

Alimentos fermentados

¿Cómo pueden las bacterias convertir algo líquido, como la leche, en algo sólido, como el yogur?



Foto de Meruyert Gonullu (Pexels)



Foto de Gustavo Fring (Pexels)

Kristie Tanner

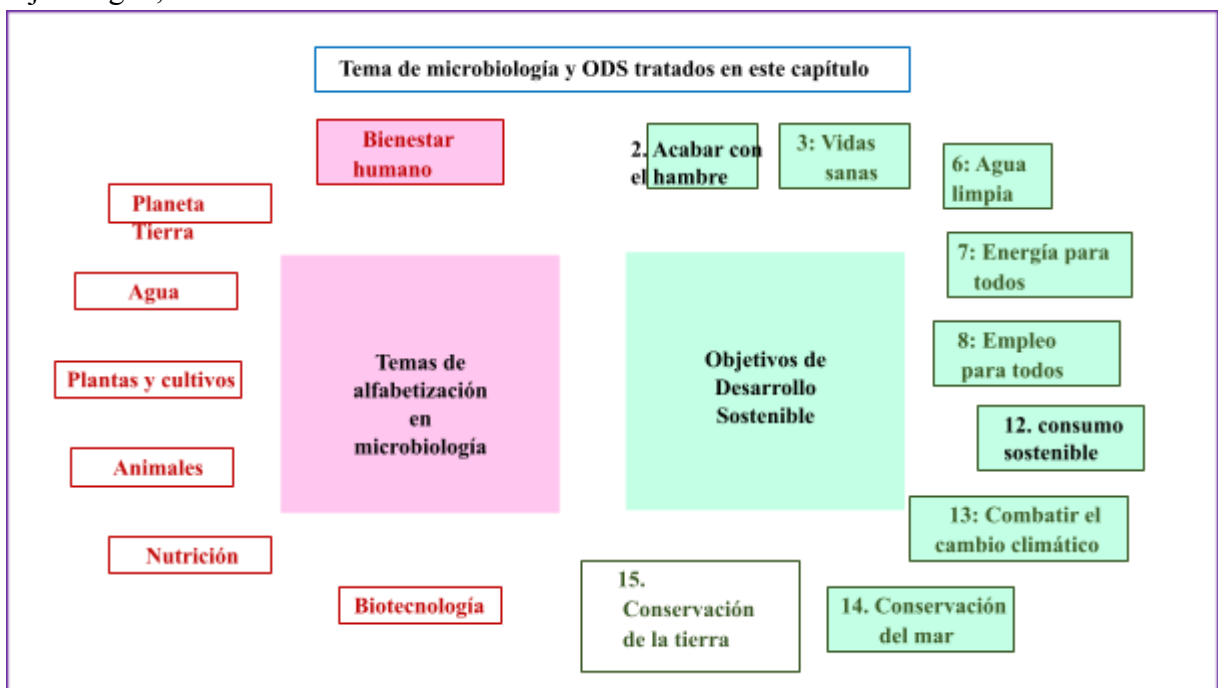
Alimentos fermentados

Línea temporal

En un mundo en el que el microbioma intestinal y su relación con la salud humana es un tema candente, los alimentos fermentados son cada vez más populares, con un aumento del consumo del 149% en 2018 según FORBES. Pero los alimentos fermentados no solo se asocian con un intestino más sano: la fermentación también puede crear sabores que no se pueden lograr de ninguna otra manera. Según la Universidad Rockefeller, "la fermentación es una explotación culinaria de un sistema microbiano". Además, los alimentos fermentados son ricos en nutrientes, tienen una vida útil más larga y presentan texturas y propiedades organolépticas únicas. No obstante, los alimentos fermentados deben fabricarse y almacenarse en un entorno controlado para garantizar la seguridad, la calidad y unas propiedades organolépticas constantes en el producto final. Los alimentos fermentados están asociados a múltiples objetivos de desarrollo sostenible.

La microbiología y el contexto social

La microbiología: fermentación por bacterias, levaduras y hongos; probióticos; metabolitos derivados de microbios; patógenos alimentarios; vías de fermentación; deterioro. *Cuestiones de sostenibilidad:* pobreza; hambre; salud; industria, crecimiento económico y empleo; vida bajo el agua; vida en la tierra.



Alimentos fermentados: la microbiología

1. *Los alimentos fermentados existen desde hace miles de años y están presentes en nuestra vida cotidiana.* Varios estudios han demostrado la existencia de fermentación láctea en el norte de África. 10.000 a.C.; de bebidas fermentadas a base de fruta, arroz y miel en China 7.000 a.C.; de fermentación de masa en Egipto 3.500-3.000 a.C.; y de verduras fermentadas en Oriente Medio 2.000 A.C.

Un marco educativo en microbiología centrado en la niñez

Aunque se utiliza desde hace miles de años, la base científica de la fermentación era desconocida hasta hace relativamente poco. El papel real de los microorganismos en este proceso fue demostrado por primera vez en 1856 por Louis Pasteur, que describió la fermentación como "la vie sans l'air" o la vida sin aire, ya que la fermentación es un proceso metabólico en el que los microorganismos extraen energía de los hidratos de carbono en ausencia de oxígeno. Pasteur demostró que las células de levadura son las responsables de transformar la glucosa del zumo de uva en etanol, produciendo así el vino.

Hoy en día, los alimentos y bebidas fermentados se producen tanto en contextos tradicionales como en entornos industriales en los que se utilizan condiciones controladas de crecimiento microbiano. Algunos de los alimentos fermentados más comunes son el yogur, el kéfir, el pan de masa fermentada, la kombucha, el kimchi, el miso, el chucrut, el vino y la cerveza (para más detalles, consulte la Galería de retratos de las estrellas de los alimentos fermentados).

2. La fermentación puede ser llevada a cabo por bacterias, levaduras y hongos. Las bacterias lácticas (BAL) se utilizan con frecuencia para la fermentación de alimentos y bebidas, gracias a su producción de varios metabolitos de interés, como ácido láctico, ácido acético, etanol, bacteriocinas, aromas, exopolisacáridos y enzimas. Ejemplos de productos obtenidos por fermentación con BL son los yogures y las verduras fermentadas (kimchi, aceitunas, pepino, etc.).

En el caso de los yogures, las bacterias añadidas (normalmente *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus delbrueckii*) producen ácido láctico (entre otros ácidos), lo que disminuye el pH, provoca la coagulación de las proteínas de la leche y confiere al yogur su textura y acidez características.

Algo similar ocurre con las verduras fermentadas: Las BAL producen varios ácidos que provocan una reducción del pH, lo que da lugar a una vida útil más larga y a los aromas, sabores y texturas característicos de estas verduras.

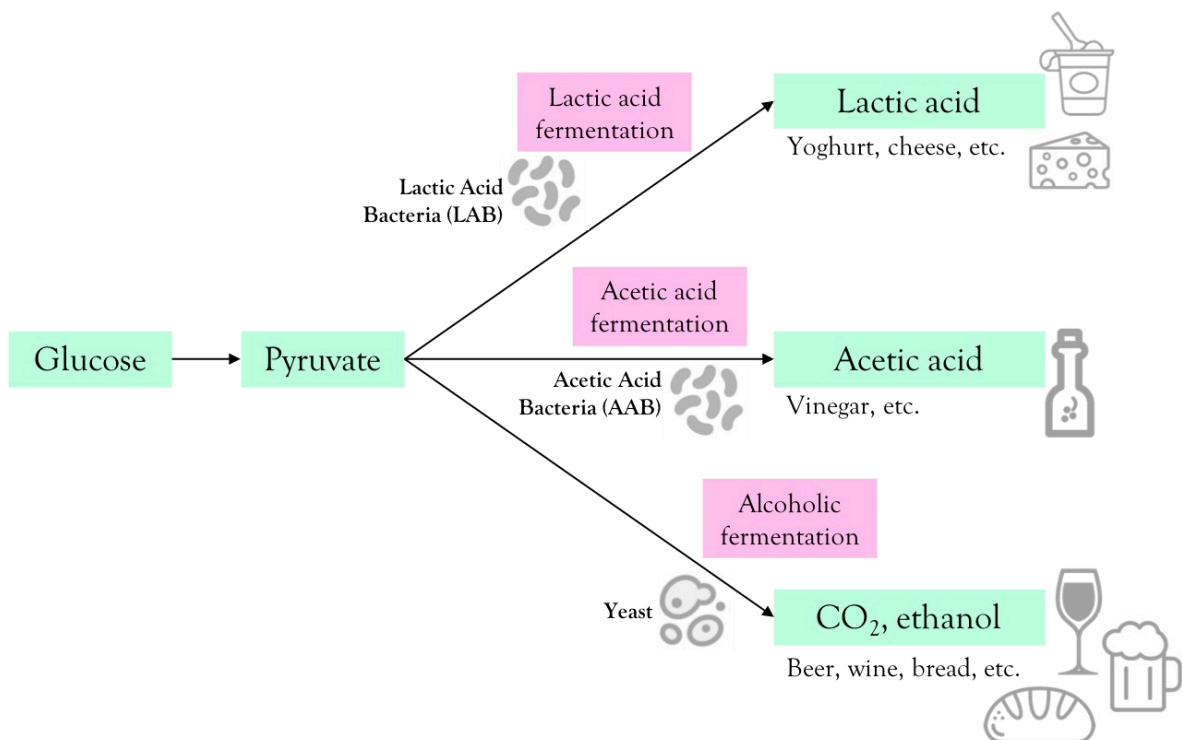
Las levaduras se utilizan habitualmente como agentes leudantes, siendo *Saccharomyces cerevisiae* una de las opciones más populares. Cuando se elabora pan con levadura como agente leudante, las células de levadura convierten su alimento (azúcares) en alcohol y dióxido de carbono a través de la fermentación, y es el dióxido de carbono el que hace que la masa suba. La levadura también es responsable de la producción de etanol en las bebidas fermentadas, como la cerveza y el vino.

Por último, los hongos filamentosos se utilizan habitualmente para producir quesos, como *el Penicillium roqueforti* para los quesos azules (por ejemplo, Gorgonzola o Roquefort) y *el Penicillium camemberti* para los quesos blandos enmohecidos (por ejemplo, Brie o Camembert: véase más adelante). Otros alimentos fermentados por hongos son el tempeh.



Brie, un queso blando con una capa externa de moho blanco que es el hongo filamentoso *Penicillium camemberti* (imagen: Karolina Grabowska, Pexels)

3. La fermentación conserva los alimentos, lo que permite mejorar su vida útil y generar menos residuos. Como ya se ha mencionado, durante la fermentación, los microorganismos descomponen compuestos complejos (es decir, hidratos de carbono) y los transforman en distintos productos en función de la vía de fermentación utilizada. Las tres vías de fermentación más frecuentes en los alimentos fermentados son: la fermentación láctica (producto final: ácido láctico), la vía de fermentación acética (producto final: ácido acético) y la vía de fermentación alcohólica (productos finales: etanol y dióxido de carbono). Estos productos finales son, de hecho, la razón por la que la fermentación contribuye a la conservación de los alimentos: todos ellos inhiben el crecimiento de microorganismos que causan el deterioro de los alimentos.



Un marco educativo en microbiología centrado en la niñez

Otro medio de prevenir el deterioro de los alimentos por fermentación es la gran abundancia de los microorganismos fermentadores, que dominan las comunidades microbianas y limitan el crecimiento de otros microorganismos indeseables ocupando un nicho ecológico específico y, en algunos casos, produciendo bacteriocinas, que inhiben directamente el crecimiento de otras bacterias. La mejora de la conservación de los alimentos fermentados reviste especial interés en los países de renta baja y media que tienen un acceso limitado a la refrigeración.

4. La fermentación desempeña un papel muy importante en el sabor, el olor y la textura de los alimentos fermentados. Durante la fermentación, las vías metabólicas microbianas que se ponen en marcha conducen a la síntesis de moléculas que pueden potenciar los sabores y aromas existentes y crear otros nuevos. Por ejemplo, la descomposición de azúcares y la producción de ácido por parte de las BAL durante la fermentación conducen a una reducción de la cantidad de azúcares y a una disminución del pH, lo que se traduce en una disminución del dulzor y un aumento de la acidez.

Además, los microorganismos implicados en la fermentación pueden producir componentes volátiles que pueden dar lugar al desarrollo de nuevos aromas y sabores, pero también inhibir la generación de compuestos volátiles presentes en la materia prima. Este es el caso, por ejemplo, de los pepinos fermentados. El aroma del pepino fresco se debe a la presencia de aldehídos; el descenso del pH durante la fermentación inactiva las enzimas que sintetizan estos aldehídos, que por tanto dejan de formarse.

En el caso del pan de masa madre, se ha demostrado que la fermentación multiplica entre 7 y 9 veces las concentraciones de distintos compuestos implicados en el aroma.

Y la fermentación puede provocar cambios importantes en las propiedades físicas de los alimentos, influyendo en su textura, estructura, consistencia y viscosidad, mediante la producción de exopolisacáridos y otros biopolímeros.



Fermentar verduras es un proceso relativamente fácil (Foto de Maria Verkhouttseva; Pexels).

5. Los alimentos fermentados tienen muchos beneficios para la salud. Muchos estudios realizados en los últimos años han arrojado luz sobre los beneficios para la salud asociados al consumo de alimentos fermentados.

Un marco educativo en microbiología centrado en la niñez

Los alimentos fermentados contienen con frecuencia grandes cantidades de microorganismos vivos, y éstos pueden afectar transitoriamente a la **microbiota intestinal**, aumentando su diversidad, mejorando su salud y reduciendo el riesgo de enfermedades asociadas a la **disbiosis**. De hecho, muchos de estos microorganismos pueden ser cepas **probióticas**, de las que se sabe que protegen el intestino frente a **microbios patógenos**, producen moléculas de interés como los **ácidos grasos de cadena corta (AGCC)** o metabolizan **sales de ácidos biliares**. También se ha observado que los probióticos alivian los síntomas asociados al **síndrome del intestino irritable** y pueden estimular el sistema inmunitario.

La fermentación también puede conducir a la eliminación de varios compuestos (por ejemplo, **polifenoles**, **fitatos**, **oxalatos**, **micotoxinas**, etc.) que están presentes en las materias primas y que pueden ser tóxicos o impedir la absorción intestinal de ciertos nutrientes. También puede dar lugar a la síntesis de vitaminas, minerales y compuestos biológicamente activos que mejoran las propiedades nutricionales y funcionales del alimento. Y los alimentos fermentados también pueden contribuir a mejorar la salud humana, por ejemplo a través de sus actividades **antioxidantes** y/o **antiinflamatorias**.

Por último, la fermentación de sustratos que el huésped no puede digerir, como **las fibras alimentarias** o los carbohidratos complejos, puede ponerlos a su disposición.



El yogur es un alimento fermentado que se elabora añadiendo bacterias vivas (normalmente *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus delbrueckii*) a la leche. Éstas producen ácido láctico (y otros ácidos) que disminuye el pH, provocando la coagulación de las proteínas de la leche y dando al yogur su textura y acidez características (Photo Cats Coming; Pexels).

6. Los alimentos fermentados pueden tener efectos negativos para la salud cuando la fermentación y la conservación no se controlan adecuadamente. La falta de **Buenas Prácticas de Fabricación (BPF)** (es decir, la ausencia de condiciones higiénicas adecuadas durante la fabricación, el uso de ingredientes de mala calidad o mecanismos inadecuados de control de calidad) puede dar lugar a la presencia de microorganismos patógenos y/o **toxinas** en los alimentos fermentados, lo que provoca enfermedades e incluso brotes epidémicos.

Además, también son esenciales unas condiciones de almacenamiento correctas: aunque la fermentación puede mejorar la conservación, los alimentos fermentados también pueden estropearse. Algunas formas de detectar el deterioro son la aparición de moho indeseado en los materiales, la presencia de olor a podrido o el mal sabor de los alimentos.

Un marco educativo en microbiología centrado en la niñez

Curiosamente, la aparición de moho no siempre está asociada al deterioro de los alimentos: las salchichas fermentadas secas suelen mostrar una capa de hongos filamentosos que crecen en la superficie de las tripas y que mejoran el aroma y el sabor del producto. No obstante, hay que señalar que esta capa de hongos también puede dar lugar a la producción de antibióticos y micotoxinas, que pueden resultar peligrosos para la salud humana.

7. Existen normativas que garantizan que los alimentos fermentados se preparan y almacenan correctamente para evitar infecciones. Aunque todavía existen algunos alimentos fermentados tradicionales que dependen de fermentaciones naturales, las producciones comerciales a mayor escala tienden a eliminar la flora microbiana natural presente en las materias primas y, a continuación, añaden cultivos iniciadores definidos -microbios bien caracterizados que llevan a cabo la fermentación y que superan e impiden el crecimiento de cualquier otro organismo que pueda entrar accidentalmente en el proceso- y realizan el proceso en un entorno controlado. Esto es de suma importancia para garantizar la seguridad, la calidad y las propiedades organolépticas constantes del producto final.

Hay que destacar que existen algunos alimentos fermentados en los que los microorganismos no están vivos en el producto final, como el pan (las altas temperaturas que se alcanzan al hornearlo provocan la muerte de los microorganismos). En cambio, otros alimentos fermentados contienen un recuento muy elevado de microorganismos vivos. Es el caso, por ejemplo, del yogur. Según la Asociación Internacional de Alimentos Lácteos (IDFA, por sus siglas en inglés), para que un yogur pueda exhibir "Cultivos vivos y activos" en el envase, debe contener al menos 100 millones de unidades formadoras de colonias (UFC) por gramo de yogur en el momento de su fabricación.

Relevancia para los Objetivos de Desarrollo Sostenible y los Grandes Retos

La dimensión microbiana de la producción y el consumo de alimentos fermentados está relacionada con varios ODS, entre ellos:

- **Objetivo 1. Acabar con la pobreza.** La pobreza está íntimamente ligada a la salud humana, ya que restringe el acceso a los alimentos, la atención sanitaria y otras necesidades básicas. En este sentido, los alimentos fermentados son beneficiosos para la salud humana cuando la fermentación está controlada, pero existe el riesgo de infecciones y enfermedades si este crecimiento microbiano no se controla y se desplaza hacia el crecimiento de microorganismos patógenos. Por otro lado, hay que señalar que los alimentos fermentados pueden contribuir a reducir la pobreza, ya que pueden constituir una fuente de ingresos y empleo si su producción se convierte en un negocio real.

- **Objetivo 2. Acabar con el hambre.** La fermentación es un proceso económicamente viable que puede utilizarse para conservar alimentos, aumentar su vida útil y, por tanto, reducir el desperdicio de alimentos, lo que a su vez puede contribuir a reducir el hambre. Además, la fermentación también puede utilizarse para recuperar residuos alimentarios y convertirlos en una forma nutritiva y comestible que, de otro modo, se desecharían. Por ejemplo, el Tempe-bongkrek es un alimento indonesio que se produce fermentando torta de coco o residuos de leche de coco con el hongo *Rhizopus oligosporus*.

- **Objetivo 3. Vidas sanas.** Los alimentos fermentados presentan mejores cualidades nutricionales, así como una mayor seguridad e higiene. También son una fuente de microorganismos probióticos vivos que, como hemos visto anteriormente, pueden contribuir a la salud humana a través de diversas vías.

- **Objetivo 8. Crecimiento económico y empleo. Crecimiento económico y empleo.** La producción de alimentos y bebidas fermentados es un proceso relativamente sencillo y barato que puede suponer una oportunidad para la creación de micro y pequeñas industrias.

Un marco educativo en microbiología centrado en la niñez

Esto puede impulsar el desarrollo socioeconómico, pero sólo si se hace correctamente: es importante evaluar los puntos críticos de control para garantizar la correcta seguridad e higiene del producto final.

• **Objetivos 14 y 15. Conservar los océanos; Proteger los ecosistemas terrestres.** La biosfera se enfrenta a una crisis de contaminación por plásticos. Los envases son el principal contribuyente a los residuos plásticos, representando alrededor del 63% del total en Europa. En 2017, se produjeron en Europa más de 27,1 millones de toneladas de residuos plásticos, de los que solo el 31,1% se recicló, el 41,6% se incineró y el 27,3% se depositan en vertederos. Estos vertederos ocupan muchas hectáreas en todo el mundo y son responsables de la emisión de gases peligrosos (incluidos los gases de efecto invernadero metano y dióxido de carbono), así como de lixiviados altamente tóxicos durante la fase de descomposición, lo que supone una grave amenaza para el medio ambiente y para el bienestar humano y animal. Y muchos residuos plásticos se exportan a otros países para su eliminación, la mayoría con un destino desconocido. Una cantidad considerable de residuos plásticos llegan a los ríos y de ahí a los sistemas marinos, dando lugar a los "océanos de plástico" que tenemos ahora. La mayor vida útil de los productos fermentados conlleva una reducción de los residuos generados, lo que puede beneficiar enormemente a la salud de nuestros océanos y ecosistemas terrestres. Es importante destacar que la producción de alimentos fermentados caseros, como el pan y los yogures, también puede conducir a una reducción de los residuos, ya que estos productos no necesitarán envases de plástico como los productos comerciales de los supermercados.

Posibles implicaciones para las decisiones

1. *Individual*

- a. Beneficios para la salud asociados al consumo de alimentos fermentados.
- b. Alimentos fermentados caseros y sus riesgos.

2. *Políticas comunitarias*

- a. Reducción de los residuos asociados a la compra y/o producción casera de alimentos fermentados.
- b. Costes sanitarios asociados al consumo de alimentos fermentados en los que han crecido microorganismos indeseables.

3. *Políticas nacionales*

- a. Especialmente en los países en desarrollo, las políticas nacionales podrían ayudar a las pequeñas y medianas empresas que pretenden generar ingresos y empleo mediante la fabricación de alimentos fermentados. Estas ayudas podrían contribuir a la instalación de equipos y a la aplicación de las BPF.

Participación de los alumnos

1. *Debate en clase sobre los beneficios asociados a los alimentos fermentados.*

2. *Sensibilización de los alumnos*

- a. Se ha visto que los alimentos fermentados contribuyen a varios ODS. Cuáles son los más importantes para ti personalmente y como clase?
- b. ¿Cree que es seguro elaborar alimentos fermentados en casa? ¿Qué puede hacer para aumentar la seguridad de este proceso?

3. Ejercicios

- a. Una sesión de panadería. Hacer pan casero es una experiencia fácil, divertida y sensorial que no sólo permite reforzar la amistad y los lazos familiares, sino que contribuye a enseñar a los niños a ser autosuficientes, ya que es un proceso que pueden manejar de principio a fin con la mínima ayuda de un adulto, y que dará como resultado -con suerte- un producto comestible del que los niños estarán muy orgullosos.
- b. Los alimentos fermentados y el contexto cultural. Aparte de los alimentos y bebidas fermentados que se consumen habitualmente en todo el mundo (yogur, pan, queso, vino, cerveza, etc.), hay muchos alimentos fermentados que son tradicionales de determinados países y regiones. Busque más información sobre estos alimentos fermentados tradicionales y elabore un mapamundi con fotos y una breve descripción de cada producto (también puede consultar la Galería de retratos de estrellas de los alimentos fermentados).

Base empírica, lecturas complementarias y material didáctico

Akinsemolu AA (2018). El papel de los microorganismos en la consecución de los objetivos de desarrollo sostenible. Revista de Cleaner Production 182: 139-155.

<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.02.081>

Alba-Lois A & Segal-Kischinevzky C (2010). Cerveceros y vinicultores. Nature Education 3(9): 17.

Dimidi E, et al. (2019). Alimentos fermentados: Definiciones y características, impacto en la microbiota intestinal y efectos en la salud y la enfermedad gastrointestinal (artículo de revisión). Nutrients 11(8): 1806. DOI: 10.3390/nu11081806

González-González F et al. (2022). Cultivos bacterianos funcionales para aplicaciones lácteas: Hacia la mejora de los aspectos de seguridad, calidad, nutrición y beneficios para la salud (artículo de revisión). Journal of Applied Microbiology. <https://doi.org/10.1111/jam.15510>

Glosario

Ácido acético: ácido orgánico débil presente en el vinagre y responsable de su olor característico y sabor ácido.

Aldehído: compuesto orgánico, generalmente de olor dulce, que contiene un grupo $-CH=O$ al final de una cadena carbonada y se forma por oxidación de alcoholes.

Antiinflamatorio: propiedad de una sustancia que reduce la inflamación. La inflamación forma parte de la respuesta biológica protectora de nuestro organismo cuando se expone a estímulos nocivos (es decir, agentes patógenos o irritantes, entre otros) pero, cuando se expresa a un nivel demasiado alto, puede ser perjudicial.

Antioxidante: propiedad de una sustancia que inhibe la oxidación y, por tanto, puede proteger sus células evitando o reduciendo el daño causado por los radicales libres (sustancias químicas altamente reactivas que contienen oxígeno). Ejemplos comunes de antioxidantes son las vitaminas A, C y E.

Bacteriocinas: sustancias antibacterianas sintetizadas por cepas específicas de bacterias que matan o inhiben el crecimiento de otras cepas bacterianas estrechamente relacionadas.

Cerveza: bebida alcohólica carbonatada elaborada mediante la cocción y fermentación de almidones con levadura (principalmente malta, pero también otros como trigo, maíz, arroz o avena). Pueden

Un marco educativo en microbiología centrado en la niñez

añadirse aromas con lúpulo y/u otros agentes aromatizantes.

Sales de ácidos biliares: producto de un ácido biliar y una base que son uno de los componentes primarios de la bilis y ayudan a la digestión de las grasas al funcionar como emulsionantes de ácidos grasos y lípidos.

Hidratos de carbono: gran grupo de compuestos orgánicos formados por carbono, oxígeno e hidrógeno, y que constituyen uno de los tres principales grupos de nutrientes identificados en alimentos y bebidas (hidratos de carbono, proteínas y grasas). Los carbohidratos dietéticos incluyen azúcares, almidones y fibras.

Unidades formadoras de colonias (UFC): unidad utilizada en microbiología para estimar el número de células bacterianas o fúngicas vivas en una muestra determinada.

Fibras alimentarias: partes de alimentos de origen vegetal que nuestro cuerpo no es capaz de digerir o absorber, presentes principalmente en verduras, frutas, cereales integrales y legumbres.

Disbiosis: desequilibrio o alteración de la microbiota intestinal normal, que se traduce en una reducción de la diversidad microbiana y en la pérdida de bacterias beneficiosas, lo que puede tener efectos negativos sobre nuestra salud.

Nicho ecológico: interrelación de una especie con los factores bióticos y abióticos de su entorno; estas relaciones definen cómo un organismo o una población responden y pueden alterar la distribución de los recursos y la presencia de organismos o poblaciones competidores.

Enzima: proteína que cataliza o favorece una reacción bioquímica, por ejemplo, aumentando la velocidad de la reacción. Son esenciales para la digestión, la función hepática y muchos más procesos biológicos de nuestro organismo.

Etanol: líquido incoloro volátil inflamable que se produce por fermentación de azúcares, también conocido como alcohol. Es el agente intoxicante de los licores y también puede utilizarse como combustible y disolvente.

Exopolisacárido: matriz mucoide de polisacáridos (azúcares) producida por microorganismos y secretada al exterior de la célula, donde sirven de protección contra factores de estrés ambiental, como el calor, los productos químicos o los antibióticos.

Fermentación: proceso metabólico realizado por microorganismos (bacterias, levaduras u hongos) en el que se extrae energía de los hidratos de carbono en ausencia de oxígeno y que puede dar lugar a la producción de ácido láctico, ácido acético, alcohol, dióxido de carbono y otros.

Alimentos fermentados: alimentos producidos por la acción de la fermentación, en la que ciertos componentes de la materia prima son transformados por microorganismos en productos finales que afectan a las características del alimento (nutrientes, sabor, textura, propiedades de conservación, etc.).

Hongos filamentosos: hongos pluricelulares conocidos comúnmente como mohos. Suelen aparecer formando colonias circulares que pueden tener aspecto de algodón o lana. Sus filamentos no se organizan en cuerpos fructíferos (setas).

Glucosa: azúcar simple que es el principal tipo de azúcar en nuestra sangre y la mayor fuente de energía para las células del cuerpo.

Buenas prácticas de fabricación (BPF): sistema para garantizar que los productos se elaboran de forma coherente y controlada de acuerdo con normas de calidad específicas, con el objetivo de minimizar el riesgo asociado a los productos. Abarca todos los aspectos, desde los materiales de partida, pasando por los locales y equipos adecuados, hasta la higiene personal del personal.

Microbiota intestinal: microorganismos que viven en el tubo digestivo.

Síndrome del intestino irritable: trastorno común que afecta al aparato digestivo (en particular, al

Un marco educativo en microbiología centrado en la niñez

intestino grueso) y provoca síntomas como dolor abdominal, gases, hinchazón, diarrea o estreñimiento.

Kéfir: bebida fermentada, similar a un yogur fino, de sabor ácido que se obtiene por fermentación de la leche con un cultivo simbiótico compuesto por bacterias y levaduras. Este cultivo simbiótico se añade en forma de granos de kéfir: agrupaciones microbianas que se mantienen unidas por una matriz de polisacáridos.

Kimchi: plato de verduras picantes que consiste en verduras recolectadas y fermentadas, sobre todo coles y rábanos, con varios condimentos.

Kombucha: bebida fermentada, ligeramente efervescente, que se obtiene fermentando té negro o verde dulce con un cultivo simbiótico de bacterias y levaduras (SCOBY).

Ácido láctico/lactato: el ácido láctico es un ácido orgánico que puede producirse a partir de hidratos de carbono simples (glucosa, sacarosa, galactosa, etc.) mediante la fermentación láctica. El lactato se utiliza a veces como sinónimo de ácido láctico, pero ambas moléculas son estructuralmente diferentes: el ácido láctico tiene un átomo de hidrógeno adicional unido a un átomo de oxígeno.

Bacterias del ácido láctico (BAL): grupo de bacterias que producen ácido láctico como principal producto metabólico final de la fermentación de los hidratos de carbono.

Agente leudante: compuestos biológicos (levadura) o sintéticos (levadura en polvo) que se utilizan para hacer subir las masas mediante la formación de burbujas de gas (dióxido de carbono) que aligeran y ablandan la mezcla.

Metabolito: producto intermedio o final del metabolismo, un proceso que utiliza reacciones químicas para transformar los alimentos en energía.

Microorganismo: organismo de tamaño microscópico que puede existir en forma unicelular o como colonia de células.

Miso: condimento tradicional japonés que consiste en una pasta espesa rica en proteínas que se elabora fermentando soja con sal y un hongo, añadiendo a veces también arroz, cebada o algas.

Micotoxina: sustancia tóxica producida naturalmente por un hongo que puede causar diversos efectos adversos para la salud.

Fermentaciones naturales: fermentaciones llevadas a cabo por los microorganismos presentes de forma natural en los alimentos crudos o en el entorno de procesado, sin añadir microorganismos externos.

Nutriente: compuestos químicos presentes en los alimentos (es decir, proteínas, grasas, hidratos de carbono, vitaminas o minerales) que el organismo utiliza para mantener un estado saludable y funcionar correctamente.

Propiedades organolépticas: cualidades de los alimentos y bebidas que crean experiencias individuales a través de los sentidos, incluidos el gusto, el olfato, la vista y el tacto.

Oxalatos: sal o éster del ácido oxálico que puede encontrarse en las plantas (por ejemplo, espinacas, almendras, remolacha, etc.) y que puede formar sales insolubles con el calcio, interfiriendo en su absorción por el organismo.

Microbio patógeno: microorganismo capaz de provocar una infección o enfermedad en su hospedador mediante diversos mecanismos, como la competencia por los recursos metabólicos, la destrucción directa de células o tejidos o la secreción de toxinas.

Fitatos: sal o éster del ácido fítico que puede encontrarse en las plantas (es decir, granos de cereales, legumbres, frutos secos y semillas, etc.) y que puede formar complejos insolubles con varios nutrientes (es decir, calcio, hierro, zinc, etc.), interfiriendo en su absorción por el organismo.

Un marco educativo en microbiología centrado en la niñez

Polifenoles: compuestos orgánicos naturales con actividad antioxidante que se encuentran en muchas plantas (por ejemplo, bayas, cacao, judías, alcachofas, espinacas, etc.), a las que proporcionan color en sus flores, frutas y verduras.

Probiótico: microorganismo vivo que, cuando se consume, puede tener un impacto positivo en la salud. Se encuentran con frecuencia en el yogur y otros alimentos fermentados.

Chucrut: col cruda cortada finamente y fermentada por bacterias lácticas.

Ácidos grasos de cadena corta (AGCC): ácidos grasos con menos de seis átomos de carbono que son cruciales para la salud gastrointestinal y que pueden ser generados por la fermentación de alimentos no digeribles (es decir, fibra dietética) por la microbiota intestinal.

Pan de masa madre: pan caracterizado por su sabor ácido y su larga conservación que se elabora fermentando la masa con un cultivo iniciador (también conocido como prefermento), que es una mezcla fermentada de harina y agua que contiene una combinación de bacterias lácticas silvestres y levadura.

Deterioro: deterioro de alimentos, bebidas y otros productos perecederos, por ejemplo, debido a la acción de microorganismos deteriorantes específicos.

Cultivo iniciador: microbios bien caracterizados que se utilizan para ayudar al inicio de la fermentación y que superan e impiden el crecimiento de cualquier contaminante que pueda entrar accidentalmente en el proceso.

Tempeh: plato tradicional indonesio elaborado mediante un proceso de fermentación natural que aglutina la soja en forma de torta.

Toxina: veneno muy tóxico para los organismos vivos que pueden producir las plantas, ciertos animales o microorganismos patógenos.

Vino: bebida alcohólica elaborada a partir de la fermentación del zumo de uva.

Levadura: hongo unicelular microscópico que se reproduce por gemación y que puede utilizarse para producir alimentos fermentados por la vía de la fermentación alcohólica.

Yogur: alimento semisólido y ligeramente ácido producido por la fermentación de la leche con dos especies bacterianas diferentes, *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus bulgaricus*.