UIDE
Powered by
Arizona State University

NUTRICIÓN Y DIETÉTICA

Tesis previa a la obtención de título de

Licenciada en Nutrición y Dietética

AUTOR: JOYS FERNANDA MANZANO NUÑEZ

TUTOR: KARINA ALEXANDRA PAZMIÑO ESTEVEZ

Desarrollo de una bebida fermentada a base de kéfir de agua con caléndula (Calendula officinalis), menta (Mentha piperita) y flor de jamaica (Hibiscus sabdariffa) como alternativa funcional para la salud intestinal.

Quito - Ecuador

ENERO 2026

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Yo, JOYS FERNANDA MANZANO NUÑEZ, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría, que no ha sido presentado anteriormente para ningún grado o calificación profesional y que se ha consultado la bibliografía detallada.

Cedo mis derechos de propiedad intelectual a la Universidad Internacional del Ecuador, para que sea publicado y divulgado en internet, según lo establecido en la Ley de Propiedad Intelectual, Reglamento y Leyes.



JOYS FERNANDA MANZANO NUÑEZ

C:0805268562

APROBACIÓN DEL TUTOR

Yo, KARINA ALEXANDRA PAZMIÑO ESTEVEZ, certifico que conozco al autor del presente trabajo siendo la responsable exclusiva de su originalidad y autenticidad, como de su contenido.

Mg. MSc. Karina Alexandra Pazmiño Estévez
DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

DEDICATORIA

La presente tesis está dedicada a las personas que han sido un pilar fundamental en mi vida y que me acompañaron durante todo mi proceso universitario, brindándome apoyo, fortaleza y motivación en cada etapa del camino.

A mi madre, quien ha estado siempre a mi lado apoyándome sin condiciones, siendo mi mayor ejemplo de amor, sacrificio y perseverancia. Gracias a ella hoy puedo culminar este logro. La amo con toda mi alma y mi ser, porque el amor verdadero trasciende todo tiempo y destino.

A mi mejor amiga y hermana de vida, Nicole, por cuidarme día a día, por su apoyo constante y por no permitirme rendirme jamás. Sin ella, este logro no habría sido posible; por ello, este triunfo también es suyo.

A mi inspiración y motor, la razón más profunda por la cual seguí adelante. A mi sobrino, mi primer hijo como siempre digo, Bruno, gracias por darme la fuerza para no rendirme y por ser el motivo de cada esfuerzo.

A mi gatito, fiel compañero de largas noches de estudio, por acompañarme incansablemente y brindarme tranquilidad en los momentos más difíciles.

Finalmente, a todas aquellas personas que estuvieron presentes en los buenos y malos momentos, que me enseñaron que una nota no define mis capacidades y que con constancia, fe y esfuerzo siempre es posible hacerlo mejor y alcanzar el éxito.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, mi creador, mi padre y mi proveedor, agradezco profundamente por ser mi fortaleza, mi guía y mi apoyo constante a lo largo de este camino. Gracias por darme la sabiduría, la paciencia y la fe necesarias para no rendirme y seguir adelante aun en los momentos más difíciles.

A mi familia, por su amor incondicional, su respaldo permanente y por creer en mí desde el inicio. Cada palabra de aliento, cada sacrificio y cada gesto de apoyo fueron fundamentales para alcanzar este logro. Gracias por ser mi base, mi refugio y mi mayor motivación.

A las personas que formaron parte de mi vida universitaria, compañeros y amigos, quienes estuvieron presentes tanto en los momentos de alegría como en los de dificultad. Gracias por el apoyo, la comprensión, el compañerismo y por recordarme que una nota no define a una persona, sino el esfuerzo, la constancia y el deseo de superarse cada día.

A todos mis profesores, quienes formaron parte de mi crecimiento profesional y personal. De manera especial, a mi profesora Kari, gracias por su guía, su apoyo y por inspirarme a no rendirme nunca, incluso cuando el camino se tornó difícil.

Este logro es el resultado del acompañamiento, la fe y el esfuerzo compartido de todos ustedes. Gracias por ser parte esencial de este proceso.

ÍNDICE GENERAL

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA 2

APROBACIÓN DEL TUTOR 3

DEDICATORIA 4

AGRADECIMIENTOS 5

ÍNDICE GENERAL 6

ÍNDICE DE FIGURAS 14

Listado de abreviaturas 15

Resumen 16

ABSTRACT 19

PALABRAS CLAVES 22

Keywords 23

INTRODUCCIÓN / ANTECEDENTES 24

JUSTIFICACIÓN 29

CAPÍTULO 1. El Kéfir de Agua como Alimento Fermentado Funcional 32

1.1. Origen e historia del kéfir 32

1.1.2. Diferencias entre kéfir de leche y kéfir de agua 35

1.1.3. Uso tradicional en la medicina popular 37

1.2. MICROBIOLOGÍA DEL KÉFIR DE AGUA 39

1.2.1. Bacterias ácido lácticas predominantes 41

1.2.2. Levaduras y su función fermentativa 44

1.2.3. Formación del SCOBY y estabilidad de la comunidad microbiana 46

1.2.4. Factores que modifican la composición microbiana 48
1.3. Proceso de Fermentación 50
1.3.1. Sustratos fermentables (agua, azúcar o panela y minerales) 52
1.3.2. Formación de ácido láctico, CO_2 y etanol residual 55
1.3.3. Variación de pH durante la fermentación 57
1.4. Composición Nutricional del Kéfir de Agua 60
1.4.1. Composición de macronutrientes 63
1.4.2. Vitaminas generadas durante la fermentación 64
1.4.3. Minerales y electrolitos 65
1.4.4. Exopolisacáridos (como el dextrano) 67
1.5. Propiedades funcionales 68
1.5.1. Modulación de la microbiota intestinal 69
1.5.2. Acción antiinflamatoria intestinal 69
1.5.3. Efecto probiótico y postbiótico 70
1.5.4. Regulación del tránsito intestinal 71
1.6. Seguridad Alimentaria 72
1.6.1. Buenas Prácticas de Manipulación (BPM) 72
1.6.2. Riesgos por Contaminación Cruzada 74
1.6.3. Criterios Sanitarios de Bebidas Fermentadas 74
CAPITULO 2. Plantas medicinales utilizadas en la formulación del kéfir de agua y su relación con la salud intestinal 75
2.1. Caléndula (Calendula officinalis) 76

2.1.1. Historia y usos etnomedicinales 76

2.1.2. Compuestos bioactivos (flavonoides, carotenoides, triterpenos) 77

2.1.3. Propiedades antiinflamatorias y reparadoras de mucosa intestinal 78

2.2. Menta (Mentha piperita) 79

2.2.1. Fitonutrientes principales (mentol y ácido rosmarínico) 79

2.2.2. Acción carminativa y antiespasmódica 79

2.2.3. Uso en Síndrome de Intestino Irritable y digestión lenta 80

2.3. Flor de Jamaica (Hibiscus sabdariffa) 81

2.3.1. Antocianinas y flavonoides antioxidantes 81

2.4 Caléndula (Calendula officinalis) 83

2.5. Interacción funcional entre probióticos y plantas medicinales 85

2.5.1. Papel fisiológico de los probióticos y postbióticos del kéfir 85

2.5.2. Papel digestivo y antiinflamatorio de las plantas medicinales 86

2.5.3. Sinergia funcional en el intestino 87

3.1. Concepto de gen 88

3.2 Microbiota intestinal y su relación con enfermedades gastrointestinales funcionales. 90

3.2.1. Microbiota intestinal en enfermedades digestivas y su relación con la bebida funcional. 91

3.2.2. Factores que alteran la microbiota intestinal y su importancia para el desarrollo de la bebida funcional 93

3.2.3. Inflamación intestinal de bajo grado 95

3.2.4. Estrés oxidativo y daño de la mucosa intestinal 96

3.2.5. Mecanismos de señalización celular, regulación génica y respuesta adaptativa intestinal 97

3.2.6 Justificación del kéfir de agua como matriz funcional no láctea 98

3.3 SALUD INTESTINAL Y MICROBIOTA 99

3.3.1 Fisiología digestiva relevante 100

3.3.2 Microbiota intestinal: funciones y dinámica 100

3.3.3 Rol de probióticos en el equilibrio intestinal 101

3.3.4 Eje intestino–cerebro: beneficios de los probióticos 102

3.3.5 Alteración del eje intestino–cerebro: disbiosis y "desconexión" del eje 102

3.3.6 Beneficios fisiológicos de los probióticos en el eje intestino–cerebro 103

3.3.7 Justificación del kéfir de agua como modulador del eje intestino–cerebro . 104

CAPÍTULO 4. Desarrollo de la Bebida Fermentada 105

4.1. Selección y preparación de insumos 105

4.2. Estandarización del proceso de fermentación 106

4.3. Normas de conservación y almacenamiento 107

4.3.1. Refrigeración y control de temperatura 107

4.3.2. Tipo de envase adecuado 108

4.3.3. Vida útil y señales de descomposición 108

CAPÍTULO 5. Evaluación Sensorial del Producto 109

5.1. Escala hedónica y su aplicación 109

CAPÍTULO 6. Elaboración de Material Educativo 111

6.1. Rol de la educación nutricional en salud digestiva 111

6.2. Elaboración de tríptico o infografía 112

6.3. Estrategia de difusión 113

CAPÍTULO 7. Potencial de Aplicación Nutricional y Comunitaria 114

7.1. Uso de la bebida en consulta nutricional 114

7.2. Incorporación en hábitos alimentarios saludables 116

7.3. Posibilidades de emprendimiento local y comunitario 116

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 118

Objetivo general 122

Objetivos específicos 122

Hipótesis 123

METODOLOGÍA 124

localización geográfica 124

Marco temporal 124

Marco espacial 124

Tipo de estudio 124

Metodología de búsqueda 124

Metodología experimental (elaboración del producto) 129

3.2 Diseño de investigación 139

Resultados 147

Resultado revisión bibliográfica 147

Resultados de la revisión bibliográfica 151

Resultado elaboración del producto 157

Resultado encuesta hedónica 162

Resultado tríptico 168

Discusión 170

Conclusiones 174

Recomendaciones 177

BIBLIOGRAFÍAS 179

ANEXOS 193

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 . *Evidencia científica relevante para el desarrollo de una bebida fermentada funcional a base de kéfir de agua y plantas medicinales* 26

Tabla 2. *Comunidad microbiana en kéfir de leche y kéfir de agua* 36

Tabla 3. *Relación entre el uso tradicional del kéfir y los mecanismos biológicos reconocidos actualmente.* 38

Tabla 4. *Bacterias ácido lácticas predominantes en kéfir de agua y sus funciones*..... 42

Tabla 5. *Levaduras presentes en el kéfir de agua y su contribución fermentativa* 45

Tabla 6. *Factores que influyen en la estabilidad del SCOBY del kéfir de agua* 47

Tabla 7. *Variables que modifican la composición microbiana y su impacto en el kéfir de agua* 50

Tabla 8. *Los azúcares más utilizados* 54

Tabla 9. *Importancia funcional y sensorial de estos compuestos* 57

Tabla 10. *Variación típica de pH en fermentación primaria de kefir de agua (20–25 °C)* 59

Tabla 11. *Resumen de su composición general del kéfir de agua.* 61

Tabla 12. *Vitaminas identificadas en el kéfir de agua y sus funciones* 65

Tabla 13. *Minerales y electrolitos presentes en el kéfir de agua* 66

Tabla 14. *Propiedades funcionales del kéfir de agua: mecanismo y evidencia* 71

Tabla 15. *Riesgos por Contaminación Cruzada*..... 74

Tabla 16. *Compuestos característicos de Calendula officinalis y posibles mecanismos* 77

Tabla 17. *La menta y su relación con el kéfir de agua*..... 81

Tabla 18. *Compuestos clave de Hibiscus sabdariffa, mecanismo, relevancia intestinal y aporte sensorial* 82

Tabla 19. *Las plantas seleccionadas aportan compuestos específicos* 86

Tabla 20. *Sinergia funcional entre probióticos y plantas medicinales* 87

Tabla 21. *Relación entre trastornos gastrointestinales funcionales, mecanismos fisiopatológicos y aportes potenciales de la bebida funcional (kéfir de agua + caléndula + menta + jamaica)* 91

Tabla 22. *Factores que alteran la microbiota intestinal y cómo la bebida funcional propuesta puede ayudar a contrarrestarlos* 94

Tabla 23. *Microbiota intestinal: funciones y dinámica* 100

Tabla 24. *Relación eje intestino–cerebro, disbiosis y acción del kéfir de agua* 104

Tabla 25. *Selección de insumos y preparación previa* 106

Tabla 26. *Parámetros estandarizados de fermentación* 107

Tabla 27. *Conservación y deterioro* 108

Tabla 28. *Porciones recomendadas* 108

Tabla 29. *La escala hedónica* 110

Tabla 30. *Sección del tríptico/infografía* 112

Tabla 31. *Objetivos del material educativo* 113

Tabla 32. *Aplicación práctica en consulta:* 115

Tabla 33. *Cómo integrarse a la vida diaria:* 116

Tabla 34 . *Posibles modelos de comercialización:* 117

Tabla 35. Materiales y equipos utilizados para la elaboración del producto 129

Tabla 36. *Procedimiento para la elaboración de la bebida fermentada a base de kéfir de agua, flor de Jamaica, caléndula y menta* 131

Tabla 37. *Resumen de los artículos incluidos en la revisión bibliográfica* 147

Tabla 38. *Resultados fisicoquímicos* 161

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1.*Mercado global de alimentos fermentados: proyección 2025–2034.* 24

FIGURA 2. *Estudio global ROMA IV sobre trastornos gastrointestinales funcionales* 119

FIGURA 3. *diagrama prisma* 128

FIGURA 4. *Fotos procedimiento* 133

FIGURA 5. *Elaboración del diagrama de flujo* 138

FIGURA 6. *Determinación pH* 140

FIGURA 7. *Preparación análisis microbiológico* 141

FIGURA 8. *Google Forms* 142

FIGURA 9. *Resultado final producto (envasado)* 158

FIGURA 10. Resultados pH y Resultados grados brix 161

FIGURA 11. *Resultados análisis microbiológico* 162

FIGURA 12. *Primera pregunta* 162

FIGURA 13. *Apariencia* 163

FIGURA 14. *Color* 164

FIGURA 15. *Olor* 165

FIGURA 16. *Sabor* 166

FIGURA 17. *Resultados finales* 167

FIGURA 18. *tríptico* 193

FIGURA 19. *Logo* 194

FIGURA 20. *Semáforo* 195

FIGURA 21. *Etiquetado nutricional* 195

Listado de abreviaturas

BAL (bacterias ácido lácticas), SCOBY (Symbiotic Culture of Bacteria and Yeasts; cultivo simbiótico de bacterias y levaduras), EPS (exopolisacáridos), pH (potencial de hidrógeno), CO_2 (dióxido de carbono), °Brix (grados Brix), m/v (masa por volumen), v/v (volumen por volumen), BPM (Buenas Prácticas de Manipulación), FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura), OMS (Organización Mundial de la Salud), ARCSA (Agencia Nacional de Regulación, Control y Vigilancia Sanitaria), ENSANUT (Encuesta Nacional de Salud y Nutrición), UIDE (Universidad Internacional del Ecuador), ADN (ácido desoxirribonucleico), GBD (Global Burden of Disease), ISO (International Organization for Standardization), CFU (unidades formadoras de colonias), EtOH (etanol), H_2O (agua), Ca (calcio), Mg (magnesio), K (potasio), NaCl (cloruro de sodio), °C (grados Celsius), h (horas), min (minutos), mL (mililitros), L (litro), g (gramos), kg (kilogramos), ppm (partes por millón), w/v (peso por volumen), RH (humedad relativa), pKa (constante de disociación ácida), LAB (Lactic Acid Bacteria; bacterias ácido lácticas), AAB (Acetic Acid Bacteria; bacterias acéticas), EPS (exopolisacáridos), SII (síndrome de intestino irritable), ERO (especies reactivas de oxígeno), GI (gastrointestinal), p/v (peso por volumen), ORAC (capacidad de absorción de radicales de oxígeno), T° (temperatura), UV (ultravioleta), RT (temperatura ambiente), WHO (World Health Organization), CI (intervalo de confianza).

Resumen

Introducción:

El kéfir de agua es una bebida fermentada no láctea compuesta por bacterias ácido lácticas, bacterias acéticas y levaduras, ampliamente descrita por su capacidad de generar compuestos asociados al equilibrio digestivo y la salud intestinal (Fiorda et al., 2017). En los últimos años, ha aumentado el interés por enriquecer este tipo de fermentados con plantas medicinales, con el fin de mejorar su perfil sensorial y su potencial funcional según la literatura. La caléndula (*Calendula officinalis*), la menta (*Mentha piperita*) y la flor de jamaica (*Hibiscus sabdariffa*) se reconocen por sus beneficios digestivos, antiinflamatorios y antioxidantes; sin embargo, el presente estudio solo evaluó parámetros básicos fisicoquímicos, Brix y sensoriales. Este enfoque permite explorar alternativas funcionales accesibles para la población mediante alimentos fermentados de bajo costo.

Objetivo:

Desarrollar una bebida fermentada de kéfir de agua suplementada con caléndula, menta y flor de jamaica, evaluar su comportamiento fermentativo mediante análisis básicos (pH, acidez y características sensoriales) y revisar la evidencia científica disponible sobre el posible aporte funcional de estas plantas.

Metodología:

El producto fue elaborado en los laboratorios de la Universidad Internacional del Ecuador (UIDE) siguiendo un protocolo estándar de fermentación de 24–48 horas. Se utilizaron granos de kéfir, una solución a base de panela y las plantas seleccionadas como aditivos funcionales. Se midieron pH, acidez titulable, cambios organolépticos (color, aroma, sabor y apariencia) y estabilidad del cultivo simbiótico durante el

proceso.

La revisión bibliográfica incluyó artículos publicados entre (2015 y 2025), provenientes de ensayos clínicos, revisiones sistemáticas, estudios experimentales y metaanálisis relacionados con kéfir de agua y las plantas medicinales estudiadas. No se realizaron análisis avanzados como cuantificación de polifenoles, capacidad antioxidante o recuentos microbianos.

Resultados:

La incorporación de caléndula, menta y jamaica no alteró negativamente la fermentación del kéfir de agua, ya que se observó el descenso esperado del pH, el aumento progresivo de la acidez y la estabilidad del cultivo simbiótico durante el periodo fermentativo. Las plantas aportaron modificaciones sensoriales características, principalmente en color, aroma y notas de sabor, sin interferir en la viabilidad del fermento.

Desde el punto de vista nutricional, la bebida presentó un bajo aporte energético (16–18 kcal por porción de 240 ml), con un contenido reducido de carbohidratos residuales (4,0–4,5 g), ausencia de grasas y cantidades mínimas de proteínas, lo que confirma su perfil como bebida fermentada ligera y adecuada para consumo habitual.

No se evidenciaron signos de contaminación, sobrefermentación ni alteraciones que comprometieran el proceso. Estos hallazgos son consistentes con lo reportado en estudios sobre la compatibilidad entre extractos vegetales y cultivos fermentativos tradicionales (Azizi et al., 2021; Tamang et al., 2016). La bebida final mostró un perfil sensorial agradable y un comportamiento fermentativo adecuado.

Conclusiones:

El estudio demuestra que es posible elaborar una bebida fermentada funcional utilizando kéfir de agua y plantas medicinales sin comprometer la estabilidad del proceso. La bebida desarrollada presenta un perfil organoléptico atractivo y características fisicoquímicas adecuadas. Si bien los beneficios funcionales de las plantas se sustentan únicamente en literatura científica, los resultados brindan una base para futuras investigaciones con análisis más profundos. La formulación representa una alternativa viable, accesible y de bajo costo que contribuye a promover la salud intestinal y el consumo de alimentos fermentados en la población.

ABSTRACT

Introduction:

Water kefir is a non-dairy fermented beverage composed of lactic acid bacteria, acetic acid bacteria, and yeasts, widely described for its ability to generate compounds associated with digestive balance and intestinal health (Fiorda et al., 2017) In recent years, there has been growing interest in enriching this type of fermented beverage with medicinal plants to enhance its sensory profile and its potential functional properties according to the scientific literature. Calendula (*Calendula officinalis*), mint (*Mentha piperita*), and hibiscus (*Hibiscus sabdariffa*) are recognized for their digestive, anti-inflammatory, and antioxidant benefits; however, the present study evaluated only basic physicochemical parameters, °Brix, and sensory characteristics. This approach allows the exploration of accessible functional alternatives for the population through low-cost fermented foods.

Objective:

To develop a fermented water kefir beverage supplemented with calendula, mint, and hibiscus; to evaluate its fermentative behavior through basic analyses (pH, acidity, and sensory characteristics); and to review the available scientific evidence regarding the potential functional contribution of these plants.

Methodology:

The product was prepared in the laboratories of the Universidad Internacional del Ecuador (UIDE) following a standardized fermentation protocol of 24–48 hours. Kefir grains, a panela-based solution, and the selected plants were used as functional additives. pH, titratable acidity, organoleptic changes (color, aroma, flavor, and appearance), and the stability of the symbiotic culture were measured throughout the

process.

The literature review included articles published between (2015 and 2025), comprising clinical trials, systematic reviews, experimental studies, and meta-analyses related to water kefir and the medicinal plants studied .No advanced analyses such as polyphenol quantification, antioxidant capacity, or microbial counts were performed.

Results:

The incorporation of calendula, mint, and hibiscus did not negatively affect the fermentation of water kefir, as the expected decrease in pH, the progressive increase in acidity, and the stability of the symbiotic culture were observed during the fermentation period. The plants contributed characteristic sensory modifications mainly in color, aroma, and flavor without interfering with the viability of the ferment.

From a nutritional standpoint, the beverage exhibited a low energy content (16–18 kcal per 240 mL serving), with a reduced amount of residual carbohydrates (4.0–4.5 g), absence of fats, and minimal protein levels, confirming its profile as a light fermented beverage suitable for regular consumption.

No signs of contamination, over-fermentation, or alterations compromising the process were detected. These findings are consistent with reports in the literature regarding the compatibility of plant extracts with traditional fermentative cultures (Azizi et al., 2021; Tamang et al., 2016). The final beverage demonstrated a pleasant sensory profile and appropriate fermentative behavior.

Conclusions:

The study demonstrates that it is possible to develop a functional fermented beverage using water kefir and medicinal plants without compromising the stability of the fermentation process. The beverage developed shows an attractive organoleptic profile

and appropriate physicochemical characteristics. Although the functional benefits of the plants are supported solely by scientific literature, the results provide a foundation for future research involving more advanced analyses. The formulation represents a viable, accessible, and low-cost alternative that may contribute to promoting intestinal health and encouraging the consumption of fermented functional foods within the population.

PALABRAS CLAVES

Kéfir de agua, bebida fermentada, bebida refrescante, caléndula, menta, flor de jamaica, fermentación simbiótica, análisis fisicoquímico, características sensoriales, alternativa funcional, salud intestinal, plantas medicinales, alimento fermentado.

Keywords

Water kefir, fermented beverage, refreshing drink, calendula, mint, hibiscus, symbiotic fermentation, physicochemical analysis, sensory characteristics, functional alternative, gut health, medicinal plants, fermented food.

INTRODUCCIÓN / ANTECEDENTES

El consumo de alimentos fermentados ha experimentado un notable crecimiento a nivel mundial, impulsado por su capacidad para contribuir a la salud digestiva, modular la microbiota intestinal y aportar compuestos bioactivos derivados del metabolismo microbiano. Entre 2018 y 2024, el mercado global de alimentos fermentados registró un crecimiento anual superior al 7,2 %, reflejando el aumento en la demanda de productos funcionales y naturales (Global Market Insights Inc, 2025).

FIGURA 1.*MERCADO GLOBAL DE ALIMENTOS FERMENTADOS: PROYECCIÓN 2025–2034.*



Nota. Adaptado de datos de mercado global de alimentos fermentados, Global Market Insights Inc. (2025).

Este incremento responde a una realidad preocupante: a nivel mundial, una proporción considerable de la población presenta disbiosis intestinal, entendida como un desequilibrio en la composición y función de la microbiota. (Monteiro et al., 2019; Zmora et al., 2019). estudios han reportado que, en algunos países, los alimentos ultraprocesados pueden representar más del 60 % de la ingesta energética total, lo cual

se ha asociado con patrones dietéticos de baja calidad nutricional y alteraciones de la microbiota intestinal (Monteiro et al., 2019; Zmora et al., 2019).

Frente a esta problemática, las bebidas fermentadas no lácteas como el kéfir de agua han ganado relevancia por ser accesibles, de fácil elaboración, bajas en calorías y una alternativa viable para personas intolerantes a la lactosa o con preferencias alimentarias basadas en plantas. El kéfir de agua está compuesto por un consorcio simbiótico de bacterias ácido lácticas, bacterias acéticas y levaduras capaces de transformar soluciones azucaradas en una bebida refrescante, ligeramente ácida y con propiedades probióticas y postbióticas (Fiorda et al., 2017; Moretti et al., 2022).

Estudios recientes han demostrado que el kéfir de agua puede mejorar parámetros digestivos, favorecer la integridad de la mucosa intestinal e inhibir microorganismos patógenos gracias a la producción de ácidos orgánicos y exopolisacáridos. Asimismo, la evidencia indica que el consumo regular de alimentos fermentados puede reducir entre 15 % y 30 % los marcadores inflamatorios relacionados con trastornos gastrointestinales funcionales, lo cual ha incrementado el interés de instituciones académicas por promover su elaboración y estudio (Papadopoulou et al., 2024; Peluzio et al., 2021).

De manera paralela, el uso de plantas medicinales en la formulación de bebidas funcionales se ha intensificado debido a su contenido de flavonoides, terpenos, carotenoides y compuestos fenólicos con actividades antioxidantes, antiinflamatorias y digestivas. Entre ellas, la caléndula (Calendula officinalis) destaca por sus efectos antiinflamatorios y protectores de mucosa; la menta (Mentha piperita) se reconoce por sus propiedades carminativas y espasmolíticas que ayudan a aliviar molestias gastrointestinales; y la flor de jamaica (Hibiscus sabdariffa) es rica en antocianinas y

polifenoles capaces de modular el estrés oxidativo y aportar un color y acidez apreciados sensorialmente.

Combinadas con un fermentado como el kéfir de agua, estas plantas pueden potenciar el aroma, el color, el sabor y posiblemente la acción funcional de la bebida.

En Ecuador, donde los trastornos gastrointestinales afectan a más del 30 % de la población según datos de (ENSANUT, 2018) ,desarrollar productos fermentados accesibles y con ingredientes medicinales tradicionales representa una estrategia valiosa en nutrición preventiva y promoción de salud.

A partir de esta necesidad, el presente trabajo de titulación propone la elaboración de una bebida fermentada a base de kéfir de agua suplementada con caléndula, menta y flor de jamaica, con el fin de evaluar su comportamiento fisicoquímico (pH, acidez, °Brix) y sensorial, así como revisar la evidencia científica relacionada con los posibles beneficios digestivos de sus componentes. Esta investigación constituye un aporte al desarrollo de alternativas funcionales de bajo costo que puedan ser incorporadas en la alimentación cotidiana y servir como base para estudios posteriores con análisis microbiológicos más avanzados.

TABLA 1 . *EVIDENCIA CIENTÍFICA RELEVANTE PARA EL DESARROLLO DE UNA BEBIDA FERMENTADA FUNCIONAL A BASE DE KÉFIR DE AGUA Y PLANTAS MEDICINALES*

Tema / Enfoque	**Evidencia científica actual**	**Implicación en el problema de salud intestinal**	**Relevancia para la bebida desarrollada en esta tesis**
Alteraciones de la microbiota	Más del 60 % de la población adopta dietas no saludables, factores	La disbiosis contribuye a inflamación, malestar digestivo, tránsito	Aumenta la necesidad de alimentos accesibles que

intestinal a nivel global	vinculados al desequilibrio de la microbiota intestinal (Monteiro et al., 2019; Zmora et al., 2019).	alterado y debilidad de la barrera intestinal.	favorezcan el equilibrio microbiano.
Crecimiento del mercado de fermentados	El mercado mundial de alimentos fermentados creció >7,2 % anual (2018–2024) (Global Market Insights Inc, 2025).	Demanda creciente de bebidas funcionales naturales, libres de lácteos y asociadas al bienestar digestivo.	Justifica la pertinencia de desarrollar alternativas locales competitivas, como el kéfir de agua con plantas.
Kéfir de agua como vehículo probiótico	Contiene BAL, bacterias acéticas y levaduras capaces de producir ácidos orgánicos, vitaminas y exopolisacáridos (Fiorda et al., 2017).	Modula microbiota, mejora digestión, reduce patógenos y favorece integridad de la mucosa intestinal.	Constituye la base fermentativa ideal por su accesibilidad, bajo costo y estabilidad microbiológica.
Impacto de alimentos fermentados en inflamación intestinal	Su consumo regular reduce entre 15 % y 30 % marcadores inflamatorios digestivos (Peluzio et al., 2021).	Apoya el manejo de trastornos digestivos leves y procesos inflamatorios de la mucosa.	El producto busca aprovechar este efecto complementario en salud gastrointestinal.
Caléndula (Calendula officinalis)	Contiene flavonoides y triterpenos con actividad antiinflamatoria y cicatrizante (Shahane et al., 2023).	Favorece la reparación de mucosa irritada o inflamada; útil en procesos de protección gastrointestinal.	Mejora el perfil funcional de la bebida y aporta utilidad digestiva basada en evidencia.

Menta (Mentha piperita)	Estudios clínicos respaldan su efecto antiespasmódico, carminativo y regulador del malestar digestivo (Bengoa et al., 2019).	Reduce gases, cólicos, distensión abdominal y síntomas de digestión lenta.	Potencia el perfil digestivo de la bebida y mejora aroma, frescor y aceptabilidad sensorial.
Flor de jamaica (Hibiscus sabdariffa)	Rica en antocianinas y polifenoles; posee actividad antioxidante y antiinflamatoria (Azizi et al., 2021).	Reduce estrés oxidativo y contribuye al equilibrio metabólico e intestinal.	Aporta color natural, acidez, compuestos antioxidantes y mejora apariencia del producto.
Necesidad local (Ecuador)	Más del 30 % de la población presenta molestias digestivas frecuentes (ENSANUT, 2018).	Existe un déficit de alimentos probióticos accesibles y culturalmente aceptados.	Justifica el desarrollo de una bebida funcional, artesanal y de bajo costo para consumo habitual.
Fermentación controlada del kéfir con plantas	Estudios recientes indican que extractos vegetales compatibles no alteran viabilidad del fermento (Tamang et al., 2016).	Permite integrar propiedades funcionales vegetales sin comprometer la fermentación.	Fundamento directo del presente prototipo: kéfir + caléndula + menta + jamaica.

Nota. Elaboración propia con base Monteiro et al., (2019) ;Zmora et al., (2019); Global Market Insights Inc, (2025) ,(Fiorda et al., 2017); (Peluzio et al., 2021); (Shahane et al., (2023); Bengoa et al., (2019); (Azizi et al., 2021); (Tamang et al., 2016) y (ENSANUT, 2018).

JUSTIFICACIÓN

Los trastornos gastrointestinales asociados a disbiosis intestinal, procesos inflamatorios y al consumo elevado de productos ultraprocesados representan actualmente una problemática creciente en salud pública. Diversos estudios han demostrado que la modulación positiva de la microbiota intestinal puede lograrse mediante el consumo recurrente de alimentos fermentados, los cuales aportan microorganismos vivos y metabolitos bioactivos capaces de contribuir al equilibrio microbiano y al fortalecimiento de la barrera intestinal (Fiorda et al., 2017; Moretti et al., 2022). En este contexto, el desarrollo de bebidas fermentadas no lácteas adquiere especial relevancia, ya que constituyen alternativas accesibles, económicas y culturalmente aceptadas, especialmente para poblaciones con intolerancia a la lactosa o preferencias dietéticas basadas en plantas.

El kéfir de agua, base del producto elaborado en la presente investigación, se caracteriza por una comunidad simbiótica compleja compuesta por bacterias ácido lácticas, bacterias acéticas y levaduras, las cuales producen ácidos orgánicos, dióxido de carbono, vitaminas del complejo B, enzimas digestivas y exopolisacáridos como la dextrina. Estos compuestos contribuyen a la estabilidad del fermento y han sido asociados en la literatura con efectos potenciales sobre la digestión, el tránsito intestinal y el equilibrio de la microbiota (Fiorda et al., 2017; Moretti et al., 2022). Estas propiedades respaldan su uso como matriz fermentada no láctea, tanto desde un enfoque científico como desde la tradición del consumo de tibicos en América Latina (Ojeda-Linares et al., 2021).

La incorporación de plantas medicinales como caléndula (Calendula officinalis), menta (Mentha piperita) y flor de jamaica (Hibiscus sabdariffa) incrementa el valor funcional de la bebida desarrollada, ya que estas especies aportan compuestos con actividad

antiinflamatoria, antioxidante y digestiva, ampliamente descritos en la literatura científica y desarrollados en el marco teórico de esta investigación (Azizi et al., 2021; Shahane et al., 2023). La combinación de estas plantas con el kéfir de agua permitió obtener una formulación que no solo conservó la viabilidad microbiana del fermento, sino que además mejoró características sensoriales clave como el color, el aroma y el sabor, lo cual fue corroborado durante la elaboración práctica del producto en los laboratorios de la UIDE.

Adicionalmente, el kéfir de agua es reconocido por su capacidad de generar ácidos orgánicos, compuestos antioxidantes y sustancias con potencial actividad postbiótica, las cuales pueden contribuir a la modulación de la microbiota intestinal y a la reducción de procesos inflamatorios (Papadopoulou et al., 2024; Peluzio et al., 2021). Estos antecedentes aportan un sustento científico adicional al desarrollo del producto planteado en esta tesis, respaldando sus posibles funciones digestivas y antioxidantes.

Desde un enfoque metodológico y sanitario, el control de parámetros fisicoquímicos como el pH, la acidez titulable y los °Brix resulta fundamental para garantizar la inocuidad y estabilidad microbiológica de bebidas fermentadas. Estas variables se encuentran alineadas con los criterios sanitarios establecidos para este tipo de productos por organismos internacionales como el Codex Alimentarius y la normativa sanitaria vigente (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2023; World Health Organization, 2022 & Agencia Nacional de Regulación, 2020). La estandarización de estos parámetros permite asegurar que la bebida obtenida sea segura para el consumo humano, cumpla con límites de pH adecuados (<4.5) y presente niveles mínimos de etanol residual, como corresponde a un producto funcional no alcohólico.

Finalmente, esta investigación es pertinente porque aborda simultáneamente:

1. una problemática de salud pública relacionada con alteraciones intestinales y hábitos alimentarios deficientes,
2. una solución accesible, sostenible y basada en evidencia científica, utilizando insumos de bajo costo disponibles en Ecuador,
3. una innovación sensorial y funcional, al integrar plantas medicinales en una matriz fermentada tradicional,
4. un aporte académico y profesional, fortaleciendo competencias en microbiología, nutrición funcional y desarrollo de alimentos.

La formulación del kéfir de agua con caléndula, menta y jamaica constituye una propuesta científicamente fundamentada, viable, saludable y alineada con la tendencia creciente de bebidas funcionales fermentadas.

MARCO TEÓRICO

CAPÍTULO 1. El Kéfir de Agua como Alimento Fermentado Funcional

1.1. Origen e historia del kéfir

El término “kéfir” alude originalmente a un fermentado lácteo tradicional de los pueblos del Cáucaso (Balcánes y Europa Oriental), preparado durante siglos con “granos de kéfir” biopelículas gelatinosas que albergan bacterias lácticas y levaduras en simbiosis, cuyas prácticas artesanales se difundieron ampliamente a finales del siglo XIX y a lo largo del XX a otras regiones del mundo (Moretti et al., 2022; Prado et al., 2015).

En paralelo al kéfir lácteo, diversas fuentes históricas y científicas describen un fermentado no lácteo elaborado en medio acuoso azucarado, hoy conocido como kéfir de agua (también “tibicos”, “tibi”, “sugar/sugary kefir grains” o “Japanese water crystals”). En este caso, los granos desarrollan una matriz de dextrano y otros exopolisacáridos donde se considera comunidades de bacterias lácticas, acéticas y levaduras que fermentan sacarosa para producir una bebida ligeramente ácida y carbonatada, con bajo grado alcohólico (Fiorda et al., 2017; Moretti et al., 2022).

Sobre el origen geográfico del kéfir de agua, no existe una única cuna aceptada. Dos líneas históricas sobresalen: la tradición de los “tibi/tibicos” de México, donde se documentó desde finales del siglo XIX la rehidratación de “gránulos” hallados en nopales (Opuntia spp.) para fermentar soluciones de azúcar y, en contextos locales, para producir tepache de tibicos, según revisiones etno-microbiológicas modernas sobre bebidas tradicionales mexicanas; y la relación con el llamado “ginger beer plant” descrito en el Reino Unido como otro cultivo simbiótico azucarado estrechamente emparentado por morfología y función, de acuerdo con descripciones microbiológicas contemporáneas (Moretti et al., 2022; Ojeda-Linares et al., 2021).

Las referencias históricas sobre el origen del kéfir de agua han sido reinterpretadas a la luz de la microbiología moderna, mostrando que este fermentado probablemente surgió de forma convergente en distintos contextos tradicionales a partir de comunidades simbióticas adaptadas a sustratos vegetales ricos en azúcares. Estudios recientes describen cómo estos consorcios microbianos pueden aparecer de manera natural en fermentaciones espontáneas basadas en frutas, melazas o soluciones azucaradas (Ojeda-Linares et al., 2021; Tamang et al., 2016).

El estudio contemporáneo del kéfir de agua se consolidó en la última década con análisis de secuenciación y cultivo que delinearon su ecología microbiana y dinámica fermentativa: predominio de Lactobacillus (p. ej., Lactiplantibacillus, Levilactobacillus), Zymomonas, Acetobacter/Gluconobacter, y levaduras como Saccharomyces y Dekkera/Brettanomyces, entre otras, con variabilidad marcada entre orígenes domésticos (Bengoa et al., 2019; Fiorda et al., 2017; Moretti et al., 2022).

La coexistencia bacterias-levaduras favorece la síntesis de ácidos orgánicos, etanol en trazas y CO_2, además de exopolisacáridos (p. ej., dextrano), que modelan la textura de los granos y la estabilidad del consorcio (Fiorda et al., 2017; Moretti et al., 2022).

En síntesis, mientras el kéfir lácteo tiene una genealogía más claramente atribuida al Cáucaso, el kéfir de agua parece responder a raíces múltiples documentadas por descripciones históricas (México/ “tibi”, Reino Unido/ “ginger beer plant”) y confirmadas por la microbiología de comunidades que comparten rasgos funcionales (consumo de sacarosa, producción de dextrano, fermentación mixta). A partir de estas tradiciones domésticas, el cultivo se popularizó globalmente como bebida probiótica artesanal y como inóculo versátil para fermentar infusiones herbales y jugos de frutas,

práctica que hoy se estandariza progresivamente en contextos académicos y de pequeña industria (Fiorda et al., 2017; Moretti et al., 2022).

Síntesis histórica. En conjunto, la evidencia disponible indica que la evidencia histórica y microbiológica permite concluir que el kéfir no responde a un único origen lineal, sino a un proceso fermentativo de desarrollo múltiple y convergente. Mientras el kéfir lácteo se consolidó culturalmente en el Cáucaso como tecnología alimentaria tradicional, ampliamente descrita por estudios microbiológicos modernos (Fiorda et al., 2017; Moretti et al., 2022; Prado et al., 2015). El kéfir de agua presenta raíces históricas independientes documentadas en Mesoamérica y Europa desde finales del siglo XIX, asociadas a fermentaciones vegetales azucaradas, según revisiones etno-microbiológicas y microbiológicas contemporáneas(Fiorda et al., 2017; Moretti et al., 2022; Ojeda-Linares et al., 2021).

Hallazgos recientes de arqueogenómica aplicada a residuos fermentados han demostrado que fermentaciones complejas empleando consorcios microbianos similares a los del kéfir existieron al menos desde el Bronce antiguo (~3,500–3,600 años), como lo evidencia el análisis de ADN antiguo de queso fermentado recuperado en el Cementerio Xiaohe, en el que se identificaron interacciones entre humanos y bacterias lácticas vinculadas a fermentaciones alimentarias ancestrales (Liu et al., 2024). Además, estudios arqueológicos han documentado bebidas fermentadas en Eurasia desde al menos 7,000 años antes de Cristo, y abordajes omics contemporáneos han comenzado a usar metaproteómica para caracterizar la complejidad funcional de comunidades microbianas en alimentos fermentados tradicionales (Yang et al., 2020).

Desde esta perspectiva, el kéfir de agua puede entenderse como una adaptación histórica funcional de consorcios microbianos a matrices vegetales ricas en sacarosa, desarrollada en distintos territorios de forma paralela. Esta visión resulta clave para contextualizar el

presente trabajo, ya que el producto propuesto kéfir de agua con caléndula, menta y flor de Jamaica representa la continuidad moderna de una tecnología fermentativa ancestral aplicada al enfoque contemporáneo de la nutrición funcional.

1.1.2. Diferencias entre kéfir de leche y kéfir de agua

Aunque el kéfir de leche y el kéfir de agua comparten la característica fundamental de ser fermentados simbióticos producidos por la interacción de bacterias ácido lácticas, bacterias acéticas y levaduras, ambos presentan diferencias importantes en cuanto a composición microbiológica, sustrato de fermentación, características organolépticas y perfil nutricional (Fiorda et al., 2017; Moretti et al., 2022).

Composición del sustrato

- El **kéfir de leche** utiliza leche como medio fermentativo, aportando lactosa, proteínas (caseína), lípidos y minerales propios del sistema lácteo (Prado et al., 2015).
- El **kéfir de agua**, en cambio, se prepara en soluciones azucaradas, infusiones o jugos, donde la sacarosa es el principal carbohidrato fermentable (Fiorda et al., 2017).

Esto implica que el kéfir de agua no contiene lactosa, lo que lo hace adecuado para personas con intolerancia a la lactosa o quienes siguen dietas vegetales.

Comunidad microbiana

La matriz simbiótica también difiere:

TABLA 2. *COMUNIDAD MICROBIANA EN KÉFIR DE LECHE Y KÉFIR DE AGUA*

Característica	Kéfir de Leche	Kéfir de Agua
Bacterias predominantes	Lactobacillus kefiranofaciens, Streptococcus thermophilus, Leuconostoc spp.	Lactiplantibacillus plantarum, Leuconostoc mesenteroides, Acetobacter spp.
Levaduras frecuentes	Saccharomyces cerevisiae, Kluyveromyces marxianus	Saccharomyces cerevisiae, Dekkera, Kazachstania spp.
Exopolisacárido principal	Kefirano, responsable de textura viscosa	Dextrano, contribuye a la estructura granular

Nota. Adaptado de Fiorda et al., (2017) & Moretti et al., (2022).

Características nutricionales

- El **kéfir de leche** aporta proteínas completas, grasas, calcio y vitaminas liposolubles, siendo considerado un probiótico lácteo tradicional (Fiorda et al., 2017).
- El **kéfir de agua** tiene un valor calórico bajo y se destaca por producir ácidos orgánicos (acético, láctico), CO_2 y antioxidantes derivados de su sustrato; su perfil nutricional mejora cuando se fermenta con frutas, miel o infusiones de plantas funcionales (Moretti et al., 2022).

Propiedades sensoriales

- El kéfir de leche es cremoso, ligeramente ácido y con cuerpo similar al yogur.
- El kéfir de agua presenta una textura ligera, con efervescencia natural y un sabor refrescante, lo que facilita su aceptación en climas cálidos y hace posible su combinación con hierbas como Caléndula, Menta y Jamaica, como en el producto desarrollado.

Aplicaciones nutricionales

- El kéfir de leche es ideal en planes alimentarios que buscan aporte proteico y probiótico.
- El kéfir de agua es especialmente adecuado en planes de regulación digestiva, hidratación funcional, intolerancia a la lactosa, alimentación plant-based y programas de salud intestinal (Fiorda et al., 2017).

1.1.3. Uso tradicional en la medicina popular

El kéfir, en sus dos principales formas de preparación (kéfir de leche y kéfir de agua), ha sido históricamente considerado un alimento con propiedades beneficiosas para la salud, transmitido por tradición oral y parte de la medicina popular en diversas regiones del mundo. Su uso no surge como una práctica farmacológica formal, sino como un saber comunitario, en el cual la fermentación se entiende como una vía para "activar" los alimentos, haciéndolos más digestivos, restauradores y fortificantes (Fiorda et al., 2017).

Contexto histórico y cultural del uso medicinal

En las comunidades rurales del Cáucaso, se creía que el kéfir "daba vida", "fortalecía la sangre" y "limpiaba el estómago". Estos conceptos, aunque expresados en términos culturales, coinciden con procesos hoy reconocidos por la ciencia: equilibrio de microbiota, aumento de capacidad digestiva y modulación de la respuesta inmune (Azizi et al., 2021).

Su consumo era frecuente en personas mayores, convalecientes, niños durante el destete y mujeres después de procesos infecciosos o menstruales.

En América Latina, particularmente en México, el kéfir de agua (tibicos) se integró dentro de las bebidas fermentadas tradicionales como el tepache de tibicos, consumido:

- para aliviar malestares digestivos,
- reducir la inflamación abdominal,
- mejorar la regularidad intestinal,
- y restaurar la energía corporal después de esfuerzos o

enfermedades. (Ojeda-Linares et al., 2021; Romero-Luna et al., 2017).

Esto demuestra que, antes de la existencia del concepto moderno de probióticos, las comunidades ya reconocían el beneficio digestivo del kéfir a través de la experiencia y observación.

Relación entre el uso popular y la evidencia biológica moderna

Lo más relevante es que las prácticas tradicionales se correlacionan estrechamente con mecanismos biológicos comprobados:

TABLA 3. *RELACIÓN ENTRE EL USO TRADICIONAL DEL KÉFIR Y LOS MECANISMOS BIOLÓGICOS RECONOCIDOS ACTUALMENTE.*

Práctica tradicional	**Significado cultural**	**Mecanismo actual reconocido**	**Evidencia científica**
"Arreglar el estómago"	Normalizar digestión	Modulación de la microbiota y pH intestinal	(Fiorda et al., 2017; Moretti et al., 2022).
"Quitar inflamación del vientre"	Sensación de alivio abdominal	Reducción de marcadores proinflamatorios	(Azizi et al., 2021; Rosa et al., 2017).
"Dar fuerza / recuperar energía"	Reconstituyente	Mejora en absorción intestinal y metabolismo de fibras y azúcares	(Prado et al., 2015).
"Refrescar y limpiar"	Purificación corporal	Producción de ácidos orgánicos y antioxidantes	(Moretti et al., 2022).

Nota. Elaboración propia – Manzano, J. (2025).

Estas coincidencias son clave porque valorizan científicamente la elección del kéfir de agua.

Razones por las que el kéfir de agua es especialmente adecuado en salud intestinal

1. No contiene lactosa, lo que lo hace apto para poblaciones con intolerancia o alergia a proteínas lácteas.
2. Posee baja carga calórica y puede ser aromatizado con plantas medicinales (como Caléndula, Menta y Jamaica) sin alterar el proceso fermentativo.
3. Su perfil microbiano se adapta al medio y puede potenciarse con compuestos vegetales antioxidantes y antiinflamatorios.
4. Es accesible para comunidades con bajos recursos, lo cual eleva su adquisición y pertinencia en salud pública.

1.2. MICROBIOLOGÍA DEL KÉFIR DE AGUA

El kéfir de agua es un ecosistema microbiano complejo compuesto por bacterias y levaduras que coexisten en una relación simbiótica estable dentro de una matriz polisacárida conocida como dextrano, la cual forma los gránulos o cristales característicos de esta bebida fermentada. Esta matriz es producida principalmente por bacterias ácido lácticas, especialmente Leuconostoc mesenteroides, a partir de la sacarosa presente en la solución de fermentación (Moretti et al., 2022). Este grupo microbiano funciona como un sistema ecológico autosostenible, en el que cada grupo de microorganismos depende y favorece el crecimiento del otro, asegurando la continuidad y la estabilidad del cultivo a lo largo del tiempo (Fiorda et al., 2017).

Dentro de los microorganismos que predominan en el kéfir de agua se encuentran bacterias ácido lácticas (BAL), bacterias acéticas y diversas especies de

levaduras. Las BAL, como Lactiplantibacillus plantarum, Lactobacillus fermentum y Leuconostoc mesenteroides, desempeñan un papel fundamental en la acidificación del medio mediante la producción de ácido láctico, lo cual disminuye el pH e inhibe el crecimiento de microorganismos patógenos de origen alimentario (Moretti et al., 2022; Papadopoulou et al., 2024).

Esta transformación del ambiente interno crea condiciones favorables para la supervivencia de microorganismos beneficiosos y explica el uso tradicional del kéfir de agua como bebida reguladora de la digestión y protectora intestinal.

Por su parte, las levaduras, como Saccharomyces cerevisiae, Kazachstania exigua y Brettanomyces bruxellensis, contribuyen a la fermentación mediante la producción de dióxido de carbono, que otorga el característico efecto efervescente, y de etanol en concentraciones muy bajas, lo que complementa la actividad metabólica bacteriana (Fiorda et al., 2017; Moretti et al., 2022). Además, muchas levaduras sintetizan vitaminas del complejo B y otras moléculas cofactoras que sostienen la viabilidad y el crecimiento de las bacterias, reforzando la relación simbiótica entre los microorganismos presentes.

Las bacterias acéticas, tales como Acetobacter y Gluconobacter, intervienen en la oxidación parcial de azúcares y alcoholes, produciendo ácido acético, compuesto con reconocida acción antimicrobiana y con efectos favorables sobre el equilibrio del microbiota intestinal (Moretti et al., 2022). Esta combinación de ácido láctico y ácido acético genera un medio estable, ligeramente ácido y antimicrobiano, que protege al consorcio de la contaminación externa, lo que explica por qué el kéfir de agua es un cultivo resistente y longevo cuando se mantiene bajo condiciones adecuadas de fermentación.

La dextrana, matriz estructural del grano, no solo funciona como soporte físico, sino que actúa como prebiótico, favoreciendo el crecimiento de bacterias beneficiosas en el intestino humano. Este polisacárido, generado durante la fermentación, contribuye a la textura ligera del producto final y puede influir positivamente en la salud intestinal mediante la mejora del tránsito intestinal y la integridad de la barrera mucosa (Moretti et al., 2022).

En conjunto, el kéfir de agua puede entenderse como un sistema microbiano vivo y dinámico, capaz de modular el ecosistema intestinal cuando se consume de manera regular. La producción de metabolitos como ácidos orgánicos, compuestos antioxidantes, enzimas y exopolisacáridos ha sido asociada con efectos beneficiosos sobre la digestión, la regulación de la microbiota, la reducción de procesos inflamatorios intestinales y la mejora de la tolerancia digestiva (Azizi et al., 2021). Este conjunto de características microbiológicas explica el valor del kéfir de agua como bebida fermentada funcional, lo que sustenta su utilización en esta investigación como base para el desarrollo de una bebida probiótica a base de plantas medicinales orientada a la salud intestinal.

1.2.1. Bacterias ácido lácticas predominantes

Las bacterias ácido lácticas (BAL) constituyen el grupo microbiano dominante en el kéfir de agua y desempeñan un papel fundamental en la fermentación, estabilidad ecológica del cultivo y beneficios potenciales sobre la salud intestinal. Las BAL son microorganismos grampositivos, no esporulados, generalmente catalasa negativos, que producen ácido láctico como principal producto de la fermentación de carbohidratos (Fiorda et al., 2017).

Su actividad fermentativa es responsable de la acidificación gradual del medio, lo cual

inhibe el crecimiento de bacterias patógenas y favorece la supervivencia de microorganismos benéficos.

Dentro del kéfir de agua, las especies más comúnmente identificadas pertenecen a los géneros Lactiplantibacillus, Limosilactobacillus, Leuconostoc y, en menor proporción, Weissella (Moretti et al., 2022).

Estas bacterias participan en procesos clave como:

- Fermentación de la sacarosa y otros carbohidratos
- Producción de ácido láctico, ácidos orgánicos y enzimas digestivas
- Síntesis de exopolisacáridos, entre ellos la dextrana
- Contribución a la estabilidad estructural de los granos
- Participación en la modulación de la microbiota intestinal

Principales especies presentes y sus funciones

TABLA 4. *BACTERIAS ÁCIDO LÁCTICAS PREDOMINANTES EN KÉFIR DE AGUA Y SUS FUNCIONES*

Género	Especie(s) frecuentes	Papel en el ecosistema del kéfir de agua	Beneficio relacionado en salud
Lactiplantibacillus (antes Lactobacillus plantarum)	L. plantarum	Produce ácido láctico y compuestos antimicrobianos	Favorece equilibrio de microbiota intestinal
Limosilactobacillus	L. fermentum	Fermenta azúcares y produce vitaminas del complejo B	Contribuye a la digestión y metabolismo energético
Leuconostoc	L. mesenteroides	Produce dextrano, que forma la matriz de los granos	Actúa como prebiótico y protege la mucosa intestinal

Género	Especie(s) frecuentes	Papel en el ecosistema del kéfir de agua	Beneficio relacionado en salud
Weissella	W. cibaria	Co-fermentación sinérgica con levaduras	Efectos antioxidantes e inmunomoduladores

Nota. Adaptado de Azizi et al., (2021); Moretti et al., (2022).

Acidificación y protección del cultivo

Las BAL acidifican el medio produciendo ácido láctico, reduciendo el pH entre 3.5 y 4.0, lo cual genera un entorno inadecuado para bacterias patógenas como Escherichia coli, Salmonella spp. y Clostridium difficile. Este mecanismo explica tanto la estabilidad del kéfir como cultivo doméstico, como su uso tradicional para "aliviar el estómago" (Azizi et al., 2021; Moretti et al., 2022).

Producción de compuestos bioactivos

Además del ácido láctico, las BAL producen:

- Ácidos orgánicos menores (acético, succínico)
- Péptidos antimicrobianos (bacteriocinas)
- Vitaminas del complejo B
- Exopolisacáridos como la dextrana

Estos compuestos se asocian con:

- Mejoría del tránsito intestinal
- Reducción de la inflamación de la mucosa
- Protección contra sobrecrecimiento bacteriano intestinal
- Mayor diversidad microbiana favorable

(Azizi et al., 2021; Rosa et al., 2017).

1.2.2. Levaduras y su función fermentativa

Las levaduras constituyen el segundo grupo microbiano clave en el kéfir de agua y desempeñan un papel determinante en la dinámica fermentativa, las propiedades organolépticas y el potencial funcional de esta bebida. A diferencia de las bacterias ácido lácticas, cuya función principal es la acidificación, las levaduras participan activamente en la transformación de azúcares en etanol, dióxido de carbono (CO_2) y compuestos aromáticos, contribuyendo al sabor ligeramente ácido, aroma frutal y efervescencia característica del kéfir (Fiorda et al., 2017).

Entre las levaduras más frecuentemente identificadas se encuentran Saccharomyces cerevisiae, Kazachstania exigua, Brettanomyces bruxellensis y Pichia fermentans, aunque su presencia puede variar según el origen geográfico, composición del agua, azúcares utilizados y forma de cultivo doméstico (Moretti et al., 2022). Estas levaduras se integran en la matriz de dextrano producida por bacterias, formando un ecosistema simbiótico estable.

Principales roles funcionales de las levaduras en el kéfir de agua

1. **Producción de dióxido de carbono (CO_2)**

   Aporta la efervescencia natural, favoreciendo una textura refrescante y ligera. Esto diferencia al kéfir de agua de otras bebidas probióticas no gaseosas.

2. **Síntesis de etanol en bajas concentraciones (0.5–2%)**

   El etanol actúa como intermediario metabólico que posteriormente puede ser transformado en ácido acético por bacterias acéticas, reforzando el ambiente antimicrobiano (Moretti et al., 2022).

3. Producción de **vitaminas del complejo B**

   Estas vitaminas favorecen la supervivencia y crecimiento de las bacterias ácido lácticas, demostrando interdependencia metabólica (Azizi et al., 2021).

4. **Contribución al perfil aromático y sensorial**

Las levaduras sintetizan ésteres, aldehídos y alcoholes secundarios, que producen notas frutales y florales que pueden mejorarse aún más al fermentarse con menta, caléndula o Jamaica.

TABLA 5. *LEVADURAS PRESENTES EN EL KÉFIR DE AGUA Y SU CONTRIBUCIÓN FERMENTATIVA*

Género/Especie	Función fermentativa	Impacto sensorial	Relevancia en salud intestinal
Saccharomyces cerevisiae	Fermenta glucosa → CO_2 y etanol	Efervescencia, ligera acidez	Contribuye a equilibrio microbiano y tolerancia digestiva
Kazachstania exigua	Metaboliza azúcares residuales	Aromas suaves y frutales	Promueve diversidad microbiana benéfica
Brettanomyces bruxellensis	Produce ésteres y compuestos aromáticos	Perfume floral y fermentativo	Potencial antioxidante y reductor de procesos inflamatorios
Pichia fermentans	Contribuye a estabilidad simbiótica bacterias-levaduras	Complejidad aromática	Facilita disponibilidad de micronutrientes

Nota. Adaptado de Fiorda et al., (2017); Laureys et al., (2019); Moretti et al., (2022).

Relación simbiótica con las bacterias

La interacción levaduras ↔ BAL es cooperativa, no competitiva:

- Las levaduras liberan vitaminas y factores de crecimiento → benefician a las BAL.
- Las BAL acidifican el ambiente, lo que favorece la supervivencia de levaduras tolerantes.

- Bacterias acéticas transforman el etanol producido por levaduras en ácido acético, reforzando defensa antimicrobiana del sistema.

Este equilibrio asegura que el kéfir de agua sea un cultivo estable, renovable y resistente, lo cual explica su uso tradicional prolongado como fermento doméstico.

Las levaduras en el kéfir de agua cumplen una función fermentativa indispensable, responsable de la efervescencia natural, el aroma y la estabilidad metabólica del cultivo. Su capacidad para liberar vitaminas y generar moléculas bioactivas fortalece el papel del kéfir de agua como bebida funcional orientada al bienestar intestinal, coherente con su uso popular y con la justificación funcional del producto desarrollado en esta tesis.

1.2.3. Formación del SCOBY y estabilidad de la comunidad microbiana

En el kéfir de agua, la comunidad microbiana que habita los granos conforma una estructura tridimensional conocida como SCOBY (Symbiotic Culture of Bacteria and Yeasts), término que describe la coexistencia organizada y funcional entre bacterias ácido lácticas, bacterias acéticas y levaduras. A diferencia del SCOBY gelatinoso observado en la kombucha, en el kéfir de agua esta estructura se manifiesta como gránulos translúcidos cuya forma, tamaño y textura dependen directamente de la actividad metabólica coordinada entre sus microorganismos (Moretti et al., 2022).

La formación del SCOBY en el kéfir de agua se sustenta principalmente en la síntesis de exopolisacáridos (EPS), entre los que destaca la dextrana, producida por bacterias del género Leuconostoc, especialmente Leuconostoc mesenteroides, a partir de la sacarosa presente en el medio de fermentación (Fiorda et al., 2017).

Estos polímeros extracelulares actúan como andamiaje estructural, permitiendo:

- La adhesión entre bacterias y levaduras
- La formación de micro colonias organizadas

- La protección física frente a cambios ambientales o microbianos externos
- La conservación del cultivo durante años bajo mantenimiento adecuado

Este polisacárido funciona además como prebiótico, favoreciendo la supervivencia y regeneración de bacterias beneficiosas tanto dentro del cultivo como en el tracto intestinal humano.

La estabilidad del SCOBY se sostiene mediante interacciones metabólicas complementarias. Las levaduras fermentan los azúcares simples para producir etanol y dióxido de carbono, mientras que las bacterias acéticas transforman posteriormente el etanol en ácido acético, contribuyendo a la acidificación y efecto antimicrobiano del medio (Moretti et al., 2022).

Por su parte, las bacterias ácido lácticas producen ácido láctico, que reduce el pH y limita el crecimiento de microorganismos no deseados, estabilizando el ecosistema microbiano y preservando la integridad del cultivo (Laureys et al., 2019).

La estabilidad de la comunidad depende de varios factores:

- **Composición de azúcares** (melaza, panela, azúcar blanca, miel)
- **Temperatura de fermentación** (óptimo: 20–28 °C)
- **Relación entre granos y volumen de agua**
- **Disponibilidad de minerales** (provenientes de fruta deshidratada o panela)

Si estos parámetros se mantienen dentro de rangos adecuados, el SCOBY del kéfir de agua puede permanecer viable y reproducirse indefinidamente, lo que explica su transmisión tradicional generacional (Azizi et al., 2021).

TABLA 6. *FACTORES QUE INFLUYEN EN LA ESTABILIDAD DEL SCOBY DEL KÉFIR DE AGUA*

Factor	Rol en el SCOBY	Efecto si es insuficiente	Recomendación técnica
Sacarosa disponible	Sustrato para síntesis de dextrana	Granos pequeños o quebradizos	Mantener concentración de 6–10% m/v
Minerales (Calcio, magnesio, potasio)	Desarrollo microbiano y estructura granular	Granos débiles, fermentación lenta	Usar panela/melaza o frutas secas
Temperatura	Actividad metabólica coordinada	Fermentación inhibida <18°C o acelerada >30°C	Fermentar entre 20–28°C
Renovación del medio	Previene acidificación excesiva	Granos estresados y reducción de viabilidad	Cambiar el medio cada 24–48 h
Oxigenación moderada	Intercambio gaseoso para levaduras	Aromas indeseados o sobrepresión	Tapar frasco sin hermetizar

Nota. Elaboración propia – Manzano, J. (2025), con base en Azizi et al., (2021); Fiorda et al., (2017); Moretti et al., (2022).

1.2.4. Factores que modifican la composición microbiana

La composición microbiana del kéfir de agua es altamente sensible a las condiciones ambientales y al tipo de sustrato utilizado, por lo que la comunidad simbiótica puede modificarse significativamente durante la fermentación. Estos cambios afectan no solo la proporción relativa entre bacterias ácido lácticas, bacterias acéticas y levaduras, sino también las características sensoriales, la producción de metabolitos fermentativos y el perfil funcional del producto final (Moretti et al., 2022).

Uno de los factores más importantes es el tipo de azúcar empleado. La sacarosa favorece la síntesis de dextrana por parte de especies como Leuconostoc mesenteroides, contribuyendo a la integridad estructural del grano. En cambio, azúcares como miel o melaza contienen compuestos antimicrobianos naturales que pueden inhibir selectivamente levaduras o bacterias, alterando el equilibrio simbiótico (Fiorda et al., 2017).

El contenido mineral del medio también es determinante. Minerales como calcio y magnesio favorecen la estabilidad de la matriz polisacárida y la actividad enzimática bacteriana. Aguas muy purificadas, con baja mineralidad, suelen provocar granos frágiles y fermentaciones inestables, mientras que la adición de fuentes minerales naturales (como panela o frutas deshidratadas) contribuye a preservar la viabilidad microbiana (Laureys et al., 2019).

Asimismo, la temperatura de fermentación regula la velocidad metabólica y determina la predominancia microbiana. Temperaturas cercanas a 20–25 °C favorecen la coexistencia equilibrada entre levaduras y bacterias ácido lácticas, mientras que temperaturas mayores favorecen el crecimiento de bacterias acéticas, aumentando la formación de ácido acético y reduciendo la percepción de dulzor (Moretti et al., 2022).

Por último, el grado de oxigenación influye en la actividad de bacterias acéticas, que utilizan el etanol producido por levaduras para generar ácido acético. Si el sistema se mantiene totalmente cerrado, predomina un perfil más dulce y suave; si hay mayor disponibilidad de oxígeno, la bebida adquiere acidez más pronunciada y aroma más intenso (Azizi et al., 2021).

TABLA 7. *VARIABLES QUE MODIFICAN LA COMPOSICIÓN MICROBIANA Y SU IMPACTO EN EL KÉFIR DE AGUA*

Variable	Mecanismo de modificación microbiana	Cambio resultante en la bebida
Tipo de azúcar (sacarosa vs. miel/melaza)	Modifica la disponibilidad de carbohidratos y compuestos antimicrobianos	Mayor o menor producción de ácido láctico y CO_2; bebidas más suaves o secas
Contenido mineral del agua	Afecta síntesis de polisacáridos y estabilidad del grano	Granos fuertes y fermentaciones estables vs. granulación débil e inestabilidad
Temperatura de fermentación	Regula la tasa metabólica de bacterias y levaduras	Bebida equilibrada (20–25 °C) o más ácida (≥28 °C)
Oxigenación del sistema	Incrementa la actividad de bacterias acéticas	Transformación de etanol en ácido acético → acidez más marcada
Tiempo de fermentación	Determina la maduración metabólica	Corto: bebida dulce y suave / Largo: bebida ácida y seca

Nota. Adaptado de Azizi et al., (2021); Fiorda et al., (2017); Moretti et al., (2022).

1.3. Proceso de Fermentación

El proceso de fermentación del kéfir de agua constituye el eje central para la obtención de una bebida funcional con características probióticas, refrescantes y de sabor ligeramente ácido. Este proceso es llevado a cabo por los granos de kéfir, los cuales forman una comunidad microbiana simbiótica compuesta principalmente por bacterias ácido lácticas, bacterias acéticas y diversas levaduras, todas ellas organizadas en una matriz natural de polisacáridos conocida como SCOBY. Cuando estos granos se

colocan en una mezcla de agua y azúcar, los microorganismos utilizan el azúcar como fuente de energía, dando lugar a una serie de reacciones metabólicas que transforman los azúcares iniciales en ácidos orgánicos, dióxido de carbono (CO_2), pequeñas cantidades de etanol, vitaminas y enzimas, así como en microorganismos vivos beneficiosos para la salud (Fiorda et al., 2017).

Durante la fermentación, las levaduras presentes en los granos son responsables de la primera etapa metabólica, en la cual descomponen la sacarosa (azúcar común) en moléculas más simples como glucosa y fructosa. A partir de estas moléculas, las levaduras producen CO_2, que aporta la efervescencia natural característica del kéfir, y trazas de etanol, que se mantienen en niveles muy bajos, generalmente inferiores al 2 %, lo que permite que la bebida sea apta para consumo general (Bengoa et al., 2019). Paralelamente, las bacterias ácido lácticas convierten parte de estos azúcares en ácido láctico, el cual disminuye el pH de la bebida, brindando un ambiente seguro al inhibir microorganismos indeseables y contribuyendo al sabor ligeramente ácido.

Durante la fermentación, las levaduras producen etanol como metabolito intermedio, el cual es posteriormente transformado por bacterias acéticas en ácido acético, compuesto que aporta notas aromáticas características y mejora la estabilidad microbiológica del fermento. Gracias a esta interacción equilibrada entre bacterias y levaduras, el kéfir de agua adquiere una composición microbiana funcional, capaz de sobrevivir al tránsito gastrointestinal y contribuir potencialmente al equilibrio de la microbiota intestinal, reforzando así la salud digestiva y modulando la respuesta inmunológica (Bengoa et al., 2019; Moretti et al., 2022).

El tiempo típico de fermentación oscila entre 24 y 48 horas, aunque puede variar según factores como la temperatura ambiente, el tipo y cantidad de azúcar utilizada, la proporción de granos y la preferencia sensorial del consumidor. En climas templados o

cálidos, la fermentación puede acelerarse, provocando una acidificación más rápida. Por ello, es importante monitorear el pH, que suele disminuir desde valores cercanos a 6.0 hasta rangos entre 3.0 y 4.0, considerados óptimos para el desarrollo de la bebida sin comprometer su aceptabilidad sensorial (Moretti et al., 2022).

En este sentido, el proceso fermentativo no solo modifica las propiedades organolépticas del agua azucarada, sino que también incrementa el valor nutricional y funcional de la bebida. La acción microbiana permite la generación de vitaminas del grupo B, compuestos antioxidantes, enzimas digestivas y microorganismos vivos que actúan como probióticos. Estos compuestos han sido asociados en distintos estudios con beneficios gastrointestinales, regulación del tránsito intestinal, reducción de síntomas inflamatorios y fortalecimiento del sistema inmunológico, lo que justifica el creciente interés científico, nutricional y terapéutico en el kéfir de agua como alimento funcional (Tamang et al., 2016).

En conjunto, la fermentación del kéfir de agua es un proceso natural, dinámico y autosostenible, en el que cada microorganismo aporta una función específica para lograr una bebida estable, segura y beneficiosa. Comprender este proceso es fundamental para garantizar condiciones de producción adecuadas, estandarizar los tiempos de fermentación y asegurar la calidad final del producto, especialmente cuando se busca introducirlo en contextos de consumo habitual o en programas de intervención nutricional.

1.3.1. Sustratos fermentables (agua, azúcar o panela y minerales)

La calidad de los sustratos utilizados en la elaboración del kéfir de agua es un factor decisivo para garantizar la estabilidad del proceso fermentativo y la viabilidad del consorcio microbiano presente en los granos. Los microorganismos que conforman el SCOBY requieren condiciones específicas para poder desarrollarse adecuadamente, y

estas condiciones dependen directamente de la composición química del agua, del tipo y cantidad de azúcar o panela utilizada y de la disponibilidad de minerales, los cuales actúan como cofactores y reguladores metabólicos. Por esta razón, comprender el rol de cada sustrato es fundamental para asegurar una fermentación eficiente, reproducible y con características sensoriales y funcionales óptimas.

Agua

El agua constituye el medio base en el que se lleva a cabo la fermentación y, por lo tanto, su pureza y composición mineral influyen directamente en el crecimiento de los microorganismos. Se recomienda utilizar agua potable, limpia y libre de contaminantes químicos y microbiológicos, pero que conserve una cierta dureza moderada (presencia equilibrada de calcio, magnesio y bicarbonatos), ya que los minerales presentes favorecen la formación y estabilidad de la matriz polisacárida que caracteriza a los granos (Fiorda et al., 2017).

El uso de agua altamente clorada puede afectar negativamente a la población microbiana, ya que el cloro tiene acción bactericida, por lo que es frecuente dejar reposar el agua o filtrarla previamente. De esta manera, el agua no solo actúa como solvente, sino también como vehículo de nutrientes y regulador osmótico del entorno de fermentación.

Azúcar o panela

El azúcar o la panela funciona como fuente primaria de energía para las levaduras y bacterias presentes en los granos de kéfir. Durante la fermentación, las levaduras hidrolizan la sacarosa y utilizan los azúcares simples resultantes para producir dióxido de carbono y pequeñas cantidades de etanol, mientras que las bacterias ácido lácticas y acéticas transforman estos productos en ácidos orgánicos, responsables del sabor característico y de la disminución del pH (Bengoa et al., 2019).

TABLA 8. *LOS AZÚCARES MÁS UTILIZADOS*

Tipo de azúcar	Características	Efecto en la fermentación
Sacarosa (azúcar blanco o moreno)	Fácilmente disponible y soluble.	Proporciona fermentación estable y sabor neutro.
Panela o azúcar integral	Contiene vitaminas y minerales.	Favorece crecimiento microbiano, sabor más complejo.
Azúcar de coco o mascabado	Mayor contenido mineral y aroma intenso.	Aumenta notas caramelizadas, fermentación más lenta.

Nota. Adaptado de Fiorda et al., (2017); Moretti et al., (2022).

Se recomienda mantener una concentración de azúcar entre 5 % y 10 % del volumen total de la bebida, ya que concentraciones muy bajas pueden producir fermentaciones débiles, mientras que cantidades excesivas pueden generar niveles más altos de etanol y sabores desequilibrados.

Minerales

Los minerales desempeñan un papel crucial como cofactores metabólicos, ya que intervienen en la actividad enzimática y en el crecimiento microbiano. Los granos de kéfir requieren especialmente calcio, magnesio, hierro, fósforo y oligoelementos, que pueden encontrarse de forma natural en el agua o pueden ser aportados mediante ingredientes complementarios, como:

- Cáscara de limón
- Higos o frutas deshidratadas
- Panela
- Melaza
- Varillas de caña o trozos de fruta fresca

Estos ingredientes no solo aportan minerales, sino también compuestos bioactivos y aromas naturales que enriquecen el perfil sensorial de la bebida (Moretti et al., 2022). La ausencia de minerales puede ralentizar la fermentación y generar granos débiles o con poca capacidad de multiplicación, mientras que el equilibrio mineral favorece una estructura firme, crecimiento constante y mayor estabilidad.

La adecuada selección y proporción de agua, azúcar y minerales asegura un entorno propicio para el desarrollo microbiano, permitiendo una fermentación estable, segura y con características funcionales consistentes. Por ello, estos sustratos deben ser considerados como elementos estratégicos dentro del proceso productivo del kéfir de agua.

1.3.2. Formación de ácido láctico, CO_2 y etanol residual

Durante la fermentación del kéfir de agua se produce una serie de reacciones metabólicas que transforman los azúcares disponibles en diversos compuestos bioactivos. Entre los productos más importantes destaca la formación de ácido láctico, dióxido de carbono (CO_2) y pequeñas cantidades de etanol, los cuales determinan las características sensoriales, microbiológicas y funcionales de la bebida. La producción de estos compuestos se debe a la acción conjunta y coordinada de las bacterias ácido lácticas, las levaduras y las bacterias acéticas presentes en el consorcio microbiano del SCOBY.

Ácido láctico

El ácido láctico es producido principalmente por las bacterias ácido lácticas (BAL), como Lactobacillus, Lacticaseibacillus y Leuconostoc. Estas bacterias utilizan la glucosa y fructosa derivadas de la hidrólisis de la sacarosa para generar energía mediante rutas fermentativas, dando lugar a la síntesis de ácido láctico como producto final. La presencia de ácido láctico es responsable del sabor ligeramente ácido de la

bebida y contribuye notablemente a la disminución del pH durante la fermentación, lo que crea un entorno protectivo y microbiológicamente seguro, inhibiendo el crecimiento de microorganismos patógenos (Bengoa et al., 2019) . Además, la acidez favorece la estabilización del consorcio microbiano y preserva la calidad del producto terminado.

Dióxido de carbono (CO_2)

El CO_2 es generado principalmente por las levaduras durante la fermentación alcohólica. Estas utilizan la glucosa para producir etanol y CO_2 mediante rutas metabólicas anaerobias, lo que otorga al kéfir de agua una efervescencia natural y suave. La formación de CO_2 también influye en la sensación de ligereza y frescor de la bebida. Cuando la fermentación se realiza en recipientes ligeramente cerrados, parte del gas se disuelve en la bebida, mientras que en recipientes completamente herméticos puede producirse un aumento de presión interna, aspecto que debe controlarse para evitar riesgos durante la producción (Moretti et al., 2022).

Etanol residual

El etanol residual es un subproducto natural de la fermentación llevada a cabo por las levaduras, como Saccharomyces y Zygotorulaspora. Aunque el kéfir de agua es considerado una bebida no alcohólica, el proceso fermentativo genera cantidades muy bajas de etanol, generalmente menores al 2 %, dependiendo de la cantidad de azúcar, la temperatura y el tiempo de fermentación (Fiorda et al., 2017). Posteriormente, parte de este etanol puede ser oxidado por bacterias acéticas para producir ácido acético, lo cual contribuye al aroma característico de la bebida y mejora su estabilidad microbiológica.

TABLA 9. *IMPORTANCIA FUNCIONAL Y SENSORIAL DE ESTOS COMPUESTOS*

Compuesto	Microorganismos que lo producen	Efecto en el producto	Importancia para la salud
Ácido láctico	Bacterias ácido lácticas	Genera acidez, baja pH, estabiliza el producto	Contribuye a equilibrio de microbiota intestinal
CO_2	Levaduras	Aporta efervescencia natural	Mejora aceptabilidad sensorial
Etanol residual	Levaduras (y oxidado luego por bacterias acéticas)	Agrega notas aromáticas y equilibrio	Se mantiene en niveles seguros y bajos

Nota. Adaptado de (Bengoa et al., 2019; Fiorda et al., 2017; Moretti et al., 2022; Tamang et al., 2016).

La producción equilibrada de estos compuestos es esencial para mantener el perfil sensorial óptimo y preservar las propiedades probióticas del kéfir de agua. Un exceso de producción de etanol, por ejemplo, puede indicar fermentaciones prolongadas o temperaturas elevadas, mientras que una acidez insuficiente puede comprometer la seguridad microbiológica de la bebida. Por ello, el control adecuado de los parámetros fermentativos es clave en la estandarización del producto.

1.3.3. Variación de pH durante la fermentación

La acidificación es uno de los rasgos más visibles del kefir de agua. Al inicio, el medio suele presentar pH cercano a la neutralidad (≈6,0–6,8, según el agua y los minerales). Durante las primeras 24–48 h, el pH desciende de forma sostenida por la producción de ácidos orgánicos (principalmente láctico y acético) y CO_2 por bacterias lácticas y levaduras del SCOBY, hasta valores típicos finales de ≈3,0–4,0 (dependiendo

de inoculo, sustrato y temperatura). Este descenso se acompaña de aumento de acidez titulable y reducción de °Brix (consumo de azúcares) (Bozkir et al., 2024).

Desde el punto de vista metabólico, el proceso se explica mediante los siguientes mecanismos:

1. Las levaduras hidrolizan sacarosa y producen etanol + CO_2
2. las BAL (Lactobacillus/Lactiplantibacillus, Leuconostoc, etc.) convierten azúcares y parte del etanol en ácido láctico (y algo de acético)
3. se libera CO_2 que desplaza oxígeno y el sistema se vuelve más anaerobio, favoreciendo más ácido láctico
4. el pH baja y autolimita el crecimiento de microbios sensibles, estabilizando la comunidad en pH ácido (de Almeida et al., 2025).

Factores que determinan la curva de pH.

- **Tipo de azúcar y minerales (capacidad tampón):** azúcares integrales (p. ej., panela, mascabado) y aguas ricas en minerales pueden amortiguar la caída de pH al principio, aunque tienden a mostrar descensos significativos en las primeras 24 h (Çevik et al., 2019). La mayor capacidad tampón retrasa la acidificación rápida, pero conduce a pH final comparable si el tiempo es suficiente(Laureys et al., 2019).
- **Temperatura e inóculo:** temperaturas de 20–25 °C y relaciones grano mosto habituales (5–10 % p/p) aceleran la acidificación; inóculos "rápidos" suelen asociarse a pH final más bajo (≤3,5) (Bozkir et al., 2024; Laureys et al., 2019).
- **Tiempo y etapa:** en fermentación primaria (24–48 h) el pH desciende; en una segunda fermentación en botella suele estabilizarse o bajar

levemente (por CO_2 disuelto). En almacenamiento frío, el pH tiende a mantenerse si la fermentación se interrumpe adecuadamente (Li et al., 2024).

Rangos orientativos reportados.

Diversos estudios de kefir de agua y bebidas vegetales fermentadas con tibicos muestran: pH inicial ≈6,0–6,8 → pH 24 h ≈4,0–4,5 → pH 48 h ≈3,0–3,8, con variación según sustrato y condiciones (Bozkir et al., 2024).

TABLA 10. *VARIACIÓN TÍPICA DE PH EN FERMENTACIÓN PRIMARIA DE KEFIR DE AGUA (20–25 °C)*

Tiempo (h)	pH esperado	Qué ocurre en el sistema	Ejemplos de fuentes
0	6,0–6,8	Mezcla agua–azúcar–minerales; alta capacidad tampón si hay azúcares integrales/minerales.	(Çevik et al., 2019; Laureys et al., 2019).
6–12	5,0–5,5	Arranque: hidrólisis de sacarosa; primeras trazas de ácido láctico/acético.	(de Almeida et al., 2025; Moretti et al., 2022).
24	4,0–4,5	Acidificación marcada; aumento de acidez titulable; más CO_2.	(Bozkir et al., 2024; Çevik et al., 2019).
36–48	3,0–3,8	Fase estable: predominio de BAL; se alcanza pH final seguro para consumo.	(Bozkir et al., 2024).

Nota. Elaboración propia – Manzano, J. (2025), con base en (Moretti et al., 2022) ;Çevik et al., (2019) ; (Bozkir et al., 2024).

Relevancia tecnológica y sanitaria

- **Seguridad microbiológica:** pH < 4,2 inhibe patógenos comunes y estabiliza el producto; la mayoría de los protocolos industriales apuntan a pH final ≈3,5–4,5 con alcohol < 1 % v/v (Bozkir et al., 2024).

- **Calidad sensorial:** pH finales más altos (≈3,8–4,2) suelen ser menos agrios; pH más bajos (<3,3) pueden percibirse excesivamente ácidos (Bozkir et al., 2024).
- **Control del proceso:** parar la fermentación en pH objetivo (p. ej., 3,8–4,0) mediante refrigeración/botellado ayuda a estandarizar el perfil sensorial y la vida útil (Li et al., 2024).

1.4. Composición Nutricional del Kéfir de Agua

El kéfir de agua se caracteriza por ser una bebida fermentada, ligera y de bajo aporte calórico, cuyo valor nutricional depende en gran medida del tipo de azúcar utilizado, del tiempo de fermentación y de la composición microbiológica del SCOBY. A diferencia de otros alimentos fermentados de origen lácteo, el kéfir de agua no contiene lactosa ni caseína, por lo que resulta adecuado para personas intolerantes a la lactosa, veganas o con alergias a proteínas lácteas (Fiorda et al., 2017).

Aunque su contenido energético inicial proviene del azúcar añadido, durante la fermentación una parte significativa de este azúcar es consumido por las levaduras y bacterias, lo que reduce el contenido final de carbohidratos simples y contribuye a la formación de ácidos orgánicos, vitaminas, compuestos antioxidantes, enzimas y microorganismos vivos. Estos componentes no solo modifican el sabor y la acidez de la bebida, sino que también le confieren potenciales beneficios funcionales, especialmente en relación con la salud intestinal.

Un aspecto importante es la presencia de microorganismos probióticos, especialmente bacterias ácido lácticas y levaduras, que pueden contribuir al equilibrio de la microbiota intestinal, favorecer la digestión, mejorar la absorción de nutrientes y fortalecer la respuesta inmunológica. La concentración de estos microorganismos puede variar, pero diversos estudios han identificado en el kéfir de agua poblaciones activas de

Lactobacillus, Leuconostoc, Lacticaseibacillus, Saccharomyces y Zygotorulaspora, entre otras (Bengoa et al., 2019).

En cuanto a los componentes químicos, durante la fermentación se forman ácido láctico, ácido acético y otros ácidos orgánicos menores, responsables del sabor ácido y de la disminución del pH. Además, se producen trazas de etanol residual (generalmente <2 %), dióxido de carbono (que genera la efervescencia) y exopolisacáridos, entre ellos el dextrano, que contribuye a la textura y puede tener efectos prebióticos al servir de sustrato para bacterias beneficiosas en el intestino (Moretti et al., 2022).

Asimismo, se ha observado que el kéfir de agua contiene vitaminas del complejo B (como B1, B2, B6 y pequeñas cantidades de folatos), así como una diversidad de minerales que pueden provenir tanto del agua como de los ingredientes adicionados (por ejemplo, panela, higos secos o cáscara de limón). Estos micronutrientes contribuyen al metabolismo energético, al funcionamiento del sistema nervioso y al mantenimiento de tejidos (Tamang et al., 2016).

TABLA 11. *RESUMEN DE SU COMPOSICIÓN GENERAL DEL KÉFIR DE AGUA***.**

Componente	**Descripción en la bebida fermentada**	**Origen / Responsable**	**Referencia**
Carbohidratos residuales	Disminuyen respecto al azúcar inicial debido al consumo microbiano durante la fermentación.	Metabolismo de levaduras y bacterias que degradan glucosa y fructosa.	(Fiorda et al., 2017).
Ácidos orgánicos (láctico, acético, glucónico)	Contribuyen al sabor ácido, baja del pH y estabilidad microbiana.	Producidos principalmente por bacterias ácido lácticas y bacterias acéticas.	(Bengoa et al., 2019).

Componente	Descripción en la bebida fermentada	Origen / Responsable	Referencia
Vitaminas del complejo B	Presentes en pequeñas concentraciones, vinculadas al metabolismo energético.	Sintetizadas por bacterias ácido lácticas durante la fermentación.	(Tamang et al., 2016).
Minerales (Ca, Mg, K, Fe, Zn)	Varían según tipo de agua y aditivos como panela, frutas o higos.	Transferidos desde materias primas y favorecidos por la matriz microbiana.	(Moretti et al., 2022).
Microorganismos vivos (BAL y levaduras)	Aportan potencial probiótico y estimulación de la microbiota intestinal.	SCOBY: Lactobacillus, Leuconostoc, Saccharomyces, Zygotorulaspora.	(Bengoa et al., 2019).
Trazas de etanol (<2 %)	No modifica características nutricionales; aporta aroma y equilibrio sensorial.	Fermentación alcohólica de levaduras; parte se transforma en ácido acético.	(Fiorda et al., 2017).

Nota. Adaptado de (Fiorda et al., 2017); (Bengoa et al., 2019); (Tamang et al., 2016) y (Moretti et al., 2022).

La composición nutricional del kéfir de agua lo posiciona como una bebida refrescante, funcional y apta para un amplio rango de consumidores, destacando no solo su bajo aporte calórico, sino también su contenido microbiológico beneficioso y su potencial contribución a la salud digestiva e inmunológica.

1.4.1. Composición de macronutrientes

El kéfir de agua se caracteriza por ser una bebida baja en macronutrientes, ya que la mayor parte de su perfil nutricional deriva de los metabolitos fermentativos y microorganismos vivos, más que del aporte calórico. Su contenido de carbohidratos, proteínas y grasas es considerablemente menor en comparación con otros alimentos fermentados, especialmente aquellos derivados de la leche.

Durante la fermentación, las levaduras y bacterias consumen parte de los azúcares disponibles como fuente energética. Por esta razón, el contenido final de carbohidratos simples disminuye, lo que convierte al kéfir en una bebida de índice glucémico más bajo que el líquido inicial antes de fermentar (Fiorda et al., 2017). La reducción de azúcares dependerá del tiempo de fermentación, la cantidad de inóculo y el tipo de azúcar utilizado. Por ejemplo, cuando se usa panela o azúcar integral, la bebida no solo presenta carbohidratos residuales, sino también oligoelementos y compuestos fenólicos procedentes de la materia prima.

En cuanto a las proteínas, el kéfir de agua posee cantidades mínimas, debido a que su fermentación ocurre en un medio acuoso y no lácteo. Sin embargo, se ha identificado la presencia de péptidos bioactivos y enzimas generadas durante la fermentación por parte de bacterias ácido lácticas, las cuales pueden ejercer beneficios digestivos al facilitar la actividad enzimática intestinal (Bengoa et al., 2019).

El contenido de grasas es prácticamente inexistente, lo que hace que el kéfir de agua sea una bebida ligera, apta para personas con dietas hipocalóricas, veganas o con restricciones digestivas. Esto representa una ventaja en relación con otros fermentados que sí contienen grasas, como el kéfir lácteo.

Para concluir la principal contribución nutricional del kéfir de agua no radica en su aporte energético, sino en su contenido microbiológico vivo y los compuestos

funcionales generados durante la fermentación, lo que lo convierte en un alimento funcional de bajo aporte calórico.

1.4.2. Vitaminas generadas durante la fermentación

Durante la fermentación del kéfir de agua, diversas cepas de bacterias ácido lácticas y levaduras sintetizan vitaminas, principalmente del complejo B, que participan en funciones metabólicas clave como la producción de energía, el mantenimiento del sistema nervioso y la salud celular. Entre las vitaminas más reportadas se encuentran:

- **Tiamina (B1)**
- **Riboflavina (B2)**
- **Piridoxina (B6)**
- **Ácido fólico (B9)** en menor proporción
- **Niacina (B3)** en algunas fermentaciones prolongadas

La producción de estas vitaminas depende de la actividad metabólica de las bacterias ácido lácticas, principalmente géneros como Lactobacillus, Leuconostoc y Lacticaseibacillus, que son conocidos por su capacidad de sintetizar moléculas bioactivas que permanecen en la bebida final (Tamang et al., 2016).

Además, estudios indican que la fermentación también puede incrementar la biodisponibilidad de minerales al reducir factores que interfieren en su absorción y al generar ácidos orgánicos que facilitan su asimilación intestinal.

Este contenido vitamínico, aunque moderado, es nutricionalmente relevante, ya que el kéfir de agua puede complementarse con alimentos ricos en fibra y prebióticos para optimizar la microbiota intestinal, favoreciendo el bienestar gastrointestinal y el equilibrio metabólico (Moretti et al., 2022).

TABLA 12. *VITAMINAS IDENTIFICADAS EN EL KÉFIR DE AGUA Y SUS FUNCIONES*

Vitamina	Función fisiológica	Microorganismo asociado	Referencia
B1 (Tiamina)	Participa en metabolismo energético y función neuromuscular.	Bacterias ácido lácticas (Lactobacillus sp.)	(Tamang et al., 2016).
B2 (Riboflavina)	Contribuye a la respiración celular y producción de energía.	Leuconostoc mesenteroides	(Fiorda et al., 2017).
B6 (Piridoxina)	Interviene en metabolismo de aminoácidos y neurotransmisores.	Bacterias ácido lácticas	(Bengoa et al., 2019).
B9 (Folatos)	Participa en síntesis de ADN y división celular.	Algunas cepas de Lactobacillus	(Moretti et al., 2022).

Nota. Adaptado de (Tamang et al., 2016), (Fiorda et al., 2017), (Bengoa et al., 2019) y (Moretti et al., 2022).

1.4.3. Minerales y electrolitos

Los minerales y electrolitos presentes en el kéfir de agua desempeñan un papel relevante tanto en la actividad metabólica de los microorganismos durante la fermentación, como en la composición nutricional final de la bebida. Estos elementos contribuyen al mantenimiento de la función celular, el equilibrio ácido-base, la transmisión de impulsos nerviosos y la regulación del metabolismo energético.

La concentración final de minerales depende de tres factores principales:

1. **Tipo de agua utilizada** (agua filtrada, mineral o tratada).

2. **Fuente de azúcar empleada** (panela, mascabado, azúcar blanco o melaza).

3. **Ingredientes adicionales ricos en minerales**, como limón, higos secos o frutas deshidratadas.

Entre los minerales más reportados en el kéfir de agua se encuentran:

- **Calcio (Ca)**: contribuye a la estabilidad estructural de los granos y favorece la función neuromuscular.
- **Magnesio (Mg)**: actúa como cofactor enzimático esencial para reacciones metabólicas microbianas.
- **Potasio (K)**: ayuda al balance hídrico y a la función eléctrica de células musculares y neuronales.
- **Fosfato (PO_4^{3-})**: participa en la producción de energía (ATP) y en la síntesis celular.
- **Hierro (Fe)** y **Zinc (Zn)**: intervienen en procesos antioxidantes y en la respuesta inmune.

Estos minerales no solo provienen de las materias primas, sino también de la interacción del SCOBY con el medio, ya que durante la fermentación se liberan iones minerales que aumentan su biodisponibilidad (Fiorda et al., 2017).

TABLA 13. *MINERALES Y ELECTROLITOS PRESENTES EN EL KÉFIR DE AGUA*

Mineral / Electrolito	**Función fisiológica principal**	**Fuente predominante en el kéfir de agua**	**Referencia**
Calcio (Ca)	Contracción muscular y	Agua y panela / mascabado.	(Tamang et al., 2016).

Mineral / Electrolito	Función fisiológica principal	Fuente predominante en el kéfir de agua	Referencia
	estructura celular.		
Magnesio (Mg)	Cofactor enzimático y función metabólica.	Agua y frutas deshidratadas.	(Fiorda et al., 2017).
Potasio (K)	Balance hídrico y transmisión eléctrica.	Ingredientes vegetales adicionados.	(Tamang et al., 2016).
Hierro (Fe)	Transporte de oxígeno y actividad antioxidante.	Panela / azúcar integral.	(Bengoa et al., 2019).
Zinc (Zn)	Sistema inmune y regeneración celular.	Matriz microbiana del SCOBY.	(Bengoa et al., 2019).

Nota. Adaptado de (Moretti et al., 2022), (Fiorda et al., 2017), (Tamang et al., 2016) y (Bengoa et al., 2019).

1.4.4. Exopolisacáridos (como el dextrano)

Los exopolisacáridos (EPS) son compuestos producidos por ciertas bacterias durante la fermentación, que forman parte de la matriz gelatinosa que envuelve los

granos de kéfir. El dextrano es el exopolisacárido principal presente en el kéfir de agua y es sintetizado especialmente por bacterias del género Leuconostoc y algunas especies de Lactobacillus.

El dextrano cumple funciones clave:

- **Estructural**: forma la matriz que mantiene unidos los microorganismos del SCOBY, facilitando su estabilidad y crecimiento.
- **Prebiótica**: sirve como sustrato para bacterias beneficiosas del intestino humano.
- **Funcional**: contribuye ligeramente a la viscosidad y textura de la bebida final.
- **Metabólica**: actúa como reserva energética microbiana.

Se ha propuesto que el dextrano puede favorecer la adherencia de bacterias ácido lácticas en el intestino, lo cual ayuda a la modulación de la microbiota intestinal y la barrera intestinal, promoviendo efectos antiinflamatorios y digestivos (Bengoa et al., 2019).

Por estas razones, el dextrano no solo es importante para la viabilidad del cultivo, sino también para el potencial probiótico y terapéutico del kéfir de agua.

1.5. Propiedades funcionales

El kéfir de agua posee diversas propiedades funcionales derivadas de la actividad conjunta de sus microorganismos y de los compuestos formados durante la fermentación. Entre sus principales efectos se encuentran la modulación de la microbiota intestinal, favoreciendo el crecimiento de bacterias beneficiosas; la acción antiinflamatoria, relacionada con la reducción de mediadores inflamatorios y mejora de la barrera intestinal; su efecto probiótico y postbiótico, debido tanto a microorganismos vivos como a metabolitos bioactivos; y la regulación del tránsito intestinal, apoyada por

la producción de ácidos orgánicos y exopolisacáridos como el dextrano. Estas características hacen del kéfir de agua una bebida funcional con potencial uso en el mantenimiento de la salud digestiva y el bienestar general.

1.5.1. Modulación de la microbiota intestinal

El kéfir (incluido el de agua) aporta microorganismos y metabolitos capaces de reconfigurar la composición y la actividad de la microbiota, aumentar la producción de ácidos grasos de cadena corta (AGCC), mejorar la integridad de la barrera epitelial y reducir metabolitos proteolíticos nocivos. En estudios de fermentación colónica in vitro y co-cultivos epiteliales, preparaciones de kéfir de agua (pasteurizadas y no pasteurizadas) incrementaron Bifidobacterium, elevaron AGCC y redujeron compuestos putrefactivos, con señales de inmunomodulación favorables (↑ IL-10/↓ IL-6, según el modelo). (Peluzio et al., 2021).

Relevancia clínica potencial

Estos cambios se vinculan con menor inflamación de bajo grado, mejor permeabilidad intestinal y posibles beneficios metabólicos (obesidad, diabetes, hígado graso), aunque la evidencia humana controlada aún es limitada y heterogénea. (de Almeida et al., 2025; Peluzio et al., 2021).

1.5.2. Acción antiinflamatoria intestinal

El kéfir de agua contiene polifenoles liberados/transformados por la fermentación, péptidos y polisacáridos con capacidad antioxidante y antiinflamatoria. Revisiones recientes reportan reducción de citocinas proinflamatorias, modulación de vías NF-κB/ROS, y mejoras en marcadores sistémicos en modelos preclínicos. (Papadopoulou et al., 2024).

1.5.3. Efecto probiótico y postbiótico

- **Probiótico.** Se considera probiótico a todo microorganismo vivo que, cuando se administra en cantidades adecuadas, confiere un beneficio a la salud del huésped. En el caso del kéfir de agua, diversas bacterias ácido lácticas y levaduras viables contribuyen a efectos dependientes de microorganismos vivos, tales como la competencia con patógenos intestinales, la producción de ácidos orgánicos y la generación de ácidos grasos de cadena corta (AGCC), mecanismos asociados a la modulación de la microbiota y al mantenimiento de la salud intestinal (Salminen et al., 2021).
- **Postbiótico.** Un postbiótico hace referencia a productos derivados de microorganismos que han sido inactivados, así como a sus componentes celulares o metabolitos, los cuales pueden generar efectos beneficiosos para la salud cuando se consumen en cantidades adecuadas. En el caso del kéfir de agua, incluso después de procesos de estabilización o inactivación térmica, ciertas preparaciones pueden conservar compuestos bioactivos, estructuras celulares y exopolisacáridos que mantienen actividad biológica, contribuyendo, entre otros efectos, a la modulación del sistema inmunológico y al refuerzo de la barrera epitelial intestinal (Salminen et al., 2021); actualizaciones 2023–2024).

Implicación práctica. Esto abre la puerta a formatos pasteurizados (estables, seguridad mejorada) que retienen funcionalidad (p. ej., AGCC, ácidos orgánicos, EPS), útiles para población intolerante a lácteos o con restricciones inmunológicas donde probióticos vivos no son recomendables. (de Almeida et al., 2025; Salminen et al., 2021).

1.5.4. Regulación del tránsito intestinal

Los AGCC (acetato, propionato, butirato) y ácidos orgánicos del kéfir de agua estimulan la motilidad y la secreción de moco, mientras que exopolisacáridos como el dextrano aportan fibra soluble con efecto prebiótico y formador de gel, que puede suavizar el tránsito y mejorar la consistencia fecal. La literatura sobre dextranos y EPS de Leuconostoc (aislado de granos de kéfir de agua) respalda su capacidad de retención hídrica y aumento de viscosidad, mecanismos compatibles con mejor tránsito en estreñimiento funcional leve. (Davidovic et al., 2015; Oviedo-León et al., 2025).

TABLA 14. *PROPIEDADES FUNCIONALES DEL KÉFIR DE AGUA: MECANISMO Y EVIDENCIA*

Propiedad	Mecanismo principal	Evidencia clave
Modulación de microbiota	↑ Bifidobacterium; ↑ AGCC; ↓ compuestos proteolíticos; mejora de barrera	(Peluzio et al., 2021).
Acción antiinflamatoria	Antioxidantes y EPS; modulación NF-κB/ROS; ↓ IL-6/↑ IL-10	(Papadopoulou et al., 2024).
Efecto postbiótico	Metabolitos y células inactivadas con beneficio	ISAPP (Salminen et al., 2021).
Tránsito intestinal	Ácidos orgánicos + EPS (dextrano) con efecto gel y prebiótico	(Davidovic et al., 2015; Oviedo-León et al., 2025).

Nota. Adaptado de (Peluzio et al., 2021), (Papadopoulou et al., 2024) ,(Salminen et al., 2021), (Davidovic et al., 2015) y (Oviedo-León et al., 2025).

1.6. Seguridad Alimentaria

La seguridad alimentaria en la producción de kéfir de agua es un aspecto fundamental para garantizar que la bebida resultante sea inocua, estable y apta para el consumo humano. Al tratarse de un alimento fermentado con microorganismos vivos, su calidad depende no solo de la composición del SCOBY, sino también de las condiciones higiénicas y del manejo adecuado de utensilios, agua, materias primas y almacenamiento. Una mala manipulación puede alterar el equilibrio microbiano y dar lugar a la proliferación de bacterias patógenas y hongos, comprometiendo la salud del consumidor (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2023; World Health Organization, 2022).

En procesos artesanales y domésticos, donde con frecuencia no existe control de laboratorio, la estandarización de procedimientos es esencial para asegurar consistencia microbiológica, control de acidez, y niveles adecuados de alcohol. Además, la temperatura y el tiempo de fermentación influyen directamente en la seguridad y estabilidad del producto final. Por ello, se recomienda aplicar Buenas Prácticas de Manipulación (BPM) y seguir los criterios sanitarios establecidos por organismos nacionales e internacionales (Agencia Nacional de Regulación, 2020).

1.6.1. Buenas Prácticas de Manipulación (BPM)

Las BPM son un conjunto de procedimientos que garantizan que los alimentos sean elaborados bajo condiciones higiénicas que eviten la contaminación. Para el kéfir de agua, estas prácticas incluyen:

1. **Higiene personal del manipulador**
    - Lavado de manos con agua y jabón antes y después de tocar los granos.

- Uñas cortas y sin esmalte; evitar accesorios como anillos y pulseras.

2. **Limpieza y desinfección de utensilios**
   - Se recomienda el uso de vidrio o plástico grado alimentario, evitando recipientes metálicos que pueden reaccionar con ácidos.
   - Esterilizar frascos con agua caliente o solución desinfectante apta para alimentos.
3. **Agua de calidad segura**
   - El agua debe ser potable, libre de metales pesados y con bajo contenido de cloro; en caso de ser agua clorada, reposar de 6–12 h o filtrar (Ministerio de Salud Pública del Ecuador, 2020).
4. **Ambiente de preparación controlado**
   - Superficies limpias y secas, lejos de frutas en descomposición, carnes crudas o residuos orgánicos.
   - Evitar corrientes de aire contaminadas (donde circulen hongos o esporas).
5. **Control del proceso de fermentación**
   - Fermentar entre 20–25 °C durante 24–48 horas.
   - Refrigerar inmediatamente después para detener el metabolismo microbiano.

Su aplicación reduce significativamente los riesgos microbiológicos y asegura un producto estable y seguro (Agencia Nacional de Regulación, 2020; World Health Organization, 2022).

1.6.2. Riesgos por Contaminación Cruzada

La contaminación cruzada ocurre cuando microorganismos indeseados ingresan al medio fermentativo.

Esto puede causar cambios de olor, color, textura, o incluso la presencia de mohos visibles.

TABLA 15. *RIESGOS POR CONTAMINACIÓN CRUZADA*

Riesgo	**Consecuencia**	**Prevención**
Utensilios no desinfectados	Introducción de bacterias y hongos	Sanitizar antes de cada uso
Contacto con alimentos crudos	Transferencia de patógenos	Área exclusiva para fermentar
Agua no potable	Presencia de coliformes o parásitos	Usar agua filtrada o hervida + enfriada
Fermentación excesiva (>72 h)	Sobreproducción de etanol y acidez	Controlar tiempo y temperatura
Exposición al aire sin protección	Contaminación por esporas de moho	Tapar con tela limpia o tapa ventilada

Nota. Elaboración propia – Manzano, J. (2025).

Cuando ocurre contaminación por hongos (manchas blancas/algodonosas o colores verde, negro, rosado), los granos deben descartarse y el equipo completamente desinfectado (World Health Organization, 2022).

1.6.3. Criterios Sanitarios de Bebidas Fermentadas

Las normativas sanitarias nacionales e internacionales establecen parámetros que permiten definir cuándo una bebida fermentada es segura para el consumo:

- **pH final ≤ 4.5**, lo cual inhibe bacterias patógenas (Agencia Nacional de Regulación, 2020; Ministerio de Salud Pública del Ecuador, 2020).
- **Contenido de alcohol** en bebidas no alcohólicas < 2% v/**v** (Agencia Nacional de Regulación, 2020).
- **Ausencia de patógenos** como Salmonella spp., Escherichia coli y Staphylococcus aureus.
- **Carga microbiana beneficiosa estable**, sin proliferación de hongos filamentosos.

Además, se recomienda:

- Conservar en refrigeración (4–8 °C).
- Rotular fechas de producción para control de vida útil.
- Evitar reutilizar granos contaminados o debilitados.

La aplicación de estos criterios contribuye a una producción estandarizada, reproducible y segura, tanto en entornos domésticos como en microemprendimientos.

CAPITULO 2. Plantas medicinales utilizadas en la formulación del kéfir de agua y su relación con la salud intestinal

El empleo de plantas medicinales en el desarrollo de alimentos funcionales representa una tendencia creciente dentro de la investigación en nutrición, especialmente cuando dichas plantas aportan compuestos bioactivos con potencial para modular procesos digestivos, inflamatorios y microbianos. Para esta investigación, la caléndula (Calendula officinalis), la menta (Mentha piperita) y la flor de Jamaica (Hibiscus sabdariffa) fueron seleccionadas por su respaldo etnobotánico, su disponibilidad local y su evidencia científica asociada a la salud gastrointestinal.

La combinación de estas especies con un fermentado probiótico como el kéfir de agua permite explorar sinergias funcionales, en las que los metabolitos derivados de la fermentación (ácidos orgánicos, exopolisacáridos y postbióticos) interactúan con los polifenoles, terpenos, carotenoides, antocianinas y flavonoides de las plantas. Este enfoque integrador responde al interés por matrices alimentarias que favorezcan la integridad de la mucosa intestinal, la modulación de la microbiota y la reducción de la inflamación de bajo grado, procesos clave en la salud digestiva contemporánea (Salminen et al., 2021; Sáyago-Ayerdi et al., 2021).

2.1. Caléndula (Calendula officinalis)

La caléndula (Calendula officinalis L.) es una planta medicinal ampliamente reconocida en sistemas tradicionales y en fitoterapia moderna por sus propiedades antiinflamatorias, cicatrizantes, antioxidantes y antimicrobianas. Su uso ha sido documentado desde la antigüedad tanto en medicina popular europea como en aplicaciones rituales y terapéuticas de América Latina, y actualmente forma parte de preparados farmacéuticos, cosméticos y productos nutracéuticos orientados al cuidado de la piel y la salud gastrointestinal (Shahane et al., 2023).

En alimentos y bebidas funcionales, la caléndula se valora por su alto contenido de compuestos bioactivos, tales como flavonoides, carotenoides, triterpenos y aceites esenciales, que participan en la modulación de procesos inflamatorios y en la protección de la mucosa intestinal. La integración de esta planta con fermentados probióticos como el kéfir de agua representa una alternativa natural para apoyar el bienestar digestivo y favorecer la homeostasis intestinal desde un enfoque integral.

2.1.1. Historia y usos etnomedicinales

La caléndula se documenta desde la herbolaria europea medieval y grecorromana como tópico para heridas, inflamaciones cutáneas y, por vía interna en

tisanas, para molestias digestivas leves. En la medicina tradicional se describe como diaforética, antiséptica y antiinflamatoria, con empleo extendido en Europa y Asia; la monografía de la OMS recoge usos históricos y estudios tempranos de actividad antiviral y antiinflamatoria de los extractos acuosos de flores. La Agencia Europea de Medicamentos (EMA) reconoce preparados tradicionales de Calendulae flos para afecciones cutáneas leves y para enjuagues bucales, con un balance beneficio-riesgo favorable bajo condiciones de uso tradicional (European Medicines Agency, 2018; World Health Organization, 2022).

Importante: En bebidas funcionales con kéfir de agua, la caléndula se considera ingrediente botánico coadyuvante por su perfil polifenólico; su rol sería complementario, no sustituto del efecto probiótico del cultivo. (Síntesis propia basada en monografías citadas(Sapkota & Kunwar, 2024; Shahane et al., 2023).

2.1.2. Compuestos bioactivos (flavonoides, carotenoides, triterpenos)

Las flores concentran:

- **Flavonoides** (quercetina, isoramnetina, rutina) con actividad antioxidante/antiinflamatoria.
- **Carotenoides** (luteína, zeaxantina, β-caroteno) responsables del color y con capacidad captadora de radicales.
- **Triterpenos** (faradiol y ésteres de faradiol), saponinas y ácidos fenólicos que modulan vías inflamatorias y la cicatrización. Revisiones recientes integran estos grupos como principales determinantes farmacológicos.

TABLA 16. *COMPUESTOS CARACTERÍSTICOS DE CALENDULA OFFICINALIS Y POSIBLES MECANISMOS*

Grupo	Moléculas representativas	Mecanismos propuestos	Evidencia resumida

Flavonoides	Quercetina, isoramnetina, rutina	Antioxidante; modulación de NF-κB/COX-2; disminución de citocinas	In vitro y modelos animales; soporte en revisiones
Carotenoides	Luteína, zeaxantina, β-caroteno	Captación de ROS; protección tisular	In vitro/animales; soporte químico-analítico
Triterpenos	Faradiol (ésteres)	Anti-inflamatorio tópico y sistémico; pro-cicatrización	Datos preclínicos; uso tradicional aceptado por EMA
Saponinas/ác. Fenólicos	Diversos	Astringente, antimicrobiano suave	Preclínico y tradicional

Nota Adaptada por Joys Manzano (2025) a partir de (Sapkota & Kunwar, 2024; Shahane et al., 2023); (European Medicines Agency, 2018).

2.1.3. Propiedades antiinflamatorias y reparadoras de mucosa intestinal

Aunque la evidencia clínica humana gastrointestinal aún es limitada, existen datos preclínicos consistentes que muestran efectos antiinflamatorios y gastro/coloprotectores: extractos de caléndula reducen actividad de mieloperoxidasa, estrés oxidativo y daño histológico en colitis inducida por DSS en modelos murinos; también se han reportado efectos beneficiosos en otros modelos de colitis experimental (Bouferkas et al., 2025).Estos hallazgos sugieren potencial para apoyo de la integridad mucosa y reducción de mediadores proinflamatorios, lo que justifica su exploración como co-ingrediente en matrices fermentadas, orientadas a la salud intestinal. Sin embargo, se requiere investigación clínica controlada en humanos para establecer dosis, seguridad por vía oral a mediano plazo y magnitud del efecto.

En un esquema de bebida funcional fermentada, la caléndula aportaría polifenoles/carotenoides con acción antioxidante-antiinflamatoria que podrían sinergizar

con metabolitos postbióticos del kéfir (ácido láctico, ácidos orgánicos, EPS) en la modulación de la inflamación de bajo grado del intestino.

2.2. Menta (Mentha piperita)

La menta (Mentha piperita L.) es una planta aromática muy utilizada en la medicina tradicional y en la fitoterapia moderna para aliviar malestares digestivos, reducir gases, mejorar la digestión y disminuir la sensación de dolor abdominal. Su efecto beneficioso se relaciona principalmente con dos componentes naturales: el mentol y el ácido rosmarínico, presentes en sus hojas y aceite esencial (Alammar et al., 2019; Hudz et al., 2023).

2.2.1. Fitonutrientes principales (mentol y ácido rosmarínico)

El mentol es el compuesto que produce el aroma fresco característico de la menta. Actúa de manera directa sobre el intestino, ayudando a relajar la musculatura intestinal, lo que reduce los retortijones y la sensación de presión o dolor en el abdomen. Además, el mentol modifica la sensibilidad del intestino, haciendo que las molestias se perciban menos intensas (Liu et al., 2024).

Por otro lado, el ácido rosmarínico es un antioxidante natural presente en la planta. Este compuesto reduce la inflamación en la mucosa intestinal y ayuda a proteger el tejido digestivo cuando se encuentra irritado, por ejemplo, en gastritis leve o después de comidas pesadas (Luo et al., 2020).

En conjunto, estos fitonutrientes permiten que la menta actúe directamente sobre el confort digestivo, mejorando la tolerancia a las comidas y reduciendo molestias posteriores.

2.2.2. Acción carminativa y antiespasmódica

La menta se considera una planta con acción carminativa, lo que significa que ayuda a disminuir la formación de gases y facilita su eliminación.

También tiene efecto antiespasmódico, es decir, relaja los músculos del intestino, evitando que se contraigan con demasiada fuerza.

Gracias a estos efectos, la menta puede ayudar cuando aparecen síntomas como:

- Hinchazón abdominal
- Gases o flatulencias frecuentes
- Sensación de "estómago lleno"
- Dolor tipo cólico

Esto la convierte en una planta útil para personas con digestión lenta o sensibilidad intestinal (Alammar et al., 2019; Hudz et al., 2023).

2.2.3. Uso en Síndrome de Intestino Irritable y digestión lenta

El Síndrome de Intestino Irritable (SII) es una condición en la que el intestino se vuelve más sensible de lo normal, generando dolor, gases y cambios en el tránsito. Investigaciones clínicas han demostrado que el aceite de menta ayuda a:

- Reducir el dolor abdominal
- Disminuir la hinchazón
- Mejorar el tránsito intestinal
- Disminuir la sensación de espasmos (Alammar et al., 2019).

En casos de digestión lenta o "pesadez" después de comer, la menta puede ayudar a estimular suavemente el movimiento intestinal y hacer más cómodo el proceso digestivo.

La menta y el kéfir de agua se complementan de manera natural:

TABLA 17. *LA MENTA Y SU RELACIÓN CON EL KÉFIR DE AGUA*

Kéfir de Agua	Menta	Resultado en el sistema digestivo
Equilibra la microbiota intestinal	Relaja el intestino	Menos molestias digestivas
Reduce inflamación leve	Disminuye gases y espasmos	Abdomen más cómodo

Nota: Elaboración propia de Manzano, J. (2025)y adaptado de (Alammar et al., 2019).

Por lo tanto, agregar menta al kéfir de agua fortalece su función como bebida digestiva funcional.

2.3. Flor de Jamaica (Hibiscus sabdariffa)

La flor de Jamaica (cáliz de Hibiscus sabdariffa) aporta antocianinas (principalmente delphinidin-3-O-sambubiósido y cyanidin-3-O-sambubiósido), ácidos orgánicos (hibísco, málico, cítrico), polifenoles y vitamina C. Estos compuestos explican su color rojo intenso, el sabor ácido-refrescante y varias acciones bioactivas relevantes para salud digestiva y metabólica: actividad antiinflamatoria, antioxidante, antimicrobiana y moduladora de microbiota (Diez-Echave et al., 2020; Jabeur et al., 2017; Li et al., 2024). En matrices fermentadas por ejemplo en kéfir de agua aromatizado con Jamaica, tales compuestos pueden actuar como sustratos y cofactores que favorecen la biogénesis de metabolitos postbióticos y la estabilidad sensorial (color/aroma) del producto (Majdoub et al., 2021; Sáyago-Ayerdi et al., 2021).

2.3.1. Antocianinas y flavonoides antioxidantes

Las antocianinas dominantes de la Jamaica son delphinidin-3-O-sambubiósido y cyanidin-3-O-sambubiósido, responsables del color rubí y de una potente capacidad antioxidante (captura de ERO, quelación metálica) ((Lazalde-Cruz et al., 2021; Li et al.,

2024). Su estabilidad depende de pH (mejor en pH ácido como el del kéfir), temperatura y co-pigmentación; la matriz fermentada ácida ayuda a conservar el color. Además, durante digestión gastrointestinal, parte de estos polifenoles llega al colon y es metabolizada por la microbiota, generando metabolitos fenólicos con actividad biológica (Diez-Echave et al., 2020; Majdoub et al., 2021).

2.3.2. Efecto sobre la inflamación y la motilidad intestinal

Modelos preclínicos y revisiones recientes señalan que extractos de H. sabdariffa disminuyen mediadores inflamatorios y estrés oxidativo, lo que puede traducirse en mejoría de integridad de mucosa y función barrera (Diez-Echave et al., 2020; Lubis et al., 2020). En colitis inducida en roedores, la Jamaica atenuó la inflamación y redujo daño histológico se evidencia en estudios con DSS (Diez-Echave et al., 2020).

Por su contenido en ácidos orgánicos y acción carminativa ligera, también puede favorecer el vaciamiento gástrico y la motilidad en dosis alimentarias, aunque la evidencia clínica digestiva aún es limitada (Diez-Echave et al., 2020; Sáyago-Ayerdi et al., 2021).

2.3.3. Contribución organoléptica: sabor, color y aroma

Los antocianósidos confieren color rojo intenso y estable a pH ácido, los ácidos orgánicos dan acidez brillante y efecto refrescante, y compuestos menores (terpenoides, ésteres) aportan notas florales/frutales (Li et al., 2024) .En bebidas fermentadas, estos atributos mejoran aceptabilidad sensorial y ayudan a estandarizar el perfil del kéfir saborizado con Jamaica (Sáyago-Ayerdi et al., 2021).

TABLA 18. *COMPUESTOS CLAVE DE HIBISCUS SABDARIFFA, MECANISMO, RELEVANCIA INTESTINAL Y APORTE SENSORIAL*

Compuesto/Grupo	Ejemplos	Mecanismo principal	Relevancia intestinal	Aporte sensorial
Antocianinas	Delphinidin-3-O-sambubiósido; Cyanidin-3-O-sambubiósido	Antioxidantes; modulan vías inflamatorias (↓NF-κB/COX-2)	Soporte de barrera, reducción de inflamación, llegada al colon y biotransformación por microbiota	Color rojo intenso, estabilidad en pH ácido
Polifenoles no antocianínicos	Ácidos fenólicos (protocatecuico, gálico)	Captura ERO; actividad antimicrobiana selectiva	Efecto bacteriostático y posible modulación de comunidades	Notas astringentes suaves
Ácidos orgánicos	Hibísco, málico, cítrico	Acidificación del medio; posible efecto carminativo	Puede favorecer digestión/motilidad a dosis alimentarias	Sabor ácido-refrescante
Vitamina C y cofactores	Ácido ascórbico	Antioxidante, sinergia con polifenoles	Soporte antioxidante luminal	Frescura percibida

Nota. Adaptado por Joys Manzano (2025) a partir de(Diez-Echave et al., 2020; Li et al., 2024; Majdoub et al., 2021; Sáyago-Ayerdi et al., 2021).

2.4 Caléndula (Calendula officinalis)

La caléndula (Calendula officinalis) es una especie perteneciente a la familia Asteraceae, tradicionalmente utilizada en medicina natural por sus efectos

antiinflamatorios, antioxidantes, cicatrizantes y antimicrobianos. Su actividad biológica se atribuye principalmente a la presencia de triterpenos (como los ésteres de faradiol), flavonoides (quercetina, isoramnetina), carotenoides, aceites esenciales y polisacáridos bioactivos (Shahane et al., 2023).

Diversos estudios han demostrado que los extractos de caléndula tienen la capacidad de modular la respuesta inflamatoria, principalmente mediante la inhibición de mediadores como COX-2, iNOS, TNF-α e IL-6, reduciendo el daño tisular y promoviendo la reparación celular (Silva et al., 2021). En particular, los triterpenos presentes en la flor han mostrado efectos notables en la aceleración de la granulación y reepitelización de heridas, lo cual explica su amplia aplicación en productos dermatológicos y antisépticos (Givol et al., 2019).

En el ámbito clínico, diversos estudios recientes han confirmado que el uso tópico de *Calendula officinalis* es eficaz en la prevención y reducción de la mucositis oral inducida por radioterapia, logrando una disminución significativa del dolor y del grado de inflamación en comparación con los cuidados convencionales (Babaee et al., 2013). Asimismo, estudios controlados en heridas cutáneas reportan mejor cicatrización y menor riesgo de infección en pacientes tratados con preparados a base de caléndula (Giostri et al., 2022).

En relación con la salud gastrointestinal, modelos experimentales en animales indican que los extractos de caléndula reducen el daño mucoso y la inflamación intestinal, mostrando efecto protector en colitis inducida, asociado a la regeneración epitelial y modulación de citocinas (Tanideh et al., 2016) . Aunque estos resultados son prometedores, las agencias regulatorias europeas señalan que las aplicaciones digestivas aún requieren mayor evidencia clínica, por lo que su empleo se reconoce oficialmente como uso tradicional seguro para apoyo antiinflamatorio leve y cuidado de mucosas

(European Medicines Agency, 2018), la incorporación de Calendula officinalis en una bebida fermentada a base de kéfir de agua resulta pertinente, ya que podría potenciar la acción funcional del producto mediante la sinergia entre metabolitos fenólicos de la planta y compuestos bioactivos resultantes de la fermentación, favoreciendo la modulación de la microbiota y la protección de la mucosa intestinal. Sin embargo, se recomienda evaluar bioaccesibilidad y estabilidad de compuestos tras el proceso fermentativo, así como realizar análisis sensoriales que permitan determinar aceptabilidad y perfil organoléptico del producto final.(Tanideh et al., 2016).

2.5. Interacción funcional entre probióticos y plantas medicinales

La combinación de probióticos, como los presentes en el kéfir de agua, con plantas medicinales de uso tradicional (caléndula, menta y flor de Jamaica) representa una estrategia integradora dentro del desarrollo de bebidas funcionales orientadas al bienestar digestivo y la salud intestinal.

Este enfoque se sustenta en el concepto de sinergia biológica, entendido como la capacidad de dos o más agentes naturales de potenciar mutuamente sus efectos beneficiosos sobre el organismo (Sáyago-Ayerdi et al., 2021).

Los probióticos actúan principalmente modulando la microbiota intestinal y fortaleciendo la barrera mucosa, mientras que los compuestos bioactivos de las plantas intervienen en la reducción de la inflamación, la protección del epitelio intestinal y la mejora del confort digestivo.

Cuando ambos se consumen de manera conjunta, sus efectos pueden complementarse y amplificarse, proporcionando beneficios que no se alcanzan cuando se consumen por separado (Salminen et al., 2021).

2.5.1. Papel fisiológico de los probióticos y postbióticos del kéfir

El kéfir de agua contiene bacterias y levaduras capaces de:

- Aumentar la diversidad microbiana intestinal favorable.
- Producir ácidos orgánicos (como el ácido láctico), que reducen el pH intestinal e inhiben patógenos.
- Sintetizar postbióticos, como exopolisacáridos, enzimas digestivas y péptidos inmunomoduladores.
- Mejorar la función barrera del epitelio intestinal, reduciendo permeabilidad aumentada.

Estos efectos contribuyen a un ambiente intestinal más estable, menos inflamatorio y con mejor absorción de nutrientes (Salminen et al., 2021).

2.5.2. Papel digestivo y antiinflamatorio de las plantas medicinales

TABLA 19. *LAS PLANTAS SELECCIONADAS APORTAN COMPUESTOS ESPECÍFICOS*

Planta	**Principales compuestos**	**Acción en el sistema digestivo**
Caléndula (Calendula officinalis)	Triterpenos y flavonoides	Reparación de mucosa, disminuye inflamación
Menta (Mentha piperita)	Mentol y ácido rosmarínico	Reduce gases, calma espasmos, mejora tolerancia
Flor de Jamaica (Hibiscus sabdariffa)	Antocianinas y ácidos orgánicos	Antioxidante, modula tránsito y acidez digestiva

Nota. Elaboración propia de Joys Manzano (2025).

Estas plantas contribuyen a restaurar el equilibrio digestivo y disminuir síntomas como gastritis leve, hinchazón, cólicos, digestión lenta y malestar abdominal posprandial (Diez-Echave et al., 2020).

2.5.3. Sinergia funcional en el intestino

La interacción entre probióticos y compuestos vegetales se expresa en tres niveles complementarios:

1. **Microbiota intestinal:**

Los polifenoles vegetales pueden actuar como sustratos prebióticos, favoreciendo el crecimiento de bacterias benéficas.

2. **Inflamación intestinal:**

Los postbióticos del kéfir reducen inflamación metabólica, mientras que las moléculas antioxidantes de las plantas disminuyen inflamación de mucosa.

3. **Respuesta sensorial y motilidad:**

La menta mejora el confort digestivo, la caléndula protege mucosa, y la Jamaica favorece tránsito; mientras el kéfir equilibra la microbiota que regula estas funciones.

TABLA 20. *SINERGIA FUNCIONAL ENTRE PROBIÓTICOS Y PLANTAS MEDICINALES*

Dimensión fisiológica	**Aporte del kéfir de agua (probióticos)**	**Aporte de plantas medicinales**	**Efecto conjunto**
Microbiota intestinal	Incrementa bacterias benéficas	Polifenoles actúan como prebióticos	Microbiota más equilibrada
Barrera intestinal	Postbióticos fortalecen epitelio	Caléndula repara mucosa	Menor permeabilidad intestinal
Motilidad digestiva	Regula tránsito natural	Menta disminuye espasmos y gases	Digestión más cómoda

Dimensión fisiológica	Aporte del kéfir de agua (probióticos)	Aporte de plantas medicinales	Efecto conjunto
Estrés oxidativo e inflamación	Producción de ácidos orgánicos	Antocianinas y flavonoides reducen inflamación	Bienestar intestinal sostenido

Nota. Adaptado por Joys Manzano (2025) a partir de (Sáyago-Ayerdi et al., 2021); (Salminen et al., 2021) ;(Diez-Echave et al., 2020).

CAPÍTULO 3. BASES BIOLÓGICAS DE LA SALUD INTESTINAL: GENES, MICROBIOTA Y NUTRICIÓN FUNCIONAL

3.1. Concepto de gen

Un gen se define como una unidad funcional de la herencia constituida por una secuencia específica de ácido desoxirribonucleico (ADN) que contiene la información necesaria para la síntesis de una proteína o de una molécula funcional de ácido ribonucleico (ARN). Esta definición integra tanto la visión clásica de la genética mendeliana como los avances modernos de la biología molecular (Portin & Wilkins, 2017).

Desde el punto de vista estructural, un gen está conformado por:

- **Regiones promotoras**, que regulan el inicio de la transcripción
- **Exones**, que codifican información proteica
- **Intrones**, que se eliminan durante el procesamiento del ARN
- **Regiones reguladoras**, que determinan el nivel de expresión génica

Este diseño permite que un solo gen pueda dar origen a múltiples proteínas distintas mediante procesos como el *splicing alternativo*, ampliando enormemente la diversidad funcional del organismo humano (Portin & Wilkins, 2017).

Desde el punto de vista funcional, los genes controlan procesos esenciales como:

- La digestión y absorción de nutrientes
- El metabolismo de carbohidratos, lípidos y proteínas
- La respuesta inmunológica
- La producción de neurotransmisores
- La reparación celular y la respuesta al estrés oxidativo

En el contexto de la presente investigación, los genes adquieren especial relevancia por su participación directa en:

- La regulación de la función intestinal
- El control de la inflamación de bajo grado
- La interacción con la microbiota intestinal
- La modulación del eje intestino–cerebro

Diversos estudios han demostrado que la expresión de los genes no es un proceso rígido ni inmutable, sino que responde dinámicamente a estímulos ambientales como la dieta, el estrés, la inflamación y la composición de la microbiota intestinal. Esto explica por qué la nutrición funcional puede influir directamente sobre rutas metabólicas, inmunológicas y neurológicas a través de mecanismos genéticos y epigenéticos (Guo et al., 2025; Musz et al., 2025).

Además, actualmente se reconoce que:

- No todos los genes se expresan en todas las células
- La expresión génica depende del tejido (intestino, hígado, cerebro, etc.)
- Un mismo gen puede tener diferentes funciones según el contexto fisiológico

Este principio es fundamental para comprender cómo alimentos funcionales, como el kéfir de agua, pueden modular selectivamente genes relacionados con la

inmunidad intestinal, la integridad de la barrera epitelial y la producción de neurotransmisores intestinales.(Musz et al., 2025).

3.2 Microbiota intestinal y su relación con enfermedades gastrointestinales funcionales.

La microbiota intestinal constituye un ecosistema dinámico cuya composición determina, en gran medida, la aparición o resolución de trastornos gastrointestinales como Síndrome de Intestino Irritable (SII), colitis leve, disbiosis asociada a distensión abdominal, dolor funcional, tránsito alterado y permeabilidad intestinal aumentada. En condiciones fisiológicas, este ecosistema mantiene un equilibrio entre bacterias beneficiosas (Lactobacillus, Bifidobacterium, Akkermansia) y especies oportunistas. Sin embargo, dietas ultraprocesadas, estrés, baja ingesta de fibra y uso recurrente de antibióticos pueden alterar este equilibrio, favoreciendo un estado de inflamación de bajo grado que contribuye a la sintomatología digestiva

En SII y colitis leve no ulcerativa, múltiples estudios muestran reducciones en especies productoras de ácidos grasos de cadena corta (AGCC), especialmente butirato, compuesto que es fundamental para la reparación epitelial y la reducción de la permeabilidad intestinal. Esta pérdida funcional contribuye a la aparición de síntomas como dolor abdominal, gases, inflamación, intolerancia alimentaria y alteraciones del tránsito (Camilleri, 2019).

La relevancia de este punto para el presente proyecto radica en que el kéfir de agua aporta bacterias y levaduras capaces de producir metabolitos (ácido láctico, acético, exopolisacáridos) que ayudan a restaurar dicha funcionalidad, mientras que las plantas medicinales incorporadas en la formulación caléndula, menta y flor de Jamaica aportan polifenoles, compuestos antiinflamatorios y antioxidantes que modulan adicionalmente los procesos fisiopatológicos implicados.

3.2.1. Microbiota intestinal en enfermedades digestivas y su relación con la bebida funcional.

Las alteraciones en la composición y función de la microbiota intestinal se consideran un factor determinante en la génesis de trastornos gastrointestinales funcionales como el síndrome de intestino irritable (SII), la colitis leve, la distensión abdominal y la permeabilidad intestinal aumentada. Estos cuadros comparten mecanismos fisiopatológicos asociados a disbiosis, reducción de bacterias productoras de ácidos grasos de cadena corta, activación inflamatoria de bajo grado y deterioro de la barrera epitelial (Cryan et al., 2019). La evidencia actual indica que intervenciones nutricionales basadas en probióticos y compuestos bioactivos vegetales pueden modular estas alteraciones y favorecer la recuperación de la homeostasis intestinal, al mejorar la función epitelial, reducir la inflamación y restablecer el equilibrio microbiano (Zinöcker & Lindseth, 2018). En este contexto, la bebida formulada con kéfir de agua, caléndula, menta y flor de Jamaica representa una estrategia sinérgica capaz de integrar microorganismos benéficos, postbióticos y fitoquímicos antiinflamatorios, lo que podría contribuir al alivio de síntomas como distensión, dolor funcional y alteraciones del tránsito asociados a estos trastornos.

TABLA 21. *RELACIÓN ENTRE TRASTORNOS GASTROINTESTINALES FUNCIONALES, MECANISMOS FISIOPATOLÓGICOS Y APORTES POTENCIALES DE LA BEBIDA FUNCIONAL (KÉFIR DE AGUA + CALÉNDULA + MENTA + JAMAICA)*

Trastorno gastrointestinal	Alteraciones fisiopatológicas	Contribución potencial del kéfir de agua	Acciones de caléndula, menta y Jamaica	Pertinencia para la formulación
Síndrome de Intestino Irritable (SII)	Disbiosis, hipersensibilidad visceral,	Aporte de probióticos y postbióticos que modulan inflamación	Menta: disminuye espasmos y dolor; Caléndula: reduce	Ayuda al confort digestivo y

Trastorno gastrointestinal	Alteraciones fisiopatológicas	Contribución potencial del kéfir de agua	Acciones de caléndula, menta y Jamaica	Pertinencia para la formulación
	inflamación leve, tránsito irregular (Cryan et al., 2019).	y equilibrio microbiano	inflamación leve; Jamaica: antioxidante y moduladora de motilidad	reducción de distensión
Colitis leve	Activación de NF-κB, daño mucoso superficial, aumento de citocinas (Zinöcker & Lindseth, 2018).	Exopolisacáridos del kéfir mejoran integridad epitelial y reducen inflamación	Caléndula: actividad antiinflamatoria en mucosa; Jamaica: disminución de estrés oxidativo; Menta: reduce sensación dolorosa	Potencial coadyuvante nutricional
Disbiosis por dieta moderna	Reducción de bacterias productoras de AGCC, fermentación alterada (Zinöcker & Lindseth, 2018).	Probióticos restauran equilibrio y mejoran fermentación beneficiosa	Polifenoles de Jamaica y caléndula actúan como prebióticos	Corrige alteraciones derivadas de dietas ultraprocesadas
Distensión abdominal funcional	Fermentación desbalanceada,	Probióticos regulan motilidad y producción gaseosa	Menta: carminativa; Jamaica: favorece	Mejora tolerancia digestiva

Trastorno gastrointestinal	Alteraciones fisiopatológicas	Contribución potencial del kéfir de agua	Acciones de caléndula, menta y Jamaica	Pertinencia para la formulación
	sensibilidad aumentada		tránsito; Caléndula: efecto calmante	
Permeabilidad intestinal aumentada	Disrupción de uniones estrechas, paso de endotoxinas	Postbióticos del kéfir fortalecen “tight junctions”	Caléndula: favorece reparación mucosal; Jamaica: antioxidante potente	Contribuye a disminuir inflamación de bajo grado

Nota. Tabla elaborada por Joys Manzano (2025), basada en Cryan et al., (2019) y Zinöcker & Lindseth, (2018).

3.2.2. Factores que alteran la microbiota intestinal y su importancia para el desarrollo de la bebida funcional

La composición de la microbiota intestinal puede modificarse rápidamente por factores ambientales y dietéticos, generando desequilibrios que favorecen síntomas como distensión abdominal, digestión lenta, inflamación ligera y sensibilidad intestinal. Entre los factores más relevantes se encuentran el consumo habitual de alimentos ultra procesados, el bajo aporte de fibra, el estrés crónico, la ingesta insuficiente de compuestos polifenólicos y la exposición repetida a antibióticos, todos ellos asociados a una reducción de microorganismos beneficiosos y a la pérdida de funciones metabólicas esenciales para la salud digestiva (Valdes et al., 2018) . Estos cambios conducen a un escenario de disbiosis que vulnera la integridad de la mucosa intestinal, aumenta la permeabilidad epitelial y favorece procesos inflamatorios de bajo grado.

La importancia de este punto para el presente proyecto radica en que una bebida funcional fermentada, como la formulada a base de kéfir de agua con caléndula, menta y

flor de Jamaica, puede contribuir a contrarrestar estos efectos al aportar microorganismos probióticos, metabolitos postbióticos y compuestos antioxidantes que estimulan la recuperación del equilibrio microbiano. Mientras el kéfir favorece la recolonización funcional y la producción de ácidos orgánicos protectores, los polifenoles de las plantas actúan como sustratos prebióticos y moduladores de inflamación, ofreciendo una estrategia nutricional útil frente a los factores modernos que deterioran la salud intestinal.

TABLA 22. *FACTORES QUE ALTERAN LA MICROBIOTA INTESTINAL Y CÓMO LA BEBIDA FUNCIONAL PROPUESTA PUEDE AYUDAR A CONTRARRESTARLOS*

Factor que altera la microbiota	**Consecuencia fisiológica**	**Cómo afecta al paciente**	**Aporte del kéfir de agua**	**Aporte de caléndula, menta y Jamaica**
Dietas ultraprocesadas	Disminución de bacterias beneficiosas; aumento de inflamación (Valdes et al., 2018).	Distensión, tránsito lento, malestar postprandial	Probióticos restauran funciones metabólicas	Polifenoles reducen inflamación y estrés oxidativo
Bajo consumo de fibra	Menor producción de AGCC	Sensibilidad digestiva, irregularidad	Fermentación del kéfir genera compuestos protectores	Jamaica y caléndula aportan compuestos prebióticos
Estrés crónico	Alteración del eje intestino–cerebro	Dolor funcional, hipersensibilidad visceral	Postbióticos modulan inflamación y barrera	Menta reduce espasmos y mejora confort digestivo

Factor que altera la microbiota	Consecuencia fisiológica	Cómo afecta al paciente	Aporte del kéfir de agua	Aporte de caléndula, menta y Jamaica
Uso frecuente de antibióticos	Pérdida de diversidad microbiana	Distensión, diarrea funcional, disbiosis	Kéfir recoloniza y mejora resistencia microbiana	Antioxidantes favorecen recuperación epitelial
Bajo consumo de antioxidantes vegetales	Mayor estrés oxidativo y daño mucoso	Inflamación leve persistente	Ácidos orgánicos del kéfir protegen mucosa	Polifenoles protegen y regeneran epitelio intestinal

Nota. Elaborado por Joys Manzano (2025), a partir de Valdes et al., (2018).

3.2.3. Inflamación intestinal de bajo grado

La inflamación intestinal de bajo grado constituye un proceso crónico y subclínico caracterizado por una activación sostenida del sistema inmune intestinal sin manifestaciones estructurales severas. Este tipo de inflamación se asocia frecuentemente a disbiosis intestinal, aumento de la permeabilidad epitelial y producción continua de citocinas proinflamatorias, como interleucina-6 (IL-6) y factor de necrosis tumoral alfa (TNF-α), que contribuyen a la persistencia de síntomas digestivos funcionales como distensión abdominal, dolor, sensibilidad intestinal y alteraciones del tránsito (Cryan et al., 2019) .A diferencia de las enfermedades inflamatorias intestinales clásicas, este estado inflamatorio leve no siempre es detectable por métodos clínicos convencionales, pero tiene un impacto significativo en la calidad de vida y en la función digestiva.

Desde el enfoque de la nutrición funcional, la modulación de la inflamación intestinal de bajo grado representa un objetivo estratégico. La evidencia indica que los alimentos fermentados pueden contribuir a este proceso mediante la producción de metabolitos postbióticos con efectos inmunomoduladores, capaces de reducir la activación inflamatoria y reforzar la integridad de la mucosa intestinal (Zinöcker & Lindseth,

2018). En este contexto, el kéfir de agua, al aportar microorganismos y compuestos fermentativos bioactivos, junto con plantas medicinales con reconocida actividad antiinflamatoria y antioxidante, como la caléndula, la menta y la flor de Jamaica, se posiciona como una matriz funcional pertinente para apoyar la reducción de la inflamación intestinal leve y favorecer la homeostasis digestiva.

3.2.4. Estrés oxidativo y daño de la mucosa intestinal

El estrés oxidativo intestinal se produce cuando la generación de especies reactivas de oxígeno (ERO) supera la capacidad antioxidante local, favoreciendo el daño celular y la alteración de la función barrera del epitelio intestinal. Este fenómeno se presenta con mayor frecuencia en contextos de disbiosis e inflamación intestinal de bajo grado, donde la activación inmunitaria persistente y la reducción de metabolitos microbianos protectores contribuyen al aumento de la permeabilidad intestinal y a la persistencia de síntomas digestivos funcionales como distensión abdominal, dolor y mala tolerancia alimentaria (Camilleri, 2019).

La evidencia reciente indica que el estrés oxidativo desempeña un papel central en la disrupción de las uniones estrechas del epitelio intestinal, facilitando el paso de endotoxinas y amplificando la respuesta inflamatoria local. Esta alteración de la barrera intestinal no solo perpetúa el daño mucoso, sino que también condiciona la aparición de inflamación crónica de bajo grado asociada a trastornos gastrointestinales funcionales (Zhao et al., 2025). En este contexto, la modulación del equilibrio redox intestinal constituye un objetivo relevante dentro de las estrategias nutricionales orientadas a la protección de la mucosa.

Desde un enfoque de nutrición funcional, las bebidas fermentadas representan una alternativa viable para apoyar la reducción del estrés oxidativo intestinal. El kéfir de agua aporta metabolitos fermentativos y microorganismos que contribuyen

indirectamente a un entorno luminal menos prooxidante, mientras que la incorporación de plantas medicinales ricas en polifenoles y flavonoides como la flor de Jamaica, la menta y la caléndula refuerza la capacidad antioxidante local. Esta combinación favorece la neutralización de ERO, la protección de las membranas celulares del epitelio intestinal y el mantenimiento de la integridad mucosa, aspectos clave para el apoyo de la salud intestinal mediante una bebida funcional no láctea.(Agencia Nacional de Regulación, 2020).

3.2.5. Mecanismos de señalización celular, regulación génica y respuesta adaptativa intestinal

La salud intestinal depende de la capacidad del epitelio intestinal para responder de manera adecuada a estímulos provenientes del lumen, incluyendo metabolitos microbianos, compuestos dietarios y señales inflamatorias. Estas interacciones activan mecanismos de señalización celular que regulan la expresión génica asociada con procesos de inflamación, estrés oxidativo, regeneración tisular y mantenimiento de la barrera intestinal. En condiciones fisiológicas, dichas vías permiten una respuesta adaptativa que preserva la homeostasis; sin embargo, cuando existe disbiosis intestinal, estas señales pueden alterarse y favorecer estados inflamatorios persistentes de bajo grado (Zhao et al., 2025).

Entre las principales rutas de señalización implicadas se encuentran NF-κB, MAPK y Nrf2, las cuales funcionan como nodos reguladores entre microbiota, ambiente intestinal y expresión génica. La activación sostenida de NF-κB se asocia con la transcripción de genes proinflamatorios, incluyendo citocinas como TNF-α, IL-6 e IL-1β, contribuyendo a la inflamación intestinal crónica y a la alteración de la función barrera. En contraste, la activación de Nrf2 promueve la expresión de genes antioxidantes endógenos, tales como superóxido dismutasa (SOD), catalasa (CAT) y glutatión peroxidasa (GPx),

favoreciendo la protección celular frente al estrés oxidativo y la preservación de la integridad epitelial (Zhang et al., 2024).

La microbiota intestinal ejerce un papel modulador fundamental sobre estas rutas mediante la producción de metabolitos bioactivos derivados de la fermentación, particularmente los ácidos grasos de cadena corta (AGCC). Estos compuestos han demostrado capacidad para regular la expresión génica de células epiteliales e inmunes, inhibiendo la activación excesiva de NF-κB y favoreciendo perfiles antiinflamatorios y citoprotectores. En escenarios de disbiosis, la reducción de AGCC se asocia con una señalización alterada y una mayor susceptibilidad al daño mucoso y a la inflamación intestinal de bajo grado (Cryan et al., 2019 & Zinöcker & Lindseth, 2018).

Desde la perspectiva de la nutrición funcional, las bebidas fermentadas representan matrices alimentarias con potencial modulador de estos mecanismos moleculares. El kéfir de agua aporta microorganismos probióticos y postbióticos capaces de influir indirectamente sobre la regulación génica intestinal, mientras que la incorporación de plantas medicinales ricas en polifenoles y flavonoides como la caléndula, la menta y la flor de Jamaica puede potenciar la activación de vías antioxidantes y antiinflamatorias. Esta interacción sinérgica entre microbiota, metabolitos fermentativos y compuestos bioactivos vegetales respalda el desarrollo de una bebida funcional orientada al apoyo de la respuesta adaptativa intestinal y al mantenimiento de la homeostasis digestiva.

3.2.6 Justificación del kéfir de agua como matriz funcional no láctea

El kéfir de agua se consolida como una matriz funcional no láctea especialmente pertinente para el desarrollo de bebidas orientadas al apoyo de la salud intestinal, debido a su capacidad fermentativa, su perfil microbiano diverso y su alta adaptabilidad a sustratos vegetales. A diferencia de los fermentados lácteos, el kéfir de agua permite la inclusión de extractos e infusiones botánicas sin interferencias propias de la matriz

láctea, lo que favorece la estabilidad sensorial y la biodisponibilidad de compuestos fenólicos y antioxidantes (Moretti et al., 2022).

Desde el punto de vista biológico, los consorcios microbianos del kéfir de agua producen metabolitos fermentativos y postbióticos como ácidos orgánicos, exopolisacáridos y enzimas capaces de modular el ambiente intestinal, contribuir a la integridad de la barrera epitelial y participar en la regulación de procesos inflamatorios y oxidativos de bajo grado. Estos efectos resultan coherentes con los mecanismos fisiopatológicos descritos previamente en este capítulo, particularmente aquellos relacionados con disbiosis, estrés oxidativo y señalización celular intestinal (Zinöcker & Lindseth, 2018).

Adicionalmente, el carácter no lácteo del kéfir de agua amplía su aplicabilidad poblacional, al ser apto para personas con intolerancia a la lactosa, alergias a proteínas lácteas o preferencias alimentarias de origen vegetal. Esta versatilidad facilita su uso como vehículo para plantas medicinales con actividad antioxidante, antiinflamatoria y digestiva, como la caléndula, la menta y la flor de Jamaica, cuyos compuestos bioactivos pueden interactuar sinérgicamente con los metabolitos del proceso fermentativo (Azizi et al., 2021; Moretti et al., 2022).

En conjunto, la evidencia científica respalda la elección del kéfir de agua como una matriz funcional idónea para el desarrollo de una bebida fermentada enriquecida con plantas medicinales, orientada al apoyo nutricional de la salud intestinal y a la modulación de mecanismos biológicos asociados a la homeostasis digestiva.

3.3 SALUD INTESTINAL Y MICROBIOTA

La salud intestinal es el resultado del equilibrio entre la función digestiva, la integridad de la barrera intestinal y la composición de la microbiota intestinal, un

ecosistema formado por bacterias, levaduras y otros microorganismos que conviven de forma simbiótica en el intestino. Dicho equilibrio no solo influye en la digestión y en el bienestar abdominal, sino también en aspectos sistémicos como la respuesta inmunológica, el metabolismo y el estado emocional.

En la actualidad, diversos estudios relacionan la microbiota y el intestino con patologías como gastritis funcional, síndrome de intestino irritable, estreñimiento, inflamación intestinal leve, ansiedad y estrés crónico (Cani, 2018).

3.3.1 Fisiología digestiva relevante

El aparato digestivo cumple funciones esenciales para mantener la homeostasis:

- Digestión mecánica y química de los alimentos
- Absorción de nutrientes en el intestino delgado
- Recuperación de agua y electrolitos en el colon
- Protección inmunológica mediante la barrera intestinal

La barrera intestinal se compone de células epiteliales unidas por proteínas especializadas que controlan el paso de sustancias hacia la sangre, evitando que antígenos, toxinas o microorganismos nocivos lleguen al organismo (Camilleri, 2019). Además, la mucosa intestinal produce moco protector y contiene células inmunitarias que regulan la inflamación.

3.3.2 Microbiota intestinal: funciones y dinámica

La microbiota intestinal está formada por millones de microorganismos, principalmente bacterias beneficiosas como Lactobacillus, Bifidobacterium y Akkermansia.

Su presencia es fundamental para:

TABLA 23. *MICROBIOTA INTESTINAL: FUNCIONES Y DINÁMICA*

Función	Descripción
Digestiva	Fermenta fibras y genera ácidos grasos de cadena corta que nutren el colon
Metabólica	Participa en la síntesis de vitaminas como K y algunas del complejo B
Protectora	Compite con bacterias dañinas e impide su crecimiento
Inmunológica	Regula la respuesta defensiva y reduce la inflamación intestinal

Nota: Elaboración propia de Joys Manzano (2025).

La microbiota es dinámica, cambia según la dieta, el uso de medicamentos, el estrés y el estilo de vida (Clemente et al., 2018).

Cuando se mantiene en equilibrio, se produce una relación de mutuo beneficio entre el cuerpo y los microorganismos.

3.3.3 Rol de probióticos en el equilibrio intestinal

Los probióticos son microorganismos vivos que, consumidos de forma regular, contribuyen al equilibrio de la microbiota y al bienestar intestinal.

El kéfir de agua contiene bacterias ácido lácticas y levaduras que:

- Favorecen el reemplazo de bacterias dañinas
- Normalizan el pH intestinal
- Estimulan la producción de moco protector
- Fortalecen la barrera intestinal
- Mejoran la motilidad, ayudando a evitar estreñimiento o tránsito irregular
- Disminuyen la inflamación intestinal leve

Además, durante la fermentación se producen postbióticos (ácidos orgánicos y exopolisacáridos), que refuerzan la acción antiinflamatoria (Salminen et al., 2021).

3.3.4 Eje intestino–cerebro: beneficios de los probióticos

El eje intestino–cerebro constituye un sistema de comunicación bidireccional altamente complejo que conecta el tracto gastrointestinal con el sistema nervioso central, permitiendo la regulación integrada de procesos digestivos, metabólicos, inmunológicos y neuroemocionales. Este eje se establece mediante tres grandes vías fisiológicas: la vía neural, principalmente a través del nervio vago; la vía endocrina, mediada por hormonas intestinales; y la vía inmunológica, mediante citocinas y mediadores inflamatorios circulantes (Cryan et al., 2019).

La microbiota intestinal desempeña un rol fundamental en este sistema de comunicación, ya que participa activamente en la síntesis, modulación y disponibilidad de diversos neurotransmisores intestinales. Aproximadamente el 90 % de la serotonina corporal se produce a nivel del intestino, además de otros neurotransmisores como la dopamina, el ácido gamma-aminobutírico (GABA) y la acetilcolina, los cuales influyen directamente en el estado de ánimo, la respuesta al estrés, el sueño y el bienestar emocional (Cryan et al., 2019).

3.3.5 Alteración del eje intestino–cerebro: disbiosis y “desconexión” del eje

Cuando ocurre un desequilibrio de la microbiota intestinal, conocido como disbiosis, se produce una alteración simultánea de la función digestiva, inmunológica y neurológica. La disbiosis incrementa la permeabilidad intestinal, permitiendo el paso de endotoxinas bacterianas, especialmente lipopolisacáridos (LPS), hacia la circulación sistémica. Esta endotoxemia de bajo grado activa una respuesta inflamatoria crónica mediante el aumento de citocinas proinflamatorias como la interleucina-6 (IL-6) y el

factor de necrosis tumoral alfa (TNF-α), las cuales afectan directamente la señalización hacia el sistema nervioso central (Cryan et al., 2019).

Este proceso fisiopatológico explica la llamada “desconexión del eje intestino–cerebro”, en la que las señales provenientes del intestino dejan de ser reguladoras y pasan a ser señales inflamatorias persistentes, favoreciendo la aparición de:

- Ansiedad
- Irritabilidad
- Trastornos del sueño
- Hipersensibilidad visceral
- Fatiga crónica
- Trastornos digestivos funcionales como el síndrome de intestino irritable

(Berding et al., 2021).

3.3.6 Beneficios fisiológicos de los probióticos en el eje intestino–cerebro

Los probióticos son microorganismos vivos que, cuando se administran en cantidades adecuadas, confieren beneficios a la salud del hospedador. Su acción sobre el eje intestino–cerebro se explica por múltiples mecanismos fisiológicos integrados:

Principales beneficios demostrados:

• Disminuyen la inflamación intestinal inducida por el estrés

• Reducen la producción de citocinas proinflamatorias

• Refuerzan la integridad de la barrera intestinal

• Modulan la actividad del nervio vago

• Disminuyen la percepción del dolor visceral

• Mejoran el estado de ánimo y la respuesta al estrés

• Favorecen la tolerancia digestiva

(Berding et al., 2021; Cryan et al., 2019).

3.3.7 Justificación del kéfir de agua como modulador del eje intestino–cerebro

El kéfir de agua constituye una bebida funcional probiótica no láctea que contiene bacterias ácido-lácticas, bacterias acéticas y levaduras beneficiosas. Estos microorganismos contribuyen a la restauración del equilibrio de la microbiota intestinal, estimulan la producción de ácidos grasos de cadena corta (AGCC) con efecto antiinflamatorio y fortalecen la integridad de la mucosa intestinal (Bourrie et al., 2016; Fiorda et al., 2017).

Además, la fermentación del kéfir de agua favorece la producción de metabolitos bioactivos capaces de modular la síntesis de neurotransmisores intestinales, impactando positivamente sobre la estabilidad emocional, la reducción del estrés y la calidad del sueño. Esto convierte al kéfir de agua en una herramienta nutricional con impacto tanto digestivo como neuro emocional, aspecto de alto valor funcional para su aplicación en salud pública y nutrición clínica.

TABLA 24. *RELACIÓN EJE INTESTINO–CEREBRO, DISBIOSIS Y ACCIÓN DEL KÉFIR DE AGUA*

Elemento fisiológico	Alteración por disbiosis	Acción del kéfir de agua	Justificación
Microbiota intestinal	Desequilibrio bacteriano	Restablece bacterias beneficiosas	Aporte de BAL y levaduras probióticas
Barrera intestinal	Aumento de permeabilidad	Refuerza uniones epiteliales	Producción de AGCC
Inflamación	Aumento de IL-6 y TNF-α	Disminuye citocinas proinflamatorias	Acción antiinflamatoria microbiana

Neurotransmisores	Disminución de serotonina	Estimula su producción	Modulación del metabolismo microbiano
Estado emocional	Ansiedad, irritabilidad	Mejora del bienestar emocional	Regulación del eje intestino–cerebro

Fuente: Adaptado por Joys Manzano (2025) a partir de (Cryan et al., 2019); (Berding et al., 2021);(Bourrie et al., 2016); (Fiorda et al., 2017).

El eje intestino–cerebro representa un punto clave en la interacción entre nutrición, microbiota, inflamación y salud mental. La disbiosis intestinal genera una alteración directa de este eje, favoreciendo síntomas neuroemocionales y digestivos. En este contexto, el kéfir de agua se posiciona como una estrategia nutricional funcional capaz de modular la microbiota intestinal, reducir la inflamación sistémica y favorecer el equilibrio emocional, lo que justifica plenamente su aplicación como bebida funcional dentro del presente proyecto de investigación.

CAPÍTULO 4. Desarrollo de la Bebida Fermentada

La formulación de la bebida fermentada a base de kéfir de agua con extractos de caléndula, menta y flor de Jamaica se diseñó considerando aspectos de seguridad alimentaria, estabilidad microbiológica y aceptabilidad sensorial.

El propósito es obtener una bebida funcional, que aporte probióticos provenientes del proceso fermentativo y compuestos bioactivos derivados de las plantas medicinales, favoreciendo el bienestar digestivo e intestinal.

4.1. Selección y preparación de insumos

Para mantener la inocuidad y asegurar la actividad microbiana adecuada, fue fundamental la selección de insumos frescos, libres de contaminación y en condiciones

óptimas.

Las plantas utilizadas (caléndula, menta y Jamaica) aportan compuestos fenólicos, flavonoides y antioxidantes que enriquecen el perfil funcional y organoléptico de la bebida.

Se recomienda trabajar en un ambiente limpio y con utensilios previamente lavados y desinfectados para evitar contaminación cruzada y variabilidad en la fermentación.

TABLA 25. *SELECCIÓN DE INSUMOS Y PREPARACIÓN PREVIA*

Insumo	**Especificación de calidad**	**Preparación previa**
Granos de kéfir (SCOBY)	Textura firme, color translúcido, sin mohos	Enjuagar con agua filtrada sin cloro
Agua	Filtrada, hervida o embotellada	Dejar enfriar antes del uso
Azúcar morena/panela	Libre de humedad y grumos	Disolver en agua
Flor de Jamaica	Pétalos rojos intensos, secos y sin olores extraños	Infusión 10–15 minutos
Menta	Hojas verdes y aromáticas	Lavar y macerar suavemente
Caléndula	Flores secas enteras sin humedad	Infusión o maceración acuosa

Nota. Adaptado por Joys Manzano (2025) a partir de Codex Alimentarius Commission, (2020) & Salminen et al., (2021).

4.2. Estandarización del proceso de fermentación

La fermentación se realizó en condiciones controladas para asegurar la estabilidad probiótica y evitar fermentaciones indeseadas.

La mezcla de extractos botánicos se incorpora durante la primera fermentación para permitir la interacción directa entre los compuestos vegetales y los microorganismos del kéfir, favoreciendo así la producción de postbióticos.

TABLA 26. *PARÁMETROS ESTANDARIZADOS DE FERMENTACIÓN*

Parámetro	Recomendación	Justificación
Relación SCOBY: agua	1: 10	Mantiene equilibrio microbiano
Relación azúcar: agua	1: 10	Fuente óptima de energía para la fermentación
Extracto vegetal total	1–3% p/v	Mantiene sabor sin excesiva astringencia
Tiempo de fermentación	24–48 horas	Evita sobreacidificación
Temperatura	18–24°C	Rango óptimo para bacterias ácido lácticas
pH final esperado	3.2–4.2	Indica fermentación segura y estable

Nota. Adaptado por Joys Manzano (2025) a partir de Salminen et al., (2021) & (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2019).

4.3. Normas de conservación y almacenamiento

Después de la fermentación, la bebida debe refrigerarse para disminuir la actividad metabólica del SCOBY y preservar la viabilidad probiótica.

El almacenamiento inadecuado puede generar sobrefermentación, producción excesiva de gas o desarrollo de microorganismos no deseados.

4.3.1. Refrigeración y control de temperatura

- Refrigerar inmediatamente tras colar el SCOBY.
- Temperatura de almacenamiento: 4°C–8°C
- Evitar fluctuaciones térmicas para mantener estabilidad.

4.3.2. Tipo de envase adecuado

Se recomienda envase de vidrio con tapa hermética, debido a que:

- No reacciona con los ácidos orgánicos
- Mantiene mejor el aroma y sabor
- Evita migración de compuestos (riesgo en plásticos)

4.3.3. Vida útil y señales de descomposición

TABLA 27. *CONSERVACIÓN Y DETERIORO*

Condición	Vida útil estimada	Señales de deterioro → No consumir
Refrigeración (4–8°C)	5–10 días	Moho visible, olor avinagrado fuerte, exceso de gas, sabor a alcohol
Temperatura ambiente	No recomendado	Sobrefermentación, turbidez irregular

Nota. Elaboración propia según (Codex Alimentarius Commission, 2020).

4.4. Presentación final y porciones sugeridas

La bebida se embotella en vidrio y se etiqueta con:

- Nombre del producto
- Fecha de producción
- Fecha de consumo sugerido

El consumo debe ser gradual, especialmente en personas con sensibilidad digestiva.

TABLA 28. *PORCIONES RECOMENDADAS*

Grupo	Cantidad sugerida	Observación
Adultos	100–200 ml una o dos veces al día	Preferible con comidas
Niños >6 años	50–80 ml al día	Bajo supervisión
Personas con digestión sensible	Iniciar con 50 ml	Incremento progresivo

Nota. Adaptado por Joys Manzano (2025) a partir de Berding et al., (2021) & (Salminen et al., 2021).

CAPÍTULO 5. Evaluación Sensorial del Producto

La evaluación sensorial es una etapa fundamental en el desarrollo de bebidas fermentadas, ya que permite determinar el grado de aceptación del producto por parte del consumidor, considerando atributos como sabor, aroma, color, acidez y aceptación global.

La aplicación de pruebas sensoriales permite identificar fortalezas y áreas de mejora en el producto, y contribuye a su optimización organoléptica y comercial (Soooa Molero-MMnnez et al., 2017).

En este estudio se realizó una prueba sensorial con escala hedónica, en la que los participantes evaluaron la bebida fermentada de kéfir de agua con extractos de caléndula, menta y flor de Jamaica, para determinar su aceptación general y posibilidades de consumo habitual.

5.1. Escala hedónica y su aplicación

La escala hedónica es una herramienta utilizada para medir el grado de agrado o desagrado que una persona experimenta frente a un alimento o bebida.

TABLA 29. *LA ESCALA HEDÓNICA*

Puntaje	Calificación	Presentación	Color	Olor	Sabor
9	Me encanta				
8	Me gusta normal				
7	Me gusta moderadamente				
6	Me gusta ligeramente				
5	Ni gusta ni disgusta				
4	Disgusta ligeramente				
3	Disgusta moderadamente				
2	No me gusta				
1	Totalmente malo				

Nota. Elaboración propia de Joys Manzano (2025)

Esta escala se seleccionó debido a su facilidad de comprensión, su uso extendido en alimentos fermentados y su capacidad para discriminar diferencias sensoriales sin sesgos excesivos (Herbert Stone, 2020).

La evaluación sensorial se realizó siguiendo un diseño controlado en sala, con iluminación y temperatura ambiente adecuadas, sin fuentes de olor externas.
Los participantes fueron seleccionados por conveniencia, conformando un panel de 30 personas, suficiente para pruebas de aceptación (Salazar-Duque, 2019).

Procedimiento aplicado:

1. Se explicó el propósito de la prueba a los participantes.

2. Se entregó una muestra de 50–80 ml de la bebida fermentada, previamente refrigerada.

3. Se solicitó evaluar cinco atributos sensoriales usando la escala hedónica.

4. Se registraron las respuestas de forma individual, sin discutir opiniones entre participantes.

5. Se recopiló la información y se tabuló para determinar la aceptación promedio.

Criterios éticos

- La prueba fue no invasiva.
- Se respetó la voluntariedad de participación.
- Se garantizó anonimato y no almacenamiento de datos personales.

CAPÍTULO 6. Elaboración de Material Educativo

La educación nutricional es una herramienta clave para promover hábitos alimentarios saludables y mejorar la salud digestiva de la población. Además, permite que las personas comprendan la relación entre la alimentación, la microbiota intestinal y el bienestar general, facilitando la toma de decisiones informadas en su vida diaria (Liang et al., 2023).

En este proyecto, la bebida fermentada de kéfir de agua con caléndula, menta y flor de Jamaica se complementa con un material educativo diseñado para orientar a los consumidores sobre sus beneficios, recomendaciones de consumo y precauciones.

6.1. Rol de la educación nutricional en salud digestiva

La educación nutricional promueve la adopción de hábitos alimentarios que favorezcan la salud intestinal, tales como:

- Consumo regular de alimentos fermentados y ricos en probióticos

- Aumento de la ingesta de fibra dietética
- Reducción de alimentos ultraprocesados y ricos en azúcares añadidos
- Hidratación adecuada
- Manejo del estrés, que influye en el eje intestino-cerebro

Estas prácticas ayudan a restaurar y mantener el equilibrio de la microbiota intestinal, reduciendo síntomas como hinchazón, estreñimiento, digestión pesada e inflamación digestiva leve (Berding et al., 2021).

En este sentido, proporcionar información clara, accesible y visualmente atractiva contribuye a fomentar la adopción y adherencia a estas recomendaciones por parte de la población.

6.2. Elaboración de tríptico o infografía

Se elaboró un tríptico/infografía educativa dirigido a público general, utilizando lenguaje sencillo y diseño visual atractivo.

El material incluye:

TABLA 30. *SECCIÓN DEL TRÍPTICO/INFOGRAFÍA*

Sección del tríptico/infografía	Contenido incluido
Portada	Nombre del producto, ilustración y frase motivacional
¿Qué es el kéfir de agua?	Definición simple y proceso de fermentación
Beneficios digestivos	Efectos probióticos, antiinflamatorios y reguladores del tránsito intestinal
Rol de la caléndula, menta y Jamaica	Propiedades de cada planta explicadas de forma clara
Cómo consumirlo	Porciones sugeridas y frecuencia de consumo

Sección del tríptico/infografía	Contenido incluido
Precauciones	No apto en casos de inmunosupresión severa sin supervisión
Contacto o distribución	Redes sociales, puntos de entrega o número informativo

Nota: Elaboración propia – Manzano, J. (2025).

TABLA 31. *OBJETIVOS DEL MATERIAL EDUCATIVO*

Objetivo	Descripción
Informar	Explicar qué es el kéfir de agua y sus beneficios
Promover	Incentivar el consumo responsable y progresivo
Educar	Relacionar alimentación con salud digestiva
Acompañar	Brindar apoyo para adoptar hábitos saludables

Nota. Adaptado de (Liang et al., 2023) y (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2019).

6.3. Estrategia de difusión

La estrategia de difusión consideró tanto medios digitales como interacción directa:

1. **Distribución física** del tríptico en:
   - Consultorios de nutrición
   - Talleres de bienestar digestivo
   - Centros comunitarios
2. **Difusión digital**:
   - Publicación en redes sociales (Instagram, Facebook, WhatsApp)
   - Infografías adaptadas a formato vertical para historias

3. **Sesiones breves informativas**:

- Conversaciones educativas de 5–10 minutos con consumidores
- Respuestas a dudas frecuentes sobre fermentación y microbiota

Esta estrategia busca no solo informar, sino acompañar al consumidor en su proceso de incorporación de la bebida en su rutina alimentaria, asegurando una adopción sostenible (Franco-Crespo & Tibán, 2023).

CAPÍTULO 7. Potencial de Aplicación Nutricional y Comunitaria

La bebida fermentada elaborada a base de kéfir de agua con caléndula, menta y flor de Jamaica se integra dentro del enfoque de alimentación funcional, el cual promueve el consumo de alimentos que no solo aportan nutrientes, sino también compuestos bioactivos que favorecen el bienestar digestivo y general del organismo. Su composición permite considerarla como una alternativa saludable a bebidas industriales, ofreciendo probióticos vivos, antioxidantes, flavonoides y ácidos orgánicos que contribuyen al equilibrio de la microbiota intestinal, la modulación inflamatoria y la digestión confortable.

Además, su elaboración accesible y su perfil culturalmente compatible con bebidas tradicionales como aguas frescas, infusiones y refrescos caseros, permite su aplicación tanto en consulta nutricional como en iniciativas comunitarias y de emprendimiento.

7.1. Uso de la bebida en consulta nutricional

En el ámbito de la nutrición clínica, la bebida puede incorporarse como complemento dietoterapéutico, especialmente en pacientes con alteraciones digestivas

funcionales, donde el equilibrio de la microbiota y la inflamación de bajo grado juegan un papel clave.

Beneficios terapéuticos:

- Restablecimiento progresivo de la microbiota intestinal, gracias a la presencia de bacterias ácido lácticas y levaduras beneficiosas.
- Disminución de inflamación intestinal leve, favorecida por los flavonoides de la caléndula y las antocianinas de la Jamaica.
- Mejor tolerancia digestiva y menor producción de gases, por el efecto carminativo y antiespasmódico de la menta.
- Apoyo al eje intestino-cerebro, contribuyendo a mejorar la percepción digestiva relacionada con estrés y ansiedad (Berding et al., 2021).

TABLA 32. *APLICACIÓN PRÁCTICA EN CONSULTA:*

Situación clínica	**Recomendación de uso**	**Observaciones**
Distensión abdominal leve	100 ml antes de comidas	Aumentar gradualmente
Estreñimiento funcional	150 ml en ayunas	Combinar con fibra soluble
Digestión lenta / pesadez	100 ml después de comidas	Evitar exceso nocturno
Estrés digestivo o colitis nerviosa	50 ml 2 veces al día	Integrar técnicas de respiración

Nota: Elaboración propia de Joys Manzano (2025).

Su uso debe ser supervisado cuando existan:

- Enfermedades inmunológicas severas
- Uso prolongado de antibióticos
- Embarazo de riesgo

7.2. Incorporación en hábitos alimentarios saludables

Más allá de la consulta, la bebida puede promoverse como parte de una rutina alimentaria preventiva, ayudando a sustituir bebidas ultra procesadas que aportan azúcares y calorías vacías.

TABLA 33. *CÓMO INTEGRARSE A LA VIDA DIARIA:*

Momento del día	Forma sugerida de consumo	Beneficio
Desayuno	Junto a frutas o avena	Contribuye a activar digestión
Almuerzo	Como acompañante en lugar de gaseosas	Mejora tolerancia postprandial
Media tarde	Como bebida refrescante	Evita consumo de productos azucarados
Antes de dormir	Pequeña porción tibia o fría suave	Favorece relajación visceral

Nota. Adaptado por Joys Manzano (2025) a partir de alimentación consciente & fermentados según Björmsjö et al., (2020).

Cambio de hábito sostenible

Esta bebida promueve:

- Aumento de alimentos vivos y naturales
- Reducción de bebidas procesadas
- Educación del gusto hacia sabores menos dulces y más naturales

Esto contribuye a una alimentación consciente, entendida como la capacidad de sentir, elegir y disfrutar los alimentos desde la conexión mente-intestino.

7.3. Posibilidades de emprendimiento local y comunitario

El producto presenta alto potencial de emprendimiento, especialmente en sectores donde:

- Se busca generar ingresos con baja inversión
- Se fortalecen redes de producción artesanal
- Se valora el consumo de productos naturales y locales

Ventajas para emprendimiento:

- No requiere maquinaria industrial.
- Los insumos son accesibles y de bajo costo.
- Su elaboración es escalable (desde domicilio a microtaller).
- Posee alto valor agregado por ser saludable y funcional.
- Se puede producir en sabores variables según demanda.

TABLA 34 . *POSIBLES MODELOS DE COMERCIALIZACIÓN:*

Modelo	Descripción	Ejemplo
Venta directa	Producción casera con entregas locales	"Pedidos por WhatsApp"
Microemprendimiento familiar	Elaboración y venta semanal	Ferias agroecológicas
Integración a consultorio nutricional	Complemento de plan dietético	"Incluye guía de consumo"
Comunidad o cooperativa	Producción compartida	Talleres barriales

Nota. Adaptado por Joys Manzano (2025) a partir de Franco-Crespo & Tibán, (2023) sobre construcción de emprendimientos comunitarios en salud alimentaria.

Impacto comunitario

Este tipo de producción también revaloriza conocimientos tradicionales, fomenta cooperación entre familias y fortalece la auto soberanía alimentaria, entendida como la capacidad de producir alimentos propios de forma consciente y saludable (Franco-Crespo & Tibán, 2023).

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

A nivel mundial, los trastornos gastrointestinales funcionales han aumentado de manera significativa, afectando aproximadamente al 40 % de la población adulta, lo cual evidencia su alta prevalencia y relevancia para la salud pública global (Sperber et al., 2021).

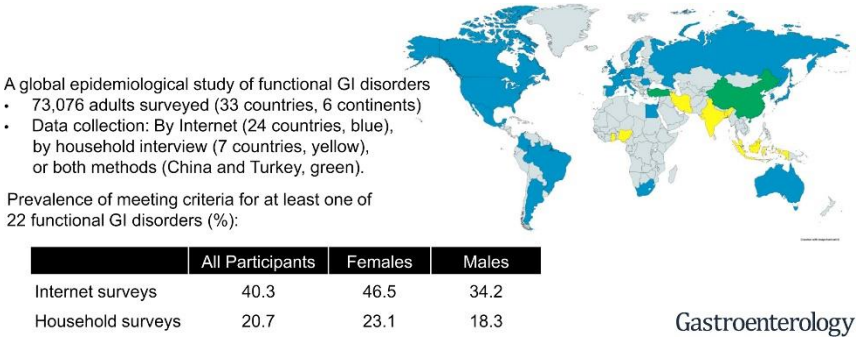
Este incremento se asocia a cambios en el estilo de vida, estrés crónico, bajo consumo de fibra, reducción de alimentos fermentados y mayor ingesta de productos ultra procesados. El Global Burden of Disease estima que los síntomas digestivos como distensión abdominal, estreñimiento, digestión lenta y malestar posprandial constituyen entre el 20 % y 30 % de los motivos de consulta en atención primaria a nivel internacional (Drossman, 2016).

En Latinoamérica, la situación es similar: estudios regionales reportan que entre el 25 % y 35 % de la población presenta síntomas gastrointestinales recurrentes asociados a disbiosis, inflamación intestinal leve y alteraciones del tránsito digestivo (Ministerio de Salud Pública del Ecuador, 2020; Organización Panamericana de la Salud, 2022). Esta problemática se agrava por patrones alimentarios caracterizados por una elevada ingesta de carbohidratos refinados, grasas saturadas y bebidas azucaradas, y un bajo consumo de fibra, frutas, verduras y fermentados tradicionales, lo que reduce la diversidad microbiana intestinal.

Este incremento responde a una realidad preocupante: los trastornos gastrointestinales funcionales, caracterizados por síntomas como distensión abdominal, alteraciones del tránsito intestinal y malestar digestivo persistente, presentan una prevalencia estimada del 7–10 % en América Latina, de acuerdo con el estudio global ROMA IV (Sperber et al., 2021). En el contexto ecuatoriano, la alta prevalencia de sobrepeso, obesidad y patrones alimentarios inadecuados reportados por la Encuesta Nacional de Salud y

Nutrición (ENSANUT, 2018), constituye un escenario propicio para el desarrollo de disbiosis intestinal, estableciendo un vínculo indirecto pero epidemiológicamente consistente entre los factores de riesgo nacionales y los trastornos gastrointestinales observados a nivel regional (Ministerio de Salud Pública del Ecuador, 2020).

FIGURA 2. *ESTUDIO GLOBAL ROMA IV SOBRE TRASTORNOS GASTROINTESTINALES FUNCIONALES*



Fuente: (Sperber et al., 2021).

Este panorama refleja un problema de salud pública subestimado, en un contexto marcado por el consumo creciente de alimentos ultra procesados, reducción del consumo de fibra y limitada presencia de alimentos fermentados en la dieta cotidiana. Paralelamente, Ecuador posee una larga tradición de uso de plantas medicinales para el manejo de molestias digestivas. Estas especies se encuentran ampliamente distribuidas y son de fácil acceso en el país, disponibles tanto en mercados locales, ferias tradicionales y herbolarios, como en sistemas de cultivo doméstico y agrícola en distintas regiones del Ecuador. La caléndula (Calendula officinalis) es empleada como antiinflamatorio natural del tracto gastrointestinal; la menta (Mentha piperita) es reconocida por su acción refrescante, antiespasmódica y carminativa; y la flor de jamaica (Hibiscus sabdariffa) se utiliza como bebida antioxidante, diurética y reguladora de la inflamación. La evidencia científica respalda estos usos tradicionales: la caléndula

presenta efectos regeneradores de mucosa y actividad antiinflamatoria (Fernández et al., 2021), la menta ha demostrado reducir espasmos intestinales y aliviar síntomas funcionales (Gázquez et al., 2021), y la jamaica posee altos niveles de antocianinas y polifenoles con capacidad antioxidante y gastroprotectora (Zhen et al., 2016). Sin embargo, pese a su potencial, estas plantas no han sido integradas sistemáticamente en bebidas fermentadas funcionales dentro del país.

A nivel científico, el kéfir de agua se ha consolidado como una bebida probiótica capaz de modular la microbiota, mejorar el tránsito intestinal y reducir marcadores inflamatorios (Bengoa et al., 2019; Fiorda et al., 2017). Su microbiota compuesta por bacterias ácido lácticas, levaduras y bacterias acéticas produce ácidos orgánicos, vitaminas, enzimas digestivas y metabolitos postbióticos capaces de favorecer la digestión y el equilibrio ácido-base intestinal. No obstante, en Ecuador su producción sigue siendo artesanal, con ausencia de estandarización, falta de análisis fisicoquímicos y nula incorporación de plantas medicinales tradicionales que potencien su perfil funcional.(Bengoa et al., 2019).

Pese a la abundante evidencia sobre los beneficios del kéfir y de las plantas medicinales mencionadas, no existe en Ecuador una bebida fermentada científicamente caracterizada que combine kéfir de agua con caléndula, menta y flor de jamaica. Tampoco se han realizado investigaciones locales que evalúen su inocuidad microbiológica, parámetros fisicoquímicos, aceptabilidad sensorial o posible impacto en salud intestinal. Esta ausencia de estudios limita el desarrollo de alternativas alimentarias funcionales basadas en ingredientes tradicionales, accesibles y culturalmente pertinentes.

Frente a este escenario, surge la necesidad de abordar preguntas clave que permitan comprender la magnitud del problema, fundamentar el desarrollo de la bebida y evaluar su potencial funcional dentro del contexto ecuatoriano.

1. **¿Cuáles son las propiedades nutricionales, probióticas y antiinflamatorias reportadas en la literatura científica sobre el kéfir de agua, la caléndula, la menta y la flor de jamaica?**
2. **¿Cómo puede formularse una bebida fermentada a base de kéfir de agua enriquecida con estas tres plantas medicinales utilizando recursos accesibles?**
3. **¿Qué características fisicoquímicas y organolépticas presenta la bebida desarrollada?**
4. **¿Cuál es el valor nutricional teórico de la bebida y cómo debe calcularse su etiquetado considerando la normativa ecuatoriana?**
5. **¿En qué medida esta bebida podría constituirse en una alternativa funcional con potencial beneficio para la microbiota intestinal y la salud digestiva del consumidor ecuatoriano?**

Responder estas preguntas permitirá no solo llenar vacíos científicos existentes, sino también aportar un producto innovador al campo de la nutrición funcional en Ecuador. Un desarrollo de este tipo podría contribuir a la salud intestinal de la población, promover el uso responsable de plantas medicinales tradicionales y fomentar la elaboración de bebidas saludables con ingredientes accesibles, naturales y congruentes con la cultura alimentaria ecuatoriana. Además, ofrece una oportunidad para impulsar alternativas alimentarias preventivas dentro del marco de políticas públicas orientadas al bienestar nutricional del país (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2019).

Objetivo general

Desarrollar y caracterizar una bebida funcional a base de kéfir de agua enriquecida con caléndula (Calendula officinalis), menta (Mentha piperita) y flor de jamaica (Hibiscus sabdariffa), mediante análisis fisicoquímicos, evaluación sensorial y revisión científica de su potencial efecto sobre la salud intestinal.

Objetivos específicos

1. Revisar literatura científica actual sobre las propiedades nutricionales, probióticas, antiinflamatorias y antioxidantes del kéfir de agua, la caléndula, la menta y la flor de jamaica, con énfasis en su acción sobre la salud intestinal.
2. Formular y estandarizar la preparación de la bebida fermentada de kéfir de agua enriquecida con caléndula, menta y flor de jamaica, empleando utensilios e ingredientes de uso accesible.
3. Evaluar la aceptación sensorial de la bebida desarrollada mediante un panel de catadores no entrenados, considerando parámetros como color, olor, sabor, textura y aceptación global.
4. Determinar el valor nutricional teórico de la bebida y diseñar su etiquetado nutricional conforme a la normativa ecuatoriana (INEN) y estándares internacionales.
5. Analizar el potencial funcional de la bebida en relación con la salud intestinal, sustentándolo en literatura científica y en las características probióticas y bioactivas de sus ingredientes.

Hipótesis

¿La bebida fermentada a base de kéfir de agua enriquecida con flor de jamaica, caléndula y menta constituye una alternativa funcional que presenta características fisicoquímicas adecuadas, aceptación sensorial favorable y potencial efecto beneficioso sobre la salud intestinal del consumidor?

METODOLOGÍA

localización geográfica

La elaboración del producto se llevó a cabo en laboratorio de la Universidad Internacional del Ecuador Matriz Av. Simón Bolívar y Jorge Fernández

Marco temporal

Durante el período estudiantil septiembre 2025- enero del 2026

Marco espacial

Universidad Internacional del Ecuador matriz Quito Simón Bolívar

Tipo de estudio

El presente trabajo corresponde a una investigación de enfoque mixto, de tipo descriptivo y experimental, que integra una revisión bibliográfica narrativa de la literatura científica reciente junto con el desarrollo experimental de una bebida fermentada a base de kéfir de agua.

La fase experimental consistió en la elaboración y caracterización básica de una bebida fermentada a base de kéfir de agua enriquecida con flor de jamaica (Hibiscus sabdariffa), caléndula (Calendula officinalis) y menta (Mentha piperita), evaluando parámetros fisicoquímicos (pH, acidez y °Brix) y características sensoriales.

Adicionalmente, se realizó una evaluación sensorial del producto, lo que integra una dimensión aplicada orientada al desarrollo de una alternativa funcional para la salud intestinal.

Metodología de búsqueda

Se realizó una revisión bibliográfica exhaustiva sobre los efectos del kéfir de agua, la flor de Jamaica (Hibiscus sabdariffa), la caléndula (Calendula officinalis) y la menta (Mentha piperita) en la salud intestinal, su contenido de compuestos bioactivos y su

aplicación en bebidas fermentadas funcionales. También se revisaron artículos relacionados con microbiota intestinal, inflamación gastrointestinal, compuestos fenólicos, métodos de fermentación y análisis sensorial. Para la revisión se elaboró la pregunta PICO, la cual permitió estructurar de manera eficiente la estrategia de búsqueda.

La pregunta PICO formulada fue la siguiente:

P (Population): Adultos con interés en mejorar o mantener su salud intestinal.

I (Intervention): Consumo de una bebida fermentada elaborada con kéfir de agua enriquecido con flor de jamaica, caléndula y menta.

C (Comparison): Bebidas fermentadas tradicionales o kéfir sin adición de extractos botánicos.

O (Outcome): Beneficios potenciales sobre la microbiota intestinal, características fisicoquímicas y aceptación sensorial.

Se realizaron búsquedas en las bases de datos PubMed, Scopus, Scielo y Google Scholar, seleccionadas por su fiabilidad y relevancia en estudios de alimentos funcionales, microbiota y plantas medicinales. Las búsquedas se realizaron con los términos MeSH (Medical Subject Headings) que incluyeron “Water kefir” [MeSH], “Fermented beverages” [MeSH], “Probiotics” [MeSH], “Intestinal microbiome” [MeSH], “Anti-inflammatory agents” [MeSH], “Phenolic compounds” [MeSH], “Hibiscus sabdariffa” [MeSH], “Calendula officinalis” [MeSH] y “Mentha piperita” [MeSH]. Además, se aplicaron operadores booleanos como AND, OR, NOT para restringir y ampliar los resultados según fuera necesario.

La estrategia de búsqueda fue la siguiente:

OR (water kefir [MeSH Terms])

OR (fermented beverages [MeSH Terms])

OR (probiotics [MeSH Terms])

OR (intestinal microbiome [MeSH Terms])

OR (anti-inflammatory agents [MeSH Terms])

AND (hibiscus sabdariffa [MeSH Terms]

OR calendula officinalis [MeSH Terms]

OR mentha piperita [MeSH Terms])

Se aplicaron filtros para restringir los resultados a artículos publicados entre los años 2015 y 2025, en idioma inglés y español, y se incluyeron únicamente ensayos clínicos, estudios experimentales, metaanálisis y revisiones sistemáticas, por considerarse los diseños metodológicos más adecuados para responder a los objetivos de la presente investigación.

En la búsqueda inicial realizada en las bases de datos PubMed (n = 97), SciELO (n = 101), Google Scholar (n = 145) y Scopus (n = 64), se identificaron un total de 407 estudios. Tras la eliminación de artículos duplicados, 371 estudios fueron considerados para el proceso de cribado mediante la lectura de títulos y resúmenes.

Durante esta etapa, se excluyeron 348 estudios por no cumplir con los criterios de inclusión establecidos, tales como no proporcionar información relevante sobre el tema de estudio, no haber sido realizados en población adulta entre 15 y 80 años, haber sido publicados hace más de diez años, no encontrarse disponibles en idioma inglés o español, o no corresponder a ensayos clínicos, estudios experimentales, metaanálisis o revisiones sistemáticas.

Posteriormente, 21 artículos fueron seleccionados para la evaluación en texto completo. Tras la lectura detallada, 7 estudios fueron excluidos por no cumplir con los criterios de inclusión previamente definidos, debido a que no presentaron resultados aplicables al

objetivo del estudio o no abordaron de forma directa el kéfir de agua y/o el uso de plantas medicinales en el contexto de la salud intestinal.

Finalmente, 14 estudios cumplieron con los criterios de inclusión establecidos y fueron incluidos en la síntesis final de la revisión bibliográfica de la presente tesis.

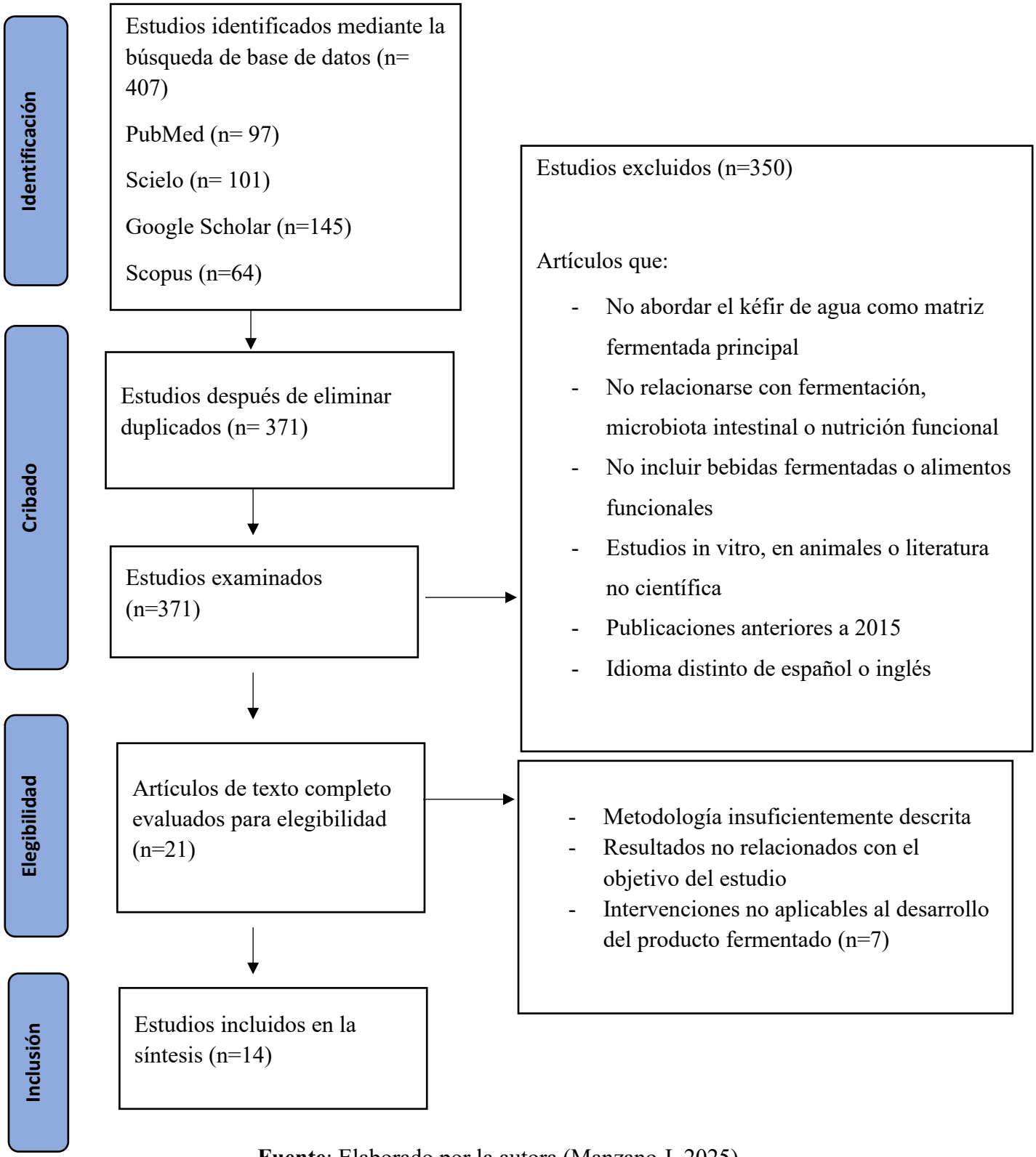
La calidad metodológica de los estudios incluidos en la revisión bibliográfica fue evaluada de manera descriptiva, con el objetivo de analizar la claridad y transparencia del reporte científico.

Esta evaluación se realizó sin constituir un criterio de inclusión o exclusión, dado que la presente investigación corresponde a una revisión bibliográfica narrativa y no a una revisión sistemática estricta.

Para la organización final del proceso de selección se utilizó un diagrama PRISMA, adaptado a las características del presente proyecto, el cual permitió visualizar de manera clara las etapas de identificación, cribado, elegibilidad e inclusión de los estudios. El diagrama muestra los 407 estudios inicialmente identificados, los 371 evaluados tras la eliminación de duplicados, los 21 artículos revisados en texto completo, los 7 excluidos por criterios metodológicos y los 14 estudios incluidos en la revisión final.

El uso del diagrama PRISMA tuvo como finalidad describir de manera transparente el proceso de selección de la literatura, mientras que la evaluación mediante CONSORT se empleó únicamente como una herramienta de análisis descriptivo de la calidad del reporte metodológico.

FIGURA 3. *DIAGRAMA PRISMA*



Fuente: Elaborado por la autora (Manzano J, 2025)

Metodología experimental (elaboración del producto)

Se realizó la elaboración de una bebida fermentada a base de kéfir de agua enriquecido con flor de jamaica (Hibiscus sabdariffa), caléndula (Calendula officinalis) y menta (Mentha piperita) en el laboratorio de la Universidad Internacional del Ecuador. Los materiales y equipos utilizados se muestran a continuación:

TABLA 35. *MATERIALES Y EQUIPOS UTILIZADOS PARA LA ELABORACIÓN DEL PRODUCTO*

Materiales comunes	**Materiales de laboratorio**	**Materiales de Envase**	**Equipos**	**Insumos**
- ollas de acero quirúrgico - Cucharas medidoras - Jarra medidora - Tabla para picar - Cuchillo - envases de vidrio	-Vasos de precipitación -Pipeta - Frasco Petri - Asa de siembra - Agar nutriente -Porta objetos y cubre objetos	-Frascos de vidrio	-Balanza digital - pH-metro -Refractómetro - Estufa - Calentador - Microscopio - Equipo para el estudio microbiológico	-kefir de agua -flor de jamaica -calendula -menta -agua potable sin cloro -panela

Fuente: Elaborado por la autora (Manzano J, 2025).

A continuación, se describen los insumos utilizados para la formulación de la bebida fermentada a base de kéfir de agua enriquecido con flor de Jamaica, caléndula y menta:

- **Kéfir de agua** adquirido en tienda especializada, 1 L de kéfir de agua preparado con gránulos probióticos.
- **Flor de jamaica (Hibiscus sabdariffa)** adquirida en tienda local (coral hipermercados), una bolsa de 100 g de flor de Jamaica seca.

- **Caléndula (Calendula officinalis)** adquirida en tienda especializada en hierbas medicinales (mercado Iñaquito), una bolsa de 50 g de caléndula seca.
- **Menta (Mentha piperita)** adquirida en supermercado local (coral hipermercados), una rama de menta fresca (aproximadamente 30 g).
- **Panela molida** adquirida en supermercado local (coral hipermercados), 100 g de panela orgánica sin refinar.
- **Agua potable** adquirida del supermercado local (coral hipermercados), 1 L de agua filtrada.
- **Frascos de vidrio** adquiridos en tienda especializada, 1 frascos de 1000 ml cada uno, adecuados para la fermentación y almacenamiento del producto y 1 más de 240 ml para muestra de producto.

Insumos utilizados para la elaboración de 1 L de bebida fermentada:

- **Kéfir de agua**: 1 L (base probiótica para la bebida fermentada).
- **Flor de Jamaica**: 10 g (aportando propiedades antioxidantes y antiinflamatorias).
- **Caléndula**: 5 g (con efectos antiinflamatorios y de mejora digestiva).
- **Menta**: 5 g (con propiedades digestivas y relajantes).
- **Panela**: 100 g (utilizada como sustrato para la fermentación).
- **Agua potable**: 1 L (utilizada para diluir la panela y preparar el kéfir).

Cantidad de ingredientes por porción de bebida fermentada:

Para una porción de 240 mL de bebida fermentada, se utiliza lo siguiente:

• 128 mL de kéfir de agua

• 1.6 g de flor de jamaica

• 0.8 g de caléndula

• 0.8 g de menta

• 16 g de azúcar (panela)

• 112 mL de agua filtrada

Las proporciones de cada ingrediente se ajustaron de acuerdo con las características organolépticas deseadas para asegurar que la bebida no tenga un sabor demasiado fuerte de las hierbas (como la flor de Jamaica).

Procedimiento para la elaboración de la bebida fermentada

TABLA 36. *PROCEDIMIENTO PARA LA ELABORACIÓN DE LA BEBIDA FERMENTADA A BASE DE KÉFIR DE AGUA, FLOR DE JAMAICA, CALÉNDULA Y MENTA*

Etapa	Descripción	Materiales utilizados	Insumos en 150 Ml	Puntos de control
Recepción de la materia prima	Se obtuvo los insumos de tiendas locales y supermercados. Se verificó que todos los insumos estuvieran en buen estado y almacenados adecuadamente.	-	-	Insumos en buen estado, con refrigeración (4°C)
Vestimenta y lavado de manos	Se utilizó indumentaria adecuada (mandil, gorro) y se realizó el lavado de manos previo a la manipulación de los insumos.	-	-	Adecuado lavado de manos

Etapa	Descripción	Materiales utilizados	Insumos en 150 Ml	Puntos de control
Desinfección de los equipos	Todos los utensilios y equipos fueron desinfectados con alcohol y agua antes de ser utilizados.	-	-	Uso de alcohol y jabón
Lavado de la materia prima	Se eliminó agentes extraños como polvo, insectos, microorganismos de la flor de jamaica, caléndula y menta.	-	Flor de jamaica, caléndula, menta, agua	Agua a temperatura ambiente (20–25°C)
Mezcla y adición de insumos	Se pesaron y mezclaron los ingredientes, se preparó la infusión botánica (flor de jamaica, caléndula y menta) y se agregó al kéfir de agua.	-	10 g de flor de jamaica, 5 g de caléndula, 5 g de menta, 100 g de panela	Mezclar hasta obtener una mezcla homogénea
Adición y mezcla del kéfir con los insumos	El kéfir de agua se mezcló con la infusión botánica y los ingredientes frescos.	-	80 mL de kéfir, 10 g de flor de jamaica	Mezclar hasta obtener una mezcla homogénea

Etapa	Descripción	Materiales utilizados	Insumos en 150 Ml	Puntos de control
Envasado	El producto final fue envasado en frascos de vidrio esterilizados y sellados herméticamente para su conservación.	Frascos de vidrio, tapas herméticas	150 mL de bebida fermentada	Producto sellado en frascos herméticos
Refrigeración	La bebida fermentada se almacenó a una temperatura constante de **4°C** para evitar la fermentación excesiva y estabilizar el producto.	-	-	Almacenaje a 4°C para evitar alteraciones

Fuente: Elaborado por la autora (Manzano J., 2024).

FIGURA 4. *FOTOS PROCEDIMIENTO*

1. Recepción insumos y materiales:



Fuente: Autora (Manzano J, 2025).

2. Se lavó la flor de Jamaica, caléndula y menta con agua filtrada a temperatura ambiente (20–25°C) para eliminar polvo, residuos y posibles contaminantes.



Fuente: Autora (Manzano J, 2025).

3. Se hirvió 500 mL de agua y, al llegar a ebullición, se retiró del fuego.

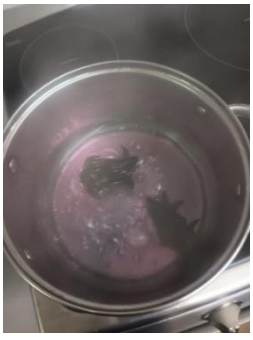


Fuente: Autora (Manzano J, 2025).

4. Se añadieron 10 g de flor de jamaica, 5 g de caléndula y 5 g de menta a la mezcla de agua caliente.







Fuente: Autora (Manzano J, 2025).

5. La mezcla se dejó reposar durante 10 minutos para extraer los compuestos bioactivos de las plantas.



Fuente: Autora (Manzano J, 2025).

6. Se preparó 1 L de kéfir de agua, y se filtró para eliminar los gránulos probióticos.



Fuente: Autora (Manzano J, 2025).

7. Se mezcló el kéfir de agua con la infusión botánica, asegurando que la proporción fuera de 1:1.



Fuente: Autora (Manzano J, 2025).

La mezcla se dejó fermentar bajo las siguientes condiciones:

8. Se fermentó la mezcla durante 12 horas a temperatura ambiente (20–24°C) en frascos de vidrio herméticos.



Fuente: Autora (Manzano J, 2025).

Una vez alcanzado el sabor y las características deseadas:

9. Se envasó el producto final en frascos de vidrio esterilizados y sellados herméticamente para asegurar su calidad y conservación.



Fuente: Autora (Manzano J, 2025).

El producto final fue almacenado bajo las siguientes condiciones:

- Se refrigeró la bebida a 4°C para detener la fermentación y asegurar su conservación.

A continuación, se presenta un diagrama de flujo representando el proceso de producción de la bebida fermentada a base de kéfir de agua, flor de Jamaica, caléndula y menta, destacando los puntos críticos de control y los límites críticos. Este diagrama ilustra las etapas clave del proceso de producción donde se aplican controles específicos para garantizar la seguridad del producto final, siguiendo las recomendaciones del (Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria (OIRSA), 2016).

FIGURA 5. *ELABORACIÓN DEL DIAGRAMA DE FLUJO*



Fuente: Autora (Manzano J, 2025)

3.2 Diseño de investigación

Se empleará un diseño experimental de laboratorio, en el cual se elaborará la bebida fermentada bajo condiciones controladas de tiempo, temperatura y proporciones de ingredientes. Posteriormente, se efectuarán análisis:

- Fisicoquímicos (pH, °Brix, color, acidez, características organolépticas).

La determinación de los sólidos solubles totales se realizó mediante el uso de un refractómetro, instrumento que permite estimar la concentración de azúcares disueltos en el producto, expresada en grados Brix (°Brix), los cuales representan los gramos de sacarosa presentes en 100 g de muestra. Para el análisis, se tomó una alícuota de la bebida fermentada de kéfir de agua y se realizó una dilución previa con agua destilada para facilitar la lectura. Posteriormente, se colocó una gota de la muestra diluida sobre el prisma del refractómetro previamente calibrado, y se procedió a la lectura directa del valor de °Brix a través del lente del equipo. Este procedimiento permitió estimar el contenido de azúcares residuales presentes tras el proceso de fermentación. A continuación, se presentan las imágenes correspondientes al procedimiento realizado.

La medición del pH se llevó a cabo con el fin de determinar el grado de acidez de la bebida fermentada. Para este análisis se utilizó un pH-metro digital, el cual fue previamente calibrado siguiendo las recomendaciones del fabricante. El electrodo del equipo se introdujo directamente en la muestra de la bebida fermentada, esperando a que la lectura se estabilizara para registrar el valor correspondiente. Este parámetro permitió evaluar el comportamiento ácido del producto, característico de los procesos fermentativos, y su relación con la estabilidad y aceptabilidad de este. A continuación, se muestran las imágenes del procedimiento realizado.

FIGURA 6. *DETERMINACIÓN pH*



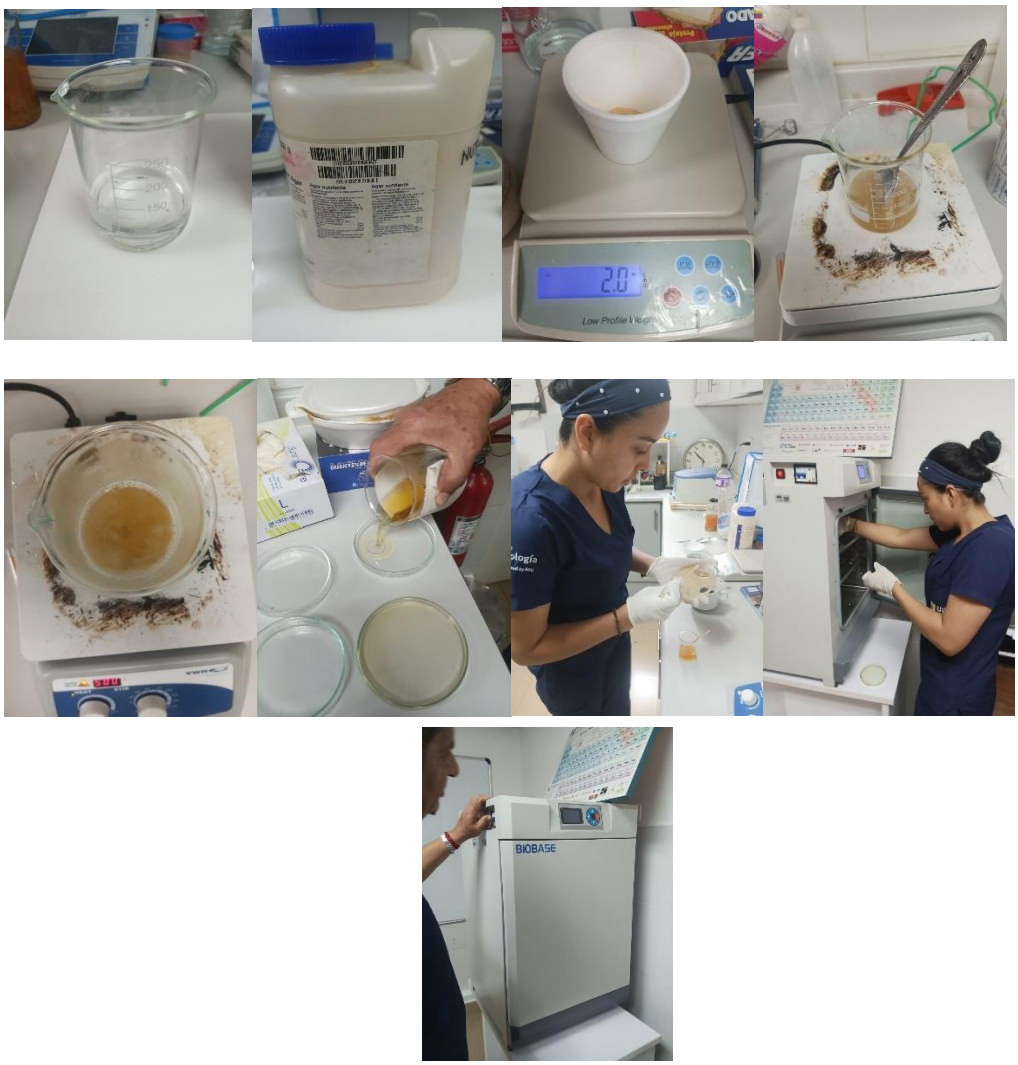
Fuente: Autora (Manzano J, 2025).

- **Microbiológicos (inocuidad y presencia de flora probiótica).**

Para evaluar la inocuidad microbiológica del producto, se realizó un análisis microbiológico básico mediante el uso de agar nutritivo. Inicialmente, se preparó el medio de cultivo disolviendo 2 g de agar nutritivo en 87 ml de agua destilada en un vaso precipitado. La mezcla fue calentada hasta alcanzar el punto de ebullición con el fin de lograr una correcta disolución del agar. Posteriormente, el medio fue vertido en cajas Petri estériles y se dejó solidificar a temperatura ambiente.

Una vez solidificado el agar, se procedió a la siembra de la muestra utilizando un asa de siembra previamente esterilizada. Se tomó una pequeña cantidad de la bebida fermentada y se distribuyó de manera uniforme sobre la superficie del medio de cultivo. Las cajas Petri fueron selladas e incubadas en una estufa a temperatura controlada durante un periodo de 72 horas. Transcurrido este tiempo, se realizó la observación del crecimiento microbiano con el objetivo de evaluar la presencia de microorganismos indicadores de contaminación. A continuación, se presentan las imágenes correspondientes al procedimiento realizado.

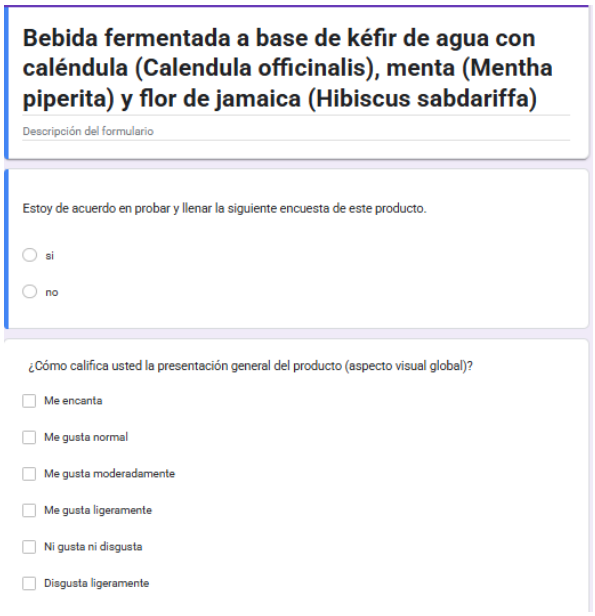
FIGURA 7. *PREPARACIÓN ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO*



Fuente: Autora (Manzano J, 2025).

- Sensoriales (evaluación mediante escala hedónica).

FIGURA 8. *GOOGLE FORMS*



Fuente: Autora (Manzano J, 2025).

La evaluación sensorial del producto se realizó mediante la aplicación de encuestas hedónicas utilizando la plataforma Google Forms. La muestra estuvo conformada por 30 participantes, entre estudiantes y docentes de la Universidad Internacional del Ecuador, con edades comprendidas entre 18 y 32 años, quienes evaluaron la aceptabilidad del producto elaborado.

Las características organolépticas analizadas incluyeron apariencia, color, olor y sabor, las cuales fueron valoradas mediante una escala hedónica de nueve puntos, donde 1 correspondió a “me disgusta extremadamente” y 9 a “me gusta extremadamente”

Posteriormente, los datos obtenidos a partir de las encuestas fueron organizados, depurados y procesados utilizando Microsoft Excel y Google Forms, lo que permitió realizar el análisis estadístico descriptivo de los resultados y facilitar la interpretación de la aceptabilidad del producto por parte de los participantes.

El diseño es transversal, dado que las mediciones se realizan en un único momento luego de la fermentación.

3.3 Enfoque de la investigación

El estudio adopta un enfoque cuantitativo, ya que se recopilan, analizan y describen datos numéricos provenientes de:

- Parámetros fisicoquímicos
- Recuentos microbiológicos
- Evaluación sensorial cuantificada
- Fórmulas de composición nutricional

3.4 Población y muestra

Población objetivo

Personas adultas entre 18 y 32 años, consumidores habituales o no de bebidas fermentadas.

Muestra

La muestra estará conformada por 30 panelistas no entrenados, seleccionados mediante muestreo por conveniencia para la evaluación sensorial.

Este número es adecuado según estándares de análisis sensorial para productos alimentarios artesanales y funcionales.

3.5 Criterios de inclusión

- Personas entre 18 y 32 años.
- Sin alergias conocidas a plantas medicinales o fermentados.
- Con disposición de participar voluntariamente.
- Disponibilidad para completar la prueba sensorial.

3.6 Criterios de exclusión

- Embarazo o lactancia.
- Enfermedades gastrointestinales activas que puedan alterar percepción sensorial.

- Alergia a Jamaica, menta, caléndula u otros compuestos similares.
- Intolerancia a bebidas fermentadas.

3.7 Materiales e insumos

Ingredientes

- Granos de kéfir de agua
- Agua potable filtrada
- Panela granulada
- Flor de Jamaica seca
- Hojas de menta fresca
- Pétalos de caléndula deshidratada

Equipos y utensilios

- Frascos de vidrio de 240ml – 1 L
- Coladores plásticos
- Termómetro
- Refractómetro (°Brix)
- Tacómetro / pH-metro digital
- Cocina de laboratorio
- Vasos de precipitación
- medios de cultivo y equipo microbiológico
- Formatos de evaluación sensorial

3.8 Análisis fisicoquímico

Se evaluarán los siguientes parámetros:

Parámetro	**Método**
pH	pH-metro digital
°Brix	Refractómetro

Parámetro	Método
Color	Escala descriptiva
Acidez	Titulación
Aroma, sabor, textura	Evaluación sensorial estándar

3.9 Análisis microbiológico

Evaluación según normas INEN y estándares para bebidas fermentadas:

- Presencia de bacterias ácido–lácticas
- Presencia de levaduras benéficas
- Ausencia de patógenos:
    - E. coli
    - Salmonella spp.
    - Staphylococcus aureus
    - Mohos y levaduras no deseadas

Método: siembra en placa, incubación y recuento de UFC/mL.

3.10 Evaluación sensorial

Tipo de prueba:

Prueba hedónica de 5 puntos aplicada a 30 panelistas no entrenados.

Atributos evaluados:

- Color
- Olor
- Sabor
- Textura
- Aceptación global

Objetivo:

Determinar la aceptabilidad del producto.

3.11 Cálculo del etiquetado nutricional

Se realizará mediante:

- Factores de conversión de macronutrientes
- Tablas de composición de alimentos latinoamericanos
- Contenido estimado de compuestos bioactivos según literatura

Resultado: ficha nutricional teórica por 100 mL.

3.12 Aspectos éticos

- Aplicación de consentimiento informado
- Protección de identidad de los panelistas
- No se emplean organismos patógenos ni riesgos biológicos
- Aprobación de comité académico UIDE

3.13 Limitaciones del estudio

- Fermentación artesanal puede variar ligeramente con temperatura
- Evaluación sensorial basada en panelistas no entrenados
- Análisis microbiológicos limitados a laboratorio disponible
- Resultados no extrapolables clínicamente (solo funcionales)

Resultados

Resultado revisión bibliográfica

TABLA 37. *RESUMEN DE LOS ARTÍCULOS INCLUIDOS EN LA REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA*

N.º	Autor / Año	Título del estudio	Tipo de estudio	Enfoque principal	Principales resultados reportados
1	(Fiorda et al., 2017)	*Microbiological, biochemical, and functional aspects of sugary kefir fermentation*	Revisión narrativa	Microbiología y propiedades funcionales del kéfir de agua	Se describe la composición del kéfir de agua como una matriz polisacárida que alberga bacterias ácido lácticas, bacterias acéticas y levaduras. Durante la fermentación se producen ácidos orgánicos, etanol en bajas concentraciones, CO_2 y exopolisacáridos (principalmente dextrano). La interacción simbiótica microbiana es fundamental para la estabilidad del fermentado.
2	(Moretti et al., 2022)	*Water kefir: A review of its microbiology, composition and health benefits*	Revisión narrativa integradora	Kéfir de agua como bebida fermentada no láctea	Se analizan estudios in vitro, in vivo y en humanos, describiendo la variabilidad microbiana del kéfir de agua y su dependencia del sustrato y del proceso fermentativo. A pesar de esta variabilidad, el producto mantiene estabilidad microbiológica y seguridad cuando el proceso es controlado.
3	(Clemente et al., 2018)	*Diet–microbiota interactions and their implications for intestinal Health*	Revisión narrativa	Dieta, microbiota intestinal y salud	Se sintetiza evidencia sobre la influencia de la dieta en la microbiota intestinal y su impacto en funciones metabólicas, inmunológicas y en la integridad de la barrera intestinal. Se destaca el papel de los alimentos fermentados en la modulación de la microbiota.

4	(Cani, 2018)	*Human gut microbiome: Hopes, threats and promises*	Revisión narrativa	Microbiota intestinal e inflamación de bajo grado	Se describe la asociación entre disbiosis intestinal, inflamación crónica y aumento de la permeabilidad intestinal, detallando mecanismos inflamatorios relacionados con alteraciones microbianas.
5	(Camilleri, 2019)	*Leaky gut: mechanisms, measurement and clinical implications*	Revisión narrativa	Integridad de la barrera intestinal	Se analiza la estructura y función de las uniones estrechas del epitelio intestinal y su relación con el aumento de la permeabilidad intestinal en diversos trastornos gastrointestinales.
6	(Colombo et al., 2015)	*Inhibitory activity of Calendula officinalis extracts on NF-κB transcription in human gastric epithelial cells*	Estudio experimental in vitro (células humanas)	Calendula officinalis y mucosa gastrointestinal	Los extractos lipofílicos de caléndula inhibieron significativamente la activación de NF-κB en células epiteliales gástricas humanas, aportando evidencia mecanística del potencial antiinflamatorio sobre mucosa gastrointestinal.
7	(Shahane et al., 2023)	*Calendula officinalis L.: Phytochemistry, pharmacological activities and therapeutic applications*	Revisión narrativa	Propiedades terapéuticas de Calendula officinalis	Se sistematiza la evidencia fitoquímica y biológica de la caléndula, describiendo actividades antiinflamatorias, antioxidantes y antimicrobianas reportadas en modelos experimentales.
8	(Alammar et al., 2019)	*Peppermint oil for the treatment of irritable bowel syndrome: A systematic review and meta-analysis*	Revisión sistemática y metaanálisis	Mentha piperita y síndrome de intestino irritable	El metaanálisis mostró una reducción significativa del dolor abdominal y la distensión en pacientes con SII tratados con Mentha piperita, con eventos adversos mayoritariamente leves.

9	(Hirata et al., 2025)	*Investigating the health potential of Mentha species against gastrointestinal disorders*	Revisión sistemática	Mentha y trastornos gastrointestinales	Se analizaron ensayos clínicos en trastornos gastrointestinales funcionales, observándose mejoría del dolor abdominal, distensión y malestar digestivo, con heterogeneidad metodológica entre estudios.
10	(Mahendran & Rahman, 2020)	*Ethnomedicinal, phytochemical and pharmacological updates on peppermint (Mentha × piperita L.) A review*	Revisión narrativa	Fitoquímica y actividades digestivas de *Mentha piperita*	Se describió de manera sistemática la composición fitoquímica de *Mentha piperita*, destacando compuestos como mentol, mentona, isomentona, limoneno y ácido rosmarínico. Los estudios analizados reportaron actividades antioxidantes, antiinflamatorias y antiespasmódicas, así como efectos asociados a la motilidad gastrointestinal y a procesos inflamatorios, organizando los hallazgos según el tipo de modelo experimental utilizado.
11	(Lubis et al., 2020)	*Effect of Hibiscus sabdariffa extract on experimental colitis: A systematic review and meta-analysis*	Revisión sistemática y metaanálisis	Hibiscus sabdariffa e inflamación intestinal	Se reporta reducción significativa de marcadores inflamatorios, estrés oxidativo y daño histológico intestinal en modelos experimentales de colitis.
12	(Diez-Echave et al., 2020)	*Prebiotic potential of Hibiscus sabdariffa extracts evaluated in vivo*	Estudio experimental in vivo	Hibiscus sabdariffa y efecto prebiótico	La administración del extracto vegetal produjo cambios en la microbiota intestinal compatibles con un efecto prebiótico, descritos de manera objetiva.
13	(Majdoub et al., 2021)	*Stability and bioaccessibility of Hibiscus sabdariffa polyphenols during*	Estudio experimental in vitro	Polifenoles de Hibiscus sabdariffa	Se observó conservación parcial de la actividad antioxidante de los polifenoles tras la digestión gastrointestinal simulada.

		simulated gastrointestinal digestion			
14	(Sáyago-Ayerdi et al., 2021)	*Colonic fermentation of Hibiscus sabdariffa compounds using a dynamic in vitro human colon model*	Estudio experimental in vitro	Fermentación colónica de Hibiscus sabdariffa	Se documentó la bioconversión de polifenoles y frutanos por la microbiota intestinal con formación de ácidos orgánicos y otros metabolitos.

Nota. Elaboración propia con base en(Alammar et al., 2019; Cani, 2018; Clemente et al., 2018; Colombo et al., 2015; Diez-Echave et al., 2020; Fiorda et al., 2017; Hirata et al., 2025; Lubis et al., 2020; Mahendran & Rahman, 2020; Majdoub et al., 2021; Moretti et al., 2022; Sáyago-Ayerdi et al., 2021; Shahane et al., 2023)

Resultados de la revisión bibliográfica

De acuerdo con el proceso de identificación, cribado, elegibilidad e inclusión descrito en el diagrama PRISMA, se seleccionaron 14 estudios para la revisión bibliográfica final. Estos estudios fueron publicados entre los años 2015 y 2025 y corresponden a revisiones sistemáticas, metaanálisis, revisiones narrativas relevantes y estudios experimentales, enfocados en el kéfir de agua, la microbiota intestinal y el uso de plantas medicinales con potencial funcional digestivo, específicamente Calendula officinalis, Mentha piperita y Hibiscus sabdariffa.

El primer estudio, realizado por Fiorda et al., (2017), consistió en una revisión narrativa exhaustiva sobre los aspectos microbiológicos, bioquímicos y funcionales del kéfir de agua. Los autores describen de talladamente la composición de los granos de kéfir de agua, conformados por una matriz polisacárida que alberga bacterias ácido lácticas, bacterias ácido acéticas y diversas especies de levaduras. El estudio reporta que durante la fermentación de soluciones azucaradas se produce ácido láctico, ácido acético, etanol, dióxido de carbono y exopolisacáridos, particularmente dextrano. Asimismo, se documenta que la interacción simbiótica entre los microorganismos es fundamental para la estabilidad del fermentado, manteniéndose un equilibrio microbiano que no se ve comprometido bajo condiciones adecuadas de fermentación.

El segundo estudio, desarrollado por Moretti et al., (2022), corresponde a una revisión narrativa integradora que analizó estudios in vitro, in vivo y en humanos sobre el kéfir de agua como bebida fermentada no láctea con microorganismos potencialmente probióticos. Los autores evaluaron estudios in vitro, modelos animales y ensayos en humanos, describiendo la variabilidad microbiana del kéfir de agua y su dependencia de factores como el sustrato, la temperatura y el tiempo de fermentación. Los resultados indican que, a pesar de esta variabilidad, el producto mantiene características

fermentativas estables y una microbiota funcional. Además, se detallan aspectos relacionados con la seguridad alimentaria, la ausencia de patógenos cuando el proceso es controlado y el potencial del kéfir de agua como matriz para el desarrollo de bebidas funcionales no lácteas.

El tercer estudio, desarrollado por Clemente et al., (2018), correspondió a una revisión narrativa enfocada en la interacción entre la dieta, la microbiota intestinal y la salud del huésped. Los autores describen cómo la composición de la microbiota intestinal puede verse influenciada por componentes dietéticos específicos y cómo estos cambios se asocian con modificaciones en la función intestinal. Los resultados recopilados muestran que la microbiota intestinal desempeña un papel clave en procesos metabólicos, inmunológicos y de integridad de la barrera intestinal. El estudio presenta una síntesis detallada de los mecanismos mediante los cuales los alimentos funcionales y fermentados pueden influir en la composición y actividad de la microbiota, aportando un marco conceptual relevante para el enfoque de salud intestinal.

El cuarto estudio, realizado por (Cani, 2018), correspondió a una revisión narrativa centrada en la relación entre microbiota intestinal e inflamación de bajo grado. Los resultados describen que alteraciones en la composición y función de la microbiota se asocian con procesos inflamatorios crónicos, los cuales pueden impactar la salud intestinal y metabólica. El autor detalla cómo la disbiosis intestinal se ha vinculado con un aumento de la permeabilidad intestinal y la activación de vías inflamatorias. Asimismo, se describen mecanismos a través de los cuales la modulación de la microbiota puede influir en la respuesta inflamatoria del organismo.

El quinto estudio, desarrollado por (Camilleri, 2019b), correspondió a una revisión narrativa que abordó de manera exhaustiva la integridad de la barrera intestinal y el

fenómeno del aumento de la permeabilidad intestinal. Los resultados descritos muestran que la barrera intestinal está compuesta por un sistema altamente regulado de uniones estrechas entre células epiteliales, cuya alteración permite el paso no selectivo de componentes luminales. El estudio documenta que este aumento de la permeabilidad se ha observado en múltiples trastornos gastrointestinales y metabólicos, destacando la relevancia del mantenimiento de la integridad mucosa como componente esencial de la salud digestiva.

El sexto estudio, realizado por (Colombo et al., 2015), evaluó el efecto antiinflamatorio de extractos lipofílicos de *Calendula officinalis* en un modelo experimental in vitro utilizando células epiteliales gástricas humanas. Los autores analizaron la capacidad del extracto y sus fracciones bio-guiadas para inhibir la activación transcripcional dependiente de NF-κB, una vía central en la respuesta inflamatoria de la mucosa gástrica. Los resultados mostraron una inhibición significativa de la transcripción mediada por NF-κB, identificándose compuestos (principalmente triterpenos y fracciones activas) que contribuyeron al efecto observado. En conjunto, el estudio aporta evidencia mecanística en epitelio gástrico humano que respalda el potencial de la caléndula para modular procesos inflamatorios asociados a mucosa gastrointestinal.

El séptimo estudio, desarrollado por (Shahane et al., 2023) ,corresponde a una revisión narrativa actualizada sobre las propiedades terapéuticas de Calendula officinalis. Los autores describen de manera detallada la composición fitoquímica de la planta, incluyendo flavonoides, carotenoides, triterpenos y aceites esenciales. Los resultados sintetizados muestran que estos compuestos han sido evaluados en diversos modelos experimentales, donde se han reportado actividades antiinflamatorias, antioxidantes y antimicrobianas. El estudio sistematiza la evidencia disponible sin establecer inferencias

causales, proporcionando una base descriptiva amplia sobre las propiedades biológicas reportadas para la caléndula.

El octavo estudio, correspondiente a Alammar et al., (2019), consistió en una revisión sistemática y metaanálisis que evaluó la eficacia del aceite de Mentha piperita en pacientes diagnosticados con síndrome de intestino irritable. Este estudio fue incluido en la presente revisión bibliográfica por aportar evidencia clínica sólida sobre la funcionalidad digestiva de la menta, uno de los componentes vegetales incorporados en la bebida fermentada desarrollada en esta investigación.

Aunque el estudio no evaluó directamente el kéfir de agua como matriz fermentada, sus resultados respaldan el uso de Mentha piperita como ingrediente funcional con efectos comprobados sobre la motilidad gastrointestinal y el alivio de síntomas digestivos, lo que justifica su inclusión como componente bioactivo dentro de una bebida fermentada orientada a la salud intestinal.

Los resultados del metaanálisis mostraron que los pacientes tratados con aceite de *Mentha piperita* presentaron una mejoría significativa de los síntomas gastrointestinales en comparación con los grupos placebo. De manera específica, se reportó una reducción del dolor abdominal y de la distensión en la mayoría de los ensayos analizados. Además, los autores describieron la frecuencia y tipo de eventos adversos reportados, los cuales fueron mayoritariamente leves y transitorios, sin que se documentaran efectos adversos graves asociados al tratamiento.

En el noveno estudio, descrito por Hirata et al., (2025), se realizó una revisión sistemática enfocada en el uso de especies de Mentha en el manejo de trastornos gastrointestinales. Los autores analizaron ensayos clínicos en pacientes con trastornos gastrointestinales funcionales, incluyendo síndrome de intestino irritable, dispepsia

funcional y dolor abdominal funcional, donde se evaluaron preparados a base de Mentha en diferentes formulaciones. En conjunto, los estudios incluidos reportaron una reducción del dolor abdominal, mejoría de síntomas como distensión y malestar digestivo, y mantenimiento del beneficio durante el periodo de intervención en varios ensayos, aunque los autores señalan heterogeneidad metodológica y la necesidad de más estudios clínicos confirmatorios.

El décimo estudio, desarrollado por Mahendran & Rahman, (2020), correspondió a una revisión narrativa que fue incluida en esta revisión bibliográfica por abordar de forma integral la fitoquímica y las actividades farmacológicas de especies del género *Mentha*, con énfasis en *Mentha piperita* y su relación con procesos digestivos y gastrointestinales. Los autores analizaron estudios experimentales y preclínicos que evaluaron tanto extractos como preparados derivados de la planta, proporcionando información relevante para la contextualización funcional de la menta en el desarrollo del producto propuesto.

En esta revisión se describió detalladamente la composición química de *Mentha piperita*, destacando compuestos como mentol, mentona, isomentona, limoneno y ácido rosmarínico. Los resultados recopilados mostraron que estos compuestos han sido evaluados en diversos modelos experimentales, donde se reportaron actividades antioxidantes, antiinflamatorias y antiespasmódicas.

Además, el estudio presentó resultados relacionados con la evaluación de la menta en modelos asociados a la motilidad gastrointestinal y a procesos inflamatorios, organizando los hallazgos disponibles según el tipo de modelo experimental utilizado y proporcionando una descripción amplia y sistemática de los efectos observados.

El undécimo estudio, elaborado por Lubis et al., (2020), correspondió a una revisión sistemática y metaanálisis que evaluó los efectos del extracto de *Hibiscus sabdariffa* sobre la inflamación intestinal y el estrés oxidativo en modelos experimentales de colitis. Los autores incluyeron estudios preclínicos que utilizaron diferentes métodos de inducción de colitis en modelos animales.

Las variables evaluadas de Lubis et al., (2020), incluyeron marcadores histológicos de daño intestinal, niveles de mediadores inflamatorios y parámetros asociados al estrés oxidativo. Los resultados del análisis cuantitativo mostraron que los grupos tratados con extracto de hibiscus presentaron una reducción significativa de los marcadores inflamatorios y del daño tisular intestinal en comparación con los grupos control, se reportó una disminución del estrés oxidativo y una mejor preservación de la arquitectura de la mucosa intestinal en los modelos evaluados. Los autores describieron estos hallazgos de manera consistente en los diferentes estudios incluidos en el metaanálisis.

En el duodécimo estudio realizado por (Diez-Echave et al., 2020), correspondió a un estudio experimental in vivo que evaluaron las propiedades prebióticas del extracto de *Hibiscus sabdariffa* mediante un estudio experimental en modelo animal. Los autores describieron el diseño del estudio, que incluyó la administración controlada del extracto vegetal durante un período determinado. Se evaluaron parámetros relacionados con el entorno intestinal, incluyendo cambios observados en la microbiota intestinal y en variables metabólicas asociadas. Los resultados reportaron modificaciones compatibles con un efecto prebiótico, evidenciadas por cambios en el ecosistema intestinal del modelo estudiado. Los autores describieron estos cambios de manera objetiva, sin establecer relaciones causales adicionales.

El decimotercer estudio, desarrollado por (Majdoub et al., 2021) es un estudio experimental in vitro que evaluó la digestibilidad y la estabilidad de la actividad antioxidante de los polifenoles de *Hibiscus sabdariffa* mediante un modelo de digestión gastrointestinal simulada in vitro. El estudio incluyó la simulación de las fases gástrica e intestinal del proceso digestivo. Durante el proceso digestivo, los compuestos fenólicos sufrieron transformaciones químicas propias del ambiente gastrointestinal. No obstante, se observó que una proporción relevante de estos compuestos conservó su actividad antioxidante en la fase intestinal. Asimismo, se describieron cambios en la concentración y perfil de los polifenoles a lo largo de las diferentes fases del modelo de digestión.

Finalmente, el decimocuarto estudio realizado por (Sáyago-Ayerdi et al., 2021). correspondió a un estudio experimental in vitro utilizando un modelo dinámico del colon humano para evaluar la bioconversión de compuestos presentes en *Hibiscus sabdariffa* por la microbiota intestinal. El modelo permitió simular las condiciones fisiológicas del colon humano y analizar la fermentación colónica de los compuestos bioactivos. También que los polifenoles y frutanos presentes en el hibiscus fueron metabolizados por la microbiota intestinal, dando lugar a la formación de ácidos orgánicos y otros metabolitos. Los autores describieron los cambios metabólicos observados durante el proceso de fermentación colónica simulada, documentando la dinámica de transformación de los compuestos bioactivos en el entorno intestinal.

Resultado elaboración del producto

La bebida fermentada desarrollada a base de kéfir de agua con la incorporación de caléndula (Calendula officinalis), menta (Mentha piperita) y flor de jamaica (Hibiscus sabdariffa) presentó características organolépticas definidas y estables al finalizar el proceso de fermentación. El producto mostró un color rojo rubí translúcido,

característico de la flor de jamaica, con ligeros matices ámbar. El aroma fue fresco y herbal, predominando notas de menta con un fondo ácido suave propio del proceso fermentativo. En cuanto al sabor, se identificó un perfil ligeramente ácido y refrescante, equilibrado, sin presencia de sabores extraños o indeseables. La textura fue líquida, homogénea y con ligera efervescencia natural, característica del kéfir de agua, sin formación de sedimentos anormales.

Durante la elaboración no se observaron signos visibles de contaminación, sobrefermentación ni alteraciones que comprometieran la estabilidad del producto. El cultivo simbiótico mantuvo su integridad estructural y viabilidad durante todo el proceso fermentativo. La bebida final fue envasada en recipientes de vidrio adecuados para su conservación. El diseño del logotipo y la etiqueta nutricional correspondientes al producto elaborado se presentan en los anexos respectivos.

FIGURA 9. *RESULTADO FINAL PRODUCTO (ENVASADO)*



Fuente: Autora (Manzano J, 2025).

Resultados de la elaboración de la etiqueta nutricional

La elaboración de la etiqueta nutricional de la bebida fermentada a base de kéfir de agua con caléndula, menta y flor de jamaica se realizó a partir de una estimación nutricional teórica, considerando la formulación final del producto, el volumen de porción establecido (240 mL) y la información reportada en la literatura científica sobre la composición del kéfir de agua y bebidas fermentadas no lácteas similares.

Para el cálculo del valor energético, se consideró que el principal aporte calórico del producto proviene de los carbohidratos residuales, derivados del sustrato azucarado (panela) que no fue completamente metabolizado durante el proceso de fermentación. Dado que la bebida no contiene grasas añadidas ni un aporte significativo de proteínas, el contenido energético se estimó aplicando el factor de conversión estándar de 4 kcal por gramo de carbohidrato, lo que dio como resultado un aporte aproximado de 16–18 kcal por porción.

El contenido de proteínas y grasas se consideró insignificante, debido a la naturaleza acuosa y vegetal del producto, mientras que la fibra dietética se estimó en cantidades bajas, asociadas principalmente a compuestos vegetales y exopolisacáridos generados durante la fermentación. Los valores de sodio y potasio se estimaron considerando la mineralización natural aportada por el agua, la panela y el metabolismo microbiano del cultivo simbiótico.

La información nutricional obtenida fue utilizada para el diseño de la etiqueta incluida en el material educativo (tríptico), manteniendo coherencia entre la formulación del producto, los resultados fisicoquímicos obtenidos y las recomendaciones nutricionales vigentes. Cabe destacar que los valores presentados corresponden a estimaciones nutricionales, ya que no se realizaron análisis bromatológicos de laboratorio.

Tabla 38. Resultados de la elaboración de la etiqueta nutricional de la bebida fermentada de kéfir de agua con caléndula, menta y flor de jamaica (por porción de 240 mL)

Componente	Cantidad estimada	Unidad
Energía	16 – 18	kcal
Carbohidratos totales	4.0 – 4.5	g
Azúcares residuales	2.5 – 3.0	g
Proteínas	0.1 – 0.2	g
Grasas	0	g
Fibra dietética	0.3 – 0.5	g
Sodio	< 10	mg
Potasio	30 – 45	mg

Nota: Valores nutricionales estimados a partir de la composición del kéfir de agua fermentado con panela y plantas medicinales. No corresponden a análisis bromatológicos de laboratorio.

TABLA 39. *RESULTADOS FISICOQUÍMICOS*

Análisis	Equipo/materiales	Resultados	Observaciones
Grados Brix	Refractómetro	1° Brix	Esto indica que el producto tiene una baja concentración de azúcares residuales post-fermentación.
Ph	pH-metro	5.94	Medio ácido; el pH se mantiene dentro de un rango seguro para el consumo y es propio de bebidas fermentadas.
Microbiológico	Microscopio, Agar de nutrientes, Estufa	- No se observaron residuos de coliformes (heces fecales). - Colonias de *Escherichia coli* no patógenas. - < 5% UFC (unidades formadoras de colonias).	La bebida fermentada no presenta contaminación microbiana patógena. Se puede consumir de forma segura.

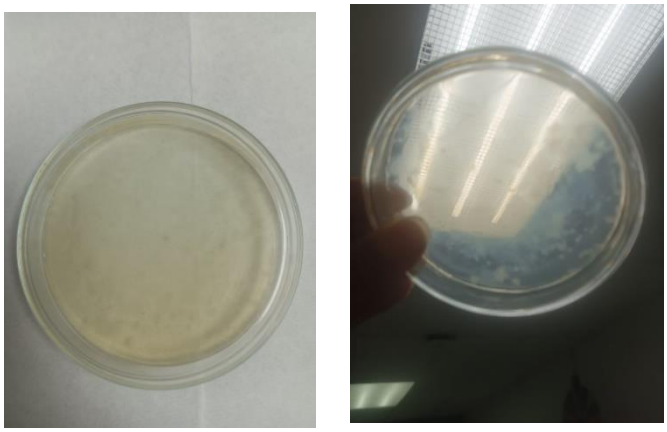
Elaborado: Autora (Manzano J. 2025) Fuente: (Cepeda T. 2025).

FIGURA 10. Resultados pH y Resultados grados brix



Fuente: Autora (Manzano J. 2025).

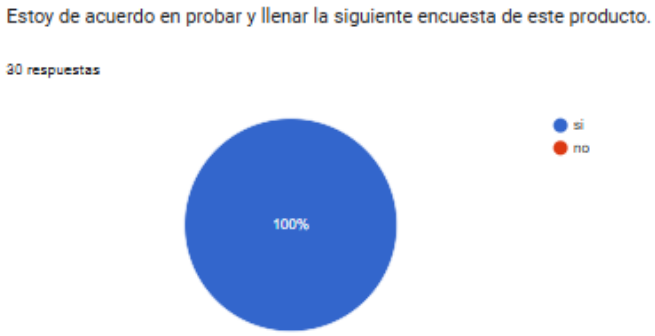
FIGURA 11. *RESULTADOS ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO*



Fuente: Autora (Manzano J. 2025).

Resultado encuesta hedónica

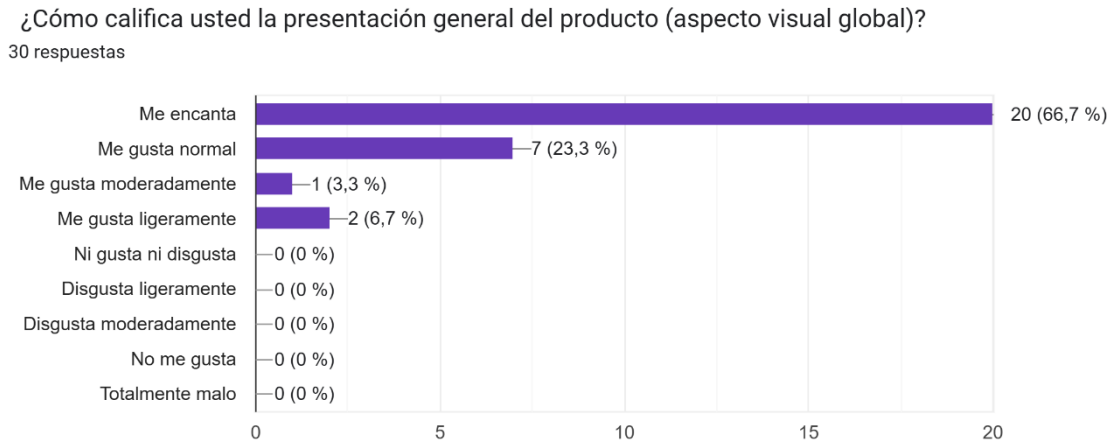
FIGURA 12. PRIMERA PREGUNTA



Fuente: Elaborado por la autora (Manzano J. 2025).

Las 30 personas que contestaron la encuesta estuvieron de acuerdo en probar el producto y llenar la encuesta.

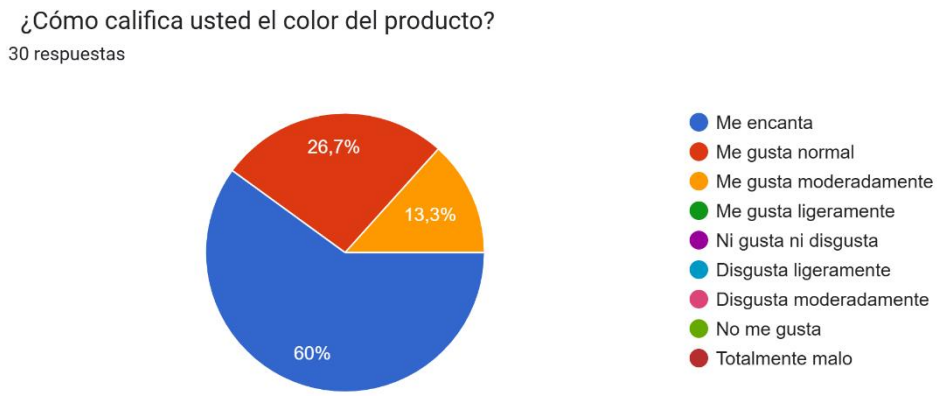
FIGURA 13. APARIENCIA



Fuente: Elaborado por la autora (Manzano J. 2025).

Acorde a la evaluación sensorial realizada a 30 participantes, se evidenció una alta aceptación de la presentación general del producto. El 66,7 % de los evaluadores (20 personas) calificó este atributo como *"me encanta"*, mientras que el 23,3 % (7 personas) indicó *"me gusta normal"*. Un porcentaje menor de participantes manifestó niveles de agrado intermedios, correspondiendo el 3,3 % (1 persona) a la categoría *"me gusta moderadamente"* y el 6,7 % (2 personas) a *"me gusta ligeramente"*. No se registraron respuestas en las categorías neutrales ni en las de desagrado, lo que indica una aceptación ampliamente positiva de la presentación visual del producto por parte de los panelistas.

FIGURA 14. *COLOR*

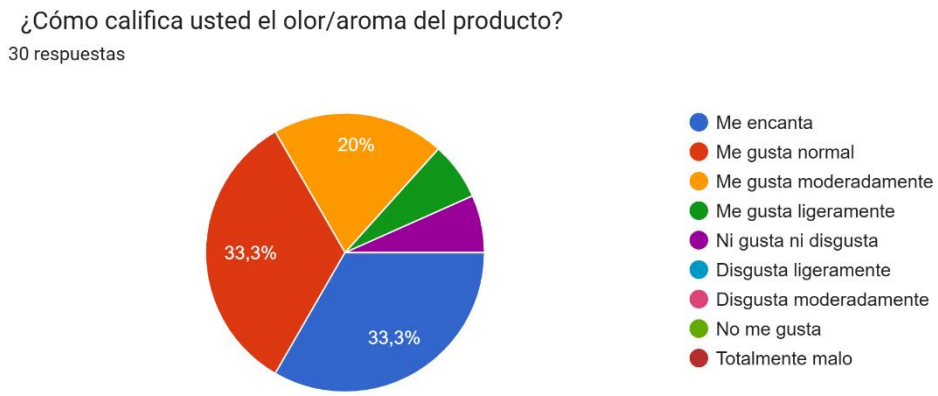


Fuente: Elaborado por la autora (Manzano J. 2025).

Acorde a la evaluación sensorial del color del producto, se evidenció una alta aceptación por parte de los participantes. El 60 % de los evaluadores (18 personas) calificó el color como “me encanta”, mientras que el 26,7 % (8 personas) indicó “me gusta normal”. Un 13,3 % (4 personas) manifestó que “me gusta moderadamente”. No se registraron respuestas en las categorías de agrado leve, neutral ni en las de desagrado, lo que refleja una percepción ampliamente positiva del color del producto.

Más de la mitad de los participantes mostró una alta aceptación del color de la bebida, el cual se caracteriza por un tono rojo rubí translúcido, atribuido principalmente a la incorporación de la flor de jamaica. Este color fue percibido como natural, atractivo y acorde con una bebida fermentada refrescante, lo que contribuyó favorablemente a la aceptación visual del producto.

FIGURA 15. *OLOR*



Fuente: Elaborado por la autora (Manzano J. 2025).

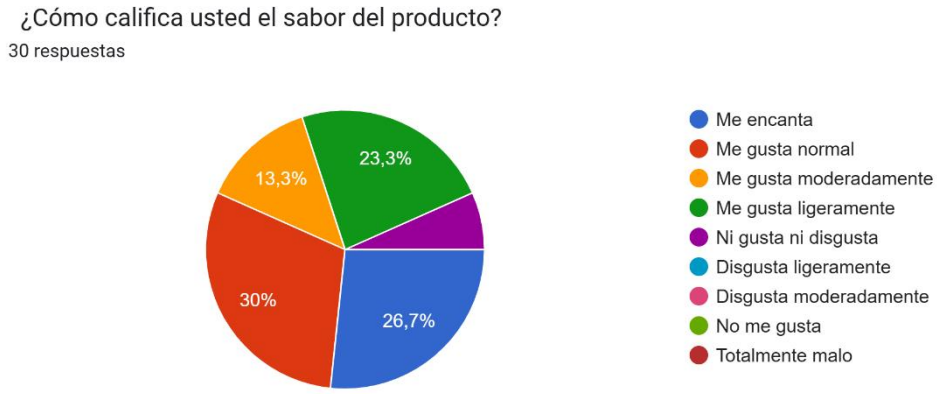
Acorde a la evaluación sensorial del olor/aroma del producto, se observó una aceptación mayoritariamente positiva por parte de los participantes. El 33,3 % de los evaluadores (10 personas) calificó este atributo como “me encanta”, mientras que otro 33,3 % (10 personas) indicó “me gusta normal”. Adicionalmente, el 20 % de los participantes (6 personas) manifestó que el aroma “me gusta moderadamente”. Un porcentaje menor, correspondiente al 6,7 % (2 personas), señaló que “me gusta ligeramente”, y el 6,7 % (2 personas) expresó una percepción neutra, indicando que “ni les gusta ni les disgusta”. No se registraron respuestas en las categorías de desagrado.

En conjunto, más de dos tercios de los participantes presentaron una alta aceptación del aroma del producto, el cual fue percibido como fresco y agradable. Esta valoración positiva puede asociarse a la presencia de notas herbales aportadas por la menta y matices florales suaves provenientes de la caléndula, que contribuyen a una sensación de naturalidad y frescura característica de bebidas fermentadas.

Las respuestas correspondientes a niveles de agrado ligero o percepción neutra podrían estar relacionadas con preferencias individuales o con una menor familiaridad con

aromas fermentados suaves, así como con la sensibilidad personal frente a notas ligeramente ácidas propias del proceso fermentativo. Sin embargo, la ausencia de respuestas negativas indica que el aroma del producto resultó aceptable para la totalidad de los evaluadores.

FIGURA 16. *SABOR*



Fuente: Elaborado por la autora (Manzano J. 2025).

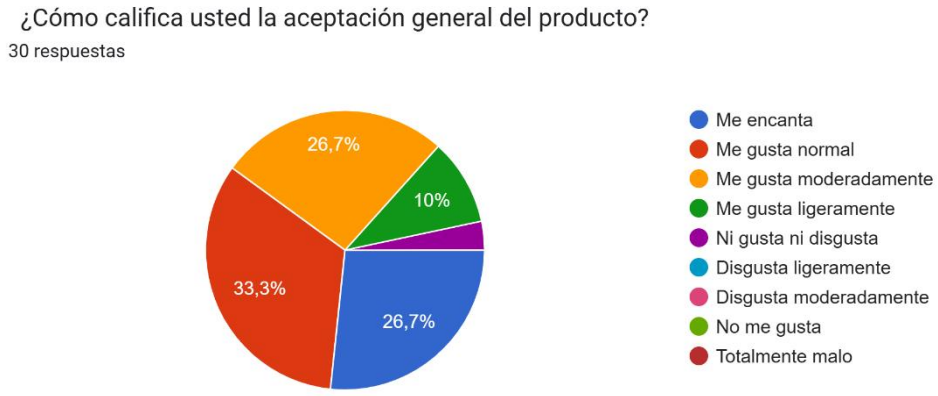
Acorde a la evaluación sensorial del sabor del producto, se evidenció una aceptación mayoritariamente positiva por parte de los participantes. El 30 % de los evaluadores (9 personas) calificó este atributo como “me gusta normal”, mientras que el 26,7 % (8 personas) indicó “me encanta”. Asimismo, el 13,3 % de los participantes (4 personas) manifestó que el sabor “me gusta moderadamente” y el 23,3 % (7 personas) señaló que “me gusta ligeramente”. Un porcentaje menor, correspondiente al 6,7 % (2 personas), expresó una percepción neutra, indicando que “ni les gusta ni les disgusta”. No se registraron respuestas en las categorías de desagrado.

En conjunto, 28 de los 30 participantes manifestaron algún grado de agrado hacia el sabor del producto, lo que indica una buena aceptación sensorial. El perfil de sabor fue percibido como refrescante y equilibrado, destacándose la combinación entre la acidez

suave propia del kéfir de agua, las notas herbales de la menta y el aporte característico de la flor de jamaica, lo que dio lugar a una experiencia sensorial armoniosa y distintiva para la mayoría de los evaluadores.

Las respuestas correspondientes a niveles de agrado ligero o percepción neutra podrían estar relacionadas con preferencias personales y con una menor familiaridad con bebidas fermentadas, particularmente aquellas con notas ácidas y herbales. Estas diferencias en la percepción no representan un rechazo del producto, sino variaciones individuales en los hábitos y expectativas de consumo frente a bebidas funcionales fermentadas.

FIGURA 17. *RESULTADOS FINALES*



Fuente: Elaborado por la autora (Manzano J. 2025).

Con base en la evaluación sensorial realizada a 30 participantes, se observó que la mayoría presentó una aceptación positiva del producto. El 26,7 % (8 personas) indicó que les encanta el producto, mientras que el 33,3 % (10 personas) manifestó que les gusta normal. Asimismo, el 26,7 % (8 personas) señaló una aceptación intermedia, calificándolo como “me gusta moderadamente”. Por otro lado, el 10 % (3 personas)

expresó que les gusta ligeramente y solo el 3,3 % (1 persona) indicó una respuesta neutra (“ni le gusta ni le disgusta”). No se registraron calificaciones negativas como “no me gusta” o “totalmente malo”.

En términos generales, 29 de los 30 evaluadores manifestaron algún grado de agrado hacia el producto, lo que evidencia una buena aceptación sensorial global. Este resultado sugiere que la bebida fermentada fue percibida favorablemente por la mayoría de los participantes, destacándose como una alternativa atractiva dentro de las bebidas funcionales elaboradas a base de kéfir de agua, caléndula, menta y flor de jamaica

Resultado tríptico

La elaboración de la bebida fermentada funcional se realizó a partir de un cultivo activo de kéfir de agua, utilizando como sustrato una solución acuosa endulzada con panela, la cual permitió el desarrollo del consorcio microbiano característico del kéfir. Este consorcio está conformado por bacterias ácido lácticas, bacterias ácido acéticas y levaduras, organizadas en una matriz polisacárida, cuya actividad metabólica da lugar a la producción de ácidos orgánicos, dióxido de carbono y exopolisacáridos durante el proceso fermentativo, tal como ha sido descrito en la literatura científica para este tipo de fermentados no lácteos El proceso de fermentación se llevó a cabo bajo condiciones controladas de tiempo y temperatura, permitiendo alcanzar un pH final inferior a 4.5, valor considerado adecuado para la estabilidad microbiológica del producto y su seguridad sanitaria. La disminución del pH y la reducción progresiva del contenido de azúcares fermentables evidencian la actividad metabólica del cultivo y coinciden con los parámetros reportados para bebidas fermentadas a base de kéfir de agua. Una vez finalizada la fermentación primaria, la bebida fue enriquecida con extractos de Calendula officinalis, Hibiscus sabdariffa y Mentha piperita, seleccionados por su complementariedad funcional y sensorial. La incorporación de estas plantas medicinales

permitió aportar compuestos bioactivos como flavonoides, triterpenos, carotenoides, antocianinas y polifenoles, los cuales han sido ampliamente documentados por su potencial antioxidante, antiinflamatorio y digestivo en estudios previos. El producto final se estandarizó en una porción de 240 ml, caracterizándose por un bajo aporte calórico, ausencia de grasas y proteínas significativas, y presencia de carbohidratos residuales derivados del proceso fermentativo. Asimismo, se identificó la presencia de componentes bioactivos propios de la fermentación, como ácidos orgánicos y exopolisacáridos, que contribuyen al perfil funcional de la bebida. La formulación obtenida mostró adecuada aceptabilidad sensorial, estabilidad del cultivo y características organolépticas consistentes con una bebida fermentada refrescante, ligeramente ácida y efervescente.

Visualizar el tríptico final en ANEXOS Figura 18.

Discusión

La presente tesis tuvo como objetivo desarrollar una bebida fermentada no láctea a base de kéfir de agua enriquecida con Calendula officinalis, Mentha piperita y Hibiscus sabdariffa, y analizar su comportamiento fisicoquímico, características sensoriales y viabilidad como producto funcional orientado a la salud intestinal, sustentando su formulación mediante una revisión bibliográfica de estudios publicados entre 2015 y 2025. A partir del proceso PRISMA, se seleccionaron 14 estudios relevantes que permitieron contrastar los resultados obtenidos en el presente trabajo con la evidencia científica disponible, especialmente en relación con el proceso fermentativo, la estabilidad del producto y el aporte funcional teórico de sus componentes.

En relación con la matriz fermentada utilizada, diversos estudios han descrito que el kéfir de agua es una bebida fermentada no láctea caracterizada por un consorcio simbiótico de bacterias ácido lácticas, bacterias ácido acéticas y levaduras, organizadas en una matriz polisacárida, cuya actividad metabólica da lugar a la producción de ácidos orgánicos, dióxido de carbono, etanol residual y exopolisacáridos(Fiorda et al., 2017; Moretti et al., 2022). Los resultados obtenidos en la presente investigación concuerdan con estos reportes, ya que se observó una disminución progresiva de los azúcares fermentables, acompañada de cambios en pH y acidez, patrones similares a los descritos en fermentaciones controladas de kéfir de agua reportadas en la literatura. Esto confirma que el proceso aplicado fue tecnológicamente viable y comparable con otros estudios previos (Fiorda et al., 2017).

Desde un enfoque fisiopatológico, la literatura señala que la disbiosis intestinal y la alteración de la barrera epitelial se asocian con inflamación de bajo grado y síntomas gastrointestinales funcionales (Camilleri, 2019a; Cani, 2018; Clemente et al., 2018). Si bien el presente estudio no evaluó parámetros clínicos ni biomarcadores intestinales, los

resultados fisicoquímicos obtenidos permiten inferir que la bebida desarrollada mantiene condiciones fermentativas similares a aquellas descritas como potencialmente beneficiosas en otros estudios. En este sentido, los hallazgos del presente trabajo no contradicen, sino que se alinean con los mecanismos fisiológicos propuestos en la literatura, aunque sin establecer causalidad clínica directa.

En cuanto a la incorporación de Calendula officinalis, estudios experimentales previos han demostrado que sus extractos poseen actividad antiinflamatoria y antioxidante, principalmente mediante la modulación de vías como NF-κB en modelos in vitro (Colombo et al., 2015; Shahane et al., 2023). En el presente estudio, la caléndula no fue evaluada mediante marcadores bioquímicos, pero su incorporación no afectó negativamente la fermentación ni la aceptación sensorial del producto, lo cual coincide con lo reportado en investigaciones donde extractos vegetales compatibles no alteran la viabilidad del fermento. Así, los resultados obtenidos respaldan indirectamente su inclusión funcional, aunque se reconoce la necesidad de estudios específicos para confirmar su efecto fisiológico en humanos.

Con relación a la Mentha piperita, la evidencia clínica disponible es más consistente, especialmente en el manejo de síntomas del síndrome de intestino irritable, donde se ha reportado reducción del dolor abdominal y la distensión (Alammar et al., 2019; Hirata et al., 2025). En contraste, en esta investigación la menta fue incorporada únicamente como componente botánico de una matriz fermentada, por lo que los beneficios descritos en la literatura deben interpretarse como respaldo teórico. No obstante, la buena aceptación sensorial del producto coincide con estudios que señalan que el aroma y sabor de la menta favorecen la aceptabilidad de bebidas funcionales fermentadas, lo que representa un aporte práctico del presente trabajo.

En relación con Hibiscus sabdariffa, múltiples estudios experimentales y metaanálisis reportan efectos antioxidantes, antiinflamatorios y posibles propiedades prebióticas (Diez-Echave et al., 2020; Lubis et al., 2020; Majdoub et al., 2021). Los resultados sensoriales y fisicoquímicos obtenidos en esta tesis son coherentes con dichos reportes, ya que la flor de jamaica aportó acidez moderada, color atractivo y estabilidad del producto, sin interferir con el proceso fermentativo. Esto coincide con estudios que describen la compatibilidad del hibiscus con matrices fermentadas tradicionales (Tamang et al., 2016).

No obstante, al igual que en varios de los estudios revisados, la presente investigación presenta limitaciones inherentes a su diseño. La ausencia de análisis microbiológicos específicos, cuantificación de compuestos bioactivos y evaluación clínica en humanos limita la comparación directa con estudios experimentales más avanzados, por lo que los resultados deben interpretarse principalmente desde un enfoque tecnológico, sensorial y de factibilidad.

A pesar de estas limitaciones, la principal fortaleza del presente estudio radica en la coherencia entre los resultados obtenidos y la evidencia científica revisada. La bebida desarrollada mostró un comportamiento fermentativo, un perfil sensorial y una estabilidad compatibles con lo descrito en estudios previos sobre kéfir de agua y bebidas fermentadas no lácteas. En este sentido, el trabajo no pretende demostrar efectos terapéuticos, sino aportar evidencia aplicada que respalde la viabilidad de integrar plantas medicinales en una matriz fermentada funcional.

Finalmente, los resultados y su discusión permiten concluir que la bebida fermentada a base de kéfir de agua enriquecida con Calendula officinalis, Mentha piperita y Hibiscus sabdariffa se encuentra en concordancia con la literatura científica disponible,

constituyendo una propuesta tecnológicamente viable, sensorialmente aceptable y científicamente fundamentada, que sienta las bases para futuras investigaciones con diseños analíticos y clínicos más robustos.

Conclusiones

La presente investigación permitió integrar de manera sistemática evidencia científica actual con el desarrollo experimental de una bebida fermentada funcional a base de kéfir de agua, enriquecida con caléndula (Calendula officinalis), menta (Mentha piperita) y flor de jamaica (Hibiscus sabdariffa), aportando conocimiento relevante en el ámbito de los alimentos fermentados no lácteos y su potencial aplicación en la salud intestinal. A partir de la revisión bibliográfica realizada, que incluyó 14 artículos científicos provenientes de bases de datos reconocidas como PubMed, Scopus, Scielo y Google Scholar, se evidenció que el kéfir de agua constituye una matriz fermentada de creciente interés científico, caracterizada por una comunidad microbiana compleja y por la generación de metabolitos derivados del proceso fermentativo, tales como ácidos orgánicos y exopolisacáridos, los cuales han sido asociados en la literatura con efectos potenciales sobre el equilibrio intestinal y la funcionalidad digestiva.

La selección de caléndula, menta y flor de jamaica como coingredientes funcionales fue científicamente sustentada a partir de la evidencia disponible sobre su contenido de compuestos bioactivos con actividad antioxidante, antiinflamatoria y digestiva. Si bien el presente estudio no evaluó efectos fisiológicos directos en población humana, los antecedentes revisados permiten concluir que la formulación desarrollada se encuentra alineada con estrategias nutricionales orientadas a la modulación del entorno intestinal, sin atribuirle efectos terapéuticos clínicos.

Desde el punto de vista tecnológico, se logró formular y estandarizar un proceso fermentativo utilizando insumos de fácil acceso y equipamiento básico, lo que demuestra la factibilidad técnica del producto tanto a nivel experimental como para una eventual aplicación artesanal o semiindustrial. La obtención de un producto estable y reproducible constituye un resultado concreto del estudio y responde a la demanda

actual de alimentos funcionales elaborados mediante procesos simples, sostenibles y de bajo costo.

En relación con las características fisicoquímicas, los valores obtenidos de pH (5,94) y sólidos solubles (1 °Brix) evidenciaron un proceso fermentativo controlado, comparable con lo reportado para bebidas fermentadas no lácteas en la literatura científica. Estos parámetros reflejan una utilización parcial de los azúcares disponibles y una producción moderada de ácidos orgánicos, contribuyendo a la estabilidad del producto y a un perfil sensorial equilibrado, sin generar acidez excesiva que limite su aceptación.

El análisis del valor nutricional teórico permitió clasificar a la bebida desarrollada como un producto de bajo aporte calórico (16–18 kcal por 240 ml), lo que representa una ventaja frente a bebidas industrializadas con alto contenido de azúcares añadidos. Este resultado posiciona al producto como una alternativa compatible con patrones de alimentación equilibrados. Asimismo, el establecimiento de lineamientos básicos para el etiquetado nutricional conforme a la normativa ecuatoriana vigente constituye un avance relevante para una posible proyección comercial.

Desde el enfoque microbiológico, la ausencia de microorganismos patógenos evidenció que el producto es apto para el consumo humano bajo condiciones adecuadas de elaboración. No obstante, se concluye de manera crítica que, para una producción a mayor escala, será indispensable la implementación estricta de Buenas Prácticas de Manufactura y controles de calidad adicionales, a fin de garantizar la inocuidad durante el almacenamiento y la distribución.

La evaluación sensorial realizada con 30 catadores no entrenados evidenció una alta aceptación global del producto (83,3 % de respuestas positivas), con una valoración promedio cercana a 8 en la escala hedónica. Los atributos más valorados fueron el color,

el aroma y el sabor equilibrado de la bebida, resultados que son coherentes con lo reportado para otras bebidas fermentadas no lácteas y que refuerzan la viabilidad sensorial de la formulación desarrollada.

En conjunto, los resultados obtenidos permiten concluir que la bebida fermentada de kéfir de agua enriquecida con caléndula, menta y flor de jamaica es viable desde los puntos de vista tecnológico, fisicoquímico, microbiológico, nutricional y sensorial. Sin embargo, se reconoce como limitación del estudio la ausencia de análisis microbiológicos avanzados, cuantificación de compuestos bioactivos y evaluación clínica en humanos, lo cual delimita el alcance de las conclusiones a un nivel experimental y aplicado.

Finalmente, la presente investigación sienta bases sólidas para futuros estudios orientados a profundizar en la caracterización microbiológica del producto, la cuantificación de metabolitos bioactivos y la evaluación de su impacto fisiológico en población humana, contribuyendo al desarrollo científico de bebidas fermentadas no lácteas con potencial funcional.

Recomendaciones

Se recomienda que futuras investigaciones amplíen el análisis microbiológico del producto, incorporando técnicas cuantitativas para la identificación y recuento de bacterias ácido lácticas y levaduras, con el fin de caracterizar de manera más precisa la microbiota presente en la bebida fermentada de kéfir de agua.

Se sugiere realizar estudios de estabilidad y vida útil del producto, evaluando cambios fisicoquímicos, microbiológicos y sensoriales durante el almacenamiento, lo que permitiría determinar el tiempo óptimo de consumo y garantizar la seguridad del producto en condiciones reales de comercialización.

Es recomendable estandarizar el proceso de fermentación, controlando variables como temperatura, tiempo, proporción de granos de kéfir y concentración de los ingredientes vegetales, con el objetivo de mejorar la reproducibilidad del producto y asegurar una calidad constante entre lotes.

Se aconseja que investigaciones posteriores incluyan estudios de intervención en población humana para evaluar de manera directa los posibles efectos del consumo de la bebida fermentada sobre la salud digestiva y otros parámetros fisiológicos, siempre bajo protocolos éticos y metodológicos adecuados.

Se recomienda ampliar la evaluación sensorial incorporando un mayor número de participantes y diferentes grupos etarios, lo que permitiría obtener resultados más representativos y comprender mejor la aceptación del producto en distintos segmentos de la población.

Se sugiere explorar variaciones en la formulación del producto, como ajustes en la concentración de caléndula, menta o flor de jamaica, con el fin de optimizar el perfil

sensorial y adaptar el producto a diferentes preferencias del consumidor sin comprometer sus características fisicoquímicas.

Para una posible producción a mayor escala, se recomienda implementar de manera estricta las Buenas Prácticas de Manufactura y considerar la aplicación de sistemas de control de calidad, que aseguren la inocuidad y estabilidad del producto durante su elaboración, almacenamiento y distribución.

Se aconseja fortalecer el componente de educación nutricional mediante la ampliación y validación del material educativo elaborado, incorporando estrategias didácticas adicionales que faciliten la comprensión de los beneficios del consumo de bebidas fermentadas y promuevan hábitos alimentarios saludables en la población.

Finalmente, se recomienda que el producto desarrollado sea considerado como una alternativa complementaria dentro de una alimentación equilibrada y un estilo de vida saludable, evitando su promoción como sustituto de tratamientos médicos o nutricionales, y fomentando siempre el consumo responsable y consciente.

BIBLIOGRAFÍAS

Agencia Nacional de Regulación, C. y V. S. (2020). *Normativa técnica sanitaria para bebidas no alcohólicas y bebidas fermentadas*.

Alammar, N., Wang, L., Saberi, B., Nanavati, J., Holtmann, G., Shinohara, R. T., & Mullin, G. E. (2019). The impact of peppermint oil on the irritable bowel syndrome: a meta-analysis of the pooled clinical data. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, *19*(1), 21. https://doi.org/10.1186/s12906-018-2409-0

Azizi, N. F., Kumar, M. R., Yeap, S. K., Abdullah, J. O., Khalid, M., Omar, A. R., Osman, Mohd. A., Mortadza, S. A. S., & Alitheen, N. B. (2021). Kefir and Its Biological Activities. *Foods*, *10*(6), 1210. https://doi.org/10.3390/foods10061210

Babaee, N., Moslemi, D., Khalilpour, M., Vejdani, F., Moghadamnia, Y., Bijani, A., Baradaran, M., Kazemi, M. T., Khalilpour, A., Pouramir, M., & Moghadamnia, A. A. (2013). Antioxidant capacity of calendula officinalis flowers extract and prevention of radiation induced oropharyngeal mucositis in patients with head and neck cancers: a randomized controlled clinical study. *DARU Journal of Pharmaceutical Sciences*, *21*(1), 18. https://doi.org/10.1186/2008-2231-21-18

Bengoa, A. A., Iraporda, C., Garrote, G. L., & Abraham, A. G. (2019). Kefir micro-organisms: their role in grain assembly and health properties of fermented milk. *Journal of Applied Microbiology*, *126*(3), 686–700. https://doi.org/10.1111/jam.14107

Berding, K., Vlckova, K., Marx, W., Schellekens, H., Stanton, C., Clarke, G., Jacka, F., Dinan, T. G., & Cryan, J. F. (2021). Diet and the Microbiota–Gut–Brain Axis: Sowing the Seeds of Good Mental Health. *Advances in Nutrition*, *12*(4), 1239–1285. https://doi.org/10.1093/advances/nmaa181

Björmsjö, M., Hernell, O., Lönnerdal, B., & Berglund, S. K. (2020). Reducing Iron Content in Infant Formula from 8 to 2 mg/L Does Not Increase the Risk of Iron Deficiency at 4 or 6 Months of Age: A Randomized Controlled Trial. *Nutrients*, *13*(1), 3. https://doi.org/10.3390/nu13010003

Bouferkas, Y., Haddi, A., Amier, L., Argungu, K., Belkaaloul, K., & Addou, S. (2025). Preventive and curative effects of Calendula officinalis infusion in a dextran sulfate sodium (DSS)-induced colitis model in BALB/c mice. *Archives of Biological Sciences*, *77*(2), 173–184. https://doi.org/10.2298/ABS250418014B

Bourrie, B. C. T., Willing, B. P., & Cotter, P. D. (2016). The Microbiota and Health Promoting Characteristics of the Fermented Beverage Kefir. *Frontiers in Microbiology*, *7*. https://doi.org/10.3389/fmicb.2016.00647

Bozkir, E., Yilmaz, B., Sharma, H., Esatbeyoglu, T., & Ozogul, F. (2024). Challenges in water kefir production and limitations in human consumption: A comprehensive review of current knowledge. En *Heliyon* (Vol. 10, Número 13). Elsevier Ltd. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e33501

Camilleri, M. (2019a). Leaky gut: mechanisms, measurement and clinical implications in humans. *Gut*, *68*(8), 1516–1526. https://doi.org/10.1136/gutjnl-2019-318427

Camilleri, M. (2019b). Leaky gut: mechanisms, measurement and clinical implications in humans. *Gut*, *68*(8), 1516–1526. https://doi.org/10.1136/gutjnl-2019-318427

Cani, P. D. (2018). Human gut microbiome hopes, threats and promises. *Gut*, *67*(9), 1716–1725. https://doi.org/10.1136/gutjnl-2018-316723

Çevik, T., Aydoğdu, N. S., Özdemir, N., & Kök Taş, T. (2019). The Effect of Different Sugars on Water Kefir Grains. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, *7*, 40–45. https://doi.org/10.24925/turjaf.v7isp1.40-45.2687

Clemente, J. C., Manasson, J., & Scher, J. U. (2018). The role of the gut microbiome in systemic inflammatory disease. *BMJ*, j5145. https://doi.org/10.1136/bmj.j5145

Codex Alimentarius Commission. (2020). *General standard for fermented beverages (CODEX STAN 243-2003, amended 2020)*. https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/codex-texts/list-standards/en/

Colombo, E., Sangiovanni, E., D'Ambrosio, M., Bosisio, E., Ciocarlan, A., Fumagalli, M., Guerriero, A., Harghel, P., & Dell'Agli, M. (2015). A Bio-Guided Fractionation to Assess the Inhibitory Activity of *Calendula officinalis* L. on the NF- κ B Driven Transcription in Human Gastric Epithelial Cells. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, *2015*, 1–8. https://doi.org/10.1155/2015/727342

Cryan, J. F., O'Riordan, K. J., Cowan, C. S. M., Sandhu, K. V., Bastiaanssen, T. F. S., Boehme, M., Codagnone, M. G., Cussotto, S., Fulling, C., Golubeva, A. V., Guzzetta, K. E., Jaggar, M., Long-Smith, C. M., Lyte, J. M., Martin, J. A.,

Molinero-Perez, A., Moloney, G., Morelli, E., Morillas, E., … Dinan, T. G. (2019). The Microbiota-Gut-Brain Axis. *Physiological Reviews*, *99*(4), 1877–2013. https://doi.org/10.1152/physrev.00018.2018

Davidovic, S., Miljkovic, M., Antonovic, D., Rajilic-Stojanovic, M., & Dimitrijevic-Brankovic, S. (2015). Water Kefir grain is a source of potent dextran producing lactic acid bacteria. *Hemijska industrija*, *69*(6), 595–604. https://doi.org/10.2298/HEMIND140925083D

de Almeida, K. V., Sant' Ana, C. T., Wichello, S. P., Louzada, G. E., Verruck, S., & Teixeira, L. J. Q. (2025). Water Kefir: Review of Microbial Diversity, Potential Health Benefits, and Fermentation Process. *Processes*, *13*(3), 885. https://doi.org/10.3390/pr13030885

Diez-Echave, P., Vezza, T., Rodríguez-Nogales, A., Ruiz-Malagón, A. J., Hidalgo-García, L., Garrido-Mesa, J., Molina-Tijeras, J. A., Romero, M., Robles-Vera, I., Pimentel-Moral, S., Borras-Linares, I., Arráez-Román, D., Segura-Carretero, A., Micol, V., García, F., Duarte, J., Rodríguez-Cabezas, M. E., & Gálvez, J. (2020). The prebiotic properties of Hibiscus sabdariffa extract contribute to the beneficial effects in diet-induced obesity in mice. *Food Research International*, *127*, 108722. https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.108722

Drossman, D. A. (2016). Functional Gastrointestinal Disorders: History, Pathophysiology, Clinical Features, and Rome IV. *Gastroenterology*, *150*(6), 1262-1279.e2. https://doi.org/10.1053/j.gastro.2016.02.032

ENSANUT. (2018). Encuesta Nacional de Salud y Nutrición. *Ministerio de Salud Pública del Ecuador.*

European Medicines Agency. (2018). *Assessment report on Calendula officinalis L., flos*. https://www.ema.europa.eu/en/documents/herbal-report/calendula-officinalis-l-flos-summary-public_en.pdf

Fiorda, F. A., de Melo Pereira, G. V., Thomaz-Soccol, V., Rakshit, S. K., Pagnoncelli, M. G. B., Vandenberghe, L. P. de S., & Soccol, C. R. (2017). Microbiological, biochemical, and functional aspects of sugary kefir fermentation - A review. *Food Microbiology*, *66*, 86–95. https://doi.org/10.1016/j.fm.2017.04.004

Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2019). *Fermented foods: Guidelines for small-scale and household fermentation*.

Franco-Crespo, C., & Tibán, L. (2023). Contribution of community-based companies to sovereignty and food security in the Central Highlands of Ecuador. *Agronomía Colombiana*, *41*(2), e106433. https://doi.org/10.15446/agron.colomb.v41n2.106433

Givol, O., Kornhaber, R., Visentin, D., Cleary, M., Haik, J., & Harats, M. (2019). A systematic review of *Calendula officinalis* extract for wound healing. *Wound Repair and Regeneration*, *27*(5), 548–561. https://doi.org/10.1111/wrr.12737

Global Market Insights Inc. (2025). *Kiran Pulidindi. November 2025. Fermented Food Market Size - By Technology Type, By Product, Growth Forecast*.

Guo, S., Zhao, J., Zhu, R., Fan, Z., Liu, S., & Wu, W. (2025). Epigenetic modifications of gut microbiota and their potential role in atherosclerosis. *Frontiers in Pharmacology*, *16*. https://doi.org/10.3389/fphar.2025.1638240

Herbert Stone, R. N. B. H. A. T. (2020). *Sensory Evaluation Practices, Fifth Edition*. ScienceDirect y Google Books.

Hirata, M., Fornari Laurindo, L., Dogani Rodrigues, V., Cristina Castilho Caracio, F., Valenti, V. E., Pereira, E. de S. B. M., Haber Mellem, R., Penteado Detregiachi, C. R., dos Santos Bueno, M., Guissoni Campos, L. M., Spilla, C. S. G., & Barbalho, S. M. (2025). Investigating the Health Potential of Mentha Species Against Gastrointestinal Disorders—A Systematic Review of Clinical Evidence. *Pharmaceuticals*, *18*(5), 693. https://doi.org/10.3390/ph18050693

Hudz, N., Kobylinska, L., Pokajewicz, K., Horčinová Sedláčková, V., Fedin, R., Voloshyn, M., Myskiv, I., Brindza, J., Wieczorek, P. P., & Lipok, J. (2023). Mentha piperita: Essential Oil and Extracts, Their Biological Activities, and Perspectives on the Development of New Medicinal and Cosmetic Products. *Molecules*, *28*(21), 7444. https://doi.org/10.3390/molecules28217444

Jabeur, I., Pereira, E., Barros, L., Calhelha, R. C., Soković, M., Oliveira, M. B. P. P., & Ferreira, I. C. F. R. (2017). Hibiscus sabdariffa L. as a source of nutrients, bioactive compounds and colouring agents. *Food Research International*, *100*, 717–723. https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.07.073

Laureys, D., Aerts, M., Vandamme, P., & De Vuyst, L. (2019). The Buffer Capacity and Calcium Concentration of Water Influence the Microbial Species Diversity, Grain Growth, and Metabolite Production During Water Kefir Fermentation. *Frontiers in Microbiology*, *10*. https://doi.org/10.3389/fmicb.2019.02876

Lazalde-Cruz, R., Miranda-Romero, L. A., Tirado-González, D. N., Carrillo-Díaz, M. I., Medina-Cuéllar, S. E., Mendoza-Martínez, G. D., Lara-Bueno, A.,

Tirado-Estrada, G., & Salem, A. Z. M. (2021). Potential Effects of Delphinidin-3-O-Sambubioside and Cyanidin-3-O-Sambubioside of Hibiscus sabdariffa L. on Ruminant Meat and Milk Quality. *Animals*, *11*(10), 2827. https://doi.org/10.3390/ani11102827

Li, N., Simon, J. E., & Wu, Q. (2024). Determination of anthocyanins, organic acids, and phenolic acids in hibiscus market products using LC/UV/MS. *Journal of Food Science*, *89*(2), 1098–1113. https://doi.org/10.1111/1750-3841.16909

Liang, L., Saunders, C., & Sanossian, N. (2023). Food, gut barrier dysfunction, and related diseases: A new target for future individualized disease prevention and management. *Food Science & Nutrition*, *11*(4), 1671–1704. https://doi.org/10.1002/fsn3.3229

Liu, Y., Miao, B., Li, W., Hu, X., Bai, F., Abuduresule, Y., Liu, Y., Zheng, Z., Wang, W., Chen, Z., Zhu, S., Feng, X., Cao, P., Ping, W., Yang, R., Dai, Q., Liu, F., Tian, C., Yang, Y., & Fu, Q. (2024). Bronze Age cheese reveals human-Lactobacillus interactions over evolutionary history. *Cell*, *187*(21), 5891-5900.e8. https://doi.org/10.1016/j.cell.2024.08.008

Lubis, M., Siregar, G. A., Bangun, H., & Ilyas, S. (2020). The effect of roselle flower petals extract (Hibiscus sabdariffa Linn.) on reducing inflammation in dextran sodium sulfateinduced colitis. *Medicinski Glasnik*, *17*(2), 395–401. https://doi.org/10.17392/1095-20

Luo, C., Zou, L., Sun, H., Peng, J., Gao, C., Bao, L., Ji, R., Jin, Y., & Sun, S. (2020). A Review of the Anti-Inflammatory Effects of Rosmarinic Acid on

Inflammatory Diseases. *Frontiers in Pharmacology*, *11*. https://doi.org/10.3389/fphar.2020.00153

Mahendran, G., & Rahman, L. (2020). Ethnomedicinal, phytochemical and pharmacological updates on Peppermint (Mentha × *piperita* L.) A review. *Phytotherapy Research*, *34*(9), 2088–2139. https://doi.org/10.1002/ptr.6664

Majdoub, Y. O. El, Ginestra, G., Mandalari, G., Dugo, P., Mondello, L., & Cacciola, F. (2021). The Digestibility of Hibiscus sabdariffa L. Polyphenols Using an In Vitro Human Digestion Model and Evaluation of Their Antimicrobial Activity. *Nutrients*, *13*(7), 2360. https://doi.org/10.3390/nu13072360

Ministerio de Salud Pública del Ecuador. (2020). *Norma técnica sanitaria para la manipulación higiénica de alimentos*. https://www.salud.gob.ec/manipulacion-higienica-de-alimentos/

Monteiro, C. A., Cannon, G., Levy, R. B., Moubarac, J.-C., Louzada, M. L., Rauber, F., Khandpur, N., Cediel, G., Neri, D., Martinez-Steele, E., Baraldi, L. G., & Jaime, P. C. (2019). Ultra-processed foods: what they are and how to identify them. *Public Health Nutrition*, *22*(5), 936–941. https://doi.org/10.1017/S1368980018003762

Moretti, A. F., Moure, M. C., Quiñoy, F., Esposito, F., Simonelli, N., Medrano, M., & León-Peláez, Á. (2022). Water kefir, a fermented beverage containing probiotic microorganisms: From ancient and artisanal manufacture to industrialized and regulated commercialization. *Future Foods*, *5*, 100123. https://doi.org/10.1016/j.fufo.2022.100123

Musz, P., Ryś, G., Fic, W., Sokal-Dembowska, A., & Jarmakiewicz-Czaja, S. (2025). Nutrigenomics and Epigenetics in the Dietary Management of Inflammatory Bowel Diseases. *Genes*, *16*(11), 1368. https://doi.org/10.3390/genes16111368

Ojeda-Linares, C., Álvarez-Ríos, G. D., Figueredo-Urbina, C. J., Islas, L. A., Lappe-Oliveras, P., Nabhan, G. P., Torres-García, I., Vallejo, M., & Casas, A. (2021). Traditional Fermented Beverages of Mexico: A Biocultural Unseen Foodscape. *Foods*, *10*(10), 2390. https://doi.org/10.3390/foods10102390

Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria (OIRSA). (2016). *Manual de análisis de peligros y puntos críticos de control - HACCP*.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2023, enero 15). *Educación | Nutrición | Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*. https://www.fao.org/nutrition/educacion-nutricional/es/.

Organización Panamericana de la Salud. (2022). *Salud digestiva en las Américas: Un enfoque desde la salud pública*. https://www.paho.org/es/documentos/salud-digestiva-americas-enfoque-salud-publica

Oviedo-León, J. F., Higuera, A. R., Yáñez-Fernández, J., Hernández-Sánchez, H., & Castro-Rodríguez, D. C. (2025). Exploring Exopolysaccharides Produced in Indigenous Mexican Fermented Beverages and Their Biotechnological Applications. *Fermentation*, *11*(8), 463. https://doi.org/10.3390/fermentation11080463

Papadopoulou, D., Chrysikopoulou, V., Rampaouni, A., & Tsoupras, A. (2024). Antioxidant and anti-inflammatory properties of water kefir microbiota and its bioactive metabolites for health promoting bio-functional products and applications. *AIMS Microbiology*, *10*(4), 756–811. https://doi.org/10.3934/microbiol.2024034

Peluzio, M. do C. G., Dias, M. de M. e, Martinez, J. A., & Milagro, F. I. (2021). Kefir and Intestinal Microbiota Modulation: Implications in Human Health. *Frontiers in Nutrition*, *8*. https://doi.org/10.3389/fnut.2021.638740

Portin, P., & Wilkins, A. (2017). The Evolving Definition of the Term "Gene". *Genetics*, *205*(4), 1353–1364. https://doi.org/10.1534/genetics.116.196956

Prado, M. R., Blandón, L. M., Vandenberghe, L. P. S., Rodrigues, C., Castro, G. R., Thomaz-Soccol, V., & Soccol, C. R. (2015). Milk kefir: composition, microbial cultures, biological activities, and related products. *Frontiers in Microbiology*, *6*. https://doi.org/10.3389/fmicb.2015.01177

Romero-Luna, H. E., Hernández-Sánchez, H., & Dávila-Ortiz, G. (2017). Traditional fermented beverages from Mexico as a potential probiotic source. *Annals of Microbiology*, *67*(9), 577–586. https://doi.org/10.1007/s13213-017-1290-2

Rosa, D. D., Dias, M. M. S., Grześkowiak, Ł. M., Reis, S. A., Conceição, L. L., & Peluzio, M. do C. G. (2017). Milk *kefir*: nutritional, microbiological and health benefits. *Nutrition Research Reviews*, *30*(1), 82–96. https://doi.org/10.1017/S0954422416000275

Salazar-Duque, D. A. (2019). Aplicabilidad de cuestionarios aplicados a pruebas sensoriales gastronómicas orientados al producto y al consumidor. *INNOVA*

Research Journal, *4*(3), 116–130. https://doi.org/10.33890/innova.v4.n3.2019.970

Salminen, S., Collado, M. C., Endo, A., Hill, C., Lebeer, S., Quigley, E. M. M. Sanders, M. E., Shamir, R., Swann, J. R., Szajewska, H., & Vinderola, G. (2021). The International Scientific Association of Probiotics and Prebiotics (ISAPP) consensus statement on the definition and scope of postbiotics. *Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology*, *18*(9), 649–667. https://doi.org/10.1038/s41575-021-00440-6

Sapkota, B., & Kunwar, P. (2024). A Review on Traditional Uses, Phytochemistry and Pharmacological Activities of *Calendula officinalis* Linn. *Natural Product Communications*, *19*(6). https://doi.org/10.1177/1934578X241259021

Sáyago-Ayerdi, S. G., Venema, K., Tabernero, M., Sarriá, B., Bravo, L., & Mateos, R. (2021). Bioconversion of polyphenols and organic acids by gut microbiota of predigested Hibiscus sabdariffa L. calyces and Agave (A. tequilana Weber) fructans assessed in a dynamic in vitro model (TIM-2) of the human colon. *Food Research International*, *143*, 110301. https://doi.org/10.1016/j.foodres.2021.110301

Shahane, K., Kshirsagar, M., Tambe, S., Jain, D., Rout, S., Ferreira, M. K. M., Mali, S., Amin, P., Srivastav, P. P., Cruz, J., & Lima, R. R. (2023). An Updated Review on the Multifaceted Therapeutic Potential of Calendula officinalis L. *Pharmaceuticals*, *16*(4), 611. https://doi.org/10.3390/ph16040611

Silva, D., Ferreira, M. S., Sousa-Lobo, J. M., Cruz, M. T., & Almeida, I. F. (2021). Anti-Inflammatory Activity of Calendula Officinalis L. Flower Extract. *Cosmetics*, *8*(2), 31. https://doi.org/10.3390/cosmetics8020031

Soooa Molero-MMnnez, M., lores-Ronnón, C., & Leal-Raaarez Willdo José Briñez-Zambrano, M. (2017). *EVALUACIIN SENSORIAL DE BEBIDAS ROBIITICAS ERMENTADAS A BASE DE LACTOSUERO Sensorr EEallation oo robiotic errentee Beeerges Basee on ee: Vol. XXVII*.

Sperber, A. D., Bangdiwala, S. I., Drossman, D. A., Ghoshal, U. C., Simren, M., Tack, J., Whitehead, W. E., Dumitrascu, D. L., Fang, X., Fukudo, S., Kellow, J., Okeke, E., Quigley, E. M. M., Schmulson, M., Whorwell, P., Archampong, T., Adibi, P., Andresen, V., Benninga, M. A., … Palsson, O. S. (2021). Worldwide Prevalence and Burden of Functional Gastrointestinal Disorders, Results of Rome Foundation Global Study. *Gastroenterology*, *160*(1), 99-114.e3. https://doi.org/10.1053/j.gastro.2020.04.014

Tamang, J. P., Watanabe, K., & Holzapfel, W. H. (2016). Review: Diversity of Microorganisms in Global Fermented Foods and Beverages. *Frontiers in Microbiology*, *7*. https://doi.org/10.3389/fmicb.2016.00377

Tanideh, N., Jamshidzadeh, A., Sepehrimanesh, M., Hosseinzadeh, M., Koohi-Hosseinabadi, O., Najibi, A., Raam, M., Daneshi, S., & Asadi-Yousefabad, S.-L. (2016). Healing acceleration of acetic acid-induced colitis by marigold (Calendula officinalis) in male rats. *Saudi Journal of Gastroenterology*, *22*(1), 50. https://doi.org/10.4103/1319-3767.173759

Valdes, A. M., Walter, J., Segal, E., & Spector, T. D. (2018). Role of the gut microbiota in nutrition and health. *BMJ*, k2179. https://doi.org/10.1136/bmj.k2179

World Health Organization. (2022). *WHO global strategy for food safety 2022–2030: Towards stronger food safety systems and global*.

Yang, L., Fan, W., & Xu, Y. (2020). Metaproteomics insights into traditional fermented foods and beverages. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, *19*(5), 2506–2529. https://doi.org/10.1111/1541-4337.12601

Zhang, W., Xu, M., Feng, Y., Mao, Z., & Yan, Z. (2024). The Effect of Procrastination on Physical Exercise among College Students—The Chain Effect of Exercise Commitment and Action Control. *International Journal of Mental Health Promotion*, *26*(8), 611–622. https://doi.org/10.32604/ijmhp.2024.052730

Zhao, Z., Liu, X., Zhang, R., Ke, R., Zhang, S., & Chen, Y. (2025). Intestinal Barrier in Inflammatory Bowel Disease: Mechanisms and Treatment. *Journal of Translational Gastroenterology*, *000*(000), 000–000. https://doi.org/10.14218/JTG.2024.00038

Zhen, J., Villani, T. S., Guo, Y., Qi, Y., Chin, K., Pan, M.-H., Ho, C.-T., Simon, J. E., & Wu, Q. (2016). Phytochemistry, antioxidant capacity, total phenolic content and anti-inflammatory activity of Hibiscus sabdariffa leaves. *Food Chemistry*, *190*, 673–680. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.06.006

Zinöcker, M., & Lindseth, I. (2018). The Western Diet–Microbiome-Host Interaction and Its Role in Metabolic Disease. *Nutrients*, *10*(3), 365. https://doi.org/10.3390/nu10030365

Zmora, N., Suez, J., & Elinav, E. (2019). You are what you eat: diet, health and gut microbiota. *Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology*, *16*(1), 35–56. https://doi.org/10.1038/s41575-018-0061-2

ANEXOS

FIGURA 18. ***TRÍPTICO***



Fuente: Elaborado por la autora (Manzano J. 2025).

COMPOSICIÓN BOTÁNICA

La formulación integra tres plantas medicinales seleccionadas por su sinergia funcional y sensorial.

CALÉNDULA (Calendula officinalis)

Propiedades: Antiinflamatoria, cicatrizante y protectora de mucosa.

Activos: Flavonoides, triterpenos, carotenoides.

Evidencia: Estudios clínicos respaldan su efecto gastroprotector y reparador de tejidos (Preethi et al., 2020).

FLOR DE JAMAICA (Hibiscus sabdariffa)

Propiedades: Antioxidante potente, antiinflamatoria y refrescante.

Activos: Antocianinas, polifenoles, ácidos orgánicos.

Evidencia: Rica en bioactivos que reducen el estrés oxidativo intestinal (Azizi et al., 2021).

MENTA (Mentha piperita)

Propiedades: Carminativa, antiespasmódica y digestiva.

Activos: Mentol, mentona, terpenos.

Evidencia: Clínicamente efectiva para aliviar gases y síndrome de intestino irritable (Bengoa et al., 2019).

SINERGIA FUNCIONAL

- Potenciación probiótica.

VALOR NUTRICIONAL

INFORMACIÓN NUTRICIONAL

Porción: 240 ml (1 vaso)

Energía	16-18 kcal
Carbohidratos	4.0 - 4.5 g
Azúcares residuales	2.5 - 3.0 g
Proteínas	0.1 - 0.2 g
Grasas	0 g
Fibra dietética	0.3 - 0.5 g
Sodio	< 10 mg
Potasio	30 - 45 mg

Componentes Bioactivos

- ✓ **Ácidos Orgánicos:** Láctico y acético (postbióticos).
- ✓ **Polifenoles:** Antocianinas y flavonoides de las plantas.
- ✓ **Exopolisacáridos:** Con potencial efecto prebiótico.
- ✓ **Vitaminas B:** Trazas (B1, B2, B6) por fermentación.

Resultados Científicos

pH < 4.5 Seguridad microbiológica.	**°Brix ↓** Consumo efectivo de azúcar.
Sensorial Alta aceptabilidad.	**Estabilidad** Cultivo viable.

PROTOCOLO DE CONSUMO

Se recomienda una incorporación paulatina para adaptar la microbiota.

FASE 1: INICIO (Sem. 1-2)
120 ml/día (½ vaso) | 1 vez al día.
Obj: Adaptación inicial. Puede haber gases leves.

FASE 2: ADAPTACIÓN (Sem. 3-4)
240 ml/día (1 vaso) | En ayunas.
Obj: Consolidación de beneficios digestivos.

FASE 3: MANTENIMIENTO
240-480 ml/día | 1-2 tomas.
Obj: Equilibrio sostenido de la microbiota.

⚠ **Máximo:** 720 ml/día solo en adaptados.
❄ **Conservación:** Refrigerar (2-4°C). Consumir en 7 días tras abrir.

Beneficios para la Salud

- **Digestión:** Mejora el tránsito, reduce estreñimiento y distensión.
- **Microbiota:** Equilibra bacterias beneficiosas y reduce patógenos.
- **Antiinflamatorio:** Reducción potencial de marcadores (15-30%).

Contraindicaciones: No recomendado en inmunodeprimidos severos sin consulta médica. Precaución en embarazo y lactancia.

Díaz-Ochoa, P., Vezza, T., Hidalgo-García, L., & Gálvez, J. (2020). Prebiotic effects of Hibiscus sabdariffa. Food & Function, 11, 7912–7926.
Mejdoub, H., Mansour, L., & Ben Salah, R. (2021). Antioxidant activity of Hibiscus sabdariffa. Food Chemistry, 342, 128315.
Moyao-Ayerdi, S. G., Arranz, S., & Serrano, J. (2021). Colonic fermentation of Hibiscus sabdariffa. Food Research International, 140, 109855.

Fuente: Elaborado por la autora (Manzano J. 2025).

FIGURA 19. ***Logo***



Fuente: Elaborado por la autora (Manzano J. 2025).

FIGURA 20. *Semáforo*



Fuente: Elaborado por la autora (Manzano J. 2025).

Figura 21. *Etiquetado nutricional*

VALOR NUTRICIONAL

INFORMACIÓN NUTRICIONAL

Porción: 240 ml (1 vaso)

Energía	16-18 kcal
Carbohidratos	4.0 - 4.5 g
Azúcares residuales	2.5 - 3.0 g
Proteínas	0.1 - 0.2 g
Grasas	0 g
Fibra dietética	0.3 - 0.5 g
Sodio	< 10 mg
Potasio	30 - 45 mg

Fuente: Elaborado por la autora (Manzano J. 2025).