@LIMENTECH CIENCIA Y TECNOLOGÍA ALIMENTARIA
ISSN Impreso 1692-7125/ ISSN Electrónico 2711-3035. Volumen 23 No. 2, p. 256 -276, año 2025
Facultad de Ingenierías y Arquitectura
Universidad de Pamplona

Bebidas Lácteas Fermentadas Con Probióticos: Fundamentos, Clasificación Y Tendencias Investigativas

Probiotic Fermented Dairy Beverages: Fundamentals, Classification, And Research Trends

Pérez-Angulo Yennifer [1], Granados-Conde Clemente [2*], León-Méndez Glicerio [3]

[1] Universidad de Cartagena, Facultad de Ingeniería, Programa Ingeniería de Alimentos. Grupo de investigación Ingeniería, Innovación, Calidad Alimentaria y Salud (INCAS). Cartagena, Colombia. ✉Correo eléctronico:yangulop@unicartagena.edu.co

[2] Universidad de Cartagena, Facultad de Ingeniería, Programa Ingeniería de Alimentos. Grupo de investigación Ingeniería, Innovación, Calidad Alimentaria y Salud (INCAS). Cartagena, Colombia. ✉Correo eléctronico: cgranadosc@unicartagena.edu.co ; https://orcid.org/0000-0002-3201-4357;

[3]Grupo de Investigación CIPTEC, Fundación Universitaria Tecnológico Comfenalco - Cartagena, Bolivar, Colombia. . ✉Correo eléctronico glicerio.leon@tecnologicocomfenalco.edu.co; https://orcid.org/0000-0002-9899-5872;

Recibido: 11 /agosto /2025; Aprobado: 01 / diciembre /2025 / 15 diciembre /2025

RESUMEN

La presente revisión documental se basó en el análisis de fuentes científicas contrastadas y de reconocido respaldo académico, con el fin de compilar, clasificar, revisar y analizar literatura especializada relacionada con las bebidas lácteas fermentadas con probióticos. En este marco, se resalta la importancia de los alimentos funcionales y su estrecha relación con la salud humana, un ámbito que exige de manera permanente la actualización y el desarrollo de productos alimentarios orientados a la optimización del bienestar fisiológico. A partir de este enfoque, se describen los principales conceptos asociados a la fermentación de bebidas lácteas, así como sus características más relevantes y los factores tecnológicos y bioquímicos que intervienen en su

@LIMENTECH CIENCIA Y TECNOLOGÍA ALIMENTARIA
ISSN Impreso 1692-7125/ ISSN Electrónico 2711-3035. Volumen 23 No. 2, p. 256 -276, año 2025
Facultad de Ingenierías y Arquitectura
Universidad de Pamplona

procesamiento y formulación como bebidas nutricionales. De igual forma, se abordan los fundamentos técnicos de las leches fermentadas y su clasificación, evidenciando las rutas químicas implicadas en los procesos de fermentación láctica y alcohólica presentes en determinados productos lácteos. Finalmente, la revisión tuvo como objetivo identificar y exponer las principales tendencias investigativas relacionadas con la fermentación de bebidas lácteas probióticas. En coherencia con dichas tendencias y con las estrategias actuales de desarrollo de alimentos funcionales, se analizan estudios que exploran la incorporación de frutas como adición suplementaria en bebidas lácteas probióticas, orientados a potenciar sus propiedades sensoriales y funcionales. En este contexto, se destacan frutas como la curuba y la mora, debido a su elevada capacidad antioxidante y a su contribución significativa al aroma y al sabor de este tipo de bebidas.

*Autor a quien debe dirigirse la correspondencia Clemente Granados E-mail: cgranadosc@unicartagena.edu.co

Palabras clave: Fermentación, Microbiota, Probióticos, Prebióticos, Simbióticos.

ABSTRACT

The present documentary review was based on the analysis of contrasted scientific sources with recognized academic support, with the purpose of compiling, classifying, reviewing, and critically analyzing specialized literature related to probiotic fermented dairy beverages. Within this framework, the importance of functional foods and their close relationship with human health is highlighted, an area that requires continuous updating and the ongoing development of food products aimed at optimizing physiological well-being.

@LIMENTECH CIENCIA Y TECNOLOGÍA ALIMENTARIA
ISSN Impreso 1692-7125/ ISSN Electrónico 2711-3035. Volumen 23 No. 2, p. 256 -276, año 2025
Facultad de Ingenierías y Arquitectura
Universidad de Pamplona

From this perspective, the review describes the main concepts associated with the fermentation of dairy beverages, as well as their most relevant characteristics and the technological and biochemical factors involved in their processing and formulation as nutritional beverages. Likewise, the technical foundations of fermented milks and their classification are addressed, highlighting the chemical pathways involved in lactic and alcoholic fermentation processes present in certain dairy products. Finally, the review aimed to identify and present the main research trends related to the fermentation of probiotic dairy beverages. In line with these trends and with current strategies for the development of functional foods, studies exploring the incorporation of fruits as supplementary ingredients in probiotic dairy beverages are analyzed, with the objective of enhancing their sensory and functional properties. In this context, fruits such as curuba and blackberry are highlighted due to their high antioxidant capacity and their significant contribution to the aroma and flavor of this type of beverage.

Key words: Fermentation, Microbiota, Probiotics, Prebiotics, Symbiotic.

INTRODUCCIÓN

Desde la antigüedad, se ha reconocido la estrecha relación existente entre la alimentación y la salud humana. En este contexto, múltiples beneficios en la mejora del estado de salud han sido atribuidos al consumo de alimentos funcionales, los cuales, además de aportar nutrientes esenciales, ejercen efectos fisiológicos favorables que trascienden la nutrición básica (Younesi & Ayseli, 2015). Estos alimentos contienen compuestos bioactivos capaces de influir positivamente en una o varias funciones del organismo, contribuyendo a la optimización del bienestar

y a la reducción del riesgo de diversas enfermedades crónicas (Goetzke, Nitzko & Spiller, 2014). Dentro de este grupo, los alimentos fermentados que incorporan microorganismos probióticos han adquirido un papel relevante en la alimentación contemporánea (Pringsulaka et al., 2015).

Los probióticos se definen como microorganismos vivos que, cuando se administran en cantidades adecuadas, confieren beneficios a la salud del huésped (Gibson et al., 2017). Entre las principales cepas probióticas se encuentran las bacterias ácido lácticas (BAL), tales como *Lactobacillus, Bifidobacterium y Streptococcus*; así como otros géneros bacterianos no productores de ácido láctico, como *Bacillus y Propionibacterium*, además de levaduras no patógenas como *Saccharomyces* (Gomes et al., 2014). Las BAL se consideran los microorganismos probióticos de mayor relevancia tecnológica y funcional (Mishra et al., 2018). Por su parte, los prebióticos comprenden compuestos no digeribles, entre los que se incluyen oligosacáridos, almidón resistente, inulina, lactulosa, pirodextrinas, alcoholes de azúcar, levanos y lactosucrosa, ampliamente distribuidos en matrices vegetales, los cuales estimulan selectivamente el crecimiento de microorganismos beneficiosos en el intestino (Peng et al., 2020). Recientemente, la terminología probiótica se ha ampliado con la incorporación de conceptos como parabióticos y postbióticos. Los parabióticos, también denominados probióticos inactivados, corresponden a células microbianas no viables o a sus extractos, mientras que los postbióticos se refieren a los metabolitos producidos o liberados tras la lisis celular de los probióticos, ambos asociados a efectos biológicos positivos (Bayona Buitrago, et al., 2022; Nataraj et al., 2020). En conjunto, los probióticos son considerados agentes bioterapéuticos debido a su capacidad para facilitar la digestión de la lactosa, modular la microbiota intestinal, fortalecer el sistema inmunológico y contribuir a la prevención de diversas patologías, incluyendo enfermedades gastrointestinales, dermatológicas y ciertos tipos de cáncer, como el cáncer de colon (Berrio, Correa & Ordoñez, 2015).

Dentro de los alimentos funcionales, las leches fermentadas representan uno de los principales vehículos para la incorporación y distribución de microorganismos probióticos, existiendo una amplia diversidad de productos lácteos funcionales en esta categoría, incluidos los quesos (Rampelli et al., 2013). Una de las principales ventajas de los productos lácteos radica en que su

elaboración no requiere modificaciones sustanciales en los procesos tecnológicos tradicionales, además de que las matrices lácteas ofrecen una protección efectiva a los probióticos durante el tránsito gastrointestinal. Las cepas de *Lactobacillus* y *Bifidobacterium* se encuentran entre las más estudiadas y utilizadas en productos lácteos fermentados (Grom et al., 2020). De hecho, los productos lácteos fermentados representan aproximadamente el 90 % del mercado de alimentos probióticos y constituyen un segmento en constante crecimiento dentro del mercado de alimentos funcionales (Cousin et al., 2012). Adicionalmente, la leche contiene una variedad de oligosacáridos con potencial prebiótico, los cuales han sido asociados al manejo de enfermedades metabólicas como la diabetes tipo 2 y la obesidad (Horta, De Mola & Victora, 2015). En este sentido, investigaciones recientes se han centrado en el estudio de oligosacáridos de la leche bovina estructuralmente similares a los de la leche materna, con el objetivo de desarrollar productos alimenticios terapéuticos innovadores (Robinson, 2019).

Paralelamente, se ha observado un creciente interés científico en el desarrollo de bebidas lácteas fermentadas con probióticos enriquecidas con pulpas de frutas, como estrategia para mejorar tanto las propiedades sensoriales como las funcionales de estos productos. Este tipo de innovaciones en la industria alimentaria constituye uno de los ejes centrales del presente artículo de revisión, el cual aborda de manera integral los principales fundamentos y tendencias asociadas a la fermentación de bebidas lácteas con valor funcional añadido.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente documento corresponde a un artículo de revisión de carácter teórico-documental, cuyo enfoque metodológico se fundamenta en la identificación, clasificación, análisis e interpretación crítica de la literatura científica relacionada con las bebidas lácteas fermentadas que incorporan microorganismos probióticos. En su etapa investigativa, el estudio se orienta a examinar de manera sistemática los avances conceptuales y científicos reportados en este campo, con el propósito de comprender las principales líneas de investigación y su evolución.

Durante el desarrollo teórico de la revisión, se buscó compilar, analizar y sintetizar un volumen representativo de publicaciones científicas pertinentes a la temática central,

permitiendo así identificar tendencias, enfoques metodológicos y vacíos de conocimiento que contribuyen a la expansión y consolidación del cuerpo teórico existente, tanto en el ámbito local como internacional.

Para la recolección de la información, se emplearon estrategias de búsqueda bibliográfica estructuradas en bases de datos científicas de alto impacto, destacándose ScienceDirect, Scielo y Scopus como fuentes primarias de información. De manera complementaria, se consultaron fuentes secundarias tales como tesis académicas, artículos científicos disponibles en línea, libros especializados y repositorios digitales, los cuales aportaron información confiable, pertinente y actualizada sobre el objeto de estudio.

La revisión bibliográfica y el análisis de los resultados se sustentan en literatura científica publicada entre los años 2011 y 2025, garantizando así la inclusión de investigaciones recientes y relevantes que respaldan el rigor académico y la actualidad del presente trabajo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Bebidas Lácteas Probióticas

Los productos lácteos con alto valor agregado y propiedades funcionales ocupan un lugar destacado dentro del mercado de los alimentos funcionales, representando más del 40 % de este segmento a nivel global. Dentro de esta categoría, la mayoría de los productos corresponden a alimentos lácteos fermentados, siendo el yogur y los productos tipo yogur los de mayor relevancia comercial. Estos incluyen formulaciones bajas en lactosa o libres de lactosa, así como aquellas fortificadas con ingredientes funcionales, tales como minerales, vitaminas, probióticos y prebióticos, los cuales han mantenido un posicionamiento exitoso y sostenido en el mercado durante las últimas décadas (Ortiz et al., 2017).

El mercado mundial de bebidas lácteas funcionales se caracteriza por su dinamismo y crecimiento constante dentro de la industria láctea. Se estima que el valor del mercado global de bebidas lácteas alcanzará aproximadamente 13.900 millones de dólares, excluyendo las bebidas lácteas tradicionales como el kéfir, el suero de leche y el koumiss (Aryana & Olson, 2017), las cuales han sido objeto, en años recientes, de la implementación de nuevas especificaciones y estándares nutricionales

orientados a resaltar su calidad y funcionalidad (Castillo-Escandón et al., 2019). En este contexto, se han desarrollado múltiples estrategias para conferir al yogur convencional propiedades funcionales adicionales, mediante la incorporación de ingredientes de valor agregado, entre los que destacan los microorganismos probióticos (Champagne, Da Cruz & Daga, 2018), los prebióticos y diversos extractos de origen vegetal (Fazilah et al., 2018).

Las bebidas lácteas tradicionales han sido consumidas históricamente en diferentes regiones del mundo y cuentan con una sólida base científica que respalda su imagen como alimentos saludables. Entre ellas, el kéfir es considerado uno de los primeros productos lácteos funcionales reconocidos. De manera similar, el koumiss es una bebida fermentada de origen ancestral, cuya ingesta ha sido asociada tradicionalmente con beneficios para la salud; aunque la evidencia científica disponible sobre sus efectos funcionales es limitada, se le han atribuido históricamente propiedades terapéuticas frente a diversas afecciones, como la tuberculosis, trastornos gastrointestinales y hepatitis (Parker, Lopetcharat & Drake, 2018).

Por otra parte, el suero de queso, conocido en Colombia y otros países suramericanos como suero costeño o queso crema, es un subproducto de la fabricación de queso que posee una larga trayectoria en la elaboración de bebidas lácteas. El reconocimiento detallado de su alto valor nutricional, así como de sus propiedades biofuncionales y tecnofuncionales, ha impulsado su valorización industrial, convirtiéndolo en una materia prima de creciente interés. En la actualidad, existe una amplia gama de bebidas líquidas a base de suero disponibles en los mercados internacionales, incluyendo formulaciones fermentadas y no fermentadas, mezclas con jugos de frutas y vegetales, bebidas probióticas, prebióticas y simbióticas, así como productos enriquecidos o suplementados (Turkmen, Akal & Özer, 2019).

Clasificación de lácteos o leches fermentadas

La leche fermentada probiótica se ha consolidado progresivamente como uno de los productos con mayor potencial de crecimiento dentro del mercado lácteo mundial (Shori et al., 2019). La incorporación de microorganismos probióticos en productos lácteos fermentados no solo contribuye a la mejora de las características sensoriales, tales como sabor, aroma y textura, sino que además confiere beneficios funcionales significativos para la salud del consumidor. Entre estos efectos se destacan

@LIMENTECH CIENCIA Y TECNOLOGÍA ALIMENTARIA
ISSN Impreso 1692-7125/ ISSN Electrónico 2711-3035. Volumen 23 No. 2, p. 256 -276, año 2025
Facultad de Ingenierías y Arquitectura
Universidad de Pamplona

la modulación positiva de la microbiota intestinal, la reducción de los niveles de colesterol sérico, así como la optimización de los procesos de digestión y absorción de proteínas y lípidos (Ashraf & Shah, 2011).

Este tipo de productos forma parte habitual de la dieta cotidiana de poblaciones a nivel global, debido a su elevada aceptación sensorial y a su vida útil relativamente prolongada, características que facilitan su almacenamiento, distribución, comercialización y consumo (Akdeniz & Akalın, 2019). En la actualidad, las leches fermentadas pueden clasificarse de acuerdo con los microorganismos responsables del proceso fermentativo, lo que da lugar a una amplia diversidad de productos con perfiles funcionales diferenciados (Nuñez, 2019):

Lácteos fermentados con bacterias lácticas termófilas. Los lácteos fermentados elaborados con bacterias lácticas termófilas constituyen el grupo de mayor importancia comercial a nivel mundial, dentro del cual se destacan productos ampliamente consumidos como el yogur y la leche acidófila. En estos procesos, las bacterias termófilas del género *Lactobacillus* desempeñan un papel fundamental como agentes fermentadores, siendo responsables de la fermentación láctica que caracteriza a este tipo de productos.

Estas bacterias presentan una temperatura óptima de crecimiento que oscila entre 42 y 43°C, condiciones bajo las cuales metabolizan la lactosa de la leche, generando ácido láctico y diversos compuestos secundarios. Entre los metabolitos más relevantes se encuentran el acetaldehído y el diacetilo, los cuales son determinantes en el desarrollo del sabor y aroma característicos de los lácteos fermentados termófilos.

Durante el proceso fermentativo, la producción progresiva de ácido láctico provoca una disminución del pH, alcanzando valores aproximados entre 3,8 y 4,0. Esta acidificación induce la coagulación de la caseína, fenómeno clave para la formación de la estructura del producto y para la mejora de su estabilidad y conservación microbiológica (Cizeikiene et al., 2020).

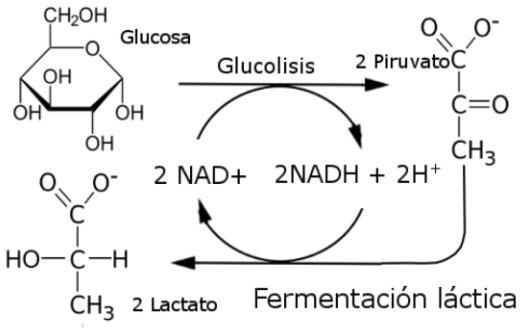


Figura 1. Fermentación acido láctica

Lácteos fermentados con bacterias lácticas mesófilas. Los lácteos fermentados

con bacterias lácticas mesófilas se caracterizan por desarrollarse a partir de microorganismos cuyo óptimo de crecimiento se encuentra en un rango de temperatura relativamente bajo, generalmente entre 20 y 22 °C. Este tipo de fermentación confiere a los productos finales perfiles sensoriales suaves, con notas ligeramente ácidas y aromas delicados, ampliamente apreciados en determinadas regiones.

Entre las principales bacterias involucradas en este proceso fermentativo se destacan especies del género *Lactococcus* y *Leuconostoc*, tales como *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*, *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*, *Lactococcus lactis* subsp. *diacetylactis* y *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *cremoris*. Estas bacterias son responsables de la producción de ácido láctico y de compuestos aromáticos secundarios, como el diacetilo, que contribuyen al desarrollo de las características organolépticas del producto.

Un ejemplo representativo de este tipo de fermentación es el filmjölk, una bebida láctea tradicional consumida principalmente en los países del norte de Europa, donde forma parte de la dieta habitual debido a su sabor suave y a su asociación con beneficios digestivos (Ohlsson et al., 2017).

Lácteos fermentados con bacterias lácticas y levaduras. Los lácteos fermentados obtenidos mediante la acción conjunta de bacterias lácticas y levaduras se caracterizan por un proceso de fermentación heteroláctica, en el cual coexisten la fermentación láctica, desarrollada por bacterias ácido-lácticas, y la fermentación alcohólica, llevada a cabo por diversas especies de levaduras. Como resultado de esta actividad metabólica mixta, estos productos presentan un contenido de etanol generalmente inferior al 2 %, una marcada efervescencia atribuida a la producción de dióxido de carbono (CO_2) y una acidez característica asociada a la generación de ácido láctico.

Dentro de este grupo se reconocen principalmente dos bebidas tradicionales: el kéfir y el kumys. El kéfir se distingue por su bajo contenido alcohólico, típicamente del orden de 0,5 %, así como por su complejo microbiota simbiótica, responsable de sus propiedades sensoriales y funcionales. Por su parte, el kumys, de origen asiático, se elaboraba tradicionalmente a partir de leche de yegua; no obstante, en la actualidad su producción se ha extendido al uso de leche de vaca. Este producto presenta un contenido alcohólico superior al del kéfir, que puede alcanzar hasta 3 %, principalmente

como consecuencia de la adición de sacarosa al sustrato fermentativo, lo cual favorece la actividad de las levaduras (Akabanda et al., 2013).

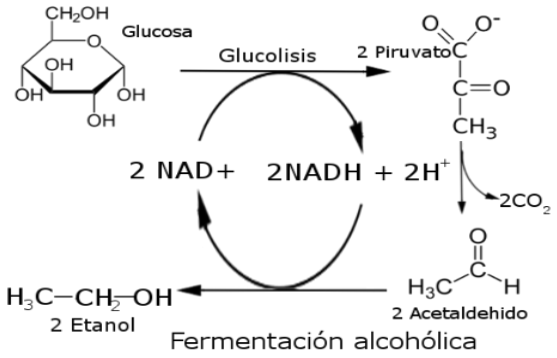


Figura 2. Fermentación alcohólica.

Importancia de los Productos Lácteos en la Salud. Los productos lácteos han sido tradicionalmente asociados con efectos beneficiosos para la salud, principalmente en función de la presencia de nutrientes esenciales como el calcio y la vitamina D, los cuales desempeñan un papel fundamental en la salud ósea y metabólica (Qu et al., 2018). Sin embargo, la evidencia científica actual indica que el contenido nutricional aislado de estos alimentos no es suficiente para predecir de manera integral sus efectos sobre la salud. En este sentido, resulta necesario analizar la matriz alimentaria de los productos lácteos, dado que el valor nutricional de estos alimentos no depende exclusivamente de la suma de sus nutrientes individuales, sino de la interacción estructural y funcional entre sus componentes (Thorning et al., 2017).

Bajo este enfoque, diversos estudios han señalado que el consumo regular de yogur y productos lácteos fermentados con probióticos puede contribuir a la reducción del aumento de peso corporal, así como a la mejora del metabolismo energético (Ban et al., 2020). De manera similar, se ha observado que la ingesta habitual de productos lácteos fermentados se asocia con una disminución del riesgo de desarrollar diabetes mellitus, efecto que podría estar mediado por cambios favorables en la microbiota intestinal y en la respuesta metabólica del organismo. Adicionalmente, el proceso de fermentación láctica puede incrementar la biodisponibilidad y el contenido de vitaminas del complejo B, así como de las vitaminas C, D y K, fortaleciendo el perfil nutricional de estos productos (Akpinar et al., 2015).

Por otra parte, los productos lácteos han despertado un creciente interés debido a los efectos positivos de minerales como el calcio y el magnesio sobre la salud cardiovascular y metabólica (Yakoob et al., 2016). Asimismo, las proteínas del suero lácteo han demostrado poseer efectos insulinotrópicos, favoreciendo la reducción de la glucosa

plasmática mediante la estimulación de la secreción de insulina e incretinas (Mitri et al., 2019). Finalmente, diversos estudios sugieren que determinados ácidos grasos presentes en los productos lácteos se asocian con un menor riesgo de enfermedades crónicas, incluyendo patologías cardiovasculares, lo que refuerza el papel de los lácteos fermentados como componentes relevantes de una alimentación saludable (Tarón et al., 2022; Mozaffarian, 2019; Álvarez et al., 2019).

Tendencias Futuras. En la actualidad, diversas comunidades científicas orientan sus esfuerzos investigativos hacia el desarrollo de nuevos productos probióticos que sean de fácil acceso, manipulación y consumo, y que garanticen beneficios significativos para la salud humana (Luna-García. et al., 2024; Uriot et al., 2017). Para ello, se han implementado múltiples estrategias metodológicas destinadas a la obtención y evaluación de estos productos, analizando su comportamiento y estabilidad en diferentes matrices alimentarias. De manera complementaria, numerosos estudios se han enfocado en mejorar la viabilidad de los microorganismos probióticos, mediante el encapsulamiento de cepas en matrices comestibles, con el fin de protegerlas frente a condiciones adversas durante los procesos de elaboración, almacenamiento, distribución e ingesta, particularmente en bebidas lácteas fermentadas que los incorporan (Tarrah et al., 2018).

No obstante, las estrategias futuras en la producción de alimentos deberán orientarse hacia el desarrollo de productos más nutritivos, capaces de cubrir las necesidades de una población en crecimiento, bajo procesos sostenibles y económicamente accesibles. En este contexto, se prevé un crecimiento sostenido del mercado de alimentos funcionales a nivel global, consolidándose como un nicho altamente rentable para la industria alimentaria. Para finales de 2020, se estimaba que este mercado alcanzaría un valor aproximado de 304,5 mil millones de dólares, con una tasa de crecimiento anual promedio del 8,5 % (Bogue, Collins & Troy, 2017). Dentro de este segmento, los alimentos funcionales más demandados incluyen el yogur y la leche fermentada, los cereales y las bebidas de origen vegetal, entre otros (Castellanos-González et al., 2023; Granato et al., 2020).

La leche, por su parte, constituye una fuente de nutrientes esenciales de alto valor biológico y ofrece múltiples beneficios para la salud, tanto en su forma natural como tras ser sometida a procesos de fermentación o a

la incorporación de compuestos bioactivos. De acuerdo con la evidencia disponible, los productos lácteos pueden contribuir a la prevención y control de enfermedades crónicas asociadas al síndrome metabólico, tales como la obesidad y la diabetes mellitus (Zepeda-Hernández et al., 2021). Entre las tendencias proyectadas para este sector se destacan el desarrollo de leches con bajo contenido de sodio, leches con lactosa hidrolizada y productos con bajo contenido de grasa. Asimismo, el diseño de una nueva generación de productos lácteos ultrapasteurizados y fermentados resulta fundamental para responder a las exigencias del consumidor moderno, así como a las necesidades de estabilidad y vida útil durante el almacenamiento y la distribución (Bayram & Gökirmakli, 2017).

En este marco, el presente estudio compila y analiza algunos de los casos más innovadores reportados en la literatura científica relacionados con el desarrollo de bebidas lácteas fermentadas con probióticos, destacando su potencial funcional, tecnológico y comercial.

Propuestas innovadoras. En los últimos años, la industria alimentaria ha intensificado el estudio del potencial de las frutas y sus subproductos como fuentes naturales de compuestos bioactivos, evaluando sus beneficios para la salud y explorando nuevas estrategias de fermentación láctica orientadas al desarrollo de bebidas funcionales a base de frutas (Majerska et al., 2019). El procesamiento industrial de frutas genera grandes volúmenes de residuos y subproductos, principalmente tallos, cáscaras, semillas y bagazo, los cuales constituyen importantes reservorios de nutrientes y metabolitos bioactivos. La elevada densidad nutricional de estos materiales respalda su notable potencial como sustratos en procesos fermentativos, así como para la obtención de moléculas de alto valor agregado con aplicaciones en la industria de alimentos funcionales (Routray et al., 2017).

En este contexto, bebidas lácteas como el suero han sido ampliamente investigadas como matrices adecuadas para la incorporación de pulpas de frutas tropicales, tales como la gulupa y, más recientemente, la curuba, con el objetivo de mejorar las propiedades sensoriales, particularmente el sabor y el aroma (Conde-Martínez, Sinuco & Osorio, 2014). No obstante, el interés científico no se ha limitado únicamente a los atributos organolépticos, sino que también ha abordado la evaluación del valor funcional añadido, especialmente en términos de la capacidad antioxidante conferida por los

frutos incorporados (Morales & Vivas, 2015). De manera concordante, diversos estudios a nivel nacional han reportado resultados relevantes sobre la actividad antioxidante de frutos tropicales cultivados en Colombia, destacando su potencial como ingredientes funcionales (Sánchez y Caballero, 2019; Padilla-Frías, et al., 2018; Rojas et al., 2014).

Como ejemplo representativo de este tipo de innovaciones, se reporta un estudio reciente en el cual se desarrolló un producto lácteo probiótico con propiedades antioxidantes mejoradas, empleando cáscara de mango como sustrato para la fermentación. En dicha investigación se evaluaron los efectos de la suplementación de leche con cáscara de mango sobre las tasas de crecimiento de los microorganismos del kéfir durante un proceso de fermentación sumergida, así como sobre las propiedades antioxidantes del producto final. El seguimiento del proceso incluyó análisis de variación de pH y evaluaciones microbiológicas durante un período de 12 h de fermentación. La selección del mango y su cáscara se fundamentó en su elevado contenido de nutrientes y compuestos nutracéuticos, particularmente compuestos fenólicos, los cuales se asocian con diversas actividades biológicas, entre ellas efectos antioxidantes, antimicrobianos, antiinflamatorios y prebióticos (Jayalaxmi et al., 2018).

Por otra parte, se ha evidenciado un creciente interés en la evaluación de la actividad antioxidante y la bioaccesibilidad de compuestos fenólicos en yogures enriquecidos con mora negra, considerando la influencia tanto del proceso fermentativo como del momento de adición de la fruta. La incorporación de fruta no solo persigue la mejora del perfil funcional del producto, sino también el mejoramiento de sus características sensoriales. En este sentido, se ha demostrado que la adición de la fruta posterior al proceso de fermentación, en lugar de antes de la acidificación, conduce a una mayor actividad antioxidante (Sun-Waterhouse, Zhou & Wadhwa, 2012), así como a un incremento en el coeficiente de consistencia y una disminución de la sinéresis, lo que se traduce en una mejora significativa del sabor y aroma de la leche fermentada (Durmus, Capanoglu & Kilic-Akyilmaz, 2021).

CONCLUSIONES

A partir del análisis y la sistematización de la literatura científica desarrollados en la presente revisión teórica-documental, se concluye que las bebidas lácteas

fermentadas con microorganismos probióticos constituyen una fuente relevante de nutrientes y compuestos bioactivos, los cuales ejercen efectos positivos comprobados sobre la salud humana, particularmente en la prevención y coadyuvancia en el manejo de enfermedades crónicas no transmisibles. La evidencia recopilada respalda su papel funcional en la modulación de la microbiota intestinal, el metabolismo energético y la respuesta fisiológica del organismo. Asimismo, se determinó que la incorporación de frutas tropicales y sus subproductos, especialmente aquellas con alta disponibilidad agrícola en Colombia, representa una estrategia tecnológica y nutricional viable para el desarrollo de bebidas lácteas fermentadas con mayor valor agregado. El uso de estos ingredientes no solo contribuye al mejoramiento de las propiedades organolépticas “sabor, aroma, color y textura”, sino que también potencia el perfil funcional de los productos, principalmente a través del incremento de su capacidad antioxidante y contenido de compuestos bioactivos.

En este sentido, la formulación de bebidas lácteas fermentadas enriquecidas con frutas tropicales se perfila como una alternativa innovadora y competitiva dentro del mercado global de alimentos funcionales, con un alto potencial de aceptación comercial, sostenibilidad productiva y aprovechamiento de recursos locales. Estos hallazgos refuerzan la importancia de continuar promoviendo la investigación y el desarrollo de productos probióticos de origen lácteo, alineados con las tendencias actuales de consumo saludable y con las oportunidades agroindustriales del contexto colombiano.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Akabanda, F., Owusu-Kwarteng, J., Tano-Debrah, K., Glover, R. L., Nielsen, D. S., & Jespersen, L. (2013). Taxonomic and molecular characterization of lactic acid bacteria and yeasts in nunu, a Ghanaian fermented milk product. Food Microbiology, 34(2), 277-283. https://doi.org/10.1016/j.fm.2012.09.025

Akdeniz, V., & Akalın, A. S. (2019). New approach for yoghurt and ice cream production: High-intensity ultrasound. Trends in Food Science & Technology, 86, 392-398. https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.02.046

Akpinar, A., Torunoglu, F., Yerlikaya, O., Kinik, Ö., Akbulut, N., & Uysal, H. (2015).

Fermented probiotic beverages produced with reconstituted whey and cow milk: Sensorial and rheological properties. Agro FOOD Industry Hi Tech. 26(4), 24-28.

Alvarez-Bueno, C., Cavero-Redondo, I., Martinez-Vizcaino, V., Sotos-Prieto, M., Ruiz, J. R., & Gil, A. (2019). Effects of milk and dairy product consumption on type 2 diabetes: overview of systematic reviews and meta-analyses. Advances in Nutrition, 10(suppl_2), S154-S163. https://doi.org/10.1093/advances/nmy107

Aryana, K. J., & Olson, D. W. (2017). A 100-Year Review: Yogurt and other cultured dairy products. Journal of Dairy Science, 100(12), 9987-10013. https://doi.org/10.3168/jds.2017-12981

Ashraf, R., & Shah, N. P. (2011). Selective and differential enumerations of Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus, Streptococcus thermophilus, Lactobacillus acidophilus, Lactobacillus casei and Bifidobacterium spp. in yoghurt—A review. International journal of food microbiology, 149(3), 194-208. Doi: 10.1016/j.ijfoodmicro.2011.07.008

Ban, Q., Cheng, J., Sun, X., Jiang, Y., Zhao, S., Song, X., & Guo, M. (2020). Effects of a synbiotic yogurt using monk fruit extract as sweetener on glucose regulation and gut microbiota in rats with type 2 diabetes mellitus. Journal of dairy science, 103(4), 2956-2968. https://doi.org/10.3168/jds.2019-17700

Bayona Buitrago, Camilo Andrés; Cepeda, María Fernanda; León Castrillo, Lexy Carolina. (2022). Aprovechamiento de los subproductos agroindustriales de la cadena productiva de la yuca (Manihot esculenta): Una Revisión, Revista @limentech, Ciencia y Tecnología Alimentaria. ISSN Impreso 1692-7125 ISSN Electrónico 2711-3035. Volumen 20 N° 1. Pp:. 111 – 131. https://doi.org/10.24054/limentech.v20i1.1658

Berrio, L. F., Correa, D. A., & Ordoñez, V. M. G. (2015). Alimentos funcionales: impacto y retos para el desarrollo y bienestar de la sociedad colombiana. Biotecnología en el sector agropecuario y agroindustrial, 13(2), 140-149. http://dx.doi.org/10.18684/BSAA(13)140-149

Bogue, J., Collins, O., & Troy, A. J. (2017). Market analysis and concept development of functional foods. Developing new functional food and nutraceutical products. 29-45. Academic Press. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-802780-6.00002-X

Castellanos-González Leónides, Vera-Peña Mariam S. Calderón-Gutiérrez Jefferson A. (2023) Enfermedades fúngicas en mora (*Rubus* spp.) en los municipios de Pamplona Y Pamplonita Norte De Santander" Revista @limentech, Ciencia y Tecnología Alimentaria. ISSN Impreso 1692-7125 ISSN Electrónico 2711-3035. Volumen 21 N° 1. Pp: 69 -84. https://doi.org/10.24054/limentech.v21i2.2628

Castillo-Escandón, V., Fernández-Michel, S. G., Cueto-Wong, M. C., & Ramos-Clamont Montfort, G. (2019). Criterios y estrategias tecnológicas para la incorporación y supervivencia de probióticos en frutas, cereales y sus derivados. TIP. Revista especializada en ciencias químico-biológicas, 22. https://doi.org/10.22201/fesz.23958723e.2019.0.173

Champagne, C. P., da Cruz, A. G., & Daga, M. (2018). Strategies to improve the functionality of probiotics in supplements and foods. Current Opinion in Food Science, 22, 160-166. https://doi.org/10.1016/j.cofs.2018.04.008

Cizeikiene, D., Jagelaviciute, J., Stankevicius, M., & Maruska, A. (2020). Thermophilic lactic acid bacteria affect the characteristics of sourdough and whole-grain wheat bread. Food Bioscience, 38, 100791. https://doi.org/10.1016/j.fbio.2020.100791

Conde-Martínez, N., Sinuco, D. C., & Osorio, C. (2014). Chemical studies on curuba (Passiflora mollissima (Kunth) LH Bailey) fruit flavour. Food chemistry, 157, 356-363. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.02.056

Cousin, F. J., Louesdon, S., Maillard, M. B., Parayre, S., Falentin, H., Deutsch, S. M., ... & Jan, G. (2012). The first dairy product exclusively fermented by Propionibacterium freudenreichii: A new vector to study probiotic potentialities in vivo. Food microbiology, 32(1), 135-146. https://doi.org/10.1016/j.fm.2012.05.003

Durmus, N., Capanoglu, E. y Kilic-Akyilmaz, M. (2021). Actividad y bioaccesibilidad de antioxidantes en yogur enriquecido con mora negra afectado por la fermentación y etapa de adición de fruta. International Dairy Journal , 117 , 105018. https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2021.105018

Fazilah, N. F., Ariff, A. B., Khayat, M. E., Rios-Solis, L., & Halim, M. (2018). Influence of probiotics, prebiotics, synbiotics and bioactive phytochemicals on the formulation of functional yogurt.

Journal of Functional Foods, 48, 387-399. https://doi.org/10.1016/j.jff.2018.07.039

Gibson, G. R., Hutkins, R., Sanders, M. E., Prescott, S. L., Reimer, R. A., Salminen, S. J., & Reid, G. (2017). Expert consensus document: The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics (ISAPP) consensus statement on the definition and scope of prebiotics. Nature reviews Gastroenterology & hepatology, 14(8), 491. https://doi.org/10.1038/nrgastro.2017.75

Goetzke, B., Nitzko, S., & Spiller, A. (2014). Consumption of organic and functional food. A matter of well-being and health?. Appetite, 77, 96-105. https://doi.org/10.1016/j.appet.2014.02.012

Gökirmakli, Ç., & Bayram, M. (2017). Recent And Expected Trends For Dairy Industry. Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi, 10(1), 38-43.

Gomes, A. C., Bueno, A. A., de Souza, R. G. M., & Mota, J. F. (2014). Gut microbiota, probiotics and diabetes. Nutrition journal, 13(1), 1-13. https://doi.org/10.1186/1475-2891-13-60

Granato, D., Barba, F. J., Bursać Kovačević, D., Lorenzo, J. M., Cruz, A. G., & Putnik, P. (2020). Functional foods: Product development, technological trends, efficacy testing, and safety. Annual review of food science and technology, 11, 93-118. https://doi.org/10.1146/annurev-food-032519-051708

Grom, L. C., Rocha, R. S., Balthazar, C. F., Guimarães, J. T., Coutinho, N. M., Barros, C. P., & Cruz, A. G. (2020). Postprandial glycemia in healthy subjects: Which probiotic dairy food is more adequate?. Journal of dairy science, 103(2), 1110-1119. https://doi.org/10.3168/jds.2019-17401

Horta, B. L., Loret de Mola, C., & Victora, C. G. (2015). Long-term consequences of breastfeeding on cholesterol, obesity, systolic blood pressure and type 2 diabetes: a systematic review and meta-analysis. Acta paediatrica, 104, 30-37. https://doi.org/10.1111/apa.13133

Jayalaxmi, B., Vijayalakshmi, D., & Maruthesha, A. (2018). Application of polyphenol extract from mango peel powder as a source of natural phytonutrients into biscuits. Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci, 7(5), 1206-1213. https://doi.org/10.20546/IJCMAS.2018.705.147

Luna-García. Nidia; Rueda-Paéz. Elsy; Rodríguez-N. Alexandra. (2024).

Determinación De Las Propiedades Nutricionales, Fisicoquímicas Y Sensoriales De Mermelada Light A Partir De Gulupa Endulzada Con Stevia. Revista @limentech, Ciencia y Tecnología Alimentaria. ISSN Impreso 1692-7125 - ISSN Electrónico 2711-3035. Volumen 22 N° 2. Pp: 5 – 17. https://doi.org/10.24054/limentech.v22i2.3195

Majerska, J., Michalska, A., & Figiel, A. (2019). A review of new directions in managing fruit and vegetable processing by-products. Trends in Food Science & Technology, 88, 207- 219. https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.03.021

Mishra, S. S., Behera, P. K., Kar, B., & Ray, R. C. (2018). Advances in probiotics, prebiotics and nutraceuticals. In Innovations in technologies for fermented food and beverage industries (121-141). Springer, Cham.

Mitri, J., Yusof, B. N. M., Maryniuk, M., Schrager, C., Hamdy, O., & Salsberg, V. (2019). Dairy intake and type 2 diabetes risk factors: a narrative review. Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews, 13(5), 2879-2887. https://doi.org/10.1016/j.dsx.2019.07.064

Morales Fernández, A. J., & Vivas Rojas, Y. A. (2015). Evaluación de la actividad antioxidante de una bebida refrescante a base de lactosuero adicionada con pulpa de curuba (*Passiflora Mollissima* Bailey), durante su almacenamiento. Universidad de la Salle, Colombia. https://hdl.handle.net/20.500.14625/32848

Mozaffarian, D. (2019). Dairy foods, obesity, and metabolic health: the role of the food matrix compared with single nutrients. Advances in Nutrition, 10(5), 917S-923S. https://doi.org/10.1093/advances/nmz053

Nataraj, B. H., Ali, S. A., Behare, P. V., & Yadav, H. (2020). Postbiotics-parabiotics: the new horizons in microbial biotherapy and functional foods. Microbial cell factories, 19(1), 1-22. https://doi.org/10.1093/advances/nmz053

Núñez, V. (2019). Leches fermentadas: tradición e innovación (Doctoral dissertation, Tesis de pregrado). Universidad Complutense, Madrid, España). https://hdl.handle.net/20.500.14352/20886

Ohlsson, J. A., Johansson, M., Hansson, H., Abrahamson, A., Byberg, L., Smedman, A., & Lundh, Å. (2017). Lactose, glucose and galactose content in milk, fermented milk and lactose-free milk products.

International Dairy Journal, 73, 151-154. https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2017.06.004

Ortiz, Y., García-Amézquita, E., Acosta, C. H., & Sepúlveda, D. R. (2017). Functional dairy products. In: Barbosa-Cánovas G V, María Pastore G, Candoğan K, Medina Meza IG, Caetano da Silva Lannes S, Buckle K, et al, editors. Global Food Security and Wellness. 1st ed. New York, NY: Springer New York; 67-103.

Padilla-Frías, K. Granados-Conde, Cl. León-Méndez, G. Arrieta, Y. y Torrenegra-Alarcon, M. (2018). Evaluación de la influencia de la temperatura en procesos de secado. Revista @limentech. 14(1), 107-117. https://doi.org/10.24054/16927125.v1.n1.2018.3935

Parker, M. N., Lopetcharat, K., & Drake, M. A. (2018). Consumer acceptance of natural sweeteners in protein beverages. Journal of dairy science, 101(10), 8875-8889. https://doi.org/10.3168/jds.2018-14707

Peng, M., Tabashsum, Z., Anderson, M., Truong, A., Houser, A. K., Padilla, J., ... & Biswas, D. (2020). Effectiveness of probiotics, prebiotics, and prebiotic-like components in common functional foods. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 19(4), 1908- 1933. https://doi.org/10.1111/1541-4337.12565

Pringsulaka, O., Rueangyotchanthana, K., Suwannasai, N., Watanapokasin, R., Amnueysit, P., Sunthornthummas, S., ... & Rangsiruji, A. (2015). In vitro screening of lactic acid bacteria for multi-strain probiotics. Livestock Science, 174, 66-73. https://doi.org/10.1016/j.livsci.2015.01.016

Qu, L., Ren, J., Huang, L., Pang, B., Liu, X., Liu, X., & Shan, Y. (2018). Antidiabetic effects of Lactobacillus casei fermented yogurt through reshaping gut microbiota structure in type 2 diabetic rats. Journal of agricultural and food chemistry, 66(48), 12696-12705. https://doi.org/10.1021/acs.jafc.8b04874

Rampelli, S., Candela, M., Severgnini, M., Biagi, E., Turroni, S., Roselli, M., & Brigidi, P. (2013). A probiotics-containing biscuit modulates the intestinal microbiota in the elderly. The journal of nutrition, health & aging, 17(2), 166-172. https://doi.org/10.1007/s12603-012-0372-x

Robinson, R. C. (2019). Structures and metabolic properties of bovine milk oligosaccharides and their potential in the development of novel therapeutics. Frontiers in nutrition, 6, 50. https://doi.org/10.3389/fnut.2019.00050

Rodríguez, L. G. R., Gasga, V. M. Z., Pescuma, M., Van Nieuwenhove, C., Mozzi, F., & Burgos, J. A. S. (2020). Fruits and fruit by-products as sources of bioactive compounds. Benefits and trends of lactic acid fermentation in the development of novel fruit-based functional beverages. Food Research International, 109854.

Rojas, D. C. C., Maldonado, M. E., Londoño, M. C. F., & Marchena, L. A. U. (2014). Características nutricionales y antioxidantes de la fruta curuba larga (Passiflora mollissima Bailey). Perspectivas en nutricion humana, 16(2), 203-212. https://doi.org/10.17533/udea.penh.v16n2a07

Routray, W., & Orsat, V. (2017). Plant by-products and food industry waste: A source of nutraceuticals and biopolymers. In Food Bioconversion (pp. 279-315). Food Bioconversion. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811413-1.00008-5

Sánchez C., Mónica A. y Caballero P. Luz A. (2019). Uso de cristales de aloe vera (*aloe barbadensis miller*) en la elaboración de un relleno líquido para bombón de chocolate. Revista @limentech, Ciencia y Tecnología Alimentaria. ISSN 1692-7125. Volumen 17 N° 1. Pp: 80 - 93. https://doi.org/10.24054/limentech.v17i1.331.

Shori, A. B., Baba, A. S., & Muniandy, P. (2019). 5 - Potential health-promoting effects of probiotics in dairy beverages. Value-added ingredients and enrichments of beverages, 173- 204. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-816687-1.00005-9

Sun-Waterhouse, D., Zhou, J., & Wadhwa, S. S. (2012). Effects of adding apple polyphenols before and after fermentation on the properties of drinking yoghurt. Food and Bioprocess Technology, 5(7), 2674-2686.

Tarrah, A., Castilhos, J. D., Rossi, R. C., Duarte, V. D. S., Ziegler, D. R., Corich, V., & Giacomini, A. (2018). In vitro probiotic potential and anti-cancer activity of newly isolated folate-producing Streptococcus thermophilus strains. Frontiers in microbiology, 9, 2214. https://doi.org/10.3389/fmicb.2018.02214

Tarón Dunoyer Arnulfo; Barros Portnoy Israel; Mercado Camargo, Jairo. (2022). Caracterización de ácidos grasos y fenoles totales con actividad antioxidante de la semilla de durazno (*Prunus persica*). Revista @limentech, Ciencia y Tecnología Alimentaria. ISSN Impreso

1692-7125 ISSN Electrónico 2711-3035. Volumen 20 N° 1. Pp: 77 – 91. https://doi.org/10.24054/limentech.v20i1.1667

Turkmen, N., Akal, C., & Özer, B. (2019). Probiotic dairy-based beverages: A review. Journal of Functional Foods, 53, 62-75. https://doi.org/10.1016/j.jff.2018.12.004

Thorning, T. K., Bertram, H. C., Bonjour, J. P., De Groot, L., Dupont, D., Feeney, E., ... & Givens, I. (2017). Whole dairy matrix or single nutrients in assessment of health effects: current evidence and knowledge gaps. The American journal of clinical nutrition, 105(5), 1033-1045. https://doi:10.3945/ajcn.116.151548

Uriot, O., Denis, S., Junjua, M., Roussel, Y., Dary-Mourot, A., & Blanquet-Diot, S. (2017). Streptococcus thermophilus: from yogurt starter to a new promising probiotic candidate?. Journal of Functional Foods, 37, 74-89. https://doi.org/10.1016/j.jff.2017.07.038

Yakoob, M. Y., Shi, P., Willett, W. C., Rexrode, K. M., Campos, H., Orav, E. J., ... & Mozaffarian, D. (2016). Circulating biomarkers of dairy fat and risk of incident diabetes mellitus among men and women in the United States in two large prospective cohorts. Circulation, 133(17), 1645-1654. https://doi.org/10.1161/circulationaha.115.018410

Younesi, E., & Ayseli, M. T. (2015). An integrated systems-based model for substantiation of health claims in functional food development. Trends in Food Science & Technology, 41(1), 95-100. https://doi.org/10.1016/j.tifs.2014.09.006

Zepeda-Hernández, A., Garcia-Amezquita, L. E., Requena, T., & García-Cayuela, T. (2021). Probiotics, prebiotics, and synbiotics added to dairy products: Uses and applications to manage type 2 diabetes. Food Research International, 110208. https://doi.org/10.1016/j.foodres.2021.110208