

FACT SHEET

Fermentación de Biomasa: aprovechamiento del potencial proteico de los microorganismos



*Producto análogo a pollo desarrollado a partir de micelio.
Imágenes proporcionadas por Meati Foods.*

Ficha técnica

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 Publicación – CIP

H465

Heidemann, Marina Sucha y otros
Fermentación de Biomasa: aprovechamiento del potencial proteico de los microorganismos: 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, 14 p.; IL; Color

ISBN 978-85-66241-38-9

1. Alimentos. 2. Cadena de Producción de Alimentos. 3. Tecnología de Alimentos. 4. Innovación. 5. Fermentación. 6. Fermentación de Biomasa. 7. Microorganismo. 8. Proteínas Alternativas. 9. Alimentos Análogos a los Alimentos Convencionales de Origen Animal. I. Título. II. Aprovechamiento del potencial proteico de los microorganismos. III. Fact sheet. IV. Heidemann, Marina Sucha. V. Pereira, Isabela de Oliveira. VI. Maske, Bruna Leal. VII. Massaki, Stéphanie. VIII. Manzoki, Maria Clara. IX. Reis, Germano Glufke. X. IFC/Brasil.

CDU 664

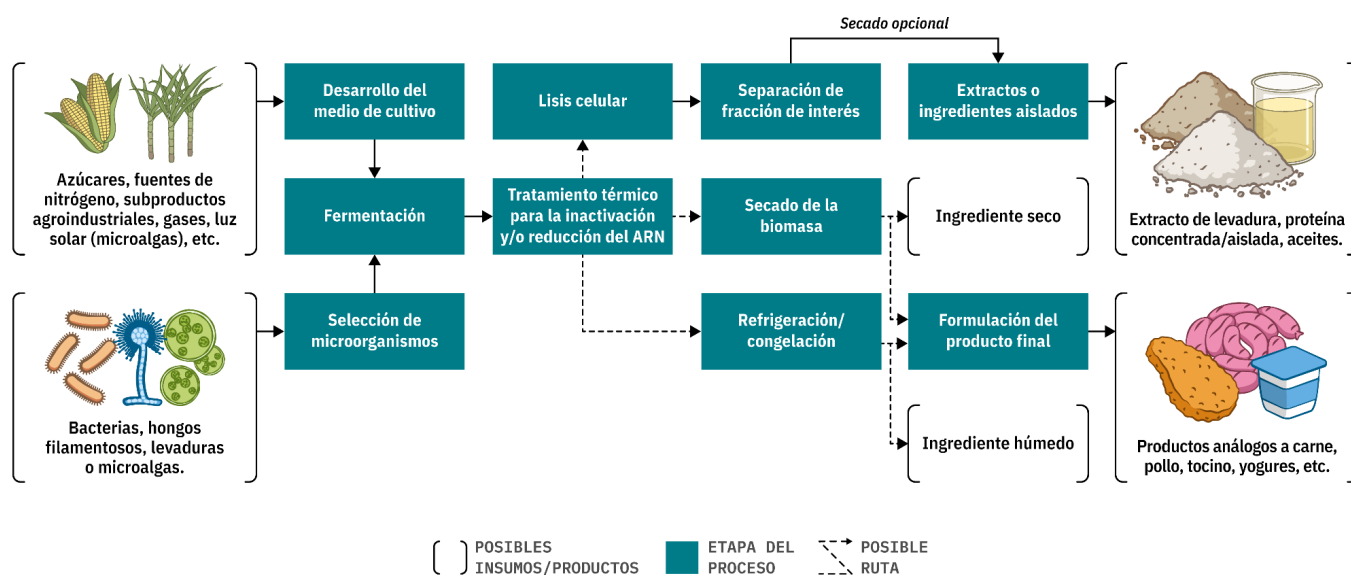
CDD 664

Catalogación elaborada por Regina Simão Paulino – CRB 6/1154

La fermentación de biomasa es un proceso en el que microorganismos, como bacterias, levaduras, microalgas y hongos, se multiplican en grandes cantidades y generan un conjunto de células llamada biomasa. Este proceso se lleva a cabo dentro de tanques controlados, los biorreactores, que crean el ambiente favorable para el crecimiento microbiano. A depender del microorganismo elegido para el proceso de fermentación, la biomasa puede componerse de células con un alto contenido de proteínas o con un alto contenido de aceite. Un organismo unicelular rico en proteínas se llama “proteína unicelular” o *single-cell protein*. Por otra parte, un organismo rico en aceites sirve como fuente de aceite microbiano o *single-cell oil* (Campos-Valdez et al., 2023).

La fermentación de biomasa permite producir diferentes productos análogos a los productos animales convencionales: carne ([Meati](#), [Bosque Foods](#), [Quorn](#)), análogos a mariscos ([Aqua Cultured Foods](#)), yogures ([Nature's Fynd](#)) o incluso ingredientes proteicos que se utilizan en diversas formulaciones alimentarias ([Typcal](#), [Done Properly](#)).

Resumen gráfico. Diagrama con las posibles rutas, insumos y productos proteicos alternativos que se pueden obtener con el uso de la tecnología de fermentación tradicional abordada en este fact sheet.



1. Potencial de los microorganismos como fuente de proteínas

La fermentación de biomasa es una tecnología prometedora en el sector de las proteínas alternativas, ya que la biomasa producida se utiliza como ingrediente principal en la formulación de nuevos productos y puede procesarse mínimamente. Esta tecnología se puede aplicar en modelos de negocio B2B (*business-to-business*) que brinda una amplia gama de ingredientes libres de componentes animales a la industria alimentaria. Los ejemplos incluyen la harina de proteína de micelio y los ingredientes utilizados por la industria, como la levadura nutricional, el extracto de levadura y los extractos fermentados. También son posibles los modelos de negocio B2C (*business-to-consumer*). En este caso, los productos finales como la hamburguesa de micelio o los análogos a mariscos se venden directamente a los consumidores.

En 2022 se invirtieron 406 millones de dólares en el sector de la fermentación de biomasa; y actualmente 70 startups en el mundo desarrollan productos alternativos con el uso de la fermentación de biomasa	Entre 2013 y 2023 se invirtieron 4.100.000 millones de dólares en fermentación para producir proteínas alternativas en el mundo¹. En 2022, el sector de la fermentación de biomasa recibió la inversión de 406 millones de dólares². Actualmente, hay aproximadamente 70 <i>startups</i> en el mundo que desarrollan productos alternativos a partir de la fermentación de biomasa¹. En Brasil podemos citar las empresas Typical (ingredientes y productos a base de micelio), Tekohá e Hyph. <i>Fuente: Good Food Institute (2023) y Alternative Protein Company... (2024).</i>
Los microorganismos pueden contener hasta un 75% de proteína en su composición	A pesar del énfasis en el potencial de uso del micelio, las levaduras, las bacterias y las microalgas también son fuentes prometedoras de proteína¹. La espirulina de microalgas, por ejemplo, contiene hasta un 65% de proteína en su composición². Una vez procesada, la proteína en polvo resultante se puede utilizar como un complemento alimentario y se puede añadir a diversos alimentos, lo que aumenta su valor nutricional. Algunas especies de bacterias como <i>Bacillus subtilis</i> y <i>Corynebacterium glutamicum</i> pueden alcanzar aproximadamente un 70% de proteína en seco, y algunas microalgas como <i>Aphanizomenon flos-aquae</i> llegan a obtener el 75%³. <i>Fuente: 1- Bratosin, Darjan y Vodnar (2021); 2- Alfidhly et al. (2022); 3- Ritala et al. (2017) citado por Silva, Taniwaki y Sá (2022).</i>
El uso de microorganismos en la producción de análogos a carne es una práctica que puede mejorar la experiencia sensorial de estos productos	Las especies de hongos, por ejemplo, contienen ácido glutámico, uno de los principales responsables del sabor umami*, y se utilizan para lograr una sensación de sabor rica y satisfactoria¹. El extracto de levadura también se utiliza para producir umami, ya que es un componente de sabor con una alta concentración de precursores de sabor (moléculas no volátiles), tales como azúcares reductores, aminoácidos, nucleótidos, péptidos, lípidos y tiamina, la mayoría de los cuales son sustancias activas en el sabor². <i>Fuente: 1- Singh et al. (2023); 2- Kale, Mishra y Annapure (2022).</i> <i>*El umami es el quinto sabor básico del paladar humano, además de dulce, salado, amargo y ácido. Aumenta la salivación, prolonga el sabor general de los alimentos y también puede reducir la cantidad de sal en las formulaciones alimentarias.</i>

El micelio de los hongos se puede utilizar para imitar las fibras de carne en productos análogos

El micelio es la estructura que conforma la biomasa de los hongos filamentosos y se compone de filamentos delgados y ramificados que se asemejan a las fibras de la carne y son ricos en proteínas¹. Por lo tanto, el micelio se puede utilizar como ingrediente principal de los productos análogos a carne porque presenta características interesantes de textura y también sabor neutro a depender de la especie utilizada. Además, la estructura del producto permanece intacta después de la cocción, lo que permite cortarla como en los productos de origen animal². En este sentido, es posible obtener carne análoga a carne bovina ([Adamo Foods](#)), a cerdo ([Bosque Foods](#)), a pollo ([Meati](#)), a pescado ([Esencia Foods](#)) y a mariscos ([Aqua Cultured Foods](#)).

Fuente: 1- Holt et al. (2023); 2- Ahmad et al. (2022).

Los productos de fermentación de biomasa tienen un alto valor nutricional

Los productos de fermentación de biomasa son alimentos de alto valor nutricional¹. En general, son ricos en proteínas, fibra y no tienen grasa. También son ricos en minerales y vitaminas. El perfil nutricional presenta variaciones según el microorganismo utilizado en el proceso y la formulación del producto. Las levaduras, por ejemplo, tienen una alta cantidad de monoligosacáridos y betaglucano, que son conocidos por sus propiedades prebióticas, lo que aporta beneficios a la salud intestinal².

Otro aspecto importante es que algunas fuentes de proteínas microbianas proporcionan todos los aminoácidos esenciales para la alimentación humana, así como la carne convencional³.

Fuente: 1- Bratosin, Darjan y Vodnar (2021); 2- Rai, Pandey, y Sahoo (2019); 3- Saeed et al. (2023).

La fermentación de biomasa también es una alternativa para producir aceites

Las especies *single-cell oil* también pueden desempeñar un papel crucial en la industria de proteínas alternativas y se pueden utilizar en productos de fuentes microbianas, análogos vegetales y también en carne cultivada. Los aceites obtenidos de fuentes microbianas pueden ser similares a los aceites vegetales a depender del perfil de ácidos grasos y también pueden ser una alternativa de producción más sostenible y eficiente.

Fuente: Stellner et al. (2023).

La producción de proteínas microbianas puede reducir significativamente el impacto ambiental y el costo de la producción de ingredientes en comparación con las producciones de proteínas convencionales

Los análisis técnico-económicos (TEA) demuestran que se puede producir un ingrediente elaborado a partir de biomasa de *Fusarium venenatum* por valores que oscilan entre USD 3,55/kg (USD 29,56/kg de proteína)¹ y USDD 5,04/kg (USD40,04/kg de proteína)², lo que indica que la alternativa ya compite económicamente con el precio de los cortes de carne bovina, especialmente cuando se examinan los costos en relación con el contenido de proteína. Los estudios también refuerzan que las reducciones potenciales en el costo para lograr la paridad de precios con productos más baratos como el pollo, por ejemplo, se pueden lograr mediante los avances en parámetros específicos del microorganismo, como el contenido de proteínas y la velocidad de crecimiento.

En cuanto a los impactos del proceso, los resultados del análisis del ciclo de vida (ACV) demostraron importantes beneficios de sostenibilidad de la micoproteína* producida con sustrato lignocelulósico, con las emisiones de gases de efecto invernadero inferiores al 14% de las emisiones de la producción de proteínas de carne bovina².

Además de los impactos reducidos con el uso de residuos lignocelulósicos como sustrato, el uso de gases (*gas fermentation*) brinda aún menos impacto: una proteína microbiana de bacterias producida a partir de gases H₂, O₂ y CO₂ presenta una reducción de entre 53% y 100% de impacto ambiental que las proteínas alimentarias derivadas de animales³.

Fuente: 1- Risner et al. (2023); 2- Upcraft et al. (2021); 3-Järviö et al. (2021).

*Término derivado del griego “myco” (hongo) que se refiere a la proteína derivada de hongos.

La biomasa microbiana también se puede utilizar como insumo en la cadena de producción de carne cultivada

Además de servir como agregadores de sabor, de contenido proteico y de textura en los productos finales, los hongos se han estudiado para usar como *scaffolds*, es decir, estructuras tridimensionales utilizadas que favorecen la adhesión y el crecimiento de las células^{1,2}, lo que proporciona a la carne cultivada estructura y aspecto de un corte de carne convencional. Además, las biomásas de hongos y de microalgas, por ejemplo, también se pueden utilizar para generar componentes del medio de cultivo, ya sea como fuente de proteína³ o de hidrolizados que contienen aminoácidos.

Fuente: 1- Wang et al. (2024); 2- Ogawa et al. (2022); 3-Nakazawa et al. (2018); 3- Combe et al. (2024).

2. ¿Por qué la fermentación de biomasa es prometedora en Brasil?

El diferencial de Brasil está en una cadena de producción bien establecida de bioproductos por fermentación, además de una gran cantidad de sustratos producidos en el país. Brasil lidera la producción global de caña de azúcar y alcanzó un récord en la producción de azúcar, con más de 46 millones de toneladas (Brasil Deve Atingir..., 2024). La caña de azúcar es uno de los recursos de biomasa más prometedores en la bioeconomía, ya que es una fuente de azúcares fermentables y de biomasa lignocelulósica que puede convertirse en una amplia variedad de productos (Karp et al., 2022).

El 86% de los investigadores brasileños trabajan en investigaciones que involucran el uso de residuos industriales y/o agroindustriales como componentes del medio de cultivo¹

Además de la amplia disponibilidad de sustratos fermentables tradicionales como el azúcar de caña, el uso de subproductos y de residuos agroindustriales como fuente de carbono y nitrógeno para la producción de proteínas por fermentación brinda oportunidades para reducir los costos y el impacto ambiental de los procesos. Brasil produce anualmente miles de millones de toneladas de estos materiales, y esto motiva estudios por alternativas para valorar estos insumos.

Fuente: 1- mapeo realizado por The Good Food Institute Brasil

Oportunidad para un mercado nacional en crecimiento: La adición de micelio a las formulaciones de análogos vegetales puede mejorar los parámetros de calidad de estos productos¹

Los resultados de un estudio sobre la producción de un producto vegetal análogo de carne de baja humedad con la incorporación del micelio en el aislado de proteína de guisante mediante extrusión¹, por ejemplo, revelaron que la adición de hasta un 30% de micelio tuvo un efecto mínimo en la estructura, pero mejoró los parámetros de calidad (índice de solubilidad en agua, capacidad de absorción de agua y aceite, capacidad de retención de agua, tasa de expansión, etc.), lo que favoreció la formación de un producto análogo a carne fibroso.

Los ingredientes a base de micelio pueden ser una opción para este sector que aún no ha logrado brindar el equilibrio pretendido entre sabor, precio, conveniencia y vida saludable, como lo identificó una investigación sobre el consumidor brasileño y el mercado *plant-based*².

Fuente: 1- Mandliya et al. (2022); 2- Lupetti y Casseli (2024).

Producción científica: explorar la biodiversidad microbiana y la diversidad de los insumos brasileños

Los investigadores brasileños trabajan en el aislamiento de nuevas cepas de microorganismos con alto contenido de proteínas, lípidos y micronutrientes, como vitaminas, minerales y compuestos bioactivos, a partir de residuos agroindustriales. Esta tendencia está respaldada por las recientes publicaciones nacionales^{1,2,3,4}, que destacan el cultivo de levadura, microalgas y micelio como fuentes prometedoras de biomasa nutritiva. Destacan algunos proyectos del programa BIOMAS bajo la iniciativa de GFI Brasil: : “Fungos amazônicos como potencial alternativa saudável e sustentável para elaboração de produtos cárneos análogos”⁵, “Bioconversão de subproduto da agroindústria da castanha na Amazônia em proteína do tipo *plant-fungi based*”⁶, y “Desenvolvimento de farinha a base de subprodutos do processamento de babaçu obtida a partir de hidrólise e fermentação para aplicação em produtos cárneos análogos”⁷. La producción científica sobre el tema también incluye artículos de revisión sobre el potencial desarrollo de la proteína microbiana como alternativa a la carne de manera sostenible, mediante el uso de residuos agroindustriales⁸ y avances en la bioprospección de microorganismos productores de lípidos⁹ (*single cell oil*).

Fuente: 1- Bitencourt et al. (2022); 2- Pessoa et al. (2023); 3- Fratelli et al. (2023); 4- Investigadores del INCT... (2024); 5- Bicas (2022); 6- Sales-Campos (2022); 7- Carvalho Netto (2022); 8- Alves et al. (2023); 9- Soccol et al. (2022).

La similitud entre los equipos presentes en las industrias cerveceras y los requeridos para la fermentación de biomasa representa una oportunidad de *retrofit** y del aumento de la producción de alimentos en el país

En comparación con la fermentación de precisión, la fermentación de biomasa es una tecnología de menor complejidad y coste. El equipo requerido para esta tecnología es similar al utilizado en las industrias cerveceras, incluida las fermentadoras, los sistemas de control de temperatura, los agitadores o sistemas de aireación, los sistemas de filtración y equipos de secado y procesamiento final. Este escenario ofrece una oportunidad importante para el mercado brasileño, ya que el país cuenta con grandes industrias de fermentación, que abarcan la producción de alimentos, bebidas y etanol. La estacionalidad en algunas de las mencionadas industrias puede dar como resultado operaciones por debajo de la capacidad total durante algunos periodos del año, lo que brinda una oportunidad para la producción de proteínas a partir de la fermentación de biomasa con el uso de equipos similares a otros procesos de fermentación, genera ganancias e impulsa el desarrollo sostenible en el sector alimentario.

Fuente: *Fermentation Manufacturing Capacity...* (2024).

*Se refiere al proceso de actualización, modernización o adaptación de equipos para implementar nuevas características.

Referencias

AHMAD, M. I. *et al.* A review on mycoprotein: History, nutritional composition, production methods, and health benefits. *Trends in Food Science & Technology*, Amsterdam, v.121, p.14-29, 2022. DOI: [10.1016/j.tifs.2022.01.027](https://doi.org/10.1016/j.tifs.2022.01.027).

ALFADHLY, N. K. Z. *et al.* Trends and Technological Advancements in the Possible Food Applications of Spirulina and Their Health Benefits: A Review. *Molecules*, Basel, v. 27, n.17, 5584, Sept. 2022. DOI: [10.3390/molecules27175584](https://doi.org/10.3390/molecules27175584).

ALTERNATIVE PROTEIN COMPANY database. *Good Food Institute*, Washington, DC, 2024. Disponível em: <https://gfi.org/resource/alternative-protein-company-database/>. Acesso em: 8 nov. 2024.

ALVES, S. C. *et al.* Microbial meat: A sustainable vegan protein source produced from agri-waste to feed the world. *Food Research International*, Amsterdam, v.166, 112596, Apr. 2023. DOI: [10.1016/j.foodres.2023.112596](https://doi.org/10.1016/j.foodres.2023.112596).

BITENCOURT, T. B. *et al.* Nutrient biomass production from agro-industrial residues using *Yarrowia lipolytica*: screening and optimization of growing conditions. *Brazilian Journal of Food Technology*, v. 25, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1590/1981-6723.28720>.

BICAS, J. *Fungos amazônicos como potencial alternativa saudável e sustentável para elaboração de produtos cárneos análogos*. [S. l.]: GFI Brasil, 2022. Disponível em: <https://gfi.org.br/wp-content/uploads/2024/01/Projeto-03-Fungos-amazonicos-Programa-Biomas-GFI-Brasil.docx.pdf>. Acesso em: 29 maio 2024.

BRASIL DEVE ATINGIR recorde na produção de açúcar mesmo com redução na produção de cana-de-açúcar na safra 2024/2025. Conab, Brasília, DF, 25 abr. 2024. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/5501-brasil-deve-atingir-recorde-na-producao-de-acucar-mesmo-com-reducao-na-producao-de-cana-de-acucar-na-safra-2024-2025>. Acesso em: 31 maio 2024.

BRATOSIN, B. C.; DARJAN, S.; VODNAR, D. C. Single Cell Protein: A Potential Substitute in Human and Animal Nutrition. *Sustainability*, Basel, v. 13, n. 16, 9284, July 2021. DOI: [10.3390/su13169284](https://doi.org/10.3390/su13169284).

CAMPOS-VALDEZ, A. *et al.* Sustainable production of single-cell oil and protein from wastepaper hydrolysate: identification and optimization of a *Rhodotorula mucilaginosa* strain as a promising yeast. *FEMS Yeast Research*, Oxford, v. 23, n. 044, Oct. 2023. DOI: [10.1093/femsyr/foad044](https://doi.org/10.1093/femsyr/foad044).

CARVALHO NETTO, O. V. *Desenvolvimento de farinha a base de subprodutos do processamento de babaçu obtida a partir de hidrólise e fermentação para aplicação em produtos cárneos análogos*. [S. l.]: GFI Brasil, 2022. Disponível em: <https://gfi.org.br/wp-content/uploads/2024/01/Projeto-05-farinha-a-base-de-subprodutos-do-processamento-de-babacu-Programa-Biomas-GFI-Brasil.docx.pdf>. Acesso em: 29 maio 2024.

COMBE, M. *et al.* NMR metabolomics of plant and yeast-based hydrolysates for cell culture media applications — A comprehensive assessment. *Current Research in Food Science*, Amsterdam, v. 9, 100855, 2024. DOI: [10.1016/j.crfs.2024.100855](https://doi.org/10.1016/j.crfs.2024.100855).

EM FEVEREIRO, IBGE prevê safra de 300,7 milhões de toneladas para 2024. *Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística*, Rio de Janeiro, 2024. Disponível em:

<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/39369-em-fevereiro-ibge-preve-safra-de-300-7-milhoes-de-toneladas-para-2024#:~:text=Em%20fevereiro%2C%20a%20produ%C3%A7%C3%A3o%20de,2%2C7%20milh%C3%B5es%20de%20toneladas>. Acesso em: 28 maio 2024.

FERMENTATION MANUFACTURING CAPACITY analysis. *Good Food Institute*, Washington, DC, 2024. Disponível em: <https://gfi.org/resource/fermentation-manufacturing-capacity-analysis/>. Acesso em: 12 jun. 2024.

FRATELLI, C. *et al.* *Spirulina* and its residual biomass as alternative sustainable ingredients: impact on the rheological and nutritional features of wheat bread manufacture. *Frontiers in Food Science and Technology*, [s. l.], v. 3, Oct. 2023. DOI: <https://doi.org/10.3389/frfst.2023.1258219>.

GOMES, M. A. *et al.* The fermentation efficiency exhibited by *Saccharomyces cerevisiae* on Sugarcane bagasse hydrolysate, by analyzing the effects of pre-treatment and detoxification. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 43, n. 5, p. 2155-2170, 2022. DOI: 10.5433/1679-0359.2022v43n5p2155.

GOOD FOOD INSTITUTE. *2022 State of the Industry Report – Fermentation: Meat, seafood, eggs and dairy*. Washington, DC: GFI, 2022. Disponível em:

<https://gfi.org/wp-content/uploads/2023/01/2022-Fermentation-State-of-the-Industry-Report-1.pdf>.

Acesso em: 28 maio 2024.

GOOD FOOD INSTITUTE. *2023 State of the Industry Report – Fermentation: Meat, seafood, eggs and dairy*. Washington, DC: GFI, 2023. Disponível em:

<https://gfi.org/resource/fermentation-state-of-the-industry-report/>. Acesso em: 16 abr. 2024.

HOLT, R. R. *et al.* Mycelium: A Nutrient-Dense Food To Help Address World Hunger, Promote Health, and Support a Regenerative Food System. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, [s. l.], v. 72, n. 5, Dez. 2023. DOI: 10.1021/acs.jafc.3c03307.

JÄRVIÖ, N. *et al.* An attributional life cycle assessment of microbial protein production: A case study on using hydrogen-oxidizing bacteria. *Science of The Total Environment*, Amsterdam, v. 776, 145764, July 2021. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2021.145764.

KALE, P.; MISHRA, A.; ANNAPURE, U. S. Development of vegan meat flavour: A review on sources and techniques. *Future Foods*, Amsterdam, v. 5, 100149, 2022. DOI: 10.1016/j.fufo.2022.100149.

KARP, S. G. *et al.* Sugarcane: A Promising Source of Green Carbon in the Circular Bioeconomy. *Sugar Tech*, Berlin, v. 24, p. 1230-1245, 2022. DOI: 10.1007/s12355-022-01161-z.

LIU, Z. *et al.* Valorization of Food Waste to Produce Value-Added Products Based on Its Bioactive Compounds. *Processes*, Basel, v. 11, n. 3, Feb. 2023. DOI: <https://doi.org/10.3390/pr11030840>.

LUPETTI, C.; CASSELLI, R. *Olhar 360° sobre o consumidor brasileiro e o mercado plant-based 2023/2024*. São Paulo: Tikbooks; The Good Food Institute, 2024. *E-Book*. Disponível em:

<https://gfi.org.br/wp-content/uploads/2024/05/Pesquisa-de-Consumidor-2023-2024-GFI-Brasil.pdf>.

Acesso em: 8 nov. 2024.

MADHUSHAN, K. W. A. *et al.* Microbial production of amino acids and peptides. In: KUMAR, R. (ed.). *Biorationals and Biopesticides: Pest Management*. Berlin: De Gruyter, 2024. p.295-334. DOI: 10.1515/9783111204819-015.

MANDLIYA, S. *et al.* Incorporation of Mycelium (*Pleurotus eryngii*) in Pea Protein Based Low Moisture Meat Analogue: Effect on Its Physicochemical, Rehydration and Structural Properties. *Foods*, Basel, v. 11, n. 16, 2476, 2022. DOI: 10.3390/foods11162476.

MOHAMED, A. M. D. *et al.* Umami sources in flavorings and seasonings: halal approach. *Innovation of Food Products in Halal Supply Chain Worldwide*, Amsterdam, p. 35-47, . 2023. DOI: 10.1016/B978-0-323-91662-2.00006-5.

NAKAZAWA, S. *et al.* Fe-transferrins or their homologues in ex-vivo mushrooms as identified by ESR spectroscopy and quantum chemical calculations: A full spin-Hamiltonian approach for the ferric sextet state with intermediate zero-field splitting parameters. *Food Chemistry*, Amsterdam, v. 266, p. 24-30, 15 Nov. 2018. DOI: 10.1016/j.foodchem.2018.05.092.

OGAWA, M. *et al.* Assessing Edible Filamentous Fungal Carriers as Cell Supports for Growth of Yeast and Cultivated Meat. *Foods*, Basel, v. 11, n. 19, 2022. DOI: 10.3390/foods11193142.

PESQUISADORES DO INCT são premiados em Simpósio de Inovação e Tecnologia. *INCTLeveduras*, Belo Horizonte, 2024. Disponível em:

<https://www.inctleveduras.org/categoria-4/pesquisadores-do-inct-sao-premiados-em-simposio-de-inovacao-e-tecnologia/>. Acesso em: 8 nov. 2024.

PESSOA, V. A. *et al.* Production of mycelial biomass, proteases and protease inhibitors by *Ganoderma lucidum* under different submerged fermentation conditions. *Brazilian Journal of Biology*, v. 83, 2023. DOI: 10.1590/1519-6984.270316.

PRODUÇÃO DE CANA-DE-AÇÚCAR é estimada em 652,9 milhões de toneladas influenciada por boa produtividade. *Conab*, Brasília, DF, 17 ago. 2023. Disponível em:

<https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/5124-producao-de-cana-de-acucar-e-estimada-em-652-9-milhoes-de-toneladas-influenciada-por-bom-produtividade>. Acesso em: 28 maio 2024.

RAI, A. K.; PANDEY, A.; SAHOO, D. Biotechnological potential of yeasts in functional food industry. *Trends in Food Science & Technology*, Amsterdam, v. 83, p. 129-137, 2019.

RISNER D. *et al.* A techno-economic model of mycoprotein production: achieving price parity with beef protein. *Frontiers in Sustainable Food System*, [s. l.], v. 7, 1204307, 2023. DOI: 10.3389/fsufs.2023.1204307.

ROJAS, L. F.; ZAPATA, P.; RUIZ-TIRADO, L. Agro-industrial waste enzymes: Perspectives in circular economy. *Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry*, Amsterdam, v. 34, 100585, 2022.

SAEED, F. *et al.* Role of mycoprotein as a non-meat protein in food security and sustainability: A review. *International Journal of Food Properties*, Abingdon, v. 26, n. 1, p. 683-695, 2023. DOI: 10.1080/10942912.2023.2178456.

SALES-CAMPOS, C. *Bioconversão de subproduto da agroindústria da castanha na amazônia em proteína do tipo plant-fungi based*. [S. l.]: GFI Brasil, 2022. Disponível em: <https://gfi.org.br/wp-content/uploads/2024/01/Projeto-09-Bioconversao-de-subproduto-da-agroindustria-da-castanha-Programa-Biomas-GFI-Brasil.docx.pdf>. Acesso em: 29 maio 2024.

SILVA, N.; TANIWAKI, M. H.; SÁ, P. B. Z. R. *Série Tecnológica Das Proteínas Alternativas: Fermentação e Processos Fermentativos*. São Paulo: Tiki Books; GFI Brasil, 2022. Disponível em: <https://gfi.org.br/wp-content/uploads/2022/11/Serie-Tecnologica-Fermentacao-e-processos-fermentativos-GFI-Brasil.pdf>. Acesso em: 28 maio 2024.

SINGH, U. *et al.* Edible mushrooms: A sustainable novel ingredient for meat analogs. *eFood*, 4:e122, 2023. DOI: 10.1002/efd2.122

SOCOL, C. R. *et al.* Bioprospecting lipid-producing microorganisms: From metagenomic-assisted isolation techniques to industrial application and innovations. *Bioresource Technology*, Amsterdam, v. 346, 126455, Feb. 2022. DOI: 10.1016/j.biortech.2021.126455.

STELLNER, N. I. *et al.* Value-Added Squalene in Single-Cell Oil Produced with *Cutaneotrichosporon oleaginosus* for Food Applications. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Washington, DC, v. 71, n. 22, May 2023. DOI: 10.1021/acs.jafc.3c01703.

UPCRAFT, T. *et al.* Protein from renewable resources: mycoprotein production from agricultural residues. *Green Chemistry*, [s. l.], v. 23, n. 14, 5150, June 2021. DOI: 10.1039/d1gc01021b.

WANG, Y. *et al.* 3D edible scaffolds with yeast protein: A novel alternative protein scaffold for the production of high-quality cell-cultured meat. *International Journal of Biological Macromolecules*, Amsterdam, v. 259, Part 1, 129134, 2024. DOI: 10.1016/j.ijbiomac.2023.129134.

YAFETTO, L.; ODAM TEEN, G. T.; WIAFE-KWAGYAN, M. Valorization of agro-industrial wastes into animal feed through microbial fermentation: A review of the global and Ghanaian case. *Heliyon*, [s. l.], v. 9, n. 4, e14814, Apr. 2023. DOI: 10.1016/j.heliyon.2023.e14814.

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.



GFI.ORG.BR



INSTAGRAM



TIKTOK



YOUTUBE



LINKEDIN

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

Dona a GFI Brasil