y claridad en el etiquetado, destacando contenidos como el azúcar y beneficios específicos para la salud (Talati et al., 2024). Campañas educativas y de mercadotecnia social dirigidas a jóvenes pueden cambiar percepciones y normalizar el consumo de bebidas saludables. Intervenciones en precios, como subsidios o descuentos, ayudan a contrarrestar la percepción de altos costos y fomentan patrones de consumo sostenibles (Hillier-Brown et al., 2017; Lee et al., 2016).

Finalmente, el diseño de espacios comerciales con posicionamiento estratégico de bebidas saludables, junto con el fomento de contenido generado por usuarios en redes sociales que promuevan su consumo, contribuye a consolidar una cultura de salud. Este efecto de retroalimentación refuerza las asociaciones positivas con productos saludables, favoreciendo decisiones informadas y sostenidas en el tiempo (Blake et al., 2019; Idumah et al., 2020).

La Fig. 1 sintetiza estas barreras, las estrategias aplicadas para superarlas y los efectos esperados derivados de su implementación.

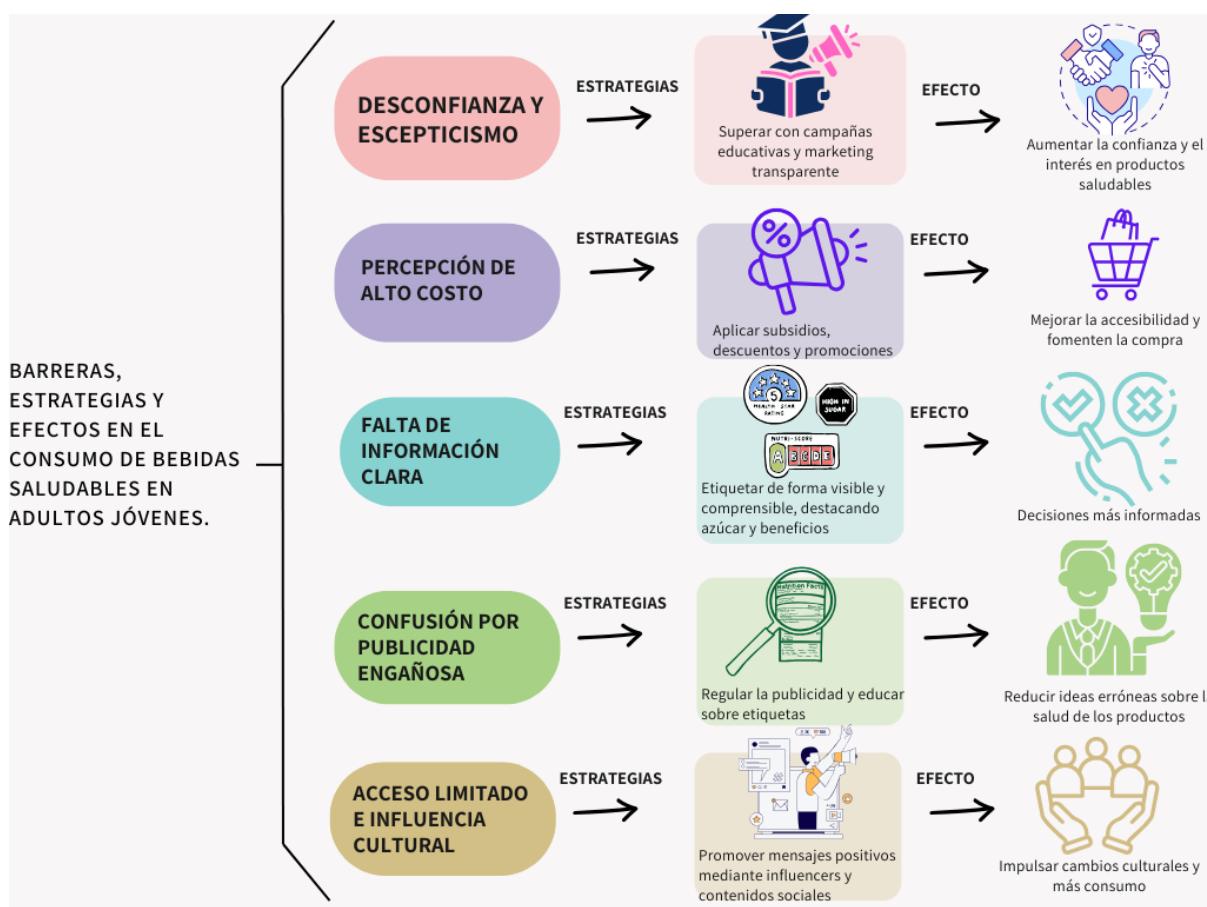


Figura 1. Barreras, estrategias y efectos en el consumo de bebidas saludables en adultos jóvenes.

5. EL ENTORNO UNIVERSITARIO COMO NICHO DE INTERVENCIÓN

En la población universitaria se documenta de forma consistente un patrón de alimentación poco saludable, caracterizado por alto consumo de ultraprocesados y bebidas azucaradas y baja ingesta de frutas y verduras, asociado a limitaciones de tiempo y costo, con implicaciones en rendimiento y riesgo de enfermedad (Reuter *et al.*, 2021). Esta tendencia se desarrolla en paralelo a un consumo frecuente de bebidas azucaradas, energéticas y carbonatadas en adolescentes y adultos jóvenes, vinculado a preferencias sensoriales y mercadotecnia, y relacionado con mayor riesgo cardiometabólico (Dimitrova y Ilieva, 2023; Sugajski *et al.*, 2023; O'Hagan, 2023).

Las elecciones alimentarias en el campus están condicionadas por factores psicosociales (conciencia de salud y conocimiento nutricional), la influencia de pares y la disponibilidad real de opciones saludables; cuando esta oferta es limitada o inaccesible, aumentan las decisiones a favor de la conveniencia y de productos ultraprocesados (Kabir *et al.*, 2018; Sprake *et al.*, 2018; Tanton *et al.*, 2015; Alghamdi *et al.*, 2021; Mann *et al.*, 2021; Yun *et al.*, 2018). A ello se suman percepciones sobre naturalidad, etiquetado y accesibilidad económica, que modulan la aceptación de bebidas funcionales y subrayan la necesidad de mensajes claros y basados en evidencia dirigidos a adultos jóvenes.

Las condiciones económicas y las prácticas culturales también modelan la calidad y diversidad del consumo: mayores recursos se asocian con hábitos más saludables, mientras que las restricciones financieras priorizan opciones menos nutritivas; además, existen diferencias entre grupos étnico-culturales (Kanyiri Gaa *et al.*, 2022; Rizwan *et al.*, 2023; Almutairi *et al.*, 2018; Alzahrani *et al.*, 2020). Existen, asimismo, barreras sensoriales: el sabor y la palatabilidad determinan la aceptación, y la disposición a pagar aumenta cuando se perciben beneficios funcionales, aunque esta intención de compra está mediada por el presupuesto (Ferreira-Pêgo *et al.*, 2020; Niba *et al.*, 2017).

El consumo de bebidas energéticas es frecuente entre universitarios por la expectativa de mejorar concentración y rendimiento, con la cafeína como principal compuesto; sin embargo, su ingesta suele coexistir con dietas de menor calidad y mayor prevalencia de sobrepeso/obesidad (Alafif *et al.*, 2021). En contraste, bebidas funcionales como té y infusiones pueden aportar cafeína junto con polifenoles; no obstante, es imprescindible controlar los azúcares añadidos para evitar efectos contraproducentes y cerrar la brecha entre intención y conducta real de compra mediante educación al consumidor (Tseng *et al.*, 2014; Kowalska *et al.*, 2024).

Más allá de las tendencias de consumo, en adultos jóvenes cobra relevancia la base biofuncional: bebidas con alta densidad de polifenoles (p. ej., flavonoides y antocianinas) y carotenoides se han asociado con la reducción de especies reactivas de oxígeno y de la peroxidación lipídica, junto con aumentos en la actividad de enzimas antioxidantes endógenas, siempre que la formulación preserve el perfil sensorial y limite azúcares añadidos (Santos-Sánchez *et al.*, 2019; Bondonno *et al.*, 2019; Overall *et al.*, 2017). Estos efectos responden a mecanismos bien descritos, captura de radicales, quelación metálica y modulación de rutas redox/inflamatorias, observados también en matrices fermentadas de interés para este grupo etario, como kombucha y kéfir de agua, donde los compuestos fenólicos dietarios y los metabolitos de fermentación contribuyen a la actividad antioxidante y a efectos cardiometabólicos protectores (Elizabeth *et al.*, 2024; Saimaiti *et al.*, 2022). En la práctica, el desarrollo de bebidas debe equilibrar densidad fenólica, biodisponibilidad y aceptabilidad sensorial, priorizando formulaciones con bajo contenido de azúcares para evitar efectos contraproducentes (Jideani *et al.*, 2021; Tseng *et al.*, 2014; Kowalska *et al.*, 2024).

Por lo tanto, el ámbito universitario ofrece un contexto adecuado para desarrollar intervenciones ambientales que armonicen la aceptabilidad de las bebidas con sus beneficios funcionales. Reducir precios de alternativas saludables, restringir bebidas azucaradas y aplicar arquitecturas de elección en puntos de venta han mostrado modificar patrones de compra (Di Sebastiano *et al.*, 2021; Olvera *et al.*,

2024; Von Philipsborn *et al.*, 2020). El modelo de “Universidad Saludable” integra componentes físicos, sociales y educativos para facilitar el acceso y la elección informada (Holt y Powell, 2017). En la práctica, las prioridades son asegurar disponibilidad, precios competitivos, comunicación clara de beneficios y un perfil sensorial favorable para lograr adopción sostenida (Bipasha *et al.*, 2017; Cheikh Ismail *et al.*, 2024).

6. CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS

A partir del análisis realizado, se concluyó que las bebidas funcionales con propiedades antioxidantes representan una alternativa viable para apoyar la salud pública, especialmente en población universitaria, al ofrecer compuestos bioactivos capaces de modular el estrés oxidativo. Diversas formulaciones, basadas en ingredientes naturales como frutos, hierbas o subproductos vegetales, han demostrado una capacidad antioxidante respaldada por evidencia experimental, además de una aceptación favorable en adultos jóvenes. Se identificó que la efectividad antioxidante de estas bebidas depende de la presencia de compuestos fenólicos, flavonoides y carotenoides y de su estabilidad, biodisponibilidad y forma de consumo. En estudios clínicos y modelos animales, se observó una reducción en biomarcadores de daño oxidativo tras su consumo, lo cual sugiere un efecto protector frente a enfermedades crónicas no transmisibles como diabetes tipo 2, enfermedades cardiovasculares y neurodegenerativas.

Asimismo, se identificaron múltiples factores que influyen en la adopción de estas bebidas en el entorno universitario, desde barreras económicas y sensoriales hasta determinantes psicosociales y culturales. La información nutricional clara, la accesibilidad y la percepción de beneficios fueron determinantes clave en su consumo sostenido. También se observó que, aunque existe un creciente interés por productos saludables, persiste una brecha entre la intención y el comportamiento real de compra.

Desde una perspectiva investigativa, este campo ofrece diversas rutas de exploración. Futuras líneas podrían enfocarse en la caracterización específica de metabolitos bioactivos en nuevas matrices vegetales, así como en el desarrollo de tecnologías que mejoren la estabilidad y biodisponibilidad de los compuestos antioxidantes. También se recomienda evaluar el impacto de estas bebidas mediante ensayos clínicos longitudinales en población joven, integrando marcadores de salud metabólica y cognitiva. Además, la implementación de estrategias educativas y de mercadotecnia ética, adaptadas al contexto universitario, podría fortalecer la adopción de estas bebidas como parte de un patrón alimentario preventivo y sostenible.

Agradecimientos

Los autores agradecen al Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores (SNII) de la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (SECIHTI) y a la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (UAEH) por el apoyo institucional proporcionado durante el desarrollo de esta investigación. Finalmente, agradecen a los revisores anónimos por sus valiosas observaciones y sugerencias, que contribuyeron de manera significativa a mejorar la claridad y el contenido del manuscrito.

Referencias

- Agarwal, P., Holland, T. M., Wang, Y., Bennett, D. A. y Morris, M. C. (2019). Association of strawberries and anthocyanidin intake with Alzheimer’s dementia risk. *Nutrients*, 11(12), 3060. <https://doi.org/10.3390/nu11123060>
- Alafif, N., Al-Rashed, A., Altowairqi, K. y Muharraq, A. (2021). Prevalence of energy drink consumption and association with dietary habits among governmental university students in Riyadh. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 28(8), 4511-4515. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2021.04.050>
- Alghamdi, S. A., Alqarni, A. A., Alghamdi, A. F., Alghamdi, T. K., Hasosah, N. M., Aga, S. S. y Khan, M. A. (2021). Knowledge, attitude, and practices regarding dietary habits among medical and non-medical university students. *Journal of Family Medicine and Primary Care*, 10(9), 3436-3443. https://doi.org/10.4103/jfmpc.jfmpc_2227_20
- Allameh, A., Niayesh-Mehr, R., Aliarab, A., Sebastiani, G. y Pantopoulos, K. (2023). Oxidative stress in liver pathophysiology and disease. *Antioxidants*, 12(9), 1653. <https://doi.org/10.3390/antiox12091653>

- Allman-Farinelli, M., Partridge, S. R. y Roy, R. (2016). Weight-related dietary behaviors in young adults. *Current Obesity Reports*, 5, 23-29. <https://doi.org/10.1007/s13679-016-0189-8>
- Almutairi, K. M., Alonazi, W. B., Vinluan, J. M., Almigbal, T. H., Batais, M. A., Alodhayani, A. A., Alsadhan, N., Tumala, R. B., Moussa, M., Aboshaiqah, A. E. y Alhoqail, R. I. (2018). Health promoting lifestyle of university students in Saudi Arabia: A cross-sectional assessment. *BMC Public Health*, 18(1), 1093. <https://doi.org/10.1186/s12889-018-5999-z>
- Alzahrani, S. H., Saeedi, A. A., Baamer, M. K., Shalabi, A. F. y Alzahrani, A. M. (2020). Eating habits among medical students at King Abdulaziz University, Jeddah, Saudi Arabia. *International Journal of General Medicine*, 13, 77-88. <https://doi.org/10.2147/IJGM.S246296>
- Anggriani, R., Putri, N. N. P. y Wahyudi, V. A. (2023). Study of physical, chemical, and organoleptic properties of functional drink turkey berry (*Solanum torvum swartz*) with the addition of butterfly pea flower (*Clitoria ternatea linn*) and emprit ginger (*Zingiber officinale* var. *Amarum*). *Biology, Medicine, & Natural Product Chemistry*, 12(2), 563-575. <https://doi.org/10.14421/biomedich.2023.122.563-575>
- Ayyadurai, V. A. S. y Deonikar, P. (2021). Bioactive compounds in green tea may improve transplant tolerance: A computational systems biology analysis. *Clinical Nutrition ESPEN*, 46, 439-452. <https://doi.org/10.1016/j.clnesp.2021.09.012>
- Bellisai, G., Bernasconi, G., Binaglia, M., Brancato, A., Cabrera, L. C., Castellan, I., Castoldi, A. F., Chiusolo, A., Crivellente, F., Del Aguila, M., Ferreira, L., Santonja, G. G., Greco, L., Istace, F., Jarrah, S., Lanzoni, A., Leuschner, R., Magrans, J. O., Mangas, I., Miron, I., Nave, S., Panzarea, M., Morte, J. M. P., Pedersen, R., Reich, H., Robinson, T., Ruocco, S., Santos, M., Scarlato, A. P., Terron, A., Theobald, A. y Verani, A. (2023). Review of the existing maximum residue levels for cypermethrins according to Article 12 of Regulation (EC) No 396/2005. *EFSA Journal*, 21(3). <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2023.7800>
- Bendaali, Y., Vaquero, C., González, C. y Morata, A. (2022). Contribution of grape juice to develop new isotonic drinks with antioxidant capacity and interesting sensory properties. *Frontiers in Nutrition*, 9, 890640. <https://doi.org/10.3389/fnut.2022.890640>
- Bennett, R., Zorbas, C., Huse, O., Peeters, A., Cameron, A. J., Sacks, G. y Backholer, K. (2020). Prevalence of healthy and unhealthy food and beverage price promotions and their potential influence on shopper purchasing behaviour: A systematic review of the literature. *Obesity Reviews*, 21(1), e12948. <https://doi.org/10.1111/obr.12948>
- Bipasha, M. S., Raisa, T. S. y Goon, S. (2017). Sugar sweetened beverages consumption among university students of Bangladesh. *International Journal of Public Health Science*, 6(2), 157. <https://doi.org/10.1159/ijphs.v6i2.6635>
- Blake, M. R., Backholer, K., Lancesar, E., Boelsen-Robinson, T., Mah, C., Brimblecombe, J., Zorbas, C., Billich, N. y Peeters, A. (2019). Investigating business outcomes of healthy food retail strategies: A systematic scoping review. *Obesity Reviews*, 20(10), 1384-1399. <https://doi.org/10.1111/obr.12912>
- Bleich, S. N., Dunn, C. G., Soto, M. J., Yan, J., Gibson, L. A., Lawman, H. G., Mitra, N., Lowery, C. M., Peterhans, A., Hua, S. V. y Roberto, C. A. (2021). Association of a sweetened beverage tax with purchases of beverages and high-sugar foods at independent stores in Philadelphia. *JAMA Network Open*, 4(6), e2113527. <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2021.13527>
- Bondonno, N. P., Dalgaard, F., Kyrø, C., Murray, K., Bondonno, C. P., Lewis, J. R., Croft, K. D., Gislason, G., Scalbert, A., Cassidy, A., Tjønneland, A., Overvad, K. y Hodgson, J. M. (2019). Flavonoid intake is associated with lower mortality in the danish diet cancer and health cohort. *Nature Communications*, 10, 3651. <https://doi.org/10.1038/s41467-019-11622-x>
- Cao, Y., Deng, S., Yan, L., Gu, J., Mao, F., Xue, Y., Zheng, C., Yang, M., Liu, H., Liu, L., Liu, Q. y Cai, K. (2021). An oxidative stress index-based score for prognostic prediction in colorectal cancer patients undergoing surgery. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2021(1), 6693707. <https://doi.org/10.1155/2021/6693707>
- Caro, J. C., Corvalán, C., Reyes, M., Silva, A., Popkin, B. y Taillie, L. S. (2018). Chile's 2014 sugar-sweetened beverage tax and changes in prices and purchases of sugar-sweetened beverages: An observational study in an urban environment. *PLOS Medicine*, 15(7), e1002597. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1002597>
- Cawley, J., Frisvold, D. y Jones, D. (2020). The impact of sugar-sweetened beverage taxes on purchases: Evidence from four city-level taxes in the United States. *Health Economics*, 29(10), 1289-1306. <https://doi.org/10.1002/hec.4141>
- Chandrasekara, A. y Shahidi, F. (2018). Herbal beverages: Bioactive compounds and their role in disease risk reduction - A review. *Journal of Traditional and Complementary Medicine*, 8(4), 451-458. <https://doi.org/10.1016/j.jtcme.2017.08.006>
- Cheah, K. J. y Chua, P. L. (2023). Knowledge, attitude, and practice of sugar-sweetened beverage (SSB) among university students in Klang Valley, Malaysia. *Malaysian Journal of Medicine and Health Sciences*, 19(6), 186-192. <https://doi.org/10.47836/mjmhs.19.6.25>
- Cheikh-Ismail, L., Osaili, T. M., Shanan, B., Rashwan, D., Merie, H., Rishan, L., Al Shamma, S., AlRamahi, Z., Saleh, S. T., Mohamad, M. N., Taybeh, A. O., Al Daour, R., Taha, S., Stojanovska, L., Al-Jawaldeh, A. y Al Dhahei, A. S. (2024). A cross-sectional study on online food delivery applications (OFDAs) in the United Arab Emirates: Use and perceptions of healthy food availability among university students. *Journal of Nutritional Science*, 13, e62. <https://doi.org/10.1017/jns.2024.21>

- Cong, L., Bremer, P. y Mirosa, M. (2020). Functional beverages in selected countries of Asia pacific region: A review. *Beverages*, 6(2), 21. <https://doi.org/10.3390/beverages6020021>
- Contreras-López, E., Ramírez-Godínez, J., García-Martínez, M. M., Gutiérrez-Salomón, A. L., González-Olivares, L. G. y Jaimez-Ordaz, J. (2021). Low-calorie beverages made from medicinal plants, flowers and fruits: Characteristics and liking of a population with overweight and obesity. *Applied Sciences*, 11(9), 3766. <https://doi.org/10.3390/app11093766>
- Corbo, M. R., Bevilacqua, A., Petrucci, L., Casanova, F. P. y Sinigaglia, M. (2014). Functional beverages: The emerging side of functional foods. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 13(6), 1192-1206. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12109>
- De Carvalho Lavôr, L. C., Monteles Nascimento, L., De Lima Sousa, P. V., Lopes Rodrigues, L. A. R., Ribeiro De Sá Lustosa, L. C., De Moura Crisóstomo, J., Mendes Rodrigues, B. G., Da Costa Campos, F., Alves De Castro, C., Da Silva Do Nascimento, V., Da Silva Pinheiro, M. y De Macêdo Gonçalves Frota, K. (2024). Consumption of sugar-sweetened and artificially sweetened beverages and prevalence of hypertension in adults: A population- based study. *Revista Chilena de Nutrición*, 51(1), 32-42. <https://doi.org/10.4067/s0717-75182024000100032>
- Di Sebastian, K. M., Kozicky, S., Baker, M., Dolf, M., y Faulkner, G. (2021). The University of British Columbia healthy beverage initiative: Changing the beverage landscape on a large post-secondary campus. *Public Health Nutrition*, 24(1), 125-135. <https://doi.org/10.1017/S1368980020003316>
- Dimitrova, T. y Ilieva, I. (2023). Consumption behaviour towards branded functional beverages among gen Z in post-COVID-19 times: Exploring antecedents and mediators. *Behavioral Sciences*, 13(8), 670. <https://doi.org/10.3390/bs13080670>
- Elizabeth, Amabel, S., Sanjaya, A., Gunadi, J. W. y Jasaputra, D. K. (2024). A review of kombucha antioxidant effects on atherosclerosis in preclinical studies. *Berkala Ilmiah Kedokteran Duta Wacana*, 8(2), 101-107. <https://doi.org/10.21460/bikdw.v8i2.521>
- Falbe, J., Lee, M. M., Kaplan, S., Rojas, N. A., Ortega Hinojosa, A. M. y Madsen, K. A. (2020). Higher sugar-sweetened beverage retail prices after excise taxes in Oakland and San Francisco. *American Journal of Public Health*, 110(7), 1017-1023. <https://doi.org/10.2105/AJPH.2020.305602>
- Ferreira-Pêgo, C., Rodrigues, J., Costa, A. y Sousa, B. (2020). Eating behavior: The influence of age, nutrition knowledge, and mediterranean diet. *Nutrition and Health*, 26(4), 303-309. <https://doi.org/10.1177/0260106020945076>
- Forman, H. J. y Zhang, H. (2021). Targeting oxidative stress in disease: Promise and limitations of antioxidant therapy. *Nature Reviews Drug Discovery*, 20(9), 689-709. <https://doi.org/10.1038/s41573-021-00233-1>
- Frizon, C. N. T., Perussello, C. A., Sturion, J. A. y Hoffmann-Ribani, R. (2018). Novel beverages of Yerba-mate and Soy: Bioactive compounds and functional properties. *Beverages*, 4(1), 21. <https://doi.org/10.3390/beverages4010021>
- Gęgotek, A., Rybałtowska-Kawałko, P. y Skrzyldewska, E. (2017). Rutin as a mediator of lipid metabolism and cellular signaling pathways interactions in fibroblasts altered by UVA and UVB radiation. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2017(1), 4721352. <https://doi.org/10.1155/2017/4721352>
- Giri, N. A., Sakhale, B. K. y Nirmal, N. P. (2023). Functional beverages: An emerging trend in beverage world. En Pati S., Sarkar, T. y Lahiri, D. (Comps.), *Recent Frontiers of Phytochemicals* (pp. 123-142). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-443-19143-5.00002-5>
- Gorai, T., Sakthivel, S. y Maitra, U. (2020). An inexpensive paper-based photoluminescent sensor for gallate derived green tea polyphenols. *Chemistry – An Asian Journal*, 15(23), 4023-4027. <https://doi.org/10.1002/asia.202001054>
- Guerrero-López, C. M., Unar-Munguía, M. y Colchero, M. A. (2017). Price elasticity of the demand for soft drinks, other sugar-sweetened beverages and energy dense food in Chile. *BMC Public Health*, 17(1), 180. <https://doi.org/10.1186/s12889-017-4098-x>
- Guo, Q., Li, F., Duan, Y., Wen, C., Wang, W., Zhang, L., Huang, R. y Yin, Y. (2020). Oxidative stress, nutritional antioxidants and beyond. *Science China Life Sciences*, 63, 866-874. <https://doi.org/10.1007/s11427-019-9591-5>
- Gupta, A., Sanwal, N., Bareen, M. A., Barua, S., Sharma, N., Olatunji, O. J., Prakash Nirmal, N. y Sahu, J. K. (2023). Trends in functional beverages: Functional ingredients, processing technologies, stability, health benefits, and consumer perspective. *Food Research International*, 170, 113046. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2023.113046>
- Hillier-Brown, F. C., Summerbell, C. D., Moore, H. J., Routen, A., Lake, A. A., Adams, J., White, M., Araujo-Soares, V., Abraham, C., Adamson, A. J. y Brown, T. J. (2017). The impact of interventions to promote healthier ready-to-eat meals (to eat in, to take away or to be delivered) sold by specific food outlets open to the general public: A systematic review. *Obesity Reviews*, 18(2), 227-246. <https://doi.org/10.1111/obr.12479>
- Holt, M. y Powell, S. (2017). Healthy universities: A guiding framework for universities to examine the distinctive health needs of its own student population. *Perspectives in Public Health*, 137(1), 53-58. <https://doi.org/10.1177/1757913916659095>
- Idumah, F. O., Orumwense, L. A., Awe, F., Irem, J. N., Abdullahi, O. A., Ogunlana, S. O. y Olumakinwa, O. E. (2020). Assessment of carbonated and healthy drinks consumption pattern among undergraduates in Obafemi Awolowo University, Ile-Ife, Osun State. *Journal of Agriculture and Food Sciences*, 18(1), 82-92. <https://doi.org/10.4314/jafs.v18i1.8>

- Jaman, M. S., Alam, M. S., Rezwan, M. S., Islam, M. R., Husna, A. U. y Sayeed, M. A. (2017). Comparison of total antioxidant activity between fresh and commercial mango juices available in Bangladesh. *GSC Biological and Pharmaceutical Sciences*, 1(2), 26-33. <https://doi.org/10.30574/gscbps.2017.1.2.0045>
- Janda, K., Jakubczyk, K., Baranowska-Bosiacka, I., Kapczuk, P., Kochman, J., Rębacz-Maron, E. y Gutowska, I. (2020). Mineral composition and antioxidant potential of coffee beverages depending on the brewing method. *Foods*, 9(2), 121. <https://doi.org/10.3390/foods9020121>
- Jideani, A. I. O., Silungwe, H., Takalani, T., Omolola, A. O., Udeh, H. O. y Anyasi, T. A. (2021). Antioxidant-rich natural fruit and vegetable products and human health. *International Journal of Food Properties*, 24(1), 41-67. <https://doi.org/10.1080/10942912.2020.1866597>
- Kabir, A., Miah, S. y Islam, A. (2018). Factors influencing eating behavior and dietary intake among resident students in a public university in Bangladesh: A qualitative study. *PLOS ONE*, 13(6), e0198801. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0198801>
- Kanyiri Gaa, P., Sulley, S., Boahen, S., Bogobiri, S. y Mogre, V. (2022). Reported dietary habits and lifestyle behaviors of students before and during COVID-19 lockdown: A cross-sectional survey among university students from Ghana. *Journal of Public Health Research*, 11(4), 22799036221129417. <https://doi.org/10.1177/22799036221129417>
- Kellershohn, J., Walley, K. y Vriesekoop, F. (2017). Healthier food choices for children through menu pricing. *British Food Journal*, 119(6), 1324-1336. <https://doi.org/10.1108/BFJ-08-2016-0379>
- Khadim, R. M. y Al-Fartusie, F. S. (2021). Antioxidant vitamins and their effect on immune system. *Journal of Physics: Conference Series*, 1853(1), 012065. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1853/1/012065>
- Kim, K., Lee, H. y Moon, J. (2025). Contextual factors in selecting added versus naturally occurring sugars on fruit and vegetable beverages: Emphasising the role of social context. *British Food Journal*, 127(1), 195-210. <https://doi.org/10.1108/BFJ-04-2024-0424>
- Kowalska, A., Leoniak, K. y Sołowiej, B. G. (2024). Consumers' attitudes and intentions toward functional beverages: A lesson for producers and retailers. *Decision*, 51(3), 321-337. <https://doi.org/10.1007/s40622-024-00395-y>
- Kumar, A. D. N., Bevara, G. B., Kaja, L. K., Badana, A. K. y Malla, R. R. (2016). Protective effect of 3-O-methyl quercetin and kaempferol from Semecarpus anacardium against H₂O₂ induced cytotoxicity in lung and liver cells. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 16(1), 376. <https://doi.org/10.1186/s12906-016-1354-z>
- Lavôr, L. C. D. C., Viola, P. C. D. A. F., Sousa, P. V. D. L., Campos, F. D. C., Crisóstomo, J. D. M., Nascimento, L. M. y Frota, K. D. M. G. (2024). Patterns of beverages consumption and prevalence of non-communicable chronic diseases. *British Journal of Nutrition*, 132(6), 794-804. <https://doi.org/10.1017/S0007114524002083>
- Lee, A. J., Kane, S., Ramsey, R., Good, E. y Dick, M. (2016). Testing the price and affordability of healthy and current (unhealthy) diets and the potential impacts of policy change in Australia. *BMC Public Health*, 16(1), 315. <https://doi.org/10.1186/s12889-016-2996-y>
- Lee, A., Patay, D., Herron, L. M., Harrison, E. P. y Lewis, M. (2021). Affordability of current, and healthy, more equitable, sustainable diets by area of socioeconomic disadvantage and remoteness in Queensland: Insights into food choice. *International Journal for Equity in Health*, 20(1), 153. <https://doi.org/10.1186/s12939-021-01481-8>
- Li, J., Chen, J. Y., Deng, Y. L., Zhou, Q., Wu, Y., Wu, D. y Luo, H. B. (2018). Structure-based design, synthesis, biological evaluation, and molecular docking of novel PDE10 inhibitors with antioxidant activities. *Frontiers in Chemistry*, 6, 167. <https://doi.org/10.3389/fchem.2018.00167>
- Li, W., Wu, M., Yuan, F. y Zhang, H. (2018). Sugary beverage consumption mediates the relationship between late chronotype, sleep duration, and weight increase among undergraduates: A cross-sectional study. *Environmental Health and Preventive Medicine*, 23, 63. <https://doi.org/10.1186/s12199-018-0754-8>
- Liu, L., Hou, Q., Chen, B., Lai, X., Wang, H., Liu, H., Wu, L., Liu, S., Luo, K. y Liu, J. (2023). Identification of molecular subgroups and establishment of risk model based on the response to oxidative stress to predict overall survival of patients with lung adenocarcinoma. *European Journal of Medical Research*, 28, 333. <https://doi.org/10.1186/s40001-023-01290-5>
- Liu, Z., Li, S. y Peng, J. (2022). Exploring the relationship between sugar and sugar substitutes—analysis of income level and beverage consumption market pattern based on the perspective of healthy China. *Nutrients*, 14(21), 4474. <https://doi.org/10.3390/nu14214474>
- Lv, Y. y Zhu, T. (2020). Polyethyleneimine-modified porous aromatic framework and silane coupling agent grafted graphene oxide composite materials for determination of phenolic acids in chinese wolfberry drink by HPLC. *Journal of Separation Science*, 43(4), 774-781. <https://doi.org/10.1002/jssc.201900766>
- Maleš, I., Pedisić, S., Zorić, Z., Elez-Garofulić, I., Repajić, M., You, L., Vladimir-Knežević, S., Butorac, D. y Dragović-Uzelac, V. (2022). The medicinal and aromatic plants as ingredients in functional beverage production. *Journal of Functional Foods*, 96, 105210. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2022.105210>
- Mangge, H., Becker, K., Fuchs, D. y Gostner, J. M. (2014). Antioxidants, inflammation and cardiovascular disease. *World Journal of Cardiology*, 6(6), 462-477. <https://doi.org/10.4330/wjc.v6.i6.462>
- Mann, D., Kwon, J., Naughton, S., Boylan, S., Chan, J., Charlton, K., Dancey, J., Dent, C., Grech, A., Hobbs, V., Lamond, S., Murray, S., Yong, M. y Sacks, G. (2021). Development of the University Food Environment Assessment (Uni-Food)

tool and process to benchmark the healthiness, equity, and environmental sustainability of University Food Environments. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(22), 11895. <https://doi.org/10.3390/ijerph182211895>

Mansouri, M., Sharifi, F., Yaghubi, H., Varmaghani, M., Tabrizi, Y. M., Nasiri, M. y Sadeghi, O. (2020). Sugar-sweetened beverages consumption in relation to hypertension among Iranian university students: The MEPHASOUS study. *Eating and Weight Disorders - Studies on Anorexia, Bulimia and Obesity*, 25(4), 973-982. <https://doi.org/10.1007/s40519-019-00713-9>

Meric, Ç. S., Ayhan, N. Y. y Yilmaz, H. Ö. (2021). Evaluation of added sugar and sugar-sweetened beverage consumption by university students. *Kesmas: National Public Health Journal*, 16(1), 9-15. <https://doi.org/10.21109/kesmas.v16i1.3702>

Munialo, C. D., Naumovski, N., Sergi, D., Stewart, D. y Mellor, D. D. (2019). Critical evaluation of the extrapolation of data relative to antioxidant function from the laboratory and their implications on food production and human health: A review. *International Journal of Food Science & Technology*, 54(5), 1448-1459. <https://doi.org/10.1111/ijfs.14135>

Munsell, C. R., Harris, J. L., Sarda, V. y Schwartz, M. B. (2016). Parents' beliefs about the healthfulness of sugary drink options: Opportunities to address misperceptions. *Public Health Nutrition*, 19(1), 46-54. <https://doi.org/10.1017/S1368980015000397>

Naumovski, N., Mellor, D. D. y Ranadheera, C. S. (2020). Functional beverages, from idea to functionality. *Beverages*, 6(4), 71. <https://doi.org/10.3390/beverages6040071>

Nazir, M., Arif, S., Khan, R. S., Nazir, W., Khalid, N. y Maqsood, S. (2019). Opportunities and challenges for functional and medicinal beverages: Current and future trends. *Trends in Food Science & Technology*, 88, 513-526. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.04.011>

Niba, L. L., Atanga, M. B. y Navti, L. K. (2017). A cross sectional analysis of eating habits and weight status of university students in urban Cameroon. *BMC Nutrition*, 3(1), 55. <https://doi.org/10.1186/s40795-017-0178-7>

O'Hagan, L. A. (2023). From fatigue fighter to heartburn healer: The evolving marketing of a functional beverage in Sweden. *Journal of Food Products Marketing*, 29(1), 19-40. <https://doi.org/10.1080/10454446.2023.2174395>

Olvera, L. G. T., Martínez, L. C., Souza, B. D. S. N. D., Sichieri, R., Ruíz Arregui, L., Rodríguez García, W. D. y De La Torre, G. S. G. (2024). Impact of a school-based intervention on sugar-sweetened beverage intake substitution by water in mexican Scholars. *Annals of Nutrition and Metabolism*, 80(3), 136-142. <https://doi.org/10.1159/000538142>

Orrù, S., Imperlini, E., Nigro, E., Alfieri, A., Cevenini, A., Polito, R., Daniele, A., Buono, P. y Mancini, A. (2018). Role of functional beverages on sport performance and recovery. *Nutrients*, 10(10), 1470. <https://doi.org/10.3390/nu10101470>

Overall, J., Bonney, S., Wilson, M., Beermann, A., Grace, M. H., Esposito, D., Lila, M. A. y Komarnytsky, S. (2017). Metabolic effects of berries with structurally diverse anthocyanins. *International Journal of Molecular Sciences*, 18(2), 422. <https://doi.org/10.3390/ijms18020422>

Patel, A. I. y Schmidt, L. A. (2021). Healthy beverage initiatives in higher education: An untapped strategy for health promotion. *Public Health Nutrition*, 24(1), 136-138. <https://doi.org/10.1017/S1368980020003766>

Perales-Serna, L., Cruz-Casas, D. E., Flores-Gallegos, A. C., Rubio-Ríos, A., Ascacio-Valdes, J. A., Sáenz-Galindo, A. y Rodríguez-Herrera, R. (2024). Functional beverage based on aguamiel pasteurized by ultrasound and microwaves with antihypertensive properties. *eFood*, 5(6), e70019. <https://doi.org/10.1002/efd2.70019>

Pérez-Rodríguez, M. L., Serrano-Carretero, A., García-Herrera, P., Cámaras-Hurtado, M. y Sánchez-Mata, M. C. (2023). Plant-based beverages as milk alternatives? Nutritional and functional approach through food labelling. *Food Research International*, 173(1), 113244. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2023.113244>

Pfender, E., Bleakley, A., Ellithorpe, M., Hennessey, M., Maloney, E., Jordan, A. y Stevens, R. (2023). Perceptions of sports and energy drinks: Factors associated with adolescent beliefs. *American Journal of Health Promotion*, 37(1), 84-88. <https://doi.org/10.1177/08901171221113521>

Pinto, T. y Vilela, A. (2021). Healthy drinks with lovely colors: Phenolic compounds as constituents of functional beverages. *Beverages*, 7(1), 12. <https://doi.org/10.3390/beverages7010012>

Porfírio, M. C. P., Gonçalves, M. S., Borges, M. V., Leite, C. X. D. S., Santos, M. R. C., Silva, A. G. D., Fontan, G. C. R., Leão, D. J., Jesus, R. M. D., Gualberto, S. A., Lannes, S. C. D. S. y Silva, M. V. D. (2020). Development of isotonic beverage with functional attributes based on extract of Myrciaria jabuticaba (Vell) Berg. *Food Science and Technology*, 40(3), 614-620. <https://doi.org/10.1590/fst.14319>

Purbowati, I. S. M., Karseno, K. y Maksum, A. (2020). Acidity level control formulation of roselle tea functional drinks based on variations in the addition of flower petals and sugar type. *Food Research*, 4(3), 772-779. [https://doi.org/10.26656/fr.2017.4\(3\).343](https://doi.org/10.26656/fr.2017.4(3).343)

Quirmbach, D., Cornelsen, L., Jebb, S. A., Marteau, T. y Smith, R. (2018). Effect of increasing the price of sugar-sweetened beverages on alcoholic beverage purchases: An economic analysis of sales data. *Journal of Epidemiology and Community Health*, 72(4), 324-330. <https://doi.org/10.1136/jech-2017-209791>

Ramos, M., Valdés, A., Mellinas, A. C. y Garrigós, M. C. (2015). New trends in beverage packaging systems: A review. *Beverages*, 1(4), 248-272. <https://doi.org/10.3390/beverages1040248>

- Rebollo-Hernanz, M., Aguilera, Y., Martín-Cabrejas, M. A. y Gonzalez De Mejia, E. (2022). Activating effects of the bioactive compounds from coffee by-products on FGF21 signaling modulate hepatic mitochondrial bioenergetics and energy metabolism in vitro. *Frontiers in Nutrition*, 9, 866233. <https://doi.org/10.3389/fnut.2022.866233>
- Reuter, P. R., Forster, B. L. y Brister, S. R. (2020). The influence of eating habits on the academic performance of university students. *Journal of American College Health*, 69(8), 921-927. <https://doi.org/10.1080/07448481.2020.1715986>
- Rizwan, A. A. M., Banik, S. K., Anny, N. A., Ferdush, J., Nokshi, S. S., Hossain, A. M. y A. B. M. Mokbul Hossen. (2023). Comparative analysis of dietary diversity and food consumption patterns among public and private university students in Bangladesh. *International Journal of Biological and Pharmaceutical Sciences Archive*, 6(2), 191-198. <https://doi.org/10.53771/ijbpsa.2023.6.2.0123>
- Rusandi, F. S. y Sadek, N. F. (2024). Comparison of different methods for evaluating the antioxidant activity of instant Torbangun (Coleus amboinicus L.) drinks. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1324, 012124. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1324/1/012124>
- Sahrawat, N. y Chaturvedi, N. (2022). Nutraceutical prospective performance of functional beverages in current scenario as a vector for well being: A review. *Agricultural Reviews*, 44(2), 173-181. <https://doi.org/10.18805/ag.R-2207>
- Saimaiti, A., Huang, S. Y., Xiong, R. G., Wu, S. X., Zhou, D. D., Yang, Z. J., Luo, M., Gan, R. Y. y Li, H. B. (2022). Antioxidant capacities and polyphenol contents of Kombucha beverages based on vine tea and sweet tea. *Antioxidants*, 11(9), 1655. <https://doi.org/10.3390/antiox11091655>
- Santos-Sánchez, N. F., Salas-Coronado, R., Villanueva-Cañongo, C. y Hernández-Carlos, B. (2019). Antioxidant compounds and their antioxidant mechanism. En E. Shalaby (Comp.), *Antioxidants* (pp 1-30). IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.85270>
- Saxena, A. K., Abdul-Majeed, S. S., Gurtu, S. y Mohamed, W. M. Y. (2015). Investigation of redox status in chronic cerebral hypoperfusion-induced neurodegeneration in rats. *Applied & Translational Genomics*, 5, 30-32. <https://doi.org/10.1016/j.atg.2015.05.004>
- Seeram, N. P. y Nair, M. G. (2002). Inhibition of lipid peroxidation and structure-activity-related studies of the dietary constituents anthocyanins, anthocyanidins, and catechins. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(19), 5308-5312. <https://doi.org/10.1021/jf025671q>
- Shahidi, F. y Ambigaipalan, P. (2015). Phenolics and polyphenolics in foods, beverages and spices: Antioxidant activity and health effects – a review. *Journal of Functional Foods*, 18, 820-897. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2015.06.018>
- Sharifi-Rad, M., Anil Kumar, N. V., Zucca, P., Varoni, E. M., Dini, L., Panzarini, E., Rajkovic, J., Tsouh Fokou, P. V., Azzini, E., Peluso, I., Prakash Mishra, A., Nigam, M., El Rayess, Y., Beyrouthy, M. E., Polito, L., Iriti, M., Martins, N., Martorell, M., Docea, A. O., Setzer, W. M., Calina, D., Cho, W. C. y Sharifi-Rad, J. (2020). Lifestyle, oxidative stress, and antioxidants: back and forth in the pathophysiology of chronic diseases. *Frontiers in Physiology*, 11, 694. <https://doi.org/10.3389/fphys.2020.00694>
- Singh, P., Barman, B. y Thakur, M. K. (2022). Oxidative stress-mediated memory impairment during aging and its therapeutic intervention by natural bioactive compounds. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 14, 944697. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2022.944697>
- Skąpska, S., Marszałek, K., Woźniak, Ł., Szczepańska, J., Danielczuk, J. y Zawada, K. (2020). The development and consumer acceptance of functional fruit-herbal beverages. *Foods*, 9(12), 1819. <https://doi.org/10.3390/foods9121819>
- Sotelo-González, A. M., Reynoso-Camacho, R., Hernández-Calvillo, A. K., Castaño-Servín, A. P., García-Gutiérrez, D. G., Gómez-Velázquez, H. D. D. J., Martínez-Maldonado, M. Á., De Los Ríos, E. A. y Pérez-Ramírez, I. F. (2023). Strawberry, blueberry, and strawberry-blueberry blend beverages prevent hepatic steatosis in obese rats by modulating key genes involved in lipid metabolism. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(5), 4418. <https://doi.org/10.3390/ijerph20054418>
- Sprake, E. F., Russell, J. M., Cecil, J. E., Cooper, R. J., Grabowski, P., Pourshahidi, L. K. y Barker, M. E. (2018). Dietary patterns of university students in the UK: A cross-sectional study. *Nutrition Journal*, 17, 90. <https://doi.org/10.1186/s12937-018-0398-y>
- Sugajski, M., Buszewska-Forajta, M. y Buszewski, B. (2023). Functional beverages in the 21st century. *Beverages*, 9(1), 27. <https://doi.org/10.3390/beverages9010027>
- Sunthonkun, P., Palajai, R., Somboon, P., Suan, C. L., Ungsurangsri, M. y Soontorngun, N. (2019). Life-span extension by pigmented rice bran in the model yeast *Saccharomyces cerevisiae*. *Scientific Reports*, 9, 18061. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-54448-9>
- Taillie, L. S., Ng, S. W., Xue, Y. y Harding, M. (2017). Deal or no deal? The prevalence and nutritional quality of price promotions among U.S. food and beverage purchases. *Appetite*, 117, 365-372. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2017.07.006>
- Talati, Z., Charlesworth, J., Mackenzie, K., McAlpine, T., Myers, G., Miller, C., Dana, L. M., O'Connor, M., Mullan, B. A. y Dixon, H. G. (2024). Exploring sugary drink consumption and perceptions among primary-school-aged children and parents in Australia. *Nutrients*, 16(19), 3320. <https://doi.org/10.3390/nu16193320>
- Tanton, J., Dodd, L. J., Woodfield, L. y Mabhalala, M. (2015). Eating behaviours of british university students: A cluster analysis on a neglected issue. *Advances in Preventive Medicine*, 2015, 39239, <https://doi.org/10.1155/2015/639239>

- Tarasov, A., Chugunova, O. y Stozhko, N. (2020). Potentiometric sensor system based on modified thick-film electrodes for determining the antioxidant activity of beverages. *Food Industry*, 5(3), 85-96. <https://doi.org/10.29141/2500-1922-2020-5-3-10>
- Trovato Salinaro, A., Pennisi, M., Di Paola, R., Scuto, M., Crupi, R., Cambria, M. T., Ontario, M. L., Tomasello, M., Uva, M., Maiolino, L., Calabrese, E. J., Cuzzocrea, S. y Calabrese, V. (2018). Neuroinflammation and neurohormesis in the pathogenesis of Alzheimer's disease and Alzheimer-linked pathologies: Modulation by nutritional mushrooms. *Immunity & Ageing*, 15, 8. <https://doi.org/10.1186/s12979-017-0108-1>
- Tseng, H. C., Wang, C. J., Cheng, S. H., Sun, Z. J., Chen, P. S., Lee, C. T., Lin, S. H., Yang, Y. K. y Yang, Y. C. (2014). Tea-drinking habit among new university students: Associated factors. *Kaohsiung Journal of Medical Sciences*, 30(2), 98-103. <https://doi.org/10.1016/j.kjms.2013.08.004>
- Uusitupa, M., Khan, T. A., Viguiliouk, E., Kahleova, H., Rivelles, A. A., Hermansen, K., Pfeiffer, A., Thanopoulou, A., Salas-Salvadó, J., Schwab, U. y Sievenpiper, J. L. (2019). Prevention of type 2 diabetes by lifestyle changes: A systematic review and meta-analysis. *Nutrients*, 11(11), 2611. <https://doi.org/10.3390/nu11112611>
- Van Esch, P. y Gadsby, C. L. (2019). Marketing the healthiness of sports drinks: From physiological to cognitive based benefits. *Australasian Marketing Journal*, 27(3), 179-186. <https://doi.org/10.1016/j.ausmj.2019.04.001>
- Von Philipsborn, P., Stratil, J. M., Burns, J., Busert, L. K., Pfadenhauer, L. M., Polus, S., Holzapfel, C., Hauner, H. y Rehfuss, E. A. (2020). Environmental interventions to reduce the consumption of sugar-sweetened beverages: Abridged cochrane systematic review. *Obesity Facts*, 13(4), 397-417. <https://doi.org/10.1159/000508843>
- Wang, Y., Bi, C., Liu, H., Lin, H., Cai, R. y Zhang, J. (2022). Association of sugar-sweetened beverage consumption with psychological symptoms among Chinese university students during the COVID-19 pandemic. *Frontiers in Psychology*, 13, 1024946. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.1024946>
- Wibowo, N. A., Wanita, Y. P., Novitasari, E., Amri, A. F., Purwanto, E. H., Yulianti, Y. y Aurum, F. S. (2024). Innovative of cascara as potential in beverage, food and their functional impact: A review. *International Journal of Food Science and Technology*, 59(11), 8082-8092. <https://doi.org/10.1111/ijfs.17562>
- Yan, Z., Zhong, Y., Duan, Y., Chen, Q. y Li, F. (2020). Antioxidant mechanism of tea polyphenols and its impact on health benefits. *Animal Nutrition*, 6(2), 115-123. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2020.01.001>
- Yun, T. C., Ahmad, S. R. y Quee, D. K. S. (2018). Dietary habits and lifestyle practices among university students in Universiti Brunei Darussalam. *Malaysian Journal of Medical Sciences*, 25(3), 56-66. <https://doi.org/10.21315/mjms2018.25.3.6>
- Zamora-Ros, R., Knaze, V., Rothwell, J. A., Hémon, B., Moskal, A., Overvad, K., Tjønneland, A., Kyrø, C., Fagherazzi, G., Boutron-Ruault, M. C., Touillaud, M., Katzke, V., Kühn, T., Boeing, H., Förster, J., Trichopoulou, A., Valanou, E., Peppa, E., Palli, D., Agnoli, C., Ricceri, F., Tumino, R., De Magistris, M. S., Peeters, P. H. M., Bueno-de-Mesquita, H. B., Engeset, D., Skeie, G., Hjartaker, A., Menéndez, V., Agudo, A., Molina-Montes, E., Huerta, J. M., Barricarte, A., Amiano, P., Sonestedr, E., Nilsson, L. M., Landberg, R., Key, T. J., Khaw, K. T., Wareham, N. J., Lu, Y., Slimani, N., Romieu, I., Riboli, E. y Scalbert, A. (2016). Dietary polyphenol intake in Europe: The European prospective investigation into cancer and nutrition (EPIC) study. *European Journal of Nutrition*, 55(4), 1359-1375. <https://doi.org/10.1007/s00394-015-0950-x>
- Zhu, J., Zhu, Y., Zhao, Z., Huang, Q., Liu, C. y Zeng, Z. (2025). Association between body esteem and sugar-sweetened beverage intake among Chinese undergraduate students: A cross-sectional study. *Frontiers in Nutrition*, 11, 1465518. <https://doi.org/10.3389/fnut.2024.1465518>