

BASQUE CULINARY CENTER

FEAR NOT MICROBES

La gastronomía de los microorganismos
y las enzimas



La lectura abre horizontes, iguala oportunidades y construye una sociedad mejor. La propiedad intelectual es clave en la creación de contenidos culturales porque sostiene el ecosistema de quienes escriben y de nuestras librerías. Al comprar este libro estarás contribuyendo a mantener dicho ecosistema vivo y en crecimiento.

En Grupo Planeta agradecemos que nos ayudes a apoyar así la autonomía creativa de autoras y autores para que puedan continuar desempeñando su labor. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra. Puede contactar con CEDRO a través de la web www.conlicencia.com o por teléfono en el 91 702 19 70 / 93 272 04 47. Queda expresamente prohibida la utilización o reproducción de este libro o de cualquiera de sus partes con el propósito de entrenar o alimentar sistemas o tecnologías de inteligencia artificial.

© Basque Culinary Center

Editorial Planeta, S. A., 2026

Av. Diagonal, 662-664, 08034 Barcelona (España)

Planeta Gastro es marca registrada por Editorial Planeta, S. A.

www.planetadelibros.com

Primera edición: enero de 2026

Depósito legal: B. 11.273-2025

ISBN: 978-84-08-30760-0

Impresor: TG Soler

Printed in Spain – Impreso en España

Autores: Diego Prado, Cipriano Carrero, Eneko Izkue, Laura Ann Montaña, Esther Merino, John Regefalk, Etxahun Unzueta y Laura Vázquez

Revisión técnica: Iñaki Diez, Laura Vazquez, José María Martín Miguélez, Laura Ann Montaña y Silvia Berciano

Colaboradores: Jorge Bretón, Yasser Ríos y Patricia Gutiérrez

Dirección editorial: Sasha Correa

Edición, corrección y estilo: Jaime Gárate

Coordinación de proyecto: Diego Prado y Cipriano Carrero

Fotografías: Bernat Alberdi

Dirección de arte: Perlita - Calvario

Diseño: Karen Maza-Madrazo

Ilustraciones: Pedro Perles

Asistencia de producción audiovisual: Laura Parellada y Maider Jauregi

Asistencia de producción editorial: María Milagros Adamés e Isora Perera

El papel utilizado para la impresión de este libro es cien por cien libre de cloro y está calificado como papel ecológico.

BASQUE CULINARY CENTER

FER- MEN- TOS

La gastronomía de los microorganismos
y las enzimas



Índice

Prólogos

7

Sandor Ellix Katz 7

Joxe Mari Aizega 14

La ciencia de las fermentaciones

27

¿Qué es la fermentación? 29

La biodiversidad de la fermentación 51

Léxico sensorial 63

La gastronomía de los fermentados

87

¡Sí fermentarás! 89

Una mirada contemporánea 99

Factores críticos y equipamiento

105

Parámetros generales 107

Equipamiento y herramientas 117

Higiene, controles y seguridad alimentaria 135

Manual de fermentaciones gastronómicas

141

Antes de empezar 143

Dirigidas por una sola especie 147

Bacterianas 153

Fúngicas 197

Enzimáticas 313

Mixtas: ecología de los consorcios fermentativos 335

Kombucha 344

Kéfir de agua 362

Kéfir de leche 374

Masa madre 382

Fermentación aplicada a la gastronomía moderna

405

Basque Culinary Center 407

Despensa de inspiraciones: Noma, Mugaritz, El Celler
de Can Roca, Silo, Mater Iniciativa, Leo, Pascal Baudar,
Mara King, Ama Brewery, Muri 427

Glosario

500

Bibliografía

510

Índice de recetas

526



Fascinante vida microscópica

por Sandor Ellix Katz

La fermentación es un proceso fundamental en las prácticas culinarias de todo el mundo. Desde tiempos inmemoriales, los distintos pueblos que viven de la tierra han utilizado la fermentación en su constante intento de aprovechar eficazmente los recursos alimentarios disponibles en entornos tremendamente diferentes. Los alimentos y bebidas fermentados ocupan un lugar tan destacado en tantas cocinas que es fácil pasar por alto el hecho de que están fermentados. Muchos de nuestros alimentos básicos y placeres cotidianos provienen de la fermentación. Pensemos en el pan, el queso, las carnes curadas, los condimentos, las aceitunas, los encurtidos, el vino y las bebidas alcohólicas en su totalidad, el vinagre, el café, el chocolate, la vainilla y muchos más. En las zonas más diversas del mundo, con cocinas completamente diferentes, la fermentación constituye un elemento esencial. La fermentación ofrece muchas ventajas prácticas, entre ellas la conservación, la seguridad derivada de la eliminación de toxinas, la mejora de la biodisponibilidad de nutrientes, los probióticos y, por supuesto, el sabor. La fermentación proporciona a nuestros paladares una amplia gama de sabores potentes, muchos de los cuales son únicos y no siempre universalmente apreciados.

Hoy sabemos que la fermentación es un fenómeno biológico causado por las bacterias y hongos microscópicos que pueblan no solo nuestros cuerpos y el entorno en el que vivimos, sino también las plantas y animales que conforman nuestra alimentación. La transformación microbiana de nuestros alimentos es inevitable, pero la gran pregunta es: ¿cómo ocurrirá? Ninguna planta o animal está habitado por un solo microorganismo; al contrario, toda la vida alberga una gran biodiversidad capaz de llevarla potencialmente en varias direcciones microbianas diferentes. Por ejemplo, una cabeza de col siempre tiene en su interior bacterias ácido-lácticas, esporas de moho y mucho más.

Si dejamos la col al aire, lo normal es que acabe engullida por los hongos que la descompondrán; en cambio, si utilizamos sal para extraerle los jugos y la sumergimos en salmuera, privándola así de la circulación de aire, los hongos no podrán desarrollarse y las bacterias ácido-lácticas se convertirán en las protagonistas, transformando nuestra col en un delicioso chucrut, que además se conservará con todos sus nutrientes durante meses o incluso más tiempo.

Qué organismos se desarrollarán y cuáles no dependerá en gran medida de qué técnicas apliquemos. Aunque la fermentación es un fenómeno biológico, las múltiples y variadas técnicas que los pueblos han desarrollado para controlarla son claramente culturales. La gente de distintos lugares observó cómo se transformaban los alimentos o las bebidas en distintas condiciones, y desarrolló una amplia gama de métodos para guiar la fermentación, normalmente ajustando condiciones ambientales como la temperatura, la humedad y el oxígeno. A lo largo de miles de años, las sociedades han desarrollado, elaborado, experimentado y transmitido las técnicas de fermentación de generación en generación. Hasta mediados del siglo XIX, la ciencia no se interesaba en los procesos fermentativos. Sin embargo, esta falta de interés científico no impidió ni el inicio ni la continuidad de las prácticas de fermentación, que evolucionaron con el tiempo, enriquecidas por la innovación y las nuevas influencias.

Impulsada por fuerzas vitales microscópicas invisibles para nosotros, la fermentación ha estado frecuentemente rodeada de misterio y misticismo. Nos brinda productos sacramentales como el pan y el vino, y el propio proceso de elaboración ha estado ampliamente ligado a rituales y tradiciones. No necesitamos ser microbiólogos de laboratorio para practicar la fermentación con éxito o seguridad. Sin embargo, debemos estar dispuestos a comprometernos con el reino de lo oculto. Debemos creer que los microbios están ahí y que estamos cultivando un entorno favorable para su rápida proliferación. Aunque la investigación científica de la microbiología ha iluminado enormemente los procesos fermentativos, la práctica de la fermentación exige creatividad, paciencia, ingenio, técnica y atención a los detalles.

A medida que se desarrollaba la ciencia de la microbiología, creció la conciencia sobre la existencia de las bacterias. El imaginario popular no tardó en asociarlas con la enfermedad, y mucha gente empezó a proyectar el miedo a las bacterias sobre los alimentos fermentados. Sin embargo, la fermentación hace que los alimentos sean más seguros. Los microorganismos involucrados en este proceso producen muchos subproductos, como el ácido láctico, el ácido acético y el alcohol, que inhiben el crecimiento de numerosas bacterias, incluida la mayoría de los patógenos que preocupan a la gente. Aun así, en muchos lugares, los alimentos y bebidas fermentados de tradición



indígena han sido estigmatizados como antihigiénicos y peligrosos, en contraste con los productos industrializados, promovidos como más seguros y modernos.

No hay lugar donde la fermentación no constituya un elemento importante de la cultura tradicional. Lamentablemente, muchas prácticas tradicionales de fermentación ya se han perdido o están amenazadas, por lo que es de suma importancia que preservemos las diversas culturas y prácticas fermentativas. Al mismo tiempo, debemos reconocer que la cultura es un proceso en desarrollo, nunca estático, y que las distintas culturas siempre se han influido mutuamente. Al igual que las semillas y los animales domesticados, al igual que el lenguaje y la tecnología, la fermentación se propaga y se transforma a través de las constantes influencias mutuas y la adaptación transcultural.

Actualmente vivimos un renacimiento de las artes de la fermentación. Aunque los productos fermentados han gozado de una popularidad duradera, el proceso en sí ha cambiado con el tiempo, al igual que todos los aspectos de la producción de alimentos. Antigüamente, la fermentación era una estrategia fundamental para optimizar el uso de los recursos alimentarios, una práctica visible en todas las comunidades, pues la alimentación ha sido siempre una necesidad universal. Pero, con el paso del tiempo, este proceso se ha centralizado y ha pasado a manos de especialistas en instalaciones industriales, oculto a la vista y la conciencia de la mayoría de la gente.

Desde el cambio de milenio ha ido creciendo el interés por la fermentación. Creo que lo que estimuló este interés fue la creciente conciencia de la importancia de las bacterias y otros microorganismos para nuestra fisiología, salud y bienestar. Los métodos emergentes de análisis genético han permitido una exploración sin precedentes de los efectos e importancia de la biodiversidad microbiana en nuestros cuerpos, alimentos y entornos. A medida que más gente ha ido cobrando conciencia del importante papel de los microorganismos en nuestra salud, los alimentos y bebidas fermentados, transformados por microbios que siempre han estado con nosotros, han despertado cada vez más interés.

Según mi experiencia, el interés por la fermentación obedece a razones distintas. Muchas personas están preocupadas principalmente por la salud y creen que las bacterias vivas de los alimentos y bebidas fermentados, junto con los diversos subproductos de la fermentación y una mayor biodisponibilidad de nutrientes de los alimentos fermentados, pueden contribuir a su bienestar. También hay quienes se interesan por motivos culturales, buscando la conexión con costumbres alimentarias ancestrales o transculturales. Algunos están motivados por la búsqueda de una mayor sostenibilidad, y ven

en la fermentación un medio de reducir la huella medioambiental humana mediante la conservación de los alimentos, el ahorro de energía y el aprovechamiento de los residuos. Y, por supuesto, algunos reconocen que la fermentación es capaz de ofrecer un amplio abanico de sabores y la ven como un camino hacia la exquisitez y la expresión culinaria más sofisticada.

El auge del interés por la fermentación en las dos últimas décadas, que ha coincidido con la aparición de las redes sociales, ha despertado un gran intercambio intercultural público y una visible experimentación. Gracias a los aficionados que se dedican a fermentar alimentos en casa, pasando por los grandes chefs de restaurantes hasta los productores artesanos, se está poniendo en marcha un movimiento de innovación que se está haciendo visible y llega a todo tipo de público. Puede decirse que el propio acto de fermentar está fermentando, con mucha efervescencia y expectación, en las cocinas de todo el mundo.

Un gran cambio en la práctica de la fermentación llegó con la ciencia de la microbiología, que produjo los fermentos de «cultivo puro». Estos son organismos singulares que se han aislado en un laboratorio y se han comercializado, como los paquetes de levadura o las esporas que puedes comprar para cultivar *koji* o *tempeh* en casa. Hay grandes selecciones disponibles de diferentes cultivos para elaborar queso, o cepas de levadura para producir distintos estilos de alcohol. Estos cultivos iniciadores puros pueden ser muy eficaces, pero es importante reconocer que se alejan de la larga historia de la fermentación.

Desde siempre, y aún hoy en muchos contextos, las prácticas fermentativas son una expresión de la especificidad de cada lugar: los alimentos que abundan, los microorganismos que existen y prosperan, y en qué condiciones ambientales. La mayoría de las fermentaciones han sido fermentaciones silvestres, lo que significa que, sin un iniciador externo, los microorganismos tienen que proceder del alimento que vamos a fermentar, de algunos ingredientes botánicos silvestres con los que entramos en contacto, de nuestras manos o de algún otro elemento del entorno.

El medio tradicional más extendido para perpetuar un proceso de fermentación consiste en tomar parte de un fermento anterior como iniciador del siguiente. Esta es la base de la elaboración de pan con masa madre, la del yogur y la de innumerables fermentaciones tradicionales en todo el mundo. Otro tipo de fermento tradicional es el *scooby*, que solo se encuentra en un puñado de procesos de fermentación. *Scooby* es el acrónimo de comunidad simbiótica de bacterias y levaduras (por sus siglas en inglés), y describe a los fermentos madre del kombucha, los granos de kéfir y algunos otros, que son

estructuras evolucionadas de bacterias y levaduras, en las que los microbios viven de forma simbiótica, coordinando colectivamente su alimentación y reproducción, y generando la celulosa sobre la que residen.

La fermentación se ha elaborado, a lo largo del tiempo, de maneras tan infinitamente variadas como deliciosas y fascinantes. Mi deseo es que, con este libro, nos involucremos en profundidad en las prácticas fermentativas, tanto si llevamos con ellas toda la vida como si nunca hemos fermentado nada o solo lo hemos intentado unas pocas veces. El Basque Culinary Center es una institución de renombre internacional, dedicada a la formación culinaria, que atrae y cultiva enormes talentos, promueve la innovación y comparte técnicas, enfoques e inspiración. Este libro existe gracias a sus prodigiosos recursos e influencia. En sus páginas encontraremos una gran cantidad de información práctica sobre muchos procesos de fermentación tradicionales, junto con contribuciones de cocineros que experimentan con estos procesos en aplicaciones de vanguardia. Confío en que estas páginas nos sirvan de inspiración para incorporar más fermentación a nuestras prácticas culinarias, y que ello se traduzca en más sabor, nutrición, vida y diversidad en nuestros platos.



Fuerzas invisibles a favor de un futuro delicioso

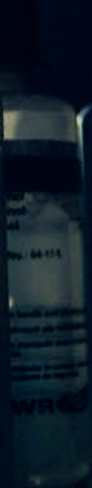
por Joxe Mari Aizega

Interactuar alrededor de la fermentación desde un centro pionero en formación, innovación y experimentación como Basque Culinary Center no solo se traduce en una oportunidad para investigar, profundizar y compartir con otros una manera propia de entender un ámbito en auge como este, sino también en un escenario privilegiado donde construir perspectivas frente a los desafíos colectivos.

En ese sentido, nos asomamos al universo de los microorganismos guiados por la curiosidad, el asombro, la fascinación y, por supuesto, la creatividad, sin conformarnos con ser meros espectadores, sino todo lo contrario. Nos sumamos al fenómeno armados con conocimiento, metodología y, también, con la voluntad para ampliar las coordenadas sobre las que tradicionalmente se aborda la fermentación. Y lo hacemos conscientes de la responsabilidad que adquirimos al impulsar el desarrollo socioeconómico de la gastronomía, promoviendo iniciativas como las que recoge este proyecto editorial, donde plasmamos un nuevo diálogo enriquecedor entre la ciencia y la gastronomía.

En 2022, junto a Planeta Gastro, lanzamos *Silvestre. La gastronomía de las plantas*, una honda investigación sobre el valor culinario que yace en una parte visible y rica de la naturaleza, donde reivindicamos la recolección de plantas como actividad que, si bien nos ha acompañado desde siempre, se ha vuelto emblema de innovación y vanguardia. En 2025, llevamos nuestra mirada hasta la escala más profunda de nuestro entorno y preparamos este nuevo libro con el propósito de revelar la magia invisible del ejército más hambriento y eficaz de la naturaleza, en el que microorganismos y enzimas cuecen procesos de gran potencial para nuestro sector. Procesos fascinantes tanto para quienes encuentran en la fermentación maneras autónomas de transformar





sus alimentos, como para profesionales empeñados en ampliar la paleta de sabores a disposición de nuestra práctica culinaria. También nos dirigimos a quienes se preocupan por resignificar el gusto a través de exploraciones inimaginables; a quienes buscan maneras de reducir desperdicios, de aportar soluciones que expandan el alcance de la sostenibilidad como realidad, más allá del eslogan. Y, por supuesto, a quienes se interesan en dotar a la industria alimentaria de herramientas para incidir en temas necesarios para un futuro delicioso donde la salud, el medioambiente y el placer avancen juntos en el horizonte.

Adentrarnos en este espectro nos ha servido para reafirmarnos en el reflejo que brinda la fermentación como ecosistema e incluso filosofía: insistimos en definir la gastronomía desde una perspectiva integral, de 360°, como un eje dinámico en el que se insertan agentes de diversa naturaleza dentro de una cadena de valor cuyo denominador común es la alimentación. Además, en tanto fenómeno social, la gastronomía articula realidades alrededor de lo que comemos, cómo lo comemos y por qué lo hacemos de esa manera, sabiendo que la fermentación es una fuente privilegiada para nosotros de preguntas y respuestas.

Con el tiempo, hemos impulsado contenidos que, en sus inicios, se integraron en el Grado en Gastronomía y Artes Culinarias o en talleres impartidos de manera especializada, y que desde 2025 se consolidan en el Máster Universitario en Fermentación de Alimentos. Este programa, único a nivel internacional, condensa una mirada contemporánea que se enriquece gracias al diálogo constante con investigadores, colaboradores, profesorado y alumnos, todos ellos comprometidos en la optimización de los procesos fermentativos aplicados a la gastronomía.

Por su parte, las interacciones entre los actores que intervienen en Basque Culinary Center no han hecho más que transformar la materia sobre la que cimentamos, hace 15 años en San Sebastián, un proyecto de perspectiva interdisciplinaria y holística como el nuestro. No en vano, eso que comenzó en 2010 como la proyección de una sede física donde formar a las futuras generaciones de la gastronomía, abarca en la actualidad toda una red de iniciativas alineadas con el progreso y la innovación. Entre las más recientes, destacan propuestas como EDA: Drinks & Wine Campus, concebida como un referente global y abierto en educación, investigación y cultura del vino y otras bebidas; o GOe – Gastronomy Open Ecosystem, donde esperamos enraizar talento, conocimiento e innovación sobre escenarios que ayuden a consolidar una alimentación deliciosa, saludable y sostenible. El conocimiento ligado a la fermentación será clave de cara a semejante cometido.

Aunque nuestras primeras apuestas parecían parte de un sueño, hoy fermentan logros tangibles entre los que nos complace incluir este libro, concebido como una forma de celebrar el mundo de los fermentados. Confiamos en que las siguientes páginas constituyan una herramienta útil para quienes deseen adentrarse en las profundidades de sus misterios y posibilidades: tanto como fuente de información para dimensionar el poder de los microorganismos —y también de las enzimas, en el marco de una concepción ampliada del fenómeno de la fermentación— como para transitar caminos donde la aplicación del conocimiento se traduzca en desenlaces comestibles estimulantes. Todo ello, guiado por la luz de la ciencia, pero también por la curiosidad y el impulso creativo que desprende la cocina cuando se convierte en un terreno fértil para elucubrar o propiciar avances pero, sobre todo, para abonar placer.

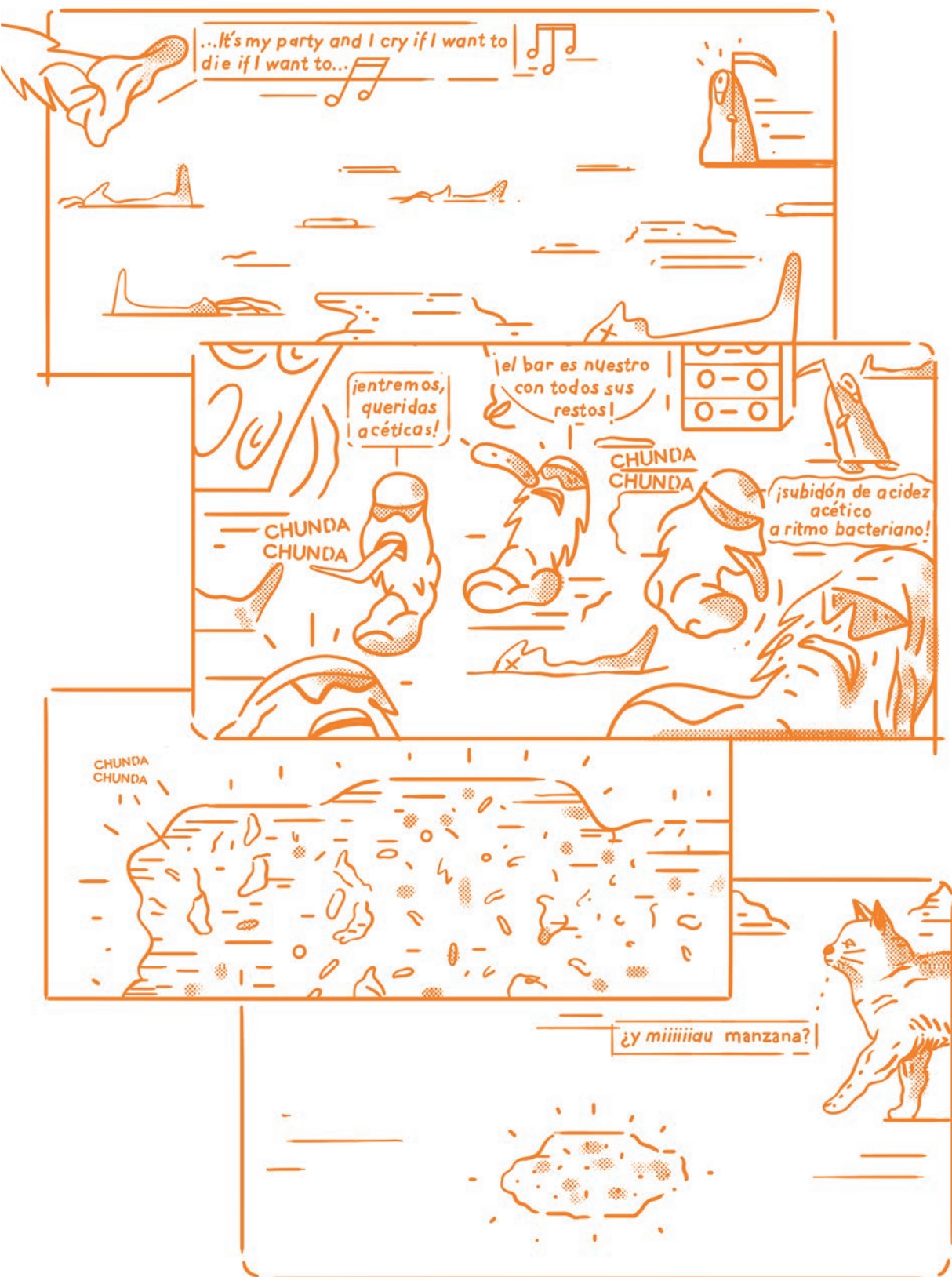


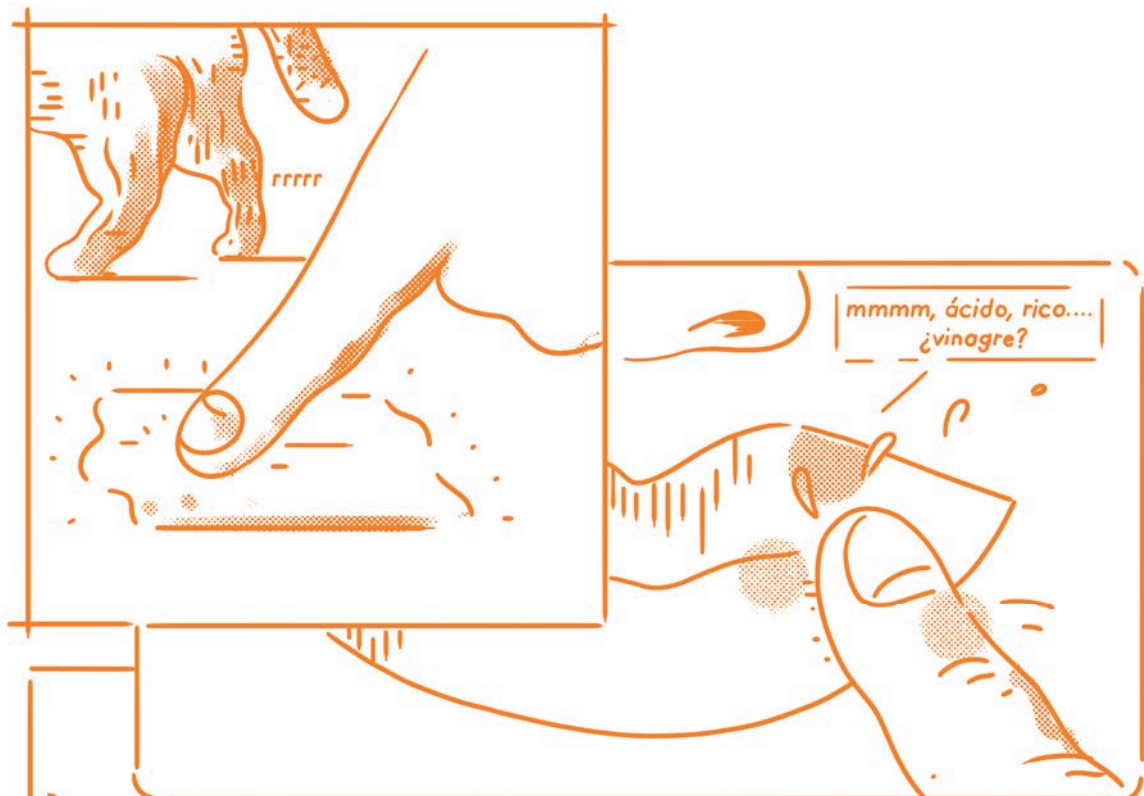




*Todo organismo puede fermentar
o ser fermentado.*









La ciencia de las fermentaciones

¿Qué es la fermentación?

29

Concepción ampliada 31

Las células 34

Principales actores 36

Proceso metabólico de la fermentación 42

Sustratos 46

¿Fermentado o podrido? 47

Fermentación salvaje o inoculada 48

La biodiversidad de la fermentación

51

Léxico sensorial

63

Aromas generados durante la fermentación 68

Gustos básicos 74

Sensación bucal y textura 78



¿Qué es la fermentación?

A grandes rasgos, el acto de fermentar puede resumirse como una colaboración. Un trabajo conjunto entre microorganismos, materias primas y personas que ha dejado una huella trascendental a lo largo de la historia de la alimentación. Surge a partir de la acción combinada de bacterias, levaduras, hongos filamentosos y enzimas de diversas procedencias, que son cuidadosamente seleccionadas y reguladas, en mayor o menor medida, por los seres humanos. Se trata, por lo tanto, de un acto dirigido de transformación.

A medida que avanza, se generan numerosos compuestos nuevos que, además de realzar los sabores, aromas y nutrientes, desempeñan un papel protagonista en su conservación. Así, desde una perspectiva gastronómica, el potencial de este proceso es inmenso: un campo fértil para explorar posibilidades culinarias aún inimaginables.

Los principales actores de la fermentación son invisibles. Los microorganismos —también llamados microbios— son seres vivos tan pequeños que pasan desapercibidos a simple vista. A menos que los tengamos bajo la mira de un microscopio, su presencia resulta indetectable. Sin embargo, bacterias, arqueas, hongos o protozoos han sido esenciales para el desarrollo de la vida que nos rodea, incidiendo en procesos fundamentales que, en contextos afortunados, desencadenan la conversión de sabores, texturas y aromas. No obstante, estas transformaciones no ocurren exclusivamente gracias a los microorganismos vivos, sino a las enzimas que producen o que provienen de los propios alimentos que adicionamos.

Por ello, a lo largo de este libro, abordaremos la fermentación desde la perspectiva de las ciencias gastronómicas, que es más amplia, transdisciplinar y que va más allá de la definición clásica que ofrecen ciencias básicas como la bioquímica o microbiología.



Concepción ampliada

Una proyección sin límites

La naturaleza no reconoce ni las líneas imaginarias llamadas fronteras, ni las categorías absolutas, ni las barreras del lenguaje. Las palabras sirven para nombrar realidades, y en el caso de la fermentación, se ha visto cómo el concepto se expande y ramifica con el tiempo. Algunos idiomas designan los resultados finales con términos de etimología distinta a la latina, mostrando así otras formas de comprender y nombrar el fenómeno.

Todos estos tipos de conversiones han acompañado a la humanidad desde los orígenes de la alimentación. Son universales, están presentes en todas las culturas del mundo, y según la reciente hipótesis de la *Fermentación externa*, propuesta por Katherine L. Bryant y colaboradores (2023), la fermentación podría haber sido una de las primeras tecnologías alimentarias utilizadas por los homínidos, incluso antes del dominio del fuego. Esta hipótesis sugiere que, al predigerir los alimentos mediante transformaciones espontáneas, aumentó la biodisponibilidad de nutrientes y redujo el gasto energético para la digestión, lo cual permitió que una mayor proporción de energía pudiera ser destinada al cerebro, generando así condiciones metabólicas propicias para su expansión.

En Occidente, el término fermentación proviene del latín *fervere* (hervir), en referencia al burbujeo observado en las bebidas alcohólicas mucho antes de que se comprendiera su causa. Durante siglos, este fenómeno fue un misterio que los alquimistas intentaron descifrar.

No fue hasta el siglo XIX cuando este tipo de proceso comenzó a esclarecerse científicamente. En 1833, Payen y Persoz aislaron la diastasa (hoy conocida como amilasa), la primera enzima purificada de la malta. Poco después, entre 1836 y 1837, Schwann, Cagniard-Latour y Kützing propusieron que la fermentación alcohólica era causada por levaduras vivas; Schwann las denominó «hongos del azúcar» (*zuckerpilz*). Sin embargo, sus ideas fueron rechazadas por científicos como Justus von Liebig, quien negaba la naturaleza viva de estos microorganismos.

La controversia se resolvió en la década de 1860, cuando Louis Pasteur demostró que estas transformaciones dependían del crecimiento microbiano, sentando las bases de la microbiología moderna. Años más tarde, en 1897, Eduard Buchner logró un avance perentorio: probó que la conversión alcohólica podía ocurrir incluso sin levaduras vivas, utilizando solo un extracto celular. Descubrió que los componentes internos de las células —a los que llamó *zimasa*— eran suficientes para transformar el azúcar en alcohol, hecho que marcó el nacimiento de la enzimología.

Cabe destacar que, 25 años antes (en 1872), Maria Manasseina ya había observado este fenómeno en suspensiones de levadura sin células viables, aunque su trabajo fue ignorado en su época.

Para comprender este tipo de procesos, es pertinente reconocer el papel central de las enzimas, las verdaderas protagonistas de las transformaciones bioquímicas. Como afirmó Arthur Kornberg (1989) en *What gives the cell its life and personality are enzymes* («Lo que le da a la célula su vida y personalidad son las enzimas»).

La fermentación no ha seguido un camino lineal. Su estudio ha sido impulsado por el empirismo, la transmisión oral, la experiencia acumulada y, más recientemente, por las ciencias exactas, sociales y aplicadas. Es el resultado de influencias colectivas y esfuerzos diversos, y no un hecho aislado.

Más allá de los microorganismos

Existe un «espacio» ambiguo entre la definición de la fermentación en la bioquímica y usos en la gastronomía. La segunda define la primera como una vía metabólica que ocurre en ausencia de oxígeno (anaerobiosis), como ocurre en la homoláctica o alcohólica. Pero procesos como la elaboración de *koji* con hongos filamentosos, o la maduración de quesos con hongos y bacterias, se realizan en presencia de oxígeno, cuestionando la rigidez de la definición.

Al mismo tiempo, existen otras biotransformaciones «invisibles» que merecen atención: las enzimas endógenas, es decir, aquellas presentes en los propios alimentos que también juegan un papel primordial en la modificación de los ingredientes, incluso sin la intervención directa de microorganismos. Estas pueden modificar atributos sensoriales, mejorar la biodisponibilidad de nutrientes, alterar la textura, generar compuestos aromáticos o ayudar a conservar alimentos. Pensemos en ejemplos como el alga *kombu*, el cacao, la malta, el té negro, el garum o el jamón curado. De hecho, las fermentaciones microbianas reciben una «ayuda» de las enzimas endógenas que también ayudan durante el proceso.

Entonces, ¿por qué restar importancia a las conversiones que ocurren gracias a las enzimas de organismos como algas, cereales, legumbres, frutas, vegetales o tejidos animales? Como humanos, seleccionamos y transformamos alimentos persiguiendo ciertas características deseadas. Sin embargo, este aparente control es en realidad un proceso coevolutivo: los organismos que nos gustan —levaduras, bacterias, plantas, etc.— han moldeado activamente nuestros gustos y prácticas, tanto como nosotros hemos influido en sus rasgos metabólicos.

Si pensamos desde una perspectiva amplia, estos procesos son el resultado de las interacciones entre distintos organismos a través del tiempo.

Estas páginas pretenden alentar un diálogo entre los saberes empíricos y científicos de distintas disciplinas, desdibujar límites conceptuales y ampliar nuestro conocimiento sobre las enzimas que transforman los alimentos.

Desde las ciencias gastronómicas, un enfoque transdisciplinar permite integrar lo empírico, lo científico, lo técnico, lo simbólico y lo cotidiano. Aquí, las fronteras se diluyen para dar lugar a nuevas formas de pensar, crear y comprender. Como suele señalar el doctor Juan Carlos Arbolea, se trata de «darse cuenta de las realidades que existen en un mismo hecho». La fermentación, ya sea microbiana, enzimática, simbólica o social es precisamente uno de esos hechos que merecen ser abordados desde todas sus realidades.



La unidad básica de la vida

La vida, en toda su asombrosa complejidad, comienza en algo diminuto y aparentemente sencillo: la célula. Es la unidad más pequeña capaz de vivir, reproducirse y realizar todas las funciones vitales. Trabaja como una maquinaria viva: en su interior ocurren innumerables procesos, meticulosamente coordinados mediante la acción de enzimas para mantener la vida. Hay organismos unicelulares, como las bacterias, y otros formados por múltiples células, como los animales, las plantas o los hongos multicelulares.