

Potencial terapéutico de la kombucha en enfermedades gastrointestinales a través de su interacción con el microbiota intestinal: una revisión sistemática exploratoria

Trabajo de grado para optar por título de Especialista en Alimentación y Nutrición

Yenny Alejandra Ramírez Restrepo

**Asesor
Dubán González Álvarez
Ingeniero alimentos. MSc**

**Unilasallista Corporación Universitaria
Facultad de Ingenierías
Especialización en Alimentación y Nutrición
Caldas-Antioquia
2023**

Tabla de contenido

1.	Introducción.....	5
2.	Planteamiento del problema	7
3.	Justificación.....	11
4.	Objetivos	13
4.1.	Objetivo general	13
4.2.	Objetivos específicos	13
5.	Marco Teórico	14
5.1.	Alimentos Fermentados	14
5.2.	Proceso de elaboración de la bebida de Kombucha tradicional	20
5.3.	Enfermedades gastrointestinales	21
5.4.	Microbiota intestinal	24
5.5.	Prebióticos, probióticos y simbióticos.....	29
6.	Metodología	34
7.	Resultados	36
7.1.	Análisis bibliométrico.....	36
7.2.	La Kombucha Y Su Composición	37
7.3.	Metabolitos de la fermentación de kombucha	39
8.	Discusiones	53
9.	Conclusiones	55
10.	Referencias	56

Lista De Tablas

Tabla 1. Metabolitos, bacterias relacionadas y funciones biológicas asociadas.	27
Tabla 2. Probióticos tradicionales y de próxima generación.	32
Tabla 3. Composición química de la kombucha.	40
Tabla 4. Diferentes actividades biológicas de la bebida kombucha elaborada con té.	42
Tabla 5. Microorganismos que se han reportado presentes en kombucha y aquellos reconocidos como probióticos.	46
Tabla 6. Propiedades biológicas in vivo e in vitro asociadas a la kombucha y a enfermedades del sistema digestivo.	48

Lista De Ilustraciones

Ilustración 1. Composición bacteriana de la microbiota humana según técnicas de secuenciación del 16S rRNA.	26
Ilustración 2. Microorganismos probióticos usados en la nutrición humana.....	31
Ilustración 3. Resumen de los metabolitos postbióticos producidos por microorganismos probióticos.....	33
Ilustración 4. Términos de búsqueda para la revisión exploratoria.	35
Ilustración 5. Mapeo de conglomerados según las palabras claves.	36
Ilustración 6. Metabolismo microbiano en la fermentación de la kombucha.	39
Ilustración 7. Mecanismo de acción de los microorganismos de la microbiota intestinal.	47

1. Introducción

En el contexto de la salud humana, el tracto gastrointestinal y su compleja relación con la microbiota intestinal se han convertido en un área de investigación cada vez más relevante. La microbiota intestinal, una comunidad de microorganismos que reside en el intestino humano, desempeña un papel fundamental en la digestión, la absorción de nutrientes y la regulación del sistema inmunológico. Cualquier desequilibrio en esta microbiota puede tener un impacto significativo en la salud general y se ha relacionado con una serie de trastornos gastrointestinales y enfermedades sistémicas (Simoni, 2017)

En los últimos años, la atención se ha centrado en la kombucha, una bebida milenaria obtenida a través de la fermentación del té. La kombucha contiene una variedad de compuestos bioactivos, como bacterias y levaduras, que podrían influir en la microbiota intestinal y, por lo tanto, tener efectos terapéuticos en el tracto gastrointestinal. Esta monografía, titulada "Potencial terapéutico de la kombucha en enfermedades gastrointestinales a través de su interacción con la microbiota intestinal: una revisión sistemática exploratoria," tiene como objetivo principal explorar y evaluar de manera rigurosa la evidencia científica disponible sobre los posibles beneficios de la kombucha en el contexto de las enfermedades gastrointestinales.

A través del avance hacia una comprensión más profunda de la importancia de la microbiota intestinal en la salud, se ha vuelto esencial investigar cómo los alimentos y las bebidas, como la kombucha, pueden desempeñar un papel en la promoción de un sistema digestivo saludable y en la prevención o el tratamiento de trastornos gastrointestinales. A través de una revisión sistemática exploratoria, este estudio pretende arrojar luz sobre el potencial terapéutico de la kombucha, proporcionando una

visión integral de sus efectos en el sistema gastrointestinal y su interacción con la microbiota. Al hacerlo, se espera contribuir a las diferentes investigaciones que respaldan la utilización de la kombucha como una opción terapéutica en el campo de la salud intestinal, al tiempo que se identifican áreas clave para futuras investigaciones y aplicaciones clínicas.

2. Planteamiento del problema

La incidencia de enfermedades gastrointestinales ha experimentado un incremento notable, generando una preocupación significativa en la salud pública mundial. Trastornos como el hígado graso no alcohólico padecido por el 38% de la población (Diario El País, 2023), la enfermedad celíaca que reporta un aumento anual del 7.5% en la incidencia a nivel mundial (Suárez et al., 2021) y, particularmente, el síndrome de intestino irritable (SII) es la más frecuente de estas dolencias y su prevalencia mundial es del 11,2 % (Bustos, 2020)., han impactado negativamente en la calidad de vida de millones de personas, limitando sus actividades diarias y generando un círculo vicioso de estrés, malestar y enfermedad. En el marco del aseguramiento en Colombia, en el 2023 fueron informados a la Cuenta de Alto Costo un total de 34.644 casos de cáncer de colon y recto (Cuenta de alto costo, 2024).

Diferentes estudios han demostrado que mantener un equilibrio en la composición de la microbiota intestinal, es esencial para la salud. La alteración de la simbiosis entre el cuerpo humano y su microbioma puede ser perjudicial, dando lugar a una disbiosis que se asocia con diversas enfermedades. El intestino alberga una gran cantidad de microorganismos que componen la microbiota y desempeñan un papel clave en el metabolismo, la inmunidad, la salud cardiovascular y el desarrollo neuronal, lo que resalta la importancia de comprender su funcionamiento. La disbiosis y la permeabilidad intestinal son críticas en la causa de trastornos gastrointestinales y hepato biliares al aumentar la producción de metabolitos tóxicos (Villalobos-Orozco, 2023).

El síndrome del intestino irritable es un trastorno común que afecta al 15-20% de la población en países occidentales (González, et al., 2023). Se caracteriza por

síntomas crónicos y recurrentes en el tracto intestinal, sin causas estructurales o bioquímicas claras (Marín, et al., 2016), en el que el dolor abdominal recurrente se asocia con alteraciones en la defecación o cambios en el hábito evacuatorio. La falta de un tratamiento eficaz y la complejidad de la causa del síndrome del intestino irritable (SII) han llevado a diversas intervenciones que van desde cambios en la dieta hasta psicoterapia. La causa del SII y otros trastornos gastrointestinales funcionales se debe a una combinación de factores, como problemas de motilidad, hipersensibilidad visceral, inflamación, interacciones entre el cerebro y el intestino, factores psicosociales, y desequilibrios en la microbiota intestinal, que pueden estar relacionados con el crecimiento excesivo de bacterias en el intestino delgado (SIBO) y desequilibrios en el colon (Bustos et al., 2019). La manipulación de la microbiota es una alternativa dirigida a corregir la disbiosis intestinal con la intención de mejorar síntomas del SII. Las estrategias utilizadas con esta finalidad incluyen dieta, prebióticos, probióticos, antibióticos y trasplante de microbiota fecal (Bustos et al., 2019).

Existe una gran variedad de investigaciones relacionadas con los efectos de la dieta y el consumo de nutrientes en el ser humano, y sobre su relación con enfermedades crónicas, debidas principalmente a la falta de consumo de alimentos funcionales. Sin embargo, alrededor de los años 1950, la buena alimentación consistió en consumir nutrientes esenciales (nutrición adecuada), mientras que años después, a finales del siglo XX, además de la alimentación adecuada, se empezó a orientar progresivamente hacia los compuestos bioactivos de los alimentos y su papel en la promoción de la salud. Los alimentos funcionales se distinguen por la presencia de componentes biológicamente activos que, al ser consumidos, desencadenan efectos beneficiosos y aportan nutrientes esenciales para diversas funciones del organismo. Estos alimentos contribuyen significativamente a la mejora de la salud y a la

disminución del riesgo de enfermedades, al tiempo que cumplen con su función básica de proporcionar nutrición esencial (Arias Lamos et al., 2018). Estos alimentos pueden dirigirse tanto a la población en general como a segmentos específicos, los cuales pueden ser identificados según criterios como la edad o la constitución genética, entre otros (Fuentes et a., 2015).

Actualmente, los compuestos bioactivos de los que se tiene más información son: péptidos, antioxidantes, probióticos, prebióticos, flavonoides, fenoles, fibra, entre otros (Astiazarán García et al., 2015).

Los probióticos por su parte, se pueden definir como “microorganismos vivos que, en concentraciones óptimas, ejercen un efecto benéfico en la salud del huésped” (Alcázar et al., 2013). La mayoría de los probióticos se hallan dentro del grupo de los microorganismos conocidos como bacterias lácticas y se consumen normalmente en forma de yogur y leches fermentadas. Por otro lado, el término prebiótico hace referencia a un ingrediente alimentario que no se digiere y afecta benéficamente al huésped promoviendo de forma selectiva el crecimiento y/o actividad de una o un número limitado de microorganismos en el colon, es decir, se trata de influir positivamente en la microbiota intestinal mediante la dieta, mejorando la salud del huésped (Perdigón et al., 2009). El efecto principal de los prebióticos es el de estimular el desarrollo de la microbiota benéfica como la flora bífida; lo que va a permitir una mejor absorción de los oligoelementos y de las vitaminas, cumpliendo un papel esencial en la defensa del huésped, favoreciendo el efecto barrera y con ello la prevención contra las enfermedades intestinales (Perdigón et al., 2009).

En los últimos años, se ha despertado un interés creciente en el té de Kombucha, una bebida fermentada con propiedades potencialmente beneficiosas para

la salud humana (Vásquez, et al., 2023). El té de Kombucha es obtenido a través de la fermentación de té endulzado con una colonia simbiótica de bacterias y levaduras (SCOBY) (Ricaurte, 2020).

Debido a las diferentes complicaciones que puede desencadenar un desequilibrio de la microbiota intestinal y a la importancia de un sistema digestivo saludable en los diferentes procesos metabólicos que se dan en el organismo, es necesario continuar investigando qué sustancias o compuestos provenientes de alimentos fermentados son fundamentales para complementar tratamientos en algunas enfermedades gastrointestinales.

Por todo lo expuesto anteriormente, surge el interrogante: ¿Cómo puede el té de Kombucha influir en la restauración de la microbiota intestinal y contribuir a aliviar los síntomas asociados a enfermedades gastrointestinales?

3. Justificación

Las enfermedades gastrointestinales son un problema de salud significativo que ha aumentado en las consultas por gastroenterología (Sabbagh et al., 2015). Afectan a un gran número de personas y pueden tener un impacto negativo en la calidad de vida. Investigar posibles terapias para estas enfermedades es esencial para mejorar la salud de la población.

En los últimos años, se ha reconocido la importancia de la microbiota intestinal en la salud gastrointestinal y en el bienestar general. La composición y el equilibrio de la microbiota intestinal desempeñan un papel crucial en la prevención y el tratamiento de enfermedades gastrointestinales (Bustos et al., 2019). La kombucha es una bebida fermentada la cual puede tener un impacto en la microbiota intestinal, lo que la convierte en un tema de interés en la investigación de enfermedades gastrointestinales. El té de Kombucha es una bebida no alcohólica fermentada, tradicional con una historia de miles de años, la misma que se prepara fermentando el té negro endulzado con el cultivo orgánico de Manchurian fungus, que es una simbiosis de bacterias (*Acetobacter* spp y *Gluconobacter* sp) y levaduras (*Saccharomyces* spp). Después del proceso de fermentación y oxidación, el hongo lleva a cabo diferentes reacciones complejas en la sedimentación del té, el hongo del té se alimenta de azúcar a cambio produce otras sustancias valiosas que cambian dentro de la bebida: vitaminas aminoácidos, sustancias antibióticas, ácido glucurónico, ácido acético y otros no determinados, por lo tanto, el té de hongo es una fábrica bioquímica real. El té de kombucha es uno de los productos de la fermentación caseros que contienen organismos vivos activos capaces de regenerar la microbiota amiga en el organismo (Ricaurte, 2020).

A pesar de la creciente popularidad de la kombucha y su posible influencia en la salud gastrointestinal, existe una falta de investigaciones sistemáticas que consoliden la evidencia disponible. Esta revisión sistemática exploratoria tiene como objetivo contribuir a reducir esta brecha en el conocimiento y proporcionar una visión general de las investigaciones existentes sobre la kombucha y su relación con las enfermedades gastrointestinales. La kombucha podría ofrecer un enfoque más natural y holístico para abordar problemas gastrointestinales. Investigar su eficacia en este contexto puede fomentar una comprensión más completa de las opciones terapéuticas disponibles.

4. Objetivos

4.1. Objetivo general

Evaluar el potencial terapéutico de la Kombucha en enfermedades gastrointestinales mediante su interacción con la microbiota intestinal, a través de una revisión sistemática exploratoria.

4.2. Objetivos específicos

Identificar los componentes nutricionales y bioactivos presentes en la kombucha que podrían contribuir a su efecto terapéutico en enfermedades gastrointestinales.

Comprender los mecanismos de interacción entre los probióticos kombucha y la microbiota intestinal para determinar cómo esta bebida fermentada puede influir en el equilibrio microbiano del tracto gastrointestinal.

Evaluar críticamente los estudios preclínicos y clínicos existentes sobre el uso de la kombucha en el tratamiento o prevención de enfermedades gastrointestinales, con el fin de obtener evidencia sólida sobre su efectividad.

5. Marco Teórico

5.1. Alimentos Fermentados

Los alimentos fermentados se caracterizan por ser productos alimenticios o bebidas cuya producción implica la manipulación controlada del crecimiento microbiano y las conversiones enzimáticas de los componentes primarios y secundarios presentes en dichos alimentos. En este sentido, una diversidad de alimentos, que abarca desde productos basados en cereales hasta productos lácteos, frutas, verduras, plantas, carne y pescado, pueden someterse al proceso de fermentación. Durante este proceso, diversos microorganismos desencadenan una serie de reacciones bioquímicas que culminan en la liberación de una variedad de compuestos, tales como vitaminas, aminoácidos, enzimas, exopolisacáridos, ácidos grasos de cadena corta, ácidos orgánicos, compuestos fenólicos y péptidos bioactivos, entre otros. que pueden presentar beneficios en la salud humana (Diez-Ozaeta & Astiazaran, 2022a) .

Los alimentos fermentados pueden tener efectos beneficiosos en la salud a través de varios mecanismos. En primer lugar, contienen microorganismos probióticos, como las bacterias del ácido lácticas, que pueden sobrevivir en el intestino. En segundo lugar, la fermentación produce metabolitos que promueven la salud, como péptidos bioactivos y poliaminas. En tercer lugar, transforma compuestos en formas biológicamente activas, como convertir compuestos fenólicos en metabolitos beneficiosos. En cuarto lugar, estos alimentos contienen componentes saludables, como prebióticos y vitaminas. Además, la fermentación reduce la presencia de toxinas y antinutrientes, como los carbohidratos fermentables (FODMAP), lo que beneficia a personas con trastornos intestinales como el síndrome del intestino irritable (Dimidi et al., 2019).

Kéfir de leche y kéfir de agua

El kéfir de leche y el kéfir de agua se producen a partir de distintas partículas gelatinosas llamadas "granos de kéfir de leche" y "granos de kéfir de agua", respectivamente. Estas bebidas fermentadas tienen características físicas, químicas y microbiológicas únicas. El kéfir de leche aporta proteínas, probióticos y prebióticos, mientras que el kéfir de agua es una fuente importante de probióticos, prebióticos y antioxidantes, especialmente adecuado para veganos y personas con intolerancia a los lácteos. Ambos granos son importantes por sus posibles beneficios para la salud (Guzel-Seydim et al., 2021)

El tempeh

El tempeh, un alimento tradicional indonesio a base de soja fermentada, es ampliamente consumido por su valor proteico económico y nutritivo. Se elabora a partir de soja descascarillada, que se remoja y cocina, luego se inocula con *Rhizopus* spp. Durante el proceso de fermentación, las proteínas se descomponen en aminoácidos y péptidos, los oligosacáridos se convierten en monosacáridos, y el ácido fítico libera fosfato inorgánico (Das et al., 2020). El tempeh, incluso con su sabor amargo no tóxico, se ha utilizado en la medicina tradicional china para tratar diversas afecciones como resfriados, fiebre tifoidea, dolor de cabeza, irritabilidad, opresión en el pecho e insomnio. Los estudios modernos también han demostrado que el tempeh tiene efectos beneficiosos para la salud, como la reducción del azúcar en sangre y la presión arterial, la regulación de los niveles de lípidos en sangre, propiedades antioxidantes y efectos antiosteoporosis y antitrombóticos (Chen et al., 2021).

Chungkookjang

Chungkookjang, una pasta de soja fermentada coreana, se produce mediante la acción de bacterias *Bacillus sp.* y un proceso de fermentación que puede durar hasta 48 horas. Esta pasta de soja es un componente clave en la alimentación de varios países asiáticos y se utiliza en la fermentación de productos como el miso en Japón, el tauco en Indonesia y Malasia, y el doubanjiang en China. Chungkookjang se distingue por su mayor capacidad antioxidante en comparación con la soja sin fermentar, además de demostrar efectos beneficiosos en la reducción de la presión arterial (Das et al., 2020).

Kimchi

El kimchi, el icónico alimento fermentado de Corea, es un pilar de su cultura culinaria y se sirve con casi todas las comidas. Se crea mediante la fermentación de vegetales como repollo, rábano y cebolla verde, junto con condimentos como pimienta roja en polvo, ajo, puerro y jengibre. Durante la fermentación, las verduras saladas desarrollan una comunidad de bacterias del ácido láctico (BAL) que generan una variedad de compuestos beneficiosos como ácidos orgánicos, aminoácidos, vitaminas, bacteriocinas, factores prebióticos y manitol. Estos elementos mejoran las propiedades organolépticas, nutricionales y saludables del kimchi (Baek et al., 2023).

Chucrut

El chucrut se produce mediante la fermentación de col blanca picada y salada, y su preparación ha evolucionado a lo largo del tiempo. Inicialmente se usaban vinagre o vino agrio, luego se emplearon ácidos y finalmente se comenzó una fermentación espontánea con sales. Durante la fermentación, la composición química del repollo cambia, aumentando su contenido de carbohidratos, proteínas, grasas, fibra, minerales y vitaminas. El chucrut contiene ácidos orgánicos, principalmente ácido láctico y acético,

junto con otros compuestos como etanol y antioxidantes como la vitamina C y compuestos fenólicos. El chucrut, actúa como antioxidante, protegiendo contra el estrés oxidativo. La vitamina C reduce la inflamación y neutraliza radicales libres, mientras que la vitamina E previene la oxidación del LDL, beneficiando la salud cardiovascular. El chucrut muestra una fuerte capacidad antioxidante, superando al repollo crudo. Además, puede prevenir daño en el ADN, inhibiendo la carcinogénesis y mostrando actividad anticancerígena (Akhtar et al., 2021).

Pepinillos

El encurtido es una antigua técnica de conservación de alimentos mediante salmuera o vinagre, con raíces en todas las culturas del mundo. La fermentación anaeróbica y alta acidez en el encurtido permite una vida útil de más de 2 años sin refrigeración. Los pepinillos fermentados mejoran el sabor, la textura y la digestibilidad, y son bajos en grasa y colesterol, promoviendo la salud. También contienen bacterias beneficiosas (BAL) que producen vitaminas y son consideradas seguras. Los encurtidos de raíces tropicales son ricos en fibra y compuestos nutritivos como proteínas y antioxidantes. Las BAL en los pepinillos tienen propiedades probióticas que regulan la microbiota intestinal y protegen el tracto gastrointestinal, y pueden contribuir a prevenir el cáncer colorrectal al inhibir enzimas relacionadas con carcinógenos y mutágenos (Akhtar et al., 2021).

Idli

El idli es un popular refrigerio o desayuno fermentado del sur de la India y Sri Lanka, hecho de arroz y garbanzo negro dal. Es nutritivo al combinar carbohidratos y proteínas de legumbres y cereales, ofreciendo un equilibrado perfil de aminoácidos esenciales. El idli fermentado ayuda a reducir el peso, disminuyendo el riesgo de

obesidad, y se relaciona con una menor incidencia de enfermedades cardiovasculares, accidentes cerebrovasculares y presión arterial alta. También es beneficioso para prevenir la desnutrición proteica y calórica en niños con kwashiorkor. El idli es rico en micronutrientes como calcio, folato, zinc y hierro, favoreciendo la salud muscular, ósea y previniendo la anemia. Además, mejora la digestión y reduce el estreñimiento debido a su alto contenido de fibra dietética (Akhtar et al., 2021).

Miso

El miso es un producto tradicional japonés fermentado utilizado como condimento en sopas y platos de verduras desde hace más de 1000 años. Se elabora a partir de soja, sal y diferentes tipos de koji, como arroz, cebada o soja, lo que le da distintos sabores y aromas. El miso es una fuente rica de minerales, vitaminas del complejo B, vitamina E, K y ácido fólico. Debido a su proceso de fermentación, promueve el crecimiento de bacterias beneficiosas en el intestino, mejorando la digestión y la absorción de nutrientes. Contiene isoflavonas, como la genisteína y la daidzeína, que se han asociado con la prevención del cáncer, especialmente el de próstata. Los alimentos fermentados a base de soja, como el miso, tienen una concentración más alta de genisteína en comparación con los no fermentados (Akhtar et al., 2021).

Yogur

El yogur es un producto lácteo fermentado hecho mediante la fermentación ácida láctica de la leche con *Streptococcus salivarius subsp. thermophilus* y *L. delbrueckii subsp. bulgarico*. Contiene los nutrientes de la leche, incluyendo grasas, proteínas, lactosa, minerales y vitaminas, y se reconoce como un alimento nutritivo. El yogur ofrece beneficios para la salud, como mejorar la salud intestinal, reducir el estreñimiento

y la diarrea, fortalecer el sistema inmunológico, reducir la presión arterial y el colesterol, proteger los huesos contra la osteoporosis, y prevenir el cáncer de colon al eliminar bacterias dañinas del colon (Akhtar et al., 2021).

Kombucha

La kombucha es una bebida tradicional originaria de China que se produce mediante la fermentación de té negro endulzado con un cultivo de levaduras y bacterias del ácido acético y láctico, conocido como SCOBY. Este cultivo forma una capa en la superficie del caldo durante la fermentación. Se utilizan tres tipos principales de té: oolong, verde y negro, que se distinguen por sus niveles de oxidación enzimática y procesamiento de hojas. El té negro es el más procesado y oxidado, mientras que el té verde no sufre oxidación. El té negro tiene una composición diferente debido al procesamiento y la oxidación, con alcaloides como cafeína, teobromina y teofilina, y polifenoles que estimulan la síntesis de celulosa por bacterias (de Almeida Souza et al., 2020).

SCOBY, que significa Symbiotic Culture of Bacteria and Yeast (Cultivo Simbiótico de Bacterias y Levaduras), es una estructura celulósica tridimensional que se forma gracias a la relación simbiótica entre bacterias del ácido acético y levaduras osmófilas. *Acetobacter xylinum*, una bacteria, es la encargada de producir esta película de celulosa, la cual se considera un subproducto de la fermentación y es una característica distintiva de este proceso. A pesar de su nombre, que puede llevar a pensar en un hongo, SCOBY se asemeja más a una película que se forma en la superficie del líquido sin agitar debido a la presencia de varias especies de levaduras. Durante la fermentación, la cantidad de células de levadura y bacterias aumenta hasta el día 14, tanto en SCOBY como en el caldo, pero después comienza a disminuir en la

película de celulosa. Sin embargo, el caldo líquido siempre contiene una mayor cantidad de células de levadura y bacterias viables. Por otro lado, se ha observado que la concentración de bacterias del ácido acético es más alta en la parte superior de la capa de celulosa, que está expuesta al oxígeno, en comparación con el caldo que se encuentra debajo. Los tipos de bacterias del ácido acético presentes son *Acetobacter xylium*, *Acetobacter xylinoides*, *Bacteria gluconicum*, *Acetobacter aceti* y *Acetobacter pasteurianus* y osmófilos. Las cepas de levadura son *Schizosaccharomyces pombe*, *Saccharomyces ludwigii*, *Kloeckera apiculata*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Zygosaccharomyces rouxii*, *Zygosaccharomyces bailii*, *Brettanomyces bruxellensis*, *Brettanomyces lambicus*, *Brettanomyces custersii*, *Pichia membranaefaciens*, *Torulopsis* y *Candida*, todas ellas conforman el cultivo simbiótico (Laavanya et al., 2021)

5.2. Proceso de elaboración de la bebida de Kombucha tradicional

- a) Infundir el té (*Camellia sinensis*) en agua caliente en un matraz, bajo temperatura y tiempo controlados (la cantidad de té puede variar entre el 0,15 y 1,5%). En esta etapa se agrega azúcar (entre el 7 y el 10%) mientras el líquido aún está caliente, tanto para disolver el azúcar como para garantizar la seguridad microbiológica.
- b) Filtrar y retirar las hojas de té cuando el medio líquido haya alcanzado la temperatura ambiente.
- c) Agregar el inóculo (10% v/v) y/o SCOBY (del 2 al 5% p/v).
- d) Cubrir el matraz con un material permeable al aire y finalmente someter a fermentación a temperatura controlada, generalmente entre 22 y 30°C de 10 a 21 días.

Durante la fermentación, la temperatura utilizada es de unos 22-30°C. Sin embargo, el mayor consumo de azúcar y la producción de ácido se forman a 30°C en comparación con 22°C, se ha encontrado que la temperatura puede afectar directamente el crecimiento de las bacterias del ácido acético al seleccionar diferentes cepas (Leonarski et al., 2022).

En la preparación de bebidas, la higiene de utensilios y el ambiente es crucial para prevenir el desarrollo de microorganismos no deseados. Además, para garantizar la seguridad alimentaria, se recomienda pasteurizar el producto para evitar la producción excesiva de alcohol y dióxido de carbono. También se puede agregar un 0,1% de benzoato de sodio y un 0,1% de sorbato de potasio como conservantes, y es importante mantener la kombucha refrigerada. Tanto la pasteurización como el almacenamiento en frío pueden disminuir la presencia de microorganismos probióticos en la kombucha. Sin embargo, investigaciones recientes sugieren que incluso los microorganismos no viables y los subproductos de su metabolismo pueden tener beneficios para la salud de los consumidores (Coelho et al., 2020).

5.3. Enfermedades gastrointestinales

Las enfermedades gastrointestinales son trastornos del aparato digestivo, que algunas veces se denomina tracto gastrointestinal (GI). En la digestión, el alimento y las bebidas se descomponen en pequeñas partes (llamadas nutrientes) que el cuerpo puede absorber y usar como energía y pilares fundamentales para las células. El aparato digestivo está compuesto por el esófago (tubo de alimento), el estómago, los intestinos grueso y delgado, el hígado, el páncreas y la vesícula biliar (Cárdena et al, 2016). Dentro de algunas de las enfermedades gastrointestinales se encuentran:

Diarrea aguda

La gastroenteritis aguda (GEA) se caracteriza por la evacuación de 3 o más heces líquidas en un día, con una duración inferior a 14 días, lo que la diferencia de la diarrea crónica. Suele ser infecciosa y causada por microorganismos patógenos como virus, bacterias o parásitos. Puede presentar síntomas como náuseas, vómitos, fiebre, dolor abdominal o deshidratación, pero en la mayoría de los casos, es un problema autolimitado (Polanco Allué, 2015). La prevalencia de diarrea crónica en el mundo desarrollado es de aproximadamente 5% en estudios de población con cuestionarios de síntomas.

Etiología y clasificación

- Absorción reducida de sustancias osmóticamente activas secreción anormal.
- El daño inflamatorio de la mucosa reduce el tiempo de tránsito.
- La mayoría de las condiciones diarreicas resultan de una combinación de estos procesos.
- Es útil clasificar la diarrea como aguda o crónica, ya que esto puede reducir el diagnóstico diferencial y permitir una investigación racional (Wadsworth Ji-Peng Olivia Li Andrew V Thillainayagam, 2010)

Síndrome del Intestino Irritable (SII)

El Síndrome del Intestino Irritable es una afección crónica e incapacitante, caracterizada por dolor abdominal y trastornos del tránsito divididos en tres categorías: predominantemente con estreñimiento, predominantemente con diarrea y mixto, con alternancia de diarrea y estreñimiento (Nevots et al., 2023). Estudios recientes perfilan la asociación entre la disbiosis y las enfermedades gastrointestinales. Se han demostrado diferencias importantes en la microbiota de

los pacientes con Síndrome del Intestino Irritable en comparación con los controles sanos; en los pacientes se demostró un incremento de 2 veces en la relación Firmicutes/Bacteroidetes ($P < .0002$) (Icaza-Chávez, 2013).

Enfermedad celíaca

La enfermedad celíaca es una afección autoinflamatoria crónica desencadenada por una intolerancia al gluten, una proteína presente en el trigo, el centeno, la cebada y la avena. Afecta a aproximadamente el 1% de la población y su origen involucra una combinación de factores genéticos y ambientales, como la alimentación infantil, el momento de introducción del gluten y la composición de la microbiota. Esta enfermedad afecta principalmente el intestino delgado, provocando síntomas gastrointestinales como hinchazón abdominal, diarrea, problemas de absorción y pérdida de peso. Su gravedad varía según el grado de daño observado en el intestino, que se evalúa mediante hallazgos histológicos, como cambios en las vellosidades, hiperplasia de las criptas y presencia de linfocitos intraepiteliales. El tratamiento principal implica seguir una dieta libre de gluten (Effinger et al., 2020).

Enfermedad inflamatoria intestinal

En las enfermedades inflamatorias intestinales, como la enfermedad de Crohn y la colitis ulcerosa, se observa una respuesta inmunológica anómala del sistema inmune hacia componentes de la microbiota presente en la mucosa intestinal, lo que conduce a daño en el intestino. Los pacientes con estas condiciones presentan niveles elevados de anticuerpos IgG y una mayor actividad de linfocitos T en la mucosa, sugiriendo una disminución de los mecanismos locales de tolerancia. Varios factores influyen en la activación y la remisión de la inflamación, como el flujo de las heces, el uso de antibióticos en el tratamiento de la enfermedad de Crohn y el

empleo de antibióticos de amplio espectro en la luz intestinal en la colitis ulcerosa. Dado que la enfermedad de Crohn afecta principalmente el colon y el íleon terminal, donde la concentración bacteriana es más alta, es plausible que la interacción entre la microbiota, la predisposición genética y la intolerancia contribuyan al desarrollo de esta inflamación (Polanco Allué, 2015).

Cáncer de colon

El cáncer de colon, en más del 90% de los casos, es un adenocarcinoma que se clasifica según su grado de diferenciación en bien, moderadamente o poco diferenciado. El tumor comienza en la mucosa y puede extenderse a las capas subyacentes, llegando al peritoneo y órganos cercanos. Las células cancerosas también pueden propagarse a través de vasos sanguíneos, linfáticos y nervios dentro del tumor. El diagnóstico suele hacerse en pacientes sintomáticos y los síntomas incluyen dolor abdominal, cambios en el tránsito intestinal, sangrado rectal, anemia, debilidad y la detección de masas abdominales o ganglios inflamados (Pointet & Taieb, 2017). Los factores ambientales, especialmente el estilo de vida con una dieta alta en proteínas y carnes rojas, bajo contenido de fibra, alimentos con conservantes, obesidad, tabaquismo y falta de actividad física, son determinantes clave en la activación del cáncer. (López, 2013).

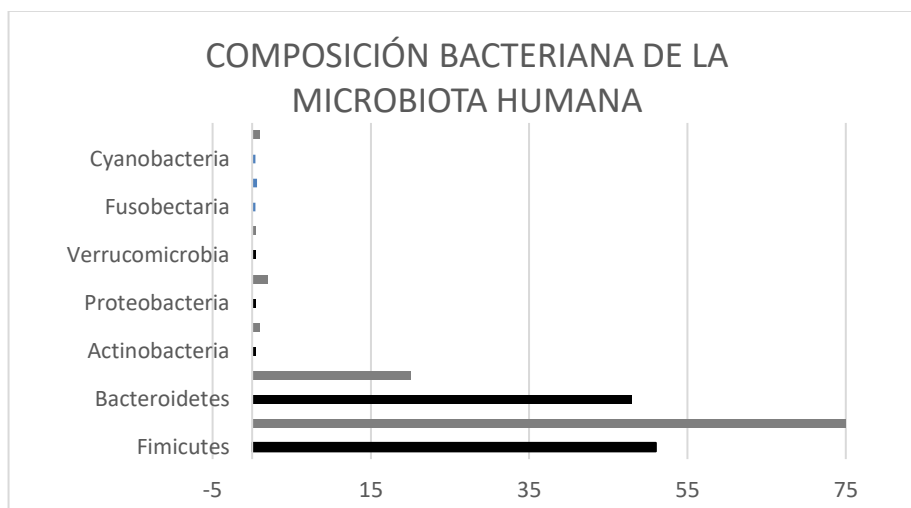
5.4. Microbiota intestinal

La microbiota intestinal es un sistema complejo que alberga alrededor de 100 billones de microorganismos y existe en simbiosis con el organismo huésped. Estos microorganismos establecen conexiones estrechas con las células epiteliales de la mucosa intestinal, formando una barrera biológica crucial para protegerla de patógenos externos. Además, descomponen polisacáridos de origen vegetal y otras sustancias dietéticas, lo que mejora la eficiencia de la digestión del huésped y garantiza un

suministro constante de nutrientes tanto para los microorganismos como para el organismo huésped (Zuo et al., 2023).

La colonización y desarrollo de la microbiota intestinal comienzan al nacer, influenciados por factores como el tipo de parto, la edad gestacional, la alimentación y la exposición a antibióticos. Los bebés nacidos por parto vaginal adquieren una microbiota similar a la de la vagina materna, mientras que los nacidos por cesárea muestran perfiles más parecidos a la piel o el entorno hospitalario (Álvarez et al., 2021). Los recién nacidos prematuros tienen menos bacterias beneficiosas y más patógenos potenciales. La microbiota de los niños amamantados se caracteriza por la dominancia de bifidobacterias, a diferencia de los alimentados con fórmula. Con la introducción de alimentos sólidos, la microbiota cambia, con los filos Bacteroidetes y Firmicutes predominantes como se observa en la Ilustración 1. La diversidad microbiana y la capacidad para degradar carbohidratos complejos y producir vitaminas aumentan con el tiempo. A los 3 años, la microbiota se asemeja a la del adulto, aunque algunos grupos microbianos alcanzan su composición definitiva en la adolescencia (Álvarez et al., 2021).

Ilustración 1. Composición bacteriana de la microbiota humana según técnicas de secuenciación del 16S rRNA.



Tomada de la fuente (Guarner, 2011)

Funciones de la microbiota

La microbiota intestinal se considera ahora un "órgano metabólico" con funciones en la nutrición, la regulación inmunológica y la inflamación sistémica. Los mamíferos libres de gérmenes experimentan un desarrollo corporal anormal, con efectos negativos en órganos como el intestino, el corazón, los pulmones y el hígado, además de un sistema inmunológico inmaduro. La microbiota intestinal descompone los polisacáridos complejos de la dieta en monosacáridos y ácidos grasos de cadena corta (AGCC), que son esenciales para la energía y la inmunorregulación del huésped. Estos AGCC también pueden influir en la regulación genética relacionada con la distribución de energía en las células grasas. La simbiosis entre microbios y vertebrados es fundamental para el funcionamiento normal del sistema digestivo e inmunológico. Además, se estima que alrededor del 10% de la energía que absorbemos proviene de esta digestión bacteriana (Icaza-Chávez, 2013)

La microbiota intestinal desempeña un papel crucial en la síntesis de vitaminas esenciales que el cuerpo humano no puede producir por sí solo. Las bacterias del ácido láctico son responsables de la producción de vitamina B12, mientras que las bifidobacterias son los principales productores de folato. Además, la microbiota intestinal también sintetiza otras vitaminas vitales como la vitamina K, riboflavina, biotina, ácido nicotínico, ácido pantoténico, piridoxina y tiamina. Además, algunas bacterias del colon, como *Bacteroides* y *E. coli*, tienen la capacidad de transformar ácidos biliares primarios no reabsorbibles en ácidos biliares secundarios (Pascual et al., 2022). Algunas de las principales clases de sustancias químicas que regulan las interacciones huésped-microbiota se describen en la Tabla 1.

Tabla 1. Metabolitos, bacterias relacionadas y funciones biológicas asociadas.

Metabolitos	Bacteria relacionada	Potenciales funciones biológicas
Ácidos grasos de cadena corta	<i>Clostridial</i> . Incluidas especies de <i>Eubacterium</i> , <i>Roseburia</i> , <i>Faecalubacterium</i> y <i>Coprococcus</i>	Bajan el pH del colon, inhiben el crecimiento de patógenos, estimulan la absorción de agua y sodio, participan en la síntesis de colesterol, proveen de energía a las células epiteliales del colon. Posiblemente implicados en la obesidad, diabetes tipo 2 y cáncer de colon.
Ácidos biliares	<i>Lactobacillus</i> , <i>Bifidobacteria</i> , <i>Enterobacter</i> , <i>Bacteroides</i> , <i>Clostridium</i>	Absorción de las grasas y vitaminas liposolubles de la dieta, mantener la barrera intestinal, homeostasis de los triglicéridos colesterol y glucosa
Vitaminas: K, B12, biotina, folato, tiamina, riboflavina, piridoxina	<i>Bifidobacterium</i>	Proveer de vitaminas endógenas al huésped.

Tomada de la fuente: (Pascual et al., 2022)

Eubiosis y disbiosis

Las comunidades microbianas que ocupan un nicho de manera estable mantienen un equilibrio caracterizado por la coexistencia beneficiosa de especies en relaciones de comensalismo y mutualismo con el huésped, lo que se denomina "eubiosis". En contraposición, la "disbiosis" representa un desequilibrio en este estado simbiótico, evidenciado por cambios cualitativos y/o cuantitativos en la composición y funciones de la microbiota. Determinar una microbiota "normal" es complicado debido a la influencia de múltiples factores y la variabilidad entre individuos. La disbiosis generalmente se caracteriza por la disminución de especies beneficiosas y el aumento de especies minoritarias, a menudo patógenos oportunistas. Estos cambios pueden ser específicos de diferentes nichos y enfermedades, y pueden implicar alteraciones globales en la estructura de la microbiota o la adquisición y pérdida de especies particulares. Por ejemplo, en enfermedades inflamatorias intestinales, se observa la pérdida de bacterias productoras de butirato, como *Faecalibacterium*, *Roseburia* y *Eubacterium*, mientras que, en diarreas relacionadas con antibióticos, puede haber un sobrecrecimiento de patógenos oportunistas como *Clostridioides difficile*. Varios factores como el uso de antibióticos, el estrés, la genética, la dieta y el estilo de vida se han relacionado con la disbiosis (Álvarez et al., 2021).

La microbiota intestinal desempeña un papel crucial en diversas funciones fisiológicas y está vinculada a enfermedades crónicas, incluyendo varios tipos de cáncer y otras afecciones. Por ejemplo, se ha observado menor diversidad de microbiomas en personas con cáncer de cabeza y cuello, cáncer colorrectal, enfermedad inflamatoria intestinal, diabetes tipo 1, obesidad y enfermedad celíaca. Comprender bien la microbiota es esencial para entender cómo las alteraciones a este nivel contribuyen a estas enfermedades. Muchas patologías, como diarrea infecciosa, complicaciones

sépticas, trastornos intestinales, obesidad, diabetes tipo 2, síndrome metabólico, atopia y enfermedades autoinmunes, tienen sus raíces en desequilibrios de la microbiota intestinal (Crowder et al., 2023) (Polanco Allué, 2015).

5.5. Prebióticos, probióticos y simbióticos

Prebióticos

Los prebióticos son sustancias que estimulan el crecimiento o la actividad selectiva de ciertos microorganismos en la microbiota intestinal, beneficiando la salud del huésped. Para considerar un alimento como prebiótico, debe cumplir criterios como: resistir hidrólisis y absorción en el tracto gastrointestinal superior (incluyendo la acidez gástrica y la actividad enzimática en el esófago y duodeno), ser fermentado por bacterias beneficiosas de la microbiota intestinal y tener efectos positivos en la salud. Entre los ingredientes alimentarios, los carbohidratos no digeribles, como oligosacáridos y polisacáridos, son los más importantes como candidatos prebióticos (Pascual et al., 2022).

Principales prebióticos empleados en estudios clínicos (Olveira & González-Molero, 2016):

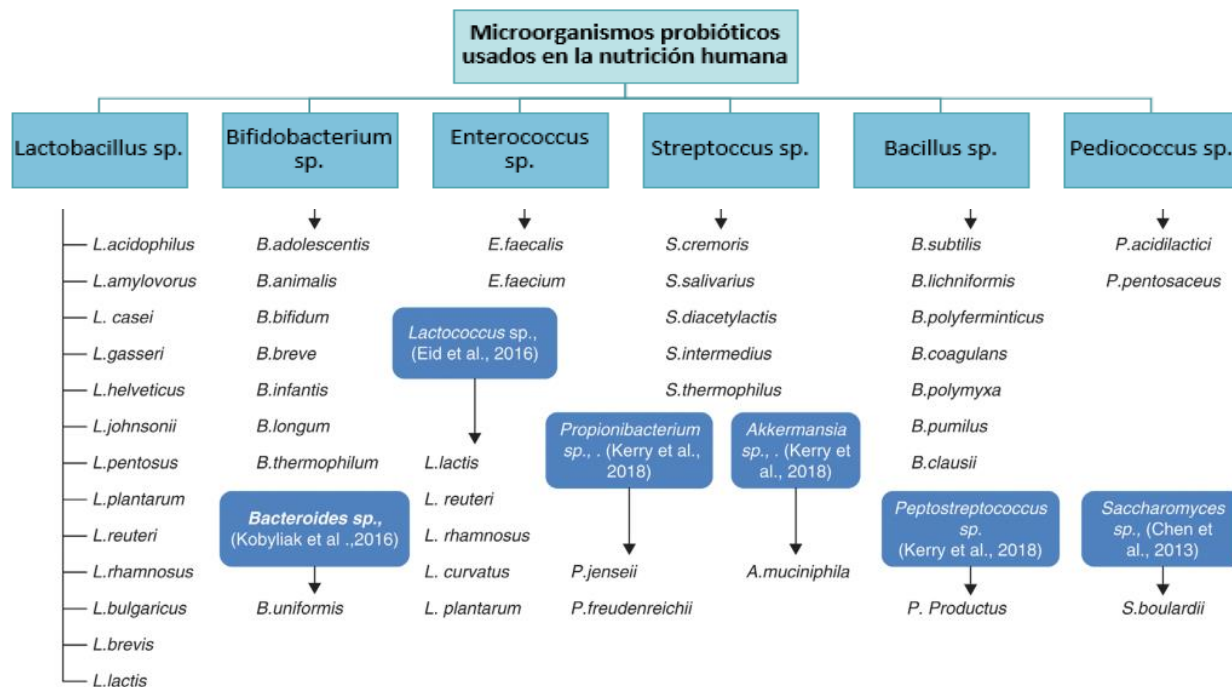
- Fruto-oligosacáridos (FOS)
- Galacto-oligosacáridos (GOS)
- Inulina
- Trans-galacto-oligosacáridos (TOS)
- Beneo Synergy 1 (SYN1): oligofructosa-inulina
- Lactulosa
- Fibra de avena

- Cebada germinada (rico en hemicelulosa)
- Goma guar hidrolizada
- Almidón resistente
- Plantago ovata
- Betaglucano

Probióticos

Los probióticos son microorganismos vivos que benefician al huésped, según la definición de la OMS. Estos microorganismos probióticos, utilizados en la industria alimentaria, provienen en su mayoría de fuentes animales, aunque también se encuentran en sustratos fermentados no lácteos. La selección de probióticos se basa en factores como su capacidad de crecimiento en materia prima, estabilidad y viabilidad, propiedades sensoriales, supervivencia en el tracto gastrointestinal después del consumo, y características funcionales como adhesividad, producción antimicrobiana, estimulación del sistema inmunológico, seguridad y prevención de patógenos (Ilango & Antony, 2021). En la ilustración 2 se mencionan algunos probióticos utilizados en la nutrición humana.

Ilustración 2. Microorganismos probióticos usados en la nutrición humana.



Tomado de la fuente: (Oliveira & González-Molero, 2016)

Probióticos de próxima generación

El término "probiótico de próxima generación" es similar al concepto de "producto bioterapéutico vivo" (LBP), que se refiere a un producto biológico que contiene organismos vivos aplicable a humanos y no es una vacuna. Este concepto engloba tanto el microorganismo bioterapéutico vivo como los otros ingredientes del producto final. Los probióticos de próxima generación tienen requisitos más rigurosos en comparación con los probióticos tradicionales (Gullot & Ambato, 2021).

Tabla 2. Probióticos tradicionales y de próxima generación.

Características generales	
Tradicionales	Próxima generación
Aislados de las experiencias de la vida	Aislados de microbiota intestinal humana en estudios para probióticos de próxima generación
Orientados a experiencias generales de salud o enfermedades del intestino	Orientados a enfermedades específicas intestinales, metabólicas y sistémicas
Generalmente seguro para la población normal	Seguridad por evaluar (no probada)
Existen como aditivos alimentarios o alimentos funcionales	Desarrollar como medicamentos potenciales

Tomado de la fuente: (Gullot & Ambato, 2021)

Simbióticos

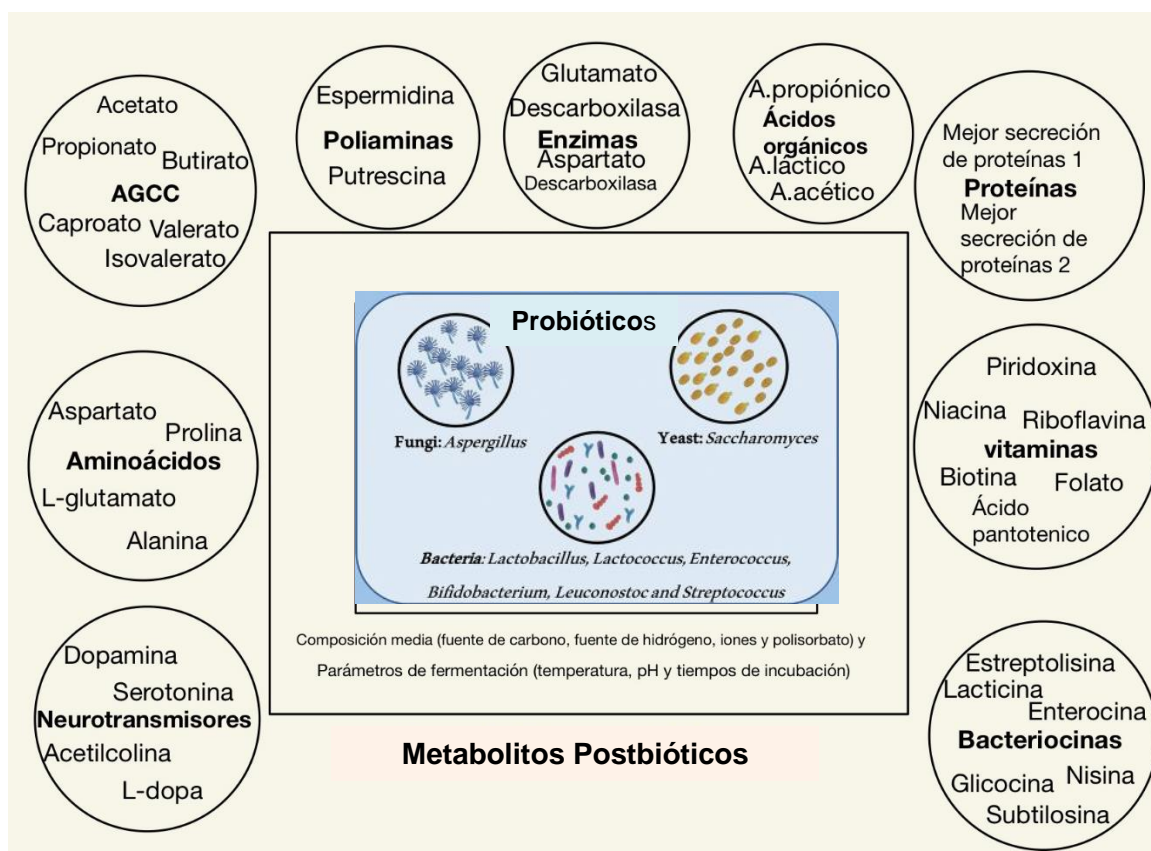
Un simbiótico es un producto que combina al menos un probiótico (microorganismo beneficioso) y un prebiótico (sustancia no digerible que estimula el crecimiento de microorganismos beneficiosos). Para ser etiquetado como simbiótico, debe estar bien definido y demostrar que su efecto en la salud es mayor que la suma de los efectos individuales de los probióticos y prebióticos. Un ejemplo común de simbiótico es la combinación de bacterias del género *Bifidobacterium* o *Lactobacillus* con fructooligosacáridos. (Álvarez et al., 2021).

Postbióticos

Los metabolitos secundarios de probióticos, conocidos como posbióticos (ver ilustración 3), son cada vez más importantes en aplicaciones farmacéuticas y alimentarias. Estos compuestos son liberados durante el metabolismo probiótico y pueden tener efectos beneficiosos en la salud del huésped. Los postbióticos también

pueden incluir compuestos con estructuras químicas novedosas y efectos no tóxicos. Su producción está influenciada por condiciones específicas y pueden tener diversas aplicaciones, como la modulación de la presión arterial, la inhibición de patógenos, la promoción de la cicatrización de heridas y la mejora de la capacidad antioxidante. Los posbióticos también pueden reemplazar la suplementación con probióticos, especialmente en individuos vulnerables a los efectos secundarios de los probióticos vivos, como niños, inmunodeprimidos o personas mayores. Los posbióticos han demostrado su efectividad en la regulación de la respuesta inflamatoria y la protección contra patógenos (Chávarri et al., 2021).

Ilustración 3. Resumen de los metabolitos postbióticos producidos por microorganismos probióticos.

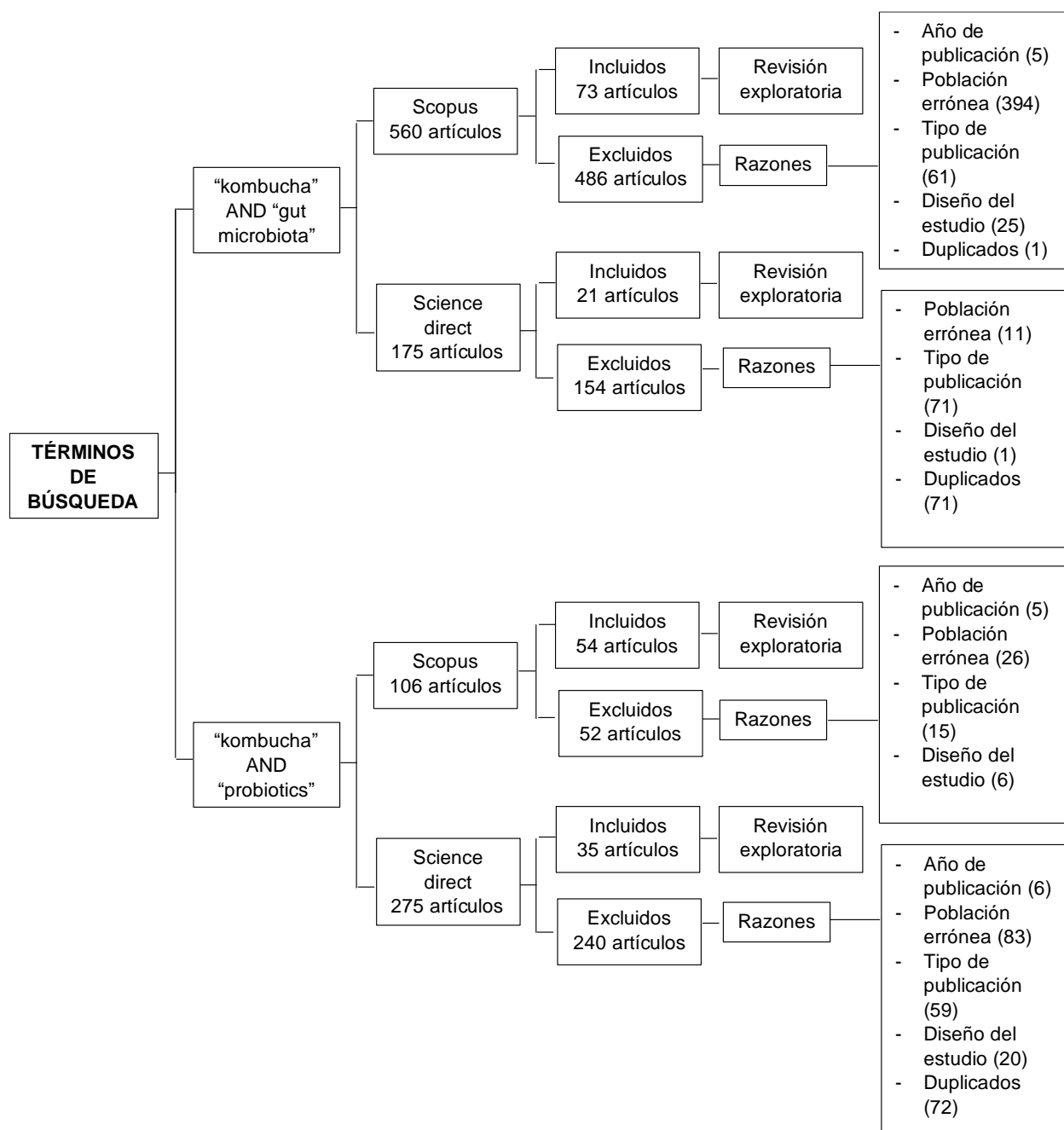


Tomada de la fuente: (Chávarri et al., 2021)

6. Metodología

Se realizó una revisión sistemática exploratoria, por medio del análisis y síntesis de diferentes estudios cuantitativos y cualitativo obtenidos principalmente de las bases de datos bibliográficas Scopus y Science Direct, Pubmed. Utilizando las palabras claves “Kombucha AND Gut microbiota” y “Kombucha AND probiotics”. En la ilustración 4 se puede detallar las razones por las cuales se eligieron o rechazaron los artículos. La búsqueda se realizó entre 2013 y 2023. Posteriormente, se utilizó el software VOSviewer para realizar el análisis bibliométrico y los resultados se visualizaron con el uso de mapas de red.

Ilustración 4. Términos de búsqueda para la revisión exploratoria.



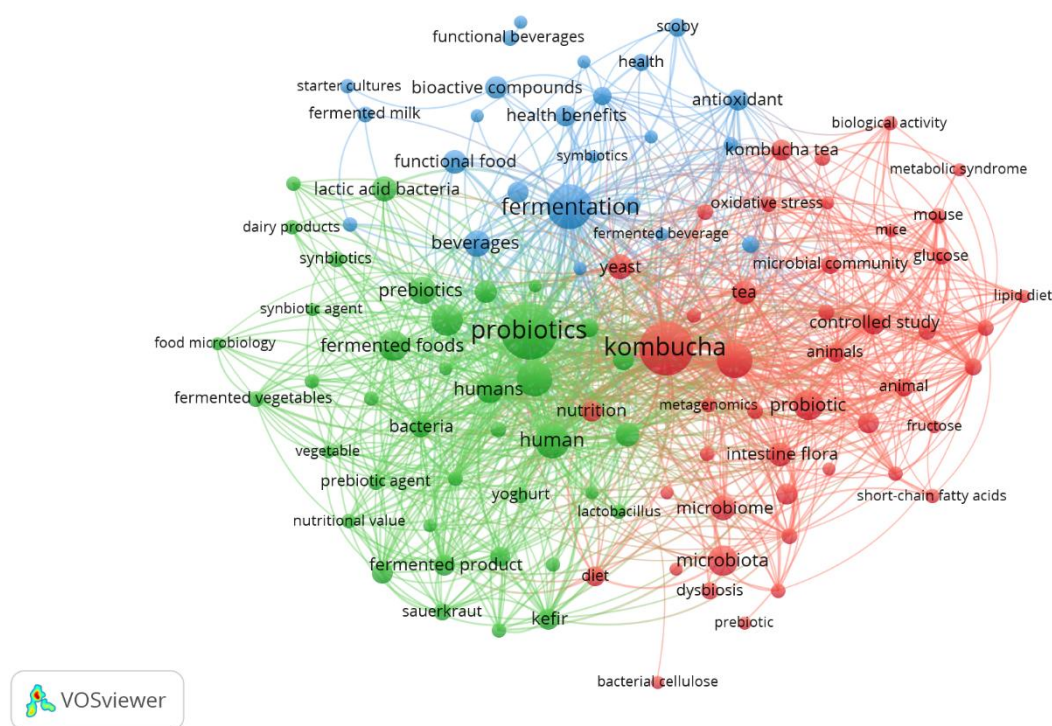
Fuente: Elaboración propia

7. Resultados

7.1. Análisis bibliométrico

Se utilizó el software VOSviewer para analizar los términos extraídos de los títulos y resúmenes de las 735 publicaciones para los términos “Kombucha AND Gut microbiota” y 381 para las publicaciones con los términos “Kombucha AND probiotics”. El objetivo era tener una mejor comprensión del enfoque que tenían las investigaciones. Un total de 115 palabras claves fueron seleccionadas y fueron agrupadas en 3 grupos: El cluster verde se asocia a Alimentos fermentados y bacterias relacionadas, cluster azul a beneficios para la salud y componentes bioactivos de bebidas fermentadas (Kombucha) y el cluster rojo a estudios y análisis relacionados con el microbioma, así como organismos modelo *in vitro* e *in vivo* (ver ilustración 5).

Ilustración 5. Mapeo de conglomerados según las palabras claves.



Fuente: Elaboración propia

7.2. La Kombucha Y Su Composición

La composición microbiana del té SCOBY (cultura simbiótica de bacterias y levaduras) puede variar entre fermentaciones debido a factores como el origen, el clima, la ubicación geográfica y el medio de fermentación utilizado. A pesar de estas variaciones, las bacterias más predominantes en este cultivo suelen ser *Acetobacter spp.*, *Gluconobacter*, *Komagataeibacter spp.* y *Lactobacillus spp.* (Coelho et al., 2020) y (Selvaraj & Gurusurthy, 2023). En la Kombucha, aunque inicialmente aumenta la población de bacterias ácido lácticas (BAL) en los primeros días de fermentación, posteriormente disminuyen gradualmente. Esto sugiere que, si se utiliza SCOBY de una fermentación anterior que dura más de 14 días, es posible que no haya BAL presentes en el nuevo proceso de fermentación (Antolak et al., 2021).

La Kombucha contiene cepas osmófilas de levadura, como *Bretanomyces spp.*, *Candida spp.*, *Lachancea spp.*, *Pichia spp.*, *Saccharomyces spp.*, *Schizosaccharomyces spp.* y *Zygosaccharomyces spp.* Durante la fermentación de la Kombucha, la fructosa y la glucosa se utilizan como fuentes de carbono. La glucosa es la responsable de formar una película de celulosa en la superficie. Cada película SCOBY resultante de la fermentación tiene una composición microbiana única, que puede estar dominada por levaduras o bacterias. El hijo SCOBY formado después de la fermentación del SCOBY madre exhibe variaciones en la composición microbiana y en porcentaje de dominación microbiana. El metabolismo de los microorganismos involucrados en la fermentación de la Kombucha sigue siendo un enigma. La composición microbiana del té fermentado y la capa SCOBY influyen en las propiedades de la celulosa producida en el proceso. La Kombucha es una bebida burbujeante, ligeramente dulce y ácida, consumida globalmente como un refresco revitalizante. Las bacterias y levaduras en la Kombucha utilizan sustratos de manera

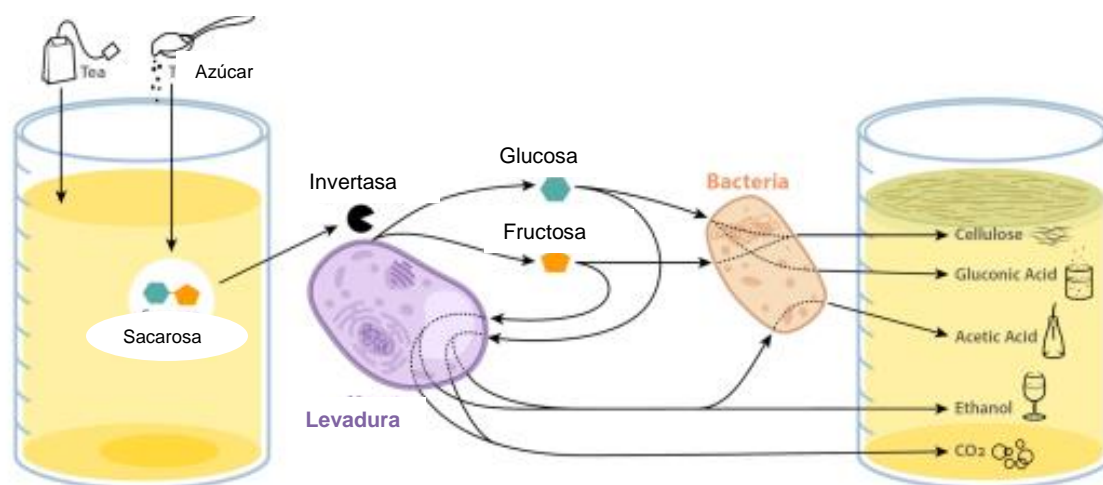
diversa y están involucradas en diversas actividades metabólicas. Durante la fermentación, la levadura en el cultivo produce invertasa, que descompone la sacarosa en glucosa y fructosa, generando CO₂ y etanol. (Selvaraj & Gurumurthy, 2023).

Las principales unidades de carbohidratos en los polisacáridos del té incluyen ramnosa, arabinosa, galactosa, glucosa, xilosa, manosa, ribosa, ácido galacturónico y ácido glucurónico. La galactosa predomina en los polisacáridos neutros, mientras que los polisacáridos ácidos contienen ramnosa, arabinosa, galactosa y ácido galacturónico. Los perfiles de polisacáridos varían según el tipo de té, el ambiente de cultivo y el procesamiento (Antolak et al., 2021).

Una bacteria *Gluconacetobacter xylinus* es la principal responsable de la matriz de celulosa que aloja la microbiota de kombucha, promoviendo una asociación entre bacterias y levaduras (Coelho et al., 2020).

Las bacterias del ácido acético oxidan la fructosa en ácido acético y la glucosa en ácido glucónico (ver ilustración 6). Las bacterias anaerobias obligadas del ácido acético en el cultivo oxidan el etanol y excretan ácido acético; por lo tanto, el pH se reduce (Mohd Ariff et al., 2023).

Ilustración 6. Metabolismo microbiano en la fermentación de la kombucha.



Tomado de May et al, 2019

El té de kombucha se presenta como una mezcla rica en diversos compuestos químicos, entre los cuales se incluyen catequinas, teaflavinas, tearubiginas, flavonoles, glucósidos de flavonoles, proteínas, aminoácidos, cafeína, carbohidratos y ácidos orgánicos. Tras el proceso de fermentación, esta bebida se convierte en una amalgama de múltiples elementos químicos. (Selvaraj & Gurumurthy, 2023).

7.3. Metabolitos de la fermentación de kombucha

Los metabolitos presentes en el té fermentado incluyen una variedad de ácidos como el acético, glucónico, glucurónico, cítrico, láctico, málico, tartárico, malónico, oxálico, succínico, pirúvico, sacárico y DSL (ácido D-glucárico sacárico-1,4-lactona). El ácido DSL, derivado del ácido D-glucárico, posee propiedades desintoxicantes y antioxidantes. La concentración de ácido acético disminuye a medida que aumenta el tiempo de fermentación, y también contribuye al sabor tipo vinagre de la kombucha (Selvaraj & Gurumurthy, 2023).

La fermentación de la kombucha produce diversas vitaminas, como la B1 (antienvjecimiento), B2 (previene artritis y alergias), B12 (beneficiosa para la memoria), B6 (combate la depresión, mejora el estado de ánimo y concentración) y vitamina C (reduce la liberación de cortisol) (Selvaraj & Gurumurthy, 2023). También se genera una pequeña cantidad de alcohol (<0,5%), que aumenta con el tiempo de fermentación. La kombucha contiene polifenoles del té, poderosos antioxidantes que ayudan a prevenir enfermedades como el cáncer, el estrés y trastornos neurodegenerativos y cardiovasculares. La kombucha de té verde tiene una actividad antioxidante superior en comparación con el té negro. Además, la bebida contiene elementos metálicos esenciales como sodio, potasio, calcio, cobre, hierro, manganeso, níquel y zinc (Selvaraj & Gurumurthy, 2023)

En la kombucha, los polifenoles más comunes incluyen epicatequina (EC), epigallocatequina (EGC), galato de epicatequina (ECG) y galato de epigallocatequina (EGCG). Estos son compuestos activos con múltiples unidades estructurales de fenol por molécula y representan un grupo importante de antioxidantes presentes en la dieta. Las propiedades antioxidantes de estos polifenoles son responsables de varios beneficios de la kombucha, como la prevención del cáncer, el fortalecimiento del sistema inmunológico y la reducción de la inflamación y la artritis (Coelho et al., 2020). En la tabla 3 se presenta la composición química de la Kombucha.

Tabla 3. Composición química de la kombucha.

	Compuesto	Medida de composición	Sacarosa inicial	Periodo de fermentación	Referencia
	Acido acético	5.6 g/L	70 g/L	15	Blanc, 1996

	Compuesto	Medida de composición	Sacarosa inicial	Periodo de fermentación	Referencia
Ácidos orgánicos	Acido acético	8.36 g/L	100 g/L	18	Jayabalan et al., 2007
	Acido acético	11 g/L	100 g/L	30	Chen & Liu, 2000
	Ácido glucónico	39 g/L	100 g/L	60	Chen & Liu, 2000
	Ácido glucónico	0.0160 g/L	70 g/L	21	Lončar et al., 2006
	Ácido láctico	0.18 g/L	100 g/L	18	Jayabalan et al., 2007
Vitaminas	Vitamina B1	0.74 mg/L	70 g/L	15	Bauer-Petrovska & Petrushevskaja-Tozi, 2000
	Vitamina B2	8 mg/100 mL	70 g/L	10	Malbaša et al., 2011
	Vitamina B6	0.52 mg/L	70 g/L	15	Bauer-Petrovska & Petrushevskaja-Tozi, 2000
	Vitamina B12	0.84 mg/L	70 g/L	15	Bauer-Petrovska & Petrushevskaja-Tozi, 2000
	Vitamina C	25 mg/L		10	Malbaša et al., 2011
Compuestos generales	Etanol	5.5 g/L	100 g/L	20	Chen & Liu, 2000
	Proteínas	3 mg/L	100 g/L	12	Chu & Chen, 2006
	Polifenoles	7.8 mM (equivalentes ácido gálico)	100 g/L	15	Jayabalan et al., 2007
Minerales	Cu, Fe, Mn, Ni, Zn	0.1 a 0.4 µg/mL	70 g/L	15	Bauer-Petrovska & Petrushevskaja-Tozi, 2000
Aniones	F ⁻ , Cl ⁻ , Br ⁻ , I ⁻ , NO ₃ ⁻ , HPO ₄ ⁻ , SO ₄ ⁻	0.04 a 3.20 mg/g	100 g/L	7	Kumar & Joshi, 2016

Tomado de la fuente: (Tran et al., 2020)

Los alimentos fermentados han sido objeto de creciente interés en la investigación científica debido a su potencial impacto en la salud humana. Se ha observado que durante la fermentación se generan diversos compuestos beneficiosos, como el ácido láctico, que ha demostrado reducir la inflamación y el estrés oxidativo en

el intestino. Además, se producen vitaminas B, aminoácidos, neurotransmisores y proteínas con propiedades inmunomoduladoras (Marco et al., 2017).

En la actualidad se le atribuyen diferentes propiedades beneficiosas para la salud a la bebida fermentada del té de kombucha, en la tabla que se relaciona a continuación se mencionan algunas de las actividades biológicas asociadas al consumo de esta ancestral bebida.

Tabla 4. Diferentes actividades biológicas de la bebida kombucha elaborada con té.

Actividad	Sustrato	Ensayo	Bioactividad atribuida a	Referencia
Antioxidante	Té negro, té verde (Camellia sinensis) y rooibos (Aspalathus linearis)	Ensayos de eliminación de radicales libres (DPPH y FRAP)/Ensayo oxidativo MTT in vivo en fibroblastos de ratón	Compuestos fenólicos	Gaggia et al., 2019
	Té negro y té verde.	Ensayos de eliminación de radicales libres (ABTS)	Compuestos fenólicos	Cardoso et al., 2020
	Té negro, té verde y té oolong	Ensayos de eliminación de radicales libres (DPPH)	Compuestos fenólicos	Kaewkod et al., 2019
	Leche de soja (Glycine max)	Ensayos de eliminación de radicales libres (DPPH, FRAP y ABTS)	Compuestos fenólicos	Watawana et al., 2016a, 2016b Xia et al., 2019
Antimicrobiano	Té negro	Método de difusión (<i>Salmonella typhimurium</i> , <i>Listeria monocytogenes</i> , <i>Bacillus cereus</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Aspergillus flavus</i> , <i>A.niger</i>)	Ácidos orgánicos (principalmente ácido acético),	Al-Mohammadi et al., 2021

Actividad	Sustrato	Ensayo	Bioactividad atribuida a	Referencia
	Té negro, té verde y té oolong	Método de difusión (<i>E. coli</i> , <i>Shigella Dysenteriae</i> , <i>Salmonella typhi</i> , <i>Vibrio cholerae</i>)	Ácidos orgánicos (principalmente ácido acético)	Kaewkod y otros, 2019
	Té negro	CIM por método de microdilución en caldo (<i>Alicyclobacillus spp.</i>)	Ácidos orgánicos y compuestos fenólicos.	Mizuta y otros, 2020
Antitumoral	Té negro y verde	Ensayo MTT con células HCT8 y CACO-2.	Catequinas y verbascósido	Cardoso et al., 2020
	Té negro	Ensayo MTT con células A549, U2OS y 786-0	Malonato de dimetil 2-(2-hidroxi-2-metoxipropilideno) y vitexina	Jayabalan et al., 2011
Antiinflamatorio	Té negro	Ratones albinos suizos (inducidos por ulceración gástrica)	Compuestos fenólicos	Banerjee et al., 2010
	Té negro	Ratas albinas Sprague-Dawley (estrés oxidativo inducido por plomo)	Compuestos fenólicos	Dipti et al., 2003
	Té negro	Ensayo de inhibición de la enzima 15-LOX	-	Villarreal-Soto et al., 2019
Antihipertensivo	Té negro y verde, ajedrea, menta, tomillo	Ensayo de inhibición de la ECA	Compuestos fenólicos	Hrnjez et al., 2014 Vitas et al., 2020
Hepatoprotector	Té negro	Hepatocitos murinos (hepatotoxicidad inducida por TBHP)	Compuestos fenólicos	Bhattacharya et al., 2011 Hyun et al., 2016
	Té negro	Ratones C57BLKS (ratones obesos modificados genéticamente)/Análisis de enzimas	Compuestos fenólicos	Bhattacharya et al., 2011 Hyun et al., 2016

Actividad	Sustrato	Ensayo	Bioactividad atribuida a	Referencia
		hepáticas y análisis histopatológico		
	Té negro	Ratones macho ICR (hepatotoxicidad inducida por APAP)/Análisis de enzimas hepáticas y	ADSL	Wang y otros, 2014
Hipocolesteroiémico	Té negro	Ratas Wistar macho adultas	Ácidos orgánicos y compuestos fenólicos.	Zubaidah et al., 2018
Antidiabético	Té negro	Ratas macho albinas suizas (diabetes inducida por aloxanos)	Ácidos orgánicos, compuestos fenólicos y DSL.	Bhattacharya et al., 2013
	Té negro y verde	Ensayos de inhibición de α -amilasa y α -glucosidasa	Compuestos fenólicos	Kallel et al., 2012

Adaptado de (Diez-Ozaeta & Astiazaran, 2022b)

Como se evidencia en la tabla 4, el té de kombucha, derivado de distintos tipos de té como el negro, verde y oolong, posee una amplia variedad de propiedades beneficiosas para la salud. Se Destaca su actividad antioxidante, principalmente gracias a los compuestos fenólicos que posee, su capacidad antimicrobiana, especialmente en el caso del té negro, la posible acción antitumoral, relacionada con la presencia de catequinas, verbascósido y malonato de dimetil, y su efecto antiinflamatorio, atribuido a los compuestos fenólicos. Asimismo, se ha observado que el té de kombucha puede tener un impacto positivo en la regulación de la presión arterial y puede desempeñar un papel en la protección hepática. Además, muestra beneficios en la reducción de niveles de colesterol y en la regulación de la glucosa en sangre, lo que lo convierte en una opción potencial para prevenir enfermedades cardiovasculares y la diabetes. Cabe destacar que la mayoría de los estudios mencionados fueron realizados en modelos *In*

vitro e *In vivo* con animales, por lo tanto, se requiere investigación adicional para validar estos efectos en seres humanos.

Componentes nutricionales y bioactivos presentes en la kombucha que podrían contribuir a su efecto terapéutico en enfermedades gastrointestinales

El estudio de Vargas et al. (2021) llevó a cabo una revisión bibliométrica y sistemática en la que se identificaron las bacterias y levaduras predominantes en el kombucha, las cuales han sido objeto de estudio debido a sus posibles propiedades probióticas. Se destacó la identificación de la especie *Dekkera bruxellensis*, aunque no se realizaron investigaciones específicas sobre su potencial probiótico. Además, se evaluó el efecto probiótico de cinco cepas de bacterias ácido lácticas (BAL) aisladas del kombucha. En un análisis adicional, se sometieron los aislados de la especie *Pediococcus pentosaceus* a un ensayo en placa para determinar su capacidad de producción de bacteriocina, revelando que tres de las cinco cepas demostraron resultados positivos en este sentido (Vargas et al., 2021).

Muchas cepas del género *Lactobacillus* se aceptan generalmente como probióticos humanos. Sus propiedades probióticas se deben a su resistencia a la bilis y a su capacidad de adherirse a la microbiota intestinal, lo que les permite reemplazar bacterias patógenas y conferir bienestar al huésped (Ortega et al., 2019).

Se han llevado a cabo una serie de investigaciones que emplean tanto cultivos microbianos como técnicas moleculares con el propósito de identificar la composición microbiana presente en la kombucha. La mayoría de estos estudios se han realizado utilizando kombucha producida en entornos de laboratorio. En el Tabla 5 se detallan los microorganismos que con mayor frecuencia se encuentran en esta bebida, y se

proporciona información acerca de la capacidad probiótica de las cepas de bacterias y levaduras que se han aislado de otras fuentes (Guzmán, 2021).

Tabla 5. Microorganismos que se han reportado presentes en kombucha y aquellos reconocidos como probióticos.

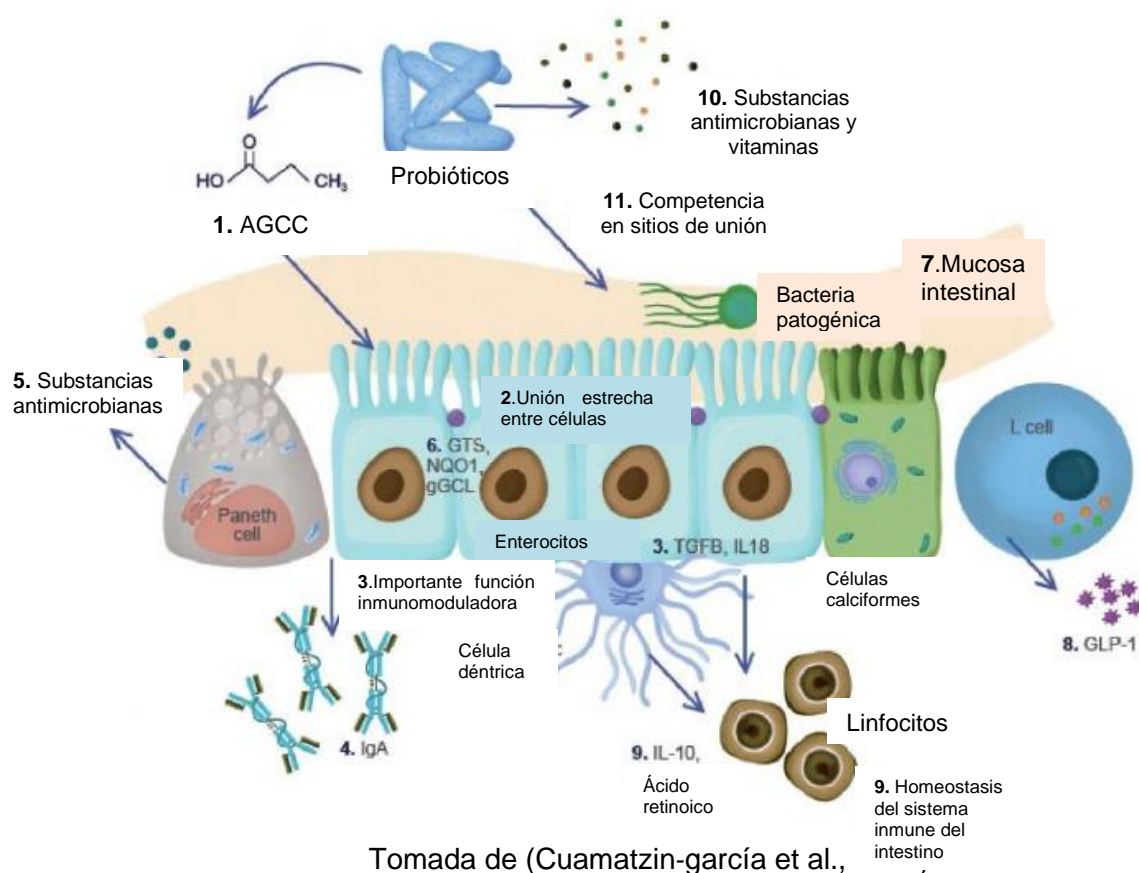
Microorganismo	Presencia en Kombucha	Capacidad probiótica reportada
<i>Lactobacillus kefiranofaciens</i> sp.	Marsh <i>et al.</i> , 2014	Sí, aislada de granos de kefir (Xing <i>et al.</i> , 2017)
<i>Lactobacillus nagelii</i>	Coton <i>et al.</i> , 2017	No reportado
<i>Lactobacillus Satsumensis</i>	Coton <i>et al.</i> , 2017	No reportado
<i>Leuconostoc</i>	Marsh <i>et al.</i> , 2014	<i>L. mesenteroides</i> aislados de de aguamiel, pulque y kimchi (Castro <i>et al.</i> , 2019; Giles <i>et al.</i> , 2016; Lee y Kim, 2019)
<i>Leutococcus</i>	Marsh <i>et al.</i> , 2014	No reportado
<i>Bifidobacterium</i>	Marsh <i>et al.</i> , 2014	Sí. Aislados de heces de infantes, nieve y cepa comercial. <i>B. bifidum</i> , <i>B. lactis</i> comercial (Chenoll <i>et al.</i> , 2011; Hekmat & McMahon, 1992; Invernici <i>et al.</i> , 2018)
<i>Propionibacterium</i>	Marsh <i>et al.</i> , 2014	Sí. Cepas comerciales, leche bronca y quesos (Chaia, Zárata, & Oliver, 1999; Huang & Adams, 2004)
<i>Oneococcus oeni</i>	Coton <i>et al.</i> , 2017	No reportado

Tomado de fuente: (Guzmán, 2021)

Numerosos estudios con microorganismos considerados probióticos, como *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*, *Saccharomyces*, *Enterococcus*, *Streptococcus*, *Pediococcus*, *Leuconostoc*, *Bacillus* y *Escherichia coli*, han confirmado su capacidad para alcanzar el tracto gastrointestinal. Estos microorganismos ofrecen beneficios en el intestino, incluyendo la

mejora de las condiciones y el mantenimiento de la homeostasis del tracto gastrointestinal, la competencia con bacterias patógenas, la reducción de la adherencia de patógenos y la actividad antioxidante (Cuamatzin-garcía et al., 2022). Según Dimidi et al., 2019, los probióticos generan beneficios fisiológicos en el intestino al competir con bacterias patógenas y producir productos de fermentación con efectos inmunorreguladores y neurogénicos. Por lo tanto, es esencial considerar el potencial probiótico de estos microorganismos, especialmente en el ámbito médico y preventivo, ya que la promoción de la homeostasis intestinal puede reducir el riesgo de enfermedades gastrointestinales (Cuamatzin-garcía et al., 2022).

Ilustración 7. Mecanismo de acción de los microorganismos de la microbiota intestinal.



La Ilustración 7 relaciona las diversas funciones de los probióticos en el organismo. Estas funciones incluyen la producción de ácidos grasos de cadena corta

que sirven como fuente de energía para las células intestinales, la mejora de la función de barrera intestinal para prevenir la entrada de patógenos, la regulación de la respuesta inmunitaria mediante la inhibición de citocinas proinflamatorias y la estimulación de moléculas que reclutan linfocitos, la producción de inmunoglobulina A y sustancias antimicrobianas, la capacidad antioxidante al promover la síntesis de mecanismos de protección contra especies reactivas de oxígeno, la producción de moco intestinal, la estimulación de la síntesis de GLP-1, la síntesis de vitaminas y otras sustancias antimicrobianas, y la capacidad para competir y combatir patógenos. Estas funciones contribuyen a mantener la homeostasis y el equilibrio del sistema inmunológico en el intestino (Cuamatzin-garcía et al., 2022).

En la Tabla 6, se presentan algunos estudios, tanto *in vitro* como *in vivo*, que resaltan las posibles propiedades biológicas asociadas con el consumo o uso de kombucha. Se han examinado las principales propiedades fisiológicas relacionadas con el consumo de kombucha y que pueden estar asociadas a enfermedades del sistema digestivo.

Tabla 6. Propiedades biológicas in vivo e in vitro asociadas a la kombucha y a enfermedades del sistema digestivo.

Tipo de ensayo	Propiedad biológica	Modelo	Referencia
<i>In vivo</i>	Modulación del microbioma	Ratones macho C57BLKS db/db	Jung et al. (2018)
<i>In vivo</i>	Modulación del microbioma	efectos del consumo de kombucha en la microbiota intestinal y en la salud intestinal de ratas Wistar alimentadas con una dieta rica en grasas y	(Costa et al., 2022)

Tipo de ensayo	Propiedad biológica	Modelo	Referencia
		fructosa.	
<i>In vivo</i>	Probiótico	Modulación de la microbiota intestinal y marcadores del síndrome metabólico en ratones con una dieta enriquecida con colesterol y grasas mediante kombucha de flor de guisante de mariposa	(Permatasari et al., 2022)
<i>In vivo</i>	Probiótico	Mejora el síndrome del intestino permeable en ratones jóvenes y viejos modelo de colitis	Pakravan, N., Kermanian, F., & Mahmoudi, E. (2019).
<i>In vitro</i>	Probiótico	Resistencia a afecciones gástricas e intestinales. (Kombucha suplementada con BAL)	Bueno et al., 2021

Modificado de (Vargas et al., 2021) (Diez-Ozaeta & Astiazaran, 2022b) (Pakravan et al., 2019)

Diez-Ozaeta & Astiazaran, 2022b observaron que se ha confirmado el efecto antitumoral de los extractos de Kombucha en el cáncer de colon humano y su capacidad curativa en úlceras gástricas en ratones. Sin embargo, los estudios sobre la actividad probiótica de esta bebida se centran en el aislamiento de cepas específicas con potencial probiótico, evaluando resistencia a condiciones gastrointestinales, producción de bacteriocinas y otros factores. Además, dentro de su revisión, uno de los estudios demostró que el té de Kombucha pudo modificar la microbiota intestinal en ratones con enfermedad del hígado graso no alcohólico, destacando un aumento en la proporción de Bacteroidetes y cambios en la abundancia de ciertas especies

microbianas. En su exploración en estudios llevados a cabo en humanos, no se encontraron efectos significativos en la microbiota intestinal debido a limitaciones en la metodología utilizada. Sin embargo, estos tienen limitaciones importantes, como la baja detección de microorganismos y problemas en el manejo de muestras, lo que requiere un análisis cuidadoso de los resultados obtenidos en relación con la influencia de la Kombucha en la salud humana (Diez-Ozaeta & Astiazaran, 2022b).

Costa et al 2022 en su estudio sobre la influencia de la kombuchas de té verde y té negro en la modulación de la microbiota intestinal de ratas Wistar alimentadas con una dieta alta en grasa y en fructosa; pudieron observar a través de diferentes pruebas los efectos en la salud intestinal de las ratas bajo el consumo regular de kombucha. El alto contenido de compuestos fenólicos en las kombuchas influye en la microbiota intestinal. Solo una pequeña parte de los compuestos fenólicos en la dieta se absorbe en el intestino delgado, mientras que los más complejos llegan al colon y son metabolizados por la microbiota, volviéndose bioactivos. Después de la transformación en ácidos fenólicos, estos metabolitos benefician a la microbiota intestinal al promover bacterias beneficiosas y reducir las patógenas. Aunque se recomienda una dieta saludable, la ingesta de kombucha puede ayudar a modular la microbiota intestinal y mitigar los efectos de una dieta occidental al aumentar la producción de propionato y fomentar el crecimiento de bacterias beneficiosas, como *Adlercreutzia* (Costa et al., 2022).

En un estudio *in vivo*, se agregó *Clitoria ternatea* (guisante mariposa) a la fermentación de kombucha y se administró como suplemento en dosis altas (130mg/Kg) a ratones alimentados con una dieta rica en colesterol y grasas. Esto aumentó la diversidad de la microbiota intestinal en comparación con el grupo sin suplementación.

La microbiota intestinal diversa se asocia con mejoras en el perfil lipídico y una reducción del riesgo de inflamación. El género dominante *Blautia* en el grupo suplementado juega un papel en enfermedades metabólicas y procesos biotransformativos. Se encontró una correlación positiva entre *Blautia* y HDL, IL-10 y PGC-1 α , respaldando su papel beneficioso en trastornos metabólicos y enfermedades inflamatorias. La suplementación también aumentó la diversidad de *Bacteroides* y *Parabacteroides*, probióticos potenciales para tratar enfermedades inflamatorias, incluyendo la enfermedad inflamatoria intestinal (EII). *Phascolarctobacterium*, otro probiótico, también se encontró en las heces del grupo suplementado, y se ha asociado con el estado de ánimo positivo en humanos. Los investigadores concluyeron que la suplementación con kombucha y guisante mariposa mejoró la diversidad de la microbiota intestinal y puede ser beneficiosa para combatir el síndrome metabólico y las enfermedades inflamatorias (Permatasari et al., 2022).

Por otro lado, Pakravan et al 2019, llevaron a cabo un estudio se realizado en tres fases. Donde se dividieron los ratones en dos grupos, jóvenes y viejos, y luego en subgrupos con colitis inducida (con agua con 3,5% (p/v) de sal de sulfato de sodio) y sin colitis. Cada subgrupo con colitis se dividió en dos, uno sin tratamiento y otro tratado con té de kombucha filtrado. Durante 21 días, se indujo colitis en ratones jóvenes y viejos, y se evaluó la pérdida de peso y la puntuación clínica en ambos grupos. El tratamiento con te de kombucha filtrado aumentó la tasa de supervivencia y redujo la pérdida de peso en los animales jóvenes y viejos con colitis. Como consecuencia, los problemas gastrointestinales, como sangrado y diarrea, mostraron mejoras significativas en los ratones tratados con te de kombucha filtrado (Pakravan et al., 2019).

En un estudio que empleó la fermentación de kombucha con café como sustrato, se evaluó la supervivencia de las cepas probióticas *Lactobacillus rhamnosus* y *Lactobacillus casei* en condiciones simuladas de estómago e intestino, además de llevar a cabo la secuenciación de ADN. Los resultados mostraron que después de 15 días de almacenamiento a 4°C, ambas cepas probióticas mantuvieron recuentos viables de al menos 7.44 y 8.77 log UFC/mL en condiciones simuladas de estómago e intestino, respectivamente. Además, se observó un cambio en la composición microbiana con la adición de estas cepas probióticas, pasando de *Acetobacteraceae* a *Lactobacillaceae*. Estos hallazgos sugieren que tanto *Lactobacillus rhamnosus* como *Lactobacillus casei* tienen la capacidad de sobrevivir en concentraciones significativas durante el tránsito gastrointestinal (Bueno et al., 2021).

Por último, una revisión sobre la ingesta de kombucha y sus beneficios para la microbiota intestinal señala que, la kombucha, debido a su bajo pH, principalmente por el ácido acético, previene el crecimiento de bacterias patógenas como *Helicobacter pylori*, *Escherichia coli*, *Salmonella typhimurium* y *Campylobacter jejuni*, incluso a pH neutro y tras la exposición al calor. Los ácidos orgánicos predominantes en la kombucha son el ácido acético, cítrico, butírico, láctico y fórmico, que además de mejorar el sabor, evitan el crecimiento bacteriano. El ácido butírico, un subproducto de la fermentación de la kombucha, muestra efectos antiinflamatorios, hipoglucemiantes y reguladores en la microbiota intestinal, mejorando la composición microbiana y reduciendo la inflamación y el estrés oxidativo. Los compuestos fenólicos en la kombucha combaten especies reactivas de oxígeno y nitrógeno, afectan la expresión génica y actúan como antioxidantes. Al no ser absorbidos en el intestino delgado, son metabolizados por la microbiota en el colon, lo que les permite modular la microbiota intestinal al favorecer microorganismos beneficiosos y restringir patógenos. Los

productos de fermentación, especialmente los ácidos grasos de cadena corta como acetato, propionato y butirato, respaldan el metabolismo celular y el sistema inmunológico intestinal, fortaleciendo la función de barrera intestinal (Soares et al., 2023).

8. Discusiones

El interés creciente en la comunidad científica se ha centrado en los posibles efectos de la Kombucha en la salud humana, y los resultados de los estudios mencionados han arrojado luz sobre esta cuestión. Se ha examinado su capacidad para influir en la composición de la microbiota intestinal y potencialmente mejorar diversas condiciones de salud. No obstante, al igual que en cualquier campo de investigación, es crucial evaluar con rigurosidad la calidad y la metodología de los estudios para una interpretación sólida de los resultados y la formulación de conclusiones fiables.

En primer lugar, es relevante destacar la capacidad de la Kombucha para modificar la microbiota intestinal. Los estudios de Costa et al. (2022) y Permatasari et al. (2022) sugieren que el consumo regular de Kombucha podría estimular la proliferación de bacterias beneficiosas, incrementar la producción de propionato y favorecer la diversidad microbiana en el intestino, lo cual podría ser beneficioso, especialmente en el contexto de una dieta occidental rica en grasas y azúcares. Estos resultados prometedores respaldan la idea de que la Kombucha podría ser considerada un alimento funcional con potencial para mejorar la salud intestinal.

No obstante, es importante señalar que no todos los estudios han arrojado resultados consistentes en esta área. Los estudios explorados por Diez-Ozaeta &

Astiazaran (2022b) no encontraron efectos significativos en la microbiota intestinal en humanos. Estas discrepancias podrían ser atribuibles a diferencias en la metodología empleada, incluyendo la técnica de detección de microorganismos y la manipulación de muestras, lo que subraya la necesidad de realizar investigaciones adicionales con un enfoque más riguroso en este campo.

Otro aspecto que merece atención es el posible efecto terapéutico de la Kombucha en condiciones de salud específicas, como el cáncer de colon humano y las úlceras gástricas (Diez-Ozaeta & Astiazaran, 2022b). Aunque existen resultados alentadores que respaldan su capacidad antitumoral y curativa, es necesario llevar a cabo más investigaciones, especialmente en modelos humanos, para confirmar estos hallazgos y comprender los mecanismos subyacentes (Diez-Ozaeta & Astiazaran, 2022b).

El estudio llevado a cabo por Pakravan et al. (2019) sobre el efecto protector de la Kombucha en ratones con colitis también es un aspecto relevante por considerar. Los resultados indican que el té de Kombucha filtrado podría tener un papel beneficioso en la mitigación de los síntomas gastrointestinales asociados con la colitis, lo que sugiere la posibilidad de investigaciones adicionales sobre el uso potencial de la Kombucha como terapia complementaria en enfermedades inflamatorias intestinales y otros trastornos gastrointestinales.

Por último, el estudio que evaluó la supervivencia de cepas probióticas en Kombucha con café como sustrato es importante ya que demuestra que ciertas cepas probióticas pueden mantener su viabilidad en condiciones simuladas de estómago e

intestino cuando se consumen a través de esta bebida fermentada. Esto sugiere que la Kombucha podría ser una vía efectiva para administrar probióticos.

9. Conclusiones

La kombucha contiene una variedad de componentes nutricionales y bioactivos, incluyendo ácidos orgánicos, compuestos fenólicos y probióticos, que se han relacionado con su potencial terapéutico en enfermedades gastrointestinales. Estos componentes pueden influir positivamente en la microbiota intestinal, previniendo la aparición de algunas bacterias patógenas y reduciendo la inflamación en el tracto gastrointestinal, lo que sugiere que la kombucha tiene el potencial de ser beneficiosa para la salud gastrointestinal.

Los estudios *in vitro* e *in vivo* con animales indican que la kombucha tiene la capacidad de modificar la microbiota intestinal al fomentar el crecimiento de bacterias beneficiosas y aumentar la producción de propionato. Estos hallazgos sugieren que la kombucha podría ayudar a mantener un equilibrio saludable en el tracto gastrointestinal, especialmente en el contexto de dietas ricas en grasas y azúcares.

Aunque existen estudios que respaldan el potencial terapéutico de la kombucha en enfermedades gastrointestinales, es fundamental reconocer que algunos estudios han encontrado resultados inconsistentes, particularmente en investigaciones realizadas en humanos, además, son escasos. Esto destaca la necesidad de abordar las limitaciones metodológicas y llevar a cabo investigaciones adicionales, especialmente en modelos humanos, para obtener evidencia sólida sobre la efectividad de la kombucha en el tratamiento o prevención de enfermedades gastrointestinales.

10. Referencias

- Akhtar, G., Ahmad Bhat, N., Masoodi, F. A., & Gani, A. (2021). Small- and Large-Scale Production of Probiotic Foods, Probiotic Potential and Nutritional Benefits. In *Advances in Probiotics* (pp. 365–395). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-822909-5.00023-x>
- Alcázar, c., & Guadalupe, j. (2013). Evaluación in vitro del efecto de prebióticos sobre el crecimiento y características probióticas de bifidobacterias y bacterias lácticas. *Tecnológico Nacional de México*.
- Álvarez, J., Fernández Real, J. M., Guarner, F., Gueimonde, M., Rodríguez, J. M., Saenz de Pipaon, M., & Sanz, Y. (2021). Gut microbes and health. In *Gastroenterología y Hepatología* (Vol. 44, Issue 7, pp. 519–535). Ediciones Doyma, S.L. <https://doi.org/10.1016/j.gastrohep.2021.01.009>
- Antolak, H., Piechota, D., & Kucharska, A. (2021). Kombucha tea—A double power of bioactive compounds from tea and symbiotic culture of bacteria and yeasts (SCOBY). In *Antioxidants* (Vol. 10, Issue 10). MDPI. <https://doi.org/10.3390/antiox10101541>
- Arias Lamos, D., Montaña Díaz, L. N., Velasco Sánchez, M. A., & Martínez Girón, J. (2018). Alimentos funcionales: avances de aplicación en agroindustria. *Tecnura*, 22(57), 55–68. <https://doi.org/10.14483/22487638.12178>
- Astiazarán García, H. F., Trujillo, R. L., & Teros, V. L. (2021). Compuestos bioactivos en los alimentos: evaluación de sus beneficios a la salud humana.
- Baek, J. H., Kim, K. H., Han, D. M., Lee, S. H., & Jeon, C. O. (2023). Effects of glutinous rice paste and fish sauce on kimchi fermentation. *LWT*, 173. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2022.114253>
- Bueno, F., Chouljenko, A., & Sathivel, S. (2021). Development of coffee kombucha containing *Lactobacillus rhamnosus* and *Lactobacillus casei*: Gastrointestinal simulations and DNA microbial analysis. *LWT*, 142. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.110980>
- Bustos Fernández, L. M. (2020). Síndrome de intestino irritable: La importancia de los antiespasmódicos. *Revista Colombiana De Gastroenterología*, 35(3), 338–344. <https://doi.org/10.22516/25007440.523>

- Bustos Fernández, L. M., & Hanna Jairala, I. (2019). Tratamiento actual del síndrome de intestino irritable. Una nueva visión basada en la experiencia y la evidencia. *Acta Gastroenterológica Latinoamericana*, 49(4), 381-393.
- Chávarri, M., Diez-Gutiérrez, L., Marañón, I., & Javier R. Barron, L. (2021). Secondary Metabolites From Probiotic Metabolism. In *Advances in Probiotics* (pp. 259–276). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-822909-5.00017-4>
- Chen, Y., Xiao, N., Chen, Y., Chen, X., Zhong, C., Cheng, Y., Du, B., & Li, P. (2021). Semen Sojae Praeparatum alters depression-like behaviors in chronic unpredictable mild stress rats via intestinal microbiota. *Food Research International*, 150. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2021.110808>
- Coelho, R. M. D., Almeida, A. L. de, Amaral, R. Q. G. do, Mota, R. N. da, & Sousa, P. H. M. de. (2020). Kombucha: Review. In *International Journal of Gastronomy and Food Science* (Vol. 22). AZTI-Tecnalia. <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2020.100272>
- Costa, M. A. de C., Dias Moreira, L. de P., Duarte, V. da S., Cardoso, R. R., São José, V. P. B. de, Silva, B. P. da, Grancieri, M., Corich, V., Giacomini, A., Bressan, J., Martino, H. S. D., & Barros, F. A. R. de. (2022). Kombuchas from Green and Black Tea Modulate the Gut Microbiota and Improve the Intestinal Health of Wistar Rats Fed a High-Fat High-Fructose Diet. *Nutrients*, 14(24). <https://doi.org/10.3390/nu14245234>
- Crowder, S. L., Jim, H. S. L., Hogue, S., Carson, T. L., & Byrd, D. A. (2023). Gut microbiome and cancer implications: Potential opportunities for fermented foods. In *Biochimica et Biophysica Acta - Reviews on Cancer* (Vol. 1878, Issue 3). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.bbcan.2023.188897>
- Cuamatzin-garcía, L., Rodríguez-rugarcía, P., El-kassis, E. G., Galicia, G., Meza-jiménez, M. de L., Baños-lara, M. D. R., Zaragoza-maldonado, D. S., & Pérez-armendáriz, B. (2022). Traditional Fermented Foods and Beverages from around the World and Their Health Benefits. In *Microorganisms* (Vol. 10, Issue 6). MDPI. <https://doi.org/10.3390/microorganisms10061151>
- Cuenta de alto costo. (21 de enero de 2024). <https://cuentadealtocosto.org/cancer/dia-mundial-contra-el-cancer-de-colon-y-recto-2023/>

- Das, G., Paramithiotis, S., Sundaram Sivamaruthi, B., Wijaya, C. H., Suharta, S., Sanlier, N., Shin, H. S., & Patra, J. K. (2020). Traditional fermented foods with anti-aging effect: A concentric review. In *Food Research International* (Vol. 134). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109269>
- De Almeida Souza, C., Alves Cavalcante Leite de Oliveira, Í., Ananias de Oliveira Rolim, V., & Stewart Bittencourt Bogsan, C. (n.d.). Traditional Fermented Foods as an Adjuvant Treatment to Diabetes. <https://doi.org/10.1007/s13670-020-00337-3/Published>
- Diez-Ozaeta, I., & Astiazaran, O. J. (2022a). Fermented foods: An update on evidence-based health benefits and future perspectives. In *Food Research International* (Vol. 156). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2022.111133>
- Diez-Ozaeta, I., & Astiazaran, O. J. (2022b). Recent advances in Kombucha tea: Microbial consortium, chemical parameters, health implications and biocellulose production. In *International Journal of Food Microbiology* (Vol. 377). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2022.109783>
- Dimidi, E., Cox, S. R., Rossi, M., & Whelan, K. (2019). Fermented foods: Definitions and characteristics, impact on the gut microbiota and effects on gastrointestinal health and disease. In *Nutrients* (Vol. 11, Issue 8). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/nu11081806>
- Effinger, A., O'Driscoll, C. M., McAllister, M., & Fotaki, N. (2020). Gastrointestinal diseases and their impact on drug solubility: Celiac disease. *European Journal of Pharmaceutical Sciences*, 152. <https://doi.org/10.1016/j.ejps.2020.105460>
- El país, 2023. (21 de enero de 2024). <https://elpais.com/sociedad/2023-06-24/la-epidemia-del-higado-graso-el-organo-en-el-que-se-ensana-el-mal-estilo-de-vida.html>
- Fuentes B, Lorenzo., Acevedo, D., & Gelvez, V. (2015). Alimentos funcionales: impacto y retos para el desarrollo y bienestar de la sociedad colombiana. *Biotechnología en el sector agropecuario y agroindustrial*, 13(2), 140-149. [https://doi.org/10.18684/bsaa\(13\)140-149](https://doi.org/10.18684/bsaa(13)140-149)
- González-Castro, Ana M., & Vicario, María. (2013). Polimorfismos: variaciones genéticas asociadas al síndrome del intestino irritable. *Revista Española de Enfermedades Digestivas*, 105(7), 375-377. <https://dx.doi.org/10.4321/S1130-01082013000700001>

- Guarner, F. (2011). Microbiota intestinal y enfermedades inflamatorias del intestino. *Gastroenterología y hepatología*, 34(3), 147-154.
- Gullot, C. C., & Ambato, M. (n.d.). Nueva bioterapéutica: probióticos de próxima generación. <https://orcid.org/0000-0001-9925-5211>
- Guzel-Seydim, Z. B., Gökırmaklı, Ç., & Greene, A. K. (2021). A comparison of milk kefir and water kefir: Physical, chemical, microbiological and functional properties. In *Trends in Food Science and Technology* (Vol. 113, pp. 42–53). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.04.041>
- Guzmán Ortiz, Mónica A. (2021). Tesis: Resistencia de microorganismos aislados de kombucha a condiciones del tracto gastrointestinal in vitro. Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, A.C.
- Icaza-Chávez, M. E. (2013). Gut microbiota in health and disease. In *Revista de Gastroenterología de Mexico* (Vol. 78, Issue 4, pp. 240–248). Asociación Mexicana de Gastroenterología. <https://doi.org/10.1016/j.rgmx.2013.04.004>
- Ilango, S., & Antony, U. (2021). Probiotic microorganisms from non-dairy traditional fermented foods. In *Trends in Food Science and Technology* (Vol. 118, pp. 617–638). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.05.034>
- Laavanya, D., Shirkole, S., & Balasubramanian, P. (2021). Current challenges, applications and future perspectives of SCOBY cellulose of Kombucha fermentation. In *Journal of Cleaner Production* (Vol. 295). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126454>
- Leonarski, E., Guimarães, A. C., Cesca, K., & Poletto, P. (2022). Production process and characteristics of kombucha fermented from alternative raw materials. In *Food Bioscience* (Vol. 49). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2022.101841>
- López, Francisco. (2013). Actualizaciones en el diagnóstico y tratamiento quirúrgico de los pacientes con cáncer de colon. *Revista Médica Clínica Las Condes*-2013, 24(4), 645-653.
- Marco, M. L., Heeney, D., Binda, S., Cifelli, C. J., Cotter, P. D., Foligné, B., Gänzle, M., Kort, R., Pasin, G., Pihlanto, A., Smid, E. J., & Hutkins, R. (2017). Health benefits of fermented foods: microbiota and beyond. In *Current Opinion in Biotechnology* (Vol. 44, pp. 94–102). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.copbio.2016.11.010>

- Marín Cardenas, S. I., & Lachi Rodriguez, M. (2016). Causas emocionales y nutricionales relacionadas a las enfermedades gastrointestinales en estudiantes de la Facultad Ciencias de la Salud–Universidad Nacional de San Martín Tarapoto, Octubre 2015–marzo 2016.
- May, A., Narayanan, S., Alcock, J., Varsani, A., Maley, C., & Aktipis, A. (2019). Kombucha: A novel model system for cooperation and conflict in a complex multi-species microbial ecosystem. *PeerJ*, 7, e7565.
- Mohd Ariff, R., Chai, X. Y., Chang, L. S., Fazry, S., Othman, B. A., Babji, A. S., & Lim, S. J. (2023). Recent trends in Kombucha: Conventional and alternative fermentation in development of novel beverage. In *Food Bioscience* (Vol. 53). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2023.102714>
- Nevots, C., Nisior, E., & Sabaté, J. M. (2023). Living with Irritable Bowel Syndrome: A significant impact on patients' everyday lives. *Ethics, Medicine and Public Health*, 26. <https://doi.org/10.1016/j.jemep.2022.100857>
- Olveira, G., & González-Molero, I. (2016). Actualización de probióticos, prebióticos y simbióticos en nutrición clínica. In *Endocrinología y Nutrición* (Vol. 63, Issue 9, pp. 482–494). Elsevier Doyma. <https://doi.org/10.1016/j.endonu.2016.07.006>
- Ortega-Ibarra, E., García-Rodríguez, R., & Soto-Novia, A. A. (2019). Microbiota Intestinal. *UDLAP, investigation*, 1, 40-7.
- Pakravan, N., Kermanian, F., & Mahmoudi, E. (2019). Filtered Kombucha tea ameliorates the leaky gut syndrome in young and old mice model of colitis. *Iranian Journal of Basic Medical Sciences*, 22(10), 1158–1165. <https://doi.org/10.22038/ijbms.2019.36189.8622>
- Pascual, I. P., Martínez, A. R., & Moral, S. de la F. (2022). Microbiota-host interactions. *Medicine (Spain)*, 13(49), 2843–2852. <https://doi.org/10.1016/j.med.2022.02.010>
- Perdigón, G., De Moreno De Leblanc, A., Maldonado Galdeano, C., Chaves, S., Carmuega, E., & Weill, R. (2009). • en *Medicina Alimentos funcionales-Su relación con la Inmunonutrición*.
- Permatasari, H. K., Nurkolis, F., Gunawan, W. Ben, Yusuf, V. M., Yusuf, M., Kusuma, R. J., Sabrina, N., Muharram, F. R., Taslim, N. A., Mayulu, N., Batubara, S. C., Samtiya, M., Hardinsyah, H., & Tsopmo, A. (2022). Modulation of gut microbiota and markers of metabolic syndrome in mice on

cholesterol and fat enriched diet by butterfly pea flower kombucha. *Current Research in Food Science*, 5, 1251–1265. <https://doi.org/10.1016/j.crfs.2022.08.005>

Pointet, A.-L., & Taieb, J. (2017). Cáncer de colon. *EMC - Tratado de Medicina*, 21(1), 1–7. [https://doi.org/10.1016/S1636-5410\(16\)81792-4](https://doi.org/10.1016/S1636-5410(16)81792-4)

Polanco Allué, I. (2015). Microbiota and gastrointestinal diseases. *Anales de Pediatría*, 83(6), 443.e1-443.e5. <https://doi.org/10.1016/j.anpedi.2015.07.034>

Ricaurte Heredia, Andrés Sebastián. (2020). Determinación de la viabilidad del *Acetobacter aceti* y *saccharomyces cerevisiae* presentes en el *Medusomyces gisevi* (hongo kombucha) para una posible aplicación en la agroindustria, mediante la utilización de tres sustratos. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba.

Sabbagh, L. C. (2015). Guías de Práctica Clínica basadas en la evidencia. *Revista colombiana de Gastroenterología*, 30, 9-10.

Selvaraj, S., & Gurumurthy, K. (2023). An overview of probiotic health booster-kombucha tea. In *Chinese Herbal Medicines* (Vol. 15, Issue 1, pp. 27–32). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.chmed.2022.06.010>

Simoni Berra, M. Á., & SIMONI BERRA, M. A. (2017). Relación entre factores ambientales, microbiota y obesidad (Master's thesis, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla).

Soares, I. F., de Lima, M. A., Lucarini, M., Durazzo, A., Arcanjo, D. D. R., Lima, S. K. R., & da Silva, R. A. (2023). The kombucha ingestion benefits on the intestinal microbiota. *Rendiconti Lincei. Scienze Fisiche e Naturali*, 34(3), 833-841.

Suárez, J., López, J., Mejía, A., & Paredes, A. (2021). Enfermedad celíaca: un reto diagnóstico en Colombia diagnóstico en Colombia. *Repertorio de medicina y cirugía*. Vol 31 N° 2 2022, 123-133.

Tran, T., Grandvalet, C., Verdier, F., Martin, A., Alexandre, H., & Tourdot-Maréchal, R. (2020). Microbiological and technological parameters impacting the chemical composition and sensory quality of kombucha. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 19(4), 2050–2070. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12574>

- Vargas, B. K., Fabricio, M. F., & Záchia Ayub, M. A. (2021). Health effects and probiotic and prebiotic potential of Kombucha: A bibliometric and systematic review. In *Food Bioscience* (Vol. 44). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2021.101332>
- Vásquez, A., Restrepo, M. P. V., Hernández, L. L., & Narváez, G. A. O. (2023). Kombucha: evolución y tendencias. *Documentos de Trabajo ECBTI*, 4(1).
- Villalobos-Orozco, M. W. (2023). Alteración de la microbiota intestinal y su relación con enfermedades gastrointestinales y hepatobiliares. *Hepatología*, 4(1), 75–89. <https://doi.org/10.52784/27112330.168>
- Wadsworth Ji-Peng Olivia Li Andrew V Thillainayagam, C. A. (2010). Symptoms and signs of lower gastrointestinal disease.
- Zuo, W. F., Pang, Q., Yao, L. P., Zhang, Y., Peng, C., Huang, W., & Han, B. (2023). Gut microbiota: A magical multifunctional target regulated by medicine food homology species. *Journal of Advanced Research*. <https://doi.org/10.1016/j.jare.2023.05.011>