

FACT SHEET

Fermentación de precisión: La tecnología que está revolucionando el sector de proteínas alternativas



Queso elaborado con proteínas de la leche obtenidas mediante fermentación de precisión. Imagen cedida por New Culture.

Hoja de créditos

Autores

Marina Sucha Heidemann
Isabela de Oliveira Pereira
Bruna Leal Maske
Stéphanie Massaki
Maria Clara Manzoki
Germano Glufke Reis

Corrección de texto

Amanda Leitolis
Cristiana Ambiel
Carlos Ricardo Soccol
Susan Grace Karp

Diseño Gráfico

Fabio Cardoso

Datos Internacionales de Catalogación en la Publicación – CIP

H465

Heidemann, Marina Sucha y Otros

Fermentación de precisión: aa tecnología que está revolucionando el sector de proteínas alternativas: fact sheet / Marina Sucha Heidemann, Isabela de Oliveira Pereira, Bruna Leal Maske, Stéphanie Massaki, Maria Clara Manzoki y Germano Glufke Reis. – São Paulo: Tikibooks; The Good Food Institute Brazil, 2025.

E-Book: PDF, 15 p.; IL; Color

ISBN 978-85-66241-40-2

1. Alimentos. 2. Cadena de producción de alimentos. 3. Tecnología de alimentos. 4. Innovación 5. Fermentación 6. Fermentación de precisión. 7. Microorganismos 8. Proteínas Alternativas. I. Título. II. La tecnología que está revolucionando el sector de proteínas alternativas. III. Fact sheet. IV. Heidemann, Marina Sucha. V. Pereira, Isabela de Oliveira. VI. Maske, Bruna Leal. VII. Massaki, Stéphanie. IX. Manzoki, Maria Clara. X. Reis, Germano Glufke. XI. IFC/Brasil.

CDU 664

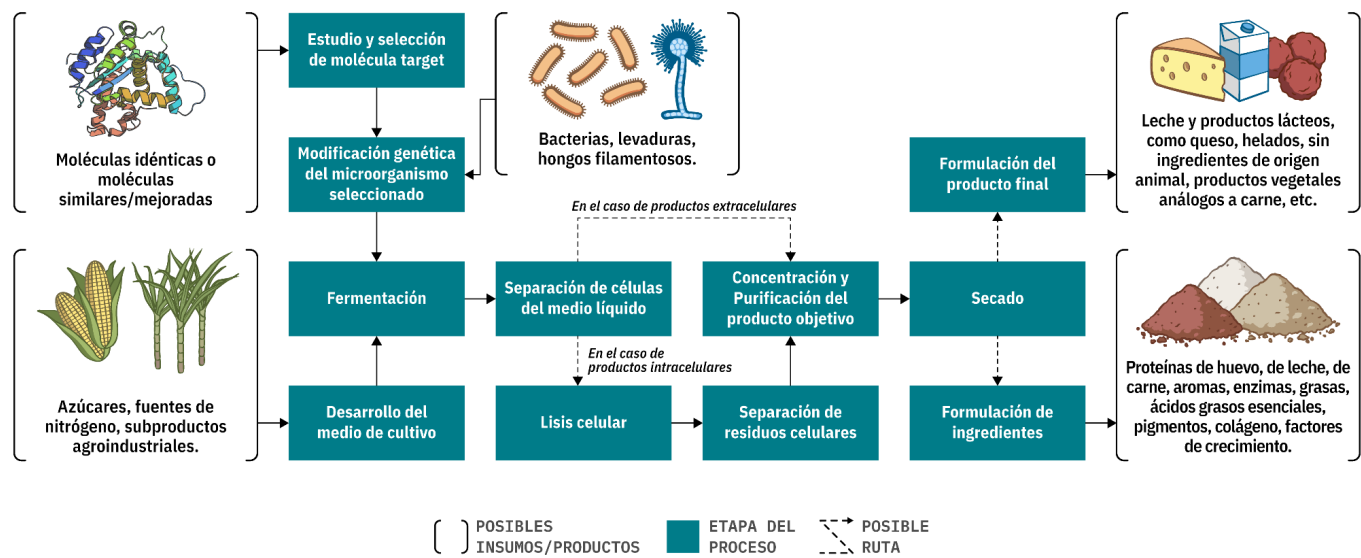
CDD 664

Catalogación elaborada por Regina Simão Paulino – CRB 6/1154

¿Alguna vez te imaginaste saborear un queso con una consistencia y sabor característicos, sin que sea elaborado con leche de vaca? ¿O comer una hamburguesa vegetal sin darte cuenta de que no estás comiendo carne animal? Con la fermentación de precisión, es posible brindar estas soluciones produciendo las mismas proteínas presentes en los productos de origen animal además de ingredientes que agregan sabor, color y jugosidad característicos a los productos vegetales análogos, o de carne cultivada (Liu; Aimutis; Drake, 2024).

En este enfoque tecnológico, se utilizan técnicas de ingeniería genética para hacer que microorganismos, como bacterias y hongos, sean capaces de producir moléculas de proteínas idénticas a las de origen animal (Hilgendorf et al., 2024). Los microorganismos son modificados genéticamente (OGM, Organismo Genéticamente Modificado) para actuar como “pequeñas fábricas” de producción de estas moléculas (Good Food Institute, 2022, 2023), produciendo ingredientes como proteínas de suero de leche (*whey protein*), caseína (proteína de la leche), ovoalbúmina (proteína de la clara de huevo), enzimas, grasas, colorantes y vitaminas en grandes cantidades (Boukid et al., 2023). Estos ingredientes pueden ser utilizados por la industria para componer alternativas a la carne, los lácteos y los huevos, en productos vegetales y de carne cultivada (Good Food Institute, 2023).

Resumen gráfico. Diagrama con las posibles rutas, insumos y productos de proteínas alternativas que pueden obtenerse utilizando la tecnología de fermentación de precisión abordada en este fact sheet.



1. Evolución y potencial del mercado

La fermentación de precisión ha sido impulsada por el avance de la biología molecular e ingeniería genética, particularmente a partir de las últimas décadas del siglo XXI (Cheng et al., 2022). En la década de 1980, esta tecnología se desarrolló inicialmente para la producción de insulina humana por medio de *Escherichia coli* recombinante, y en la década siguiente también se utilizó para aplicaciones alimentarias en la producción de quimosina para queso y riboflavina (vitamina B2). Los avances más significativos en la fermentación de precisión para proteínas específicas han surgido recientemente y la tecnología se ha expandido ampliamente en la industria alimentaria (Liu; Aimutis; Drake, 2024). Así, es posible aprovechar

el cultivo rápido de microorganismos para producir de forma más eficiente ingredientes funcionales específicos, incluidas proteínas idénticas a las producidas por animales, desvinculando así la producción del uso de animales. El proceso de fermentación ocurre de forma controlada y eficiente en biorreactores y puede incluso utilizarse para eliminar componentes alergénicos presentes en moléculas de origen animal.

En el 2022, se invirtieron 382 millones de dólares en el sector de la fermentación de precisión	En el escenario mundial, entre el 2013 y el 2023, ya se han invertido un total de 4.100 millones de dólares en fermentación para la producción de proteínas alternativas (Good Food Institute, 2023). En el 2022, se invirtieron 382 millones de dólares en el sector de la fermentación de precisión (Good Food Institute, 2022). <i>Fuente: Good Food Institute (2023).</i>
Los datos del 2023 indican que 60 startups en el mundo trabajan en la producción de proteínas alternativas utilizando fermentación de precisión	Hasta el 2019 solo había 13 <i>startups</i> que utilizaban la fermentación de precisión como tecnología principal para la generación de productos e insumos para el sector de proteínas alternativas. En el 2023, un nuevo informe de GFI mapeó alrededor de 60 <i>startups</i> en este sector. Esto representa un aumento de casi el 80% en el número de nuevos negocios en fermentación de precisión aplicada a proteínas alternativas en los últimos 4 años. <i>Fuente: Good Food Institute (2023) y Alternative Protein Company... (2024).</i>
En Brasil, cuatro startups mapeadas operan en el sector de proteínas alternativas utilizando la fermentación de precisión	El ecosistema brasileño se encuentra en la etapa inicial de desarrollo y algunas <i>startups</i> ya innovan al aportar soluciones al sector: Future Cow Technologies, Ark Bio Solutions y UpDairy desarrollan proteínas de la leche a partir de una fermentación de precisión y Biolinker produce factores de crecimiento para carne cultivada. <i>Fuente: datos cartográficos de The Good Food Institute Brasil.</i>
En el 2023, se creó Precision Fermentation Alliance	En el 2023, se creó una alianza entre nueve compañías de fermentación de precisión para facilitar la comunicación con el consumidor y la regulación de estos productos, Precision Fermentation Alliance. Asociaciones como esta son agentes clave para intercambiar conocimiento, para el compromiso de apoyo institucional, para la articulación de normas regulatorias y para la concienciación de las personas acerca de los avances y beneficios de esta tecnología en la producción de alimentos. <i>Fuente: https://www.pfalliance.org/</i>

2. Aportando soluciones para desafíos del sector de proteínas alternativas

Los ingredientes producidos mediante fermentación de precisión pueden contribuir a resolver muchos desafíos tecnológicos de productos de proteínas alternativas:

Los ingredientes derivados de la fermentación de precisión son una excelente solución para enfrentar algunos de los desafíos tecnológicos de los productos vegetales análogos de los de origen animal, por medio de ingredientes funcionales que pueden contribuir significativamente para mejorar el sabor, la apariencia y la jugosidad de los productos.

Un ejemplo de cómo la fermentación de precisión puede ser una herramienta clave para el sector de las proteínas alternativas es la producción de hemoproteínas como la mioglobina, una molécula que se produce naturalmente en animales y es responsable del color y el sabor propios de la carne de res (Liu et al., 2024). Para ello, una alternativa es producir la propia mioglobina bovina, o producir moléculas similares como la leghemoglobina de soya de Impossible Foods, capaz de conferir color, sabor y jugosidad (*juiciness*) típicos de productos cárnicos fritos o al grill.

También se pueden producir proteínas de la leche como la caseína y proteínas del suero como la beta-lactoglobulina o la lactoferrina. El uso de algunas de estas proteínas en formulaciones alimenticias es esencial para obtener características específicas como textura, elasticidad y derretimiento propias del queso, por ejemplo, como el producido por *startup* Change Foods con proteínas obtenidas por fermentación de precisión, para solucionar los desafíos de funcionalidad enfrentados en el desarrollo de quesos vegetales análogos.

Las proteínas de la clara de huevo también se pueden producir mediante fermentación de precisión, como el ovomucoide (glicoproteína producida por [Every](#)) y la ovoalbúmina, que también tiene funciones importantes en los alimentos como la formación de espuma y el poder emulsionante.

Fuente: Tachie, Nwachukwu y Aryee (2023).

La fermentación de precisión puede superar los desafíos a la hora de obtener insumos para que la producción de carne cultivada sea económicamente viable

La producción de carne cultivada implica el uso de varios insumos, y la fermentación de precisión ha desempeñado un papel esencial en la obtención de proteínas recombinantes para componer los medios de cultivo libres de componentes de origen animal. Algunos de estos insumos incluyen factores de crecimiento, albúmina, insulina y transferrina que pueden producirse de manera eficiente para abastecer esta cadena de producción de carne cultivada.

Fuente: Yamanaka et al. (2023); The Science of... (2021).

Actualmente, las enzimas alimentarias se producen predominantemente a partir de microorganismos recombinantes y existen oportunidades para la producción de nuevas enzimas observando el sector de las proteínas alternativas¹	El tratamiento enzimático puede solucionar desafíos importantes de las proteínas vegetales, tales como: baja solubilidad, baja capacidad de gelificación y reticulación, amargor, notas del grano, otros aromas indeseables, baja emulsificación, baja capacidad de unión con grasas y agua. Además, los cuellos de botella de costos de los medios de cultivo para la producción de carne cultivada y el uso de sustratos alternativos para la fermentación se pueden resolver mediante el uso de cócteles de enzimas obtenidos por fermentación de precisión, ya sea un cóctel proteolítico, pensando en la generación de hidrolizado de aminoácidos para el cultivo celular², o glicosilhidrolasas, para convertir fuentes de carbohidratos complejos, como residuos lignocelulósicos, en azúcares fermentables³. <i>Fuente: 1- Good Food Institute Brasil (2022); 2- Flaibam y Goldbeck (2024); 3- Lima et al. (2022).</i>
La fermentación de precisión puede reducir los impactos ambientales de la producción de proteínas	Estudios de Análisis de Ciclo de Vida preliminares sugieren que la tecnología de fermentación de precisión puede reducir los impactos ambientales en una variedad de categorías de impacto diferentes, como el potencial de calentamiento global y el uso de la tierra, ya sea en la producción de proteínas de la leche¹ y proteína de clara de huevo² por fermentación de precisión. Los estudios destacan que la mayoría de los impactos y las compensaciones entre categorías de impacto pueden reducirse potencialmente mediante el uso de una fuente de energía baja en carbono, es decir, estas reducciones en las emisiones de gases de efecto invernadero están intrínsecamente vinculadas a la fuente de energía utilizada en el proceso de producción, lo que apunta al uso de fuentes renovables como una solución. <i>Fuente: 1- Geistlinger, Briggs y Nay (2023); 2- Järviö et al. (2021).</i>

3. ¿Por qué la fermentación de precisión es prometedora en Brasil?

Brasil tiene una comunidad científica sólida y abundantes recursos naturales que favorecen el avance en el área de la fermentación de precisión. Además, la presencia de un organismo competente (Comisión Técnica Nacional de Bioseguridad, CTNBio) y leyes de bioseguridad bien establecidas proporcionan un entorno favorable para el desarrollo y la implementación de tecnologías de fermentación de precisión. Actualmente, existe un total de 64 cepas y derivados de microorganismos genéticamente modificados liberados para uso comercial en Brasil ([datos de CTNBio](#) del 8 de abril del 2024), entre ellos una leghemoglobina de soja producida por *Picchia pastoris* para su uso en productos análogos de carne molida para consumo humano (Informe Técnico 7.060/2020).

Además, el país ya cuenta con [biorrefinerías modelo en operación](#), que emplean tecnologías avanzadas de fermentación de precisión para la producción eficiente y sostenible de una variedad de productos a base de sustratos como la caña de azúcar, por ejemplo.

Potencial para entregar soluciones para el mercado brasileño de productos análogos vegetales, que alcanzó los 226 millones de dólares y creció un 38% en el 2023

Las ventas estimadas de análogos cárnicos vegetales en Brasil fueron de 226 millones de dólares o 1.100 millones de reales en el 2023, según datos de Euromonitor. Estos productos aún enfrentan desafíos para imitar la experiencia del consumidor con los productos tradicionales y el uso de ingredientes producidos por medio de fermentación de precisión es una oportunidad para mejorar estos productos que tienen el potencial de atraer aún más consumidores e inversiones al país.

Fuente: Euromonitor Passport, Meat and Seafood Substitutes, January 2024; and Plant-based Milk, October 2023 (Databook, 2024).

Potencial de inserción en la cadena de suministro de carne cultivada en desarrollo

La empresa brasileña BRF, en el 2021, hizo un aporte millonario a la *startup* israelí Aleph Farms para la producción de carne cultivada en Brasil¹. Además, la empresa JBS pretende invertir 100 millones de dólares en un período de cinco años (2021 a 2025) para convertirse en uno de los principales fabricantes mundiales de proteína cultivada. En septiembre del 2023, JBS inició la construcción del centro de investigación “JBS Biotech Innovation Center” en Florianópolis, con la inauguración prevista para finales del 2024². Estas nuevas industrias dependen de la creación de una cadena de suministro, lo que demuestra una oportunidad de expansión del mercado para los proveedores tradicionales de insumos para alimentación animal. Existen, por ejemplo, siete registros de microorganismos OGM y sus derivados utilizados para alimentación animal en Brasil³; incluidos algunos aminoácidos utilizados en la suplementación de la ración animal que también podrían usarse como insumos en la industria de la carne cultivada, ya que las necesidades nutricionales de los animales pueden ser muy similares a las necesidades de nutrientes de las células durante el cultivo celular.

Fuente: 1- BRF Faz Aporte... (2021); 2- Brandão (2023); 3- Liberação Comercial... (2024).

Los estudios muestran que Brasil tiene mayores índices de aceptación de alimentos producidos mediante fermentación de precisión, en comparación con Alemania, India, Reino Unido y Estados Unidos.

Respecto a la aceptación de estos productos en Brasil, Thomas y Bryant (2021) reportaron que el país demostró los índices de rechazo más bajos para quesos producidos por fermentación de precisión, en comparación con Alemania, India, Reino Unido y Estados Unidos. La encuesta reveló que el 90% de los participantes brasileños están dispuestos a probar y comprar un producto de queso sin ingredientes animales después de leer una explicación detallada sobre la fermentación de precisión y las propiedades sensoriales de los ingredientes/productos resultantes. Esto demuestra que es muy probable que los productos de fermentación de precisión encuentren las puertas abiertas para los consumidores brasileños.

Fuente: Thomas and Bryant (2022).

El 93% de los investigadores brasileños mapeados trabajan con el uso de residuos industriales/agroindustriales como componentes del medio de cultivo para fermentación de precisión¹

En el ámbito de la utilización de residuos como sustrato para la fermentación, hay espacio para el desarrollo de nuevas cepas capaces de metabolizar estos diversos sustratos, incluidos azúcares, carbohidratos complejos, lactato, glicerol, etc. Además, existen investigaciones centradas en el desarrollo de plataformas microbianas para la producción de enzimas y cócteles que posibiliten la obtención de azúcares fermentables a partir de biomasa lignocelulósica². De esta forma, existe un notable potencial para combinar técnicas genéticas ya en estudio con las materias primas y sustratos nacionales, para desarrollar de forma accesible productos idénticos a los derivados de animales mediante fermentación de precisión.

Fuente: 1- mapeo realizado por The Good Food Institute Brasil; 2- Lima et al. (2022).

Producción científica en Brasil

Además de la producción científica en áreas relacionadas con el desarrollo de chasis microbianos y los avances en técnicas de modificación genética como CRISPR/Cas9* que pueden ser exportados para aplicaciones en el setor^{1,2}, los investigadores brasileños ya contribuyen con producción científica centrada en proteínas alternativas. Investigadores de la Universidade Federal de Santa Catarina destacaron el potencial de la fermentación de precisión como alternativa para la obtención de proteínas animales en un artículo de revisión que aborda datos sobre los impactos ambientales relacionados con la actual producción mundial de alimentos, además de reportar las principales proteínas ya producidas por fermentación de precisión, con especial atención a las utilizadas en las industrias de alimentos y nutracéuticos³. En el ámbito de la producción de proteínas lácteas que se pueden obtener mediante fermentación de precisión, en un artículo de revisión, investigadores de la Universidade Federal do Paraná realizaron una revisión integral de artículos y patentes para comprender el estado actual y los avances en la producción de proteínas lácteas recombinantes. Los autores destacan el prometedor futuro de la tecnología y que la investigación y el desarrollo continuos son esenciales para optimizar la tecnología y aumentar su viabilidad comercial para satisfacer la creciente demanda de alternativas sostenibles de productos lácteos⁴.

Fuente: 1- Mélo et al. (2022); 2- Lima et al. (2022); 3- Knychala et al. (2024); 4- Piazenski et al. (2024).

*CRISPR/Cas9 es una especie de “tijera genética” que permite modificar parte del código genético de una célula. Con estas “tijeras” es posible, por ejemplo, “cortar” una parte concreta del ADN, haciendo que la célula produzca o no determinadas proteínas. La técnica ha revolucionado la

edición genética con posibilidades de edición prácticamente infinitas (Redman et al., 2016).

Regulación en Brasil

La Agência Nacional de Vigilância Sanitária ([Anvisa](#)) publicó recientemente la Resolución RDC n.º 839, de 14 de diciembre del 2023, que reglamenta el registro de nuevos alimentos e ingredientes sin historial de consumo seguro en el país, incluidos los que tienen origen en la fermentación. Esta directriz regula el proceso de evaluación de la seguridad de estos alimentos e ingredientes para el consumo humano. Esto coloca a Brasil al mismo nivel de otros países que ya están realizando fermentación de precisión con foco en el sector de proteínas alternativas. Pese a ello, los expertos señalan que aún no se han detallado cuestiones relativas a la inspección del proceso de producción. Otras formas de fermentación, como las utilizadas en la producción de cerveza y vino, ya están reguladas, pero es necesario mejorar el procedimiento de evaluación de la seguridad de nuevos alimentos e ingredientes, ya sea en Anvisa o en el Ministerio de Agricultura y Pecuaria (Mapa). La expectativa es que, con reglas más claras, las empresas inviertan en el sector, lo que resultará, a lo largo de los años, en una mayor oferta de esos productos en el mercado brasileño, potencialmente a precios competitivos, aunque se espera que productos de este tipo tarden algún tiempo en llegar a la mesa del consumidor. En el caso de la fermentación de precisión, si contienen organismos genéticamente modificados o derivados, los procesos, productos e ingredientes obtenidos deberán seguir lo que establece la [Ley n.º 11.105, de 24 de marzo del 2005](#), entre otras regulaciones pertinentes. La liberación comercial se concede tras una evaluación positiva de la seguridad de estos productos.

Fuente: Brasil (2005, 2023).

Referencias

ALTERNATIVE PROTEIN COMPANY Database. Good Food Institute, Washington, DC, 2024. Disponible en: <https://gfi.org/resource/alternative-protein-company-database/>. Consultado el: 7 nov. 2024.

BARROS, K. O. et al. Oxygenation influences xylose fermentation and gene expression in the yeast genera *Spathaspora* and *Scheffersomyces*. *Biotechnology for Biofuels and Bioproducts*, Berlin, v. 17, n. 20, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1186/s13068-024-02467-8>.

BOUKID, F. et al. Bioengineered Enzymes and Precision Fermentation in the Food Industry. *International Journal of Molecular Science*, Basel, v. 24, n. 12, 10156, June 2023. DOI: 10.3390/ijms241210156.

BRANDÃO, R. Carne de laboratório: por que a JBS faz aposta milionária em proteína cultivada? Exame Invest, São Paulo, 16 maio 2023. Disponible en: <https://exame.com/invest/mercados/carne-de-laboratorio-por-que-a-jbs-faz-aposta-milionaria-em-proteina-cultivada/>. Consultado el: 8 nov. 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução da Diretoria Colegiada nº 839, de 14 de dezembro de 2023. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2023. Disponible en: https://antigo.anvisa.gov.br/documents/10181/6582266/RDC_839_2023_.pdf/a064b871-55dd-44b9-ab40-16ca7672497d. Consultado el: 8 nov. 2024.

BRASIL. Presidência da República. Lei nº 11.105, de 24 de março de 2005. Brasília, DF: Presidência da República, 2005. Disponible en: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2005/lei/l11105.htm. Consultado el: 8 nov. 2024.

BRF FAZ APORTE de US\$ 2,5 milhões na Aleph Farms para produzir carne cultivada. *Forbes Money*, [s. l.], 7 jul. 2021. Disponível em : <https://forbes.com.br/forbes-money/2021/07/brf-faz-aporte-de-us-25-milhoes-na-aleph-farms-para-produzir-carne-cultivada/>. Consultado el: 27 mayo 2024.

BROAD, G. M. et al. Framing the futures of animal-free dairy: Using focus groups to explore early-adopter perceptions of the precision fermentation process. *Frontiers in Nutrition*, [s. l.], v. 9, Oct. 2022. DOI: 10.3389/fnut.2022.997632.

CHENG, A. et al. Genetics Matters: Voyaging from the Past into the Future of Humanity and Sustainability. *International Journal of Molecular Science*, Basel, June, v. 23, n. 7, 3976, Apr. 2022. DOI: 10.3390/ijms23073976.

DATABOOK. GFI Brasil, [s. l.], 2024. Disponible en: <https://gfi.org.br/databook/>. Consultado el: 8 nov. 2024.

FLAIBAN, B.; GOLDBECK, R. Effects of enzymes on protein extraction and post-extraction hydrolysis of non-animal agro-industrial wastes to obtain inputs for cultured meat. *Food and Bioproducts Processing*, Amsterdam, v. 143, p. 117-127, Jan. 2024. DOI: 10.1016/j.fbp.2023.11.001.

GEISTLINGER, T.; BRIGGS, N.; NAY, K.; Chapter 21 - Case study on whey protein from fermentation, Cellular Agriculture, Academic Press, Pages 323-342, 2024. DOI: 10.1016/B978-0-443-18767-4.00021-4.

GOOD FOOD INSTITUTE. 2022 State of the Industry Report – Fermentation: Meat, seafood, eggs and dairy. Washington, DC: GFI, 2022. Disponible en: <https://gfi.org/wp-content/uploads/2023/01/2022-Fermentation-State-of-the-Industry-Report-1.pdf>. Consultado el: 28 mayo 2024.

GOOD FOOD INSTITUTE. 2023 State of the Industry Report – Fermentation: Meat, seafood, eggs and dairy. Washington, DC: GFI, 2023. Disponible en: <https://gfi.org/resource/fermentation-state-of-the-industry-report/>. Consultado el: 16 abr. 2024.

GOOD FOOD INSTITUTE BRASIL. Serie tecnológica das Proteínas Alternativas: Fermentação e processos fermentativos. São Paulo: Tiki Books; GFI Brasil, 2022. E-book. Disponible en: <https://gfi.org.br/wp-content/uploads/2022/11/Serie-Tecnologica-Fermentacao-e-processos-fermentativos-GFI-Brasil.pdf>. Consultado el: 7 nov. 2024.

HILGENDORF, K.; WANG, Y.; MILLER, M.J.; JIN, Y.S. Precision fermentation for improving the quality, flavor, safety, and sustainability of foods. *Curr Opin Biotechnol*, 86:103084, Apr. 2024. DOI: 10.1016/j.copbio.2024.103084.

JÄRVIÖ, N. et al. Ovalbumin production using *Trichoderma reesei* culture and low-carbon energy could mitigate the environmental impacts of chicken-egg-derived ovalbumin. *Nature Food*, Berlin, v. 2, p. 1005-1013, 16 Dec. 2021. DOI: 10.1038/s43016-021-00418-2.

KNYCHALA, M. M. et al. Precision Fermentation as an Alternative to Animal Protein, a Review. Preprint Review, Basel, v. 1, 1 May 2024. DOI: 10.20944/preprints202405.0005.v1.

LIBERAÇÃO COMERCIAL – Comissão Técnica Nacional de Biossegurança. CTNBio, Brasília, DF, 2024. Disponible en: http://ctnbio.mctic.gov.br/liberacao-comercial?p_p_id=110_INSTANCE_SqhWdohU4BvU&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-2&p_p_col_count=3&_110_INSTANCE_SqhWdohU4BvU_struts_action=%2Fdocument_library_display%2Fview_file_entry&_110_INSTANCE_SqhWdohU4BvU_fileEntryId=2238172#/liberacao-comercial/consultar-processo. Consultado el: 8 nov. 2024.

LIMA, E. A. et al. Development of an economically competitive *Trichoderma*-based platform for enzyme production: Bioprocess optimization, pilot plant scale-up, techno-economic analysis and life cycle assessment. *Bioresource Technology*, London, v. 364, 128019, 2022.

LIMA, P. B. A. Engenharia metabólica em *Pichia pastoris* para produção de L-ácido láctico a partir de glicerol, um resíduo da indústria de biodiesel. 2017. Tese (Doutorado em Ecologia) – Instituto de Ciências Biológicas, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2017.

LIU, Y.; AIMUTIS, W. R.; DRAKE, M. Dairy, Plant, and Novel Proteins: Scientific and Technological Aspects. *Foods*, Basel, v. 13, n. 7, 1010, 2024.

MÉLO, A. H. F. D. et al. Evaluation of *Saccharomyces cerevisiae* modified via CRISPR/ Cas9 as a cellulosic platform microorganism in simultaneously saccharification and fermentation processes. *Bioprocess and Biosystems Engineering*, Berlin, v. 46, n. 1111-1119, Aug. 2022. DOI: 10.1007/s00449-022-02765-1.

MICROORGANISMOS GENETICAMENTE MODIFICADOS e derivados aprovados comercialmente no Brasil para uso industrial. CTNBio, Brasília, DF, 7 dez. 2020. Disponível em: <https://ctnbio.mctic.gov.br/documents/566529/1687332/Tabela+de+Microorganismos+Aprovados+para+Comercializa%C3%A7%C3%A3o/7b7a17fd-ef84-4dfd-b2b4-fe5900745be2;jsessionid=5AD1647E950C62CC95FD2DC5613691AC.columba?version=1.7>. Consultado el: 27 mayo 2024.

NOVA PESQUISA do GFI Brasil aponta os principais comportamentos e perfis do consumidor de alternativas plant-based no Brasil. GFI Brasil, [s. l.], 2024. Disponível em: <https://gfi.org.br/nova-pesquisa-do-gfi-brasil-aponta-os-principais-comportamentos-e-perfis-do-consumidor-de-alternativas-plant-based-no-brasil/>. Consultado el: 27 mayo 2024.

PIAZENSKI, I. N. et al. From lab to table: The path of recombinant milk proteins in transforming dairy production. *Trends in Food Science & Technology*, v. 149, 2024. DOI: 10.1016/j.tifs.2024.104562.

REDMAN, M. et al. What is CRISPR/Cas9? *Archives of disease in childhood. Education and practice edition*, London, v. 101, n. 4, p. 213-215, 2016. DOI: 10.1136/archdischild-2016-310459.

SANTOS, F. D. Desenvolvimento de coquetéis enzimáticos customizados para a hidrólise de substratos com elevados teores de hemicelulose e lignina. 2021. Tese (Doutorado em Biotecnologia Industrial) – Escola de Engenharia de Lorena, Universidade de São Paulo, Lorena, 2021.

TACHIE, C.; NWACHUKWU, I. D.; ARYEE, A. N. A. Trends and innovations in the formulation of plant-based foods. *Food Production, Processing and Nutrition Review*, Berlin, v. 5, 16, Mar. 2023. DOI: 10.1186/s43014-023-00129-0.

TENG, T. S. et al. Fermentation for future food systems: Precision fermentation can complement the scope and applications of traditional fermentation. *EMBO Reports*, [s. l.], v. 22, n. 5, e52680, 2021. DOI: 10.15252/embr.202152680.

THE SCIENCE OF Cultivated meat: Cell culture media. Good Food Institute, Washington, DC, 2021. Disponível em: https://gfi.org/science/the-science-of-cultivated-meat/?_gl=1*14bngkk*_up*MQ..*_ga*MTY2MjU4ODczMy4xNzMzMzk5ODU3*_ga_TT1WCK8ETL*MTczMzM5OTg1NS4xLjEuMTczMzM5OTg1NS4wLjAuMA..#Introduction. Consultado el: 7 nov. 2024.

THOMAS, Z.; BRYANT, C. Don't Have a Cow, Man: Consumer Acceptance of Animal-Free Dairy Products in Five Countries. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, [s. l.], v. 5, June 2022. DOI: 10.3389/fsufs.2021.678491.

TUBB, C.; SEBA, T. Rethinking food and agriculture 2020-2030: the second domestication of plants and animals, the disruption of the cow, and the collapse of industrial livestock farming. *Industrial Biotechnology*, New Rochelle, v. 17, n. 2, p. 57-72, 2021.

VITOR, A. B. et al. Aplicações da CRISPR/Cas9 em fundos com potencial na síntese de enzimas produtoras de bioetanol. In: CONGRESSO BRASILEIRO INTERDISCIPLINAR EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 31 ago.-4 set. 2020, [s. l.]. Anais [...]. 2020. [S. l.]: CoBICET, 2020.

WHAT IS SOY leghemoglobin, or heme? Impossible Foods, [s. l.], 2024. Disponible en: <https://faq.impossiblefoods.com/hc/en-us/articles/360019100553-What-is-soy-leghemoglobin-or-heme>. Consultado el: 27 mayo 2024.

YAMANAKA, K. et al. Development of serum-free and grain-derived-nutrient-free medium using microalga-derived nutrients and mammalian cell-secreted growth factors for sustainable cultured meat production. Nature Scientific Reports, Berlin, v. 13, 498, Jan. 2023. DOI: 10.1038/s41598-023-27629-w.

Equipo del GFI Brasil

Alexandre Cabral

Vicepresidente Ejecutivo

Alysson Soares

Especialista en Políticas Públicas

Ana Carolina Rossettini

Gerente de Desarrollo y Estrategia

Amanda Leitolis, Ph.D.

Especialista en Ciencia y Tecnología

Ana Paula Rossettini

Analista de Recursos Humanos

Bruno Filgueira

Analista de Compromiso Corporativo

Camila Nascimento

Analista de Operaciones y Finanzas

Camila Lupetti

Especialista en Inteligencia de Mercado de Compromiso Corporativo

Cristiana Ambiel, MS.

Directora de Ciencia y Tecnología

Fabio Cardoso

Analista de Comunicación

Gabriela Garcia, MS.

Analista de Políticas Públicas

Gabriel Mesquita

Analista en ESG de Compromiso Corporativo

Graziele Karatay, Ph.D.

Especialista en Ciencia y Tecnología

Guilherme de Oliveira

Especialista en Innovación de Compromiso Corporativo

Gustavo Guadagnini

Presidente

Isabela Pereira, MS

Analista de Ciencia y Tecnología

Julia Cadete

Analista de Operaciones

Karine Seibel

Gerente Operativo

Lorena Pinho, Ph.D.

Analista de Ciencia y Tecnología

Luciana Fontinelle, Ph.D.

Especialista en Ciencia y Tecnología

Lívia Brito, MS.

Analista de Comunicación

Manuel Netto

Analista de Políticas Públicas

Mariana Bernal, MS.

Analista de Políticas Públicas

Mariana Demarco, Ph.D.

Analista de Ciencia y Tecnología

Nathália Figueiredo

Analista de Comunicación

Patrícia Santos

Asistente Ejecutiva

Raquel Casselli

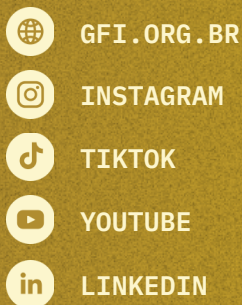
Directora de Compromiso Corporativo

Vinícius Gallon

Gerente de Comunicación



Todo el trabajo desarrollado por GFI está disponible de forma gratuita a la sociedad y solo pudimos lograrlo porque tenemos el apoyo de nuestra familia de donantes. Operamos de manera a maximizar las donaciones de nuestra comunidad de colaboradores, siempre luchando por la mayor eficiencia en el uso de los recursos.



Ayuda a construir una cadena de alimentos más justos, seguros y sostenibles.

Dona a GFI Brasil