

Salud y seguridad de la carne cultivada

Respuestas a preguntas frecuentes y actualizaciones técnicas





Good Food Institute es una organización sin ánimo de lucro, que trabaja internacionalmente para acelerar la innovación del mercado de proteínas alternativas. Creemos que la transición hacia un sistema alimentario más sostenible es esencial para afrontar la crisis climática, reducir el riesgo de enfermedades zoonóticas y alimentar a más personas con menos recursos. Por ello, colaboramos con científicos, inversionistas, empresarios y agentes gubernamentales para desarrollar alimentos análogos vegetales, cultivados u obtenidos mediante fermentación.

Nuestro trabajo se centra en tres áreas principales:

En **Compromiso Corporativo** apoyamos a empresas de todos los tamaños para desarrollar, lanzar y comercializar productos proteicos alternativos, conectamos a startups con inversionistas, mentores y socios, brindamos inteligencia de mercado para ayudar a las empresas a tomar decisiones informadas, realizamos investigaciones para identificar y superar los desafíos del sector.

En **Ciencia y Tecnología** financiamos investigaciones de vanguardia sobre proteínas alternativas, promovemos colaboraciones entre científicos, empresas y gobiernos, publicamos datos y descubrimientos para impulsar el progreso científico, diseñamos programas educativos para formar a la próxima generación de líderes en proteínas alternativas.

En **Políticas Públicas** defendemos políticas públicas que apoyen el desarrollo y la comercialización de proteínas alternativas, trabajamos con los gobiernos para crear un entorno regulatorio favorable, educamos al público sobre los beneficios de las proteínas alternativas, monitoreamos el panorama político y defendemos los intereses del sector.

Con este trabajo, buscamos soluciones para:

-  Alimentar de forma segura, justa y sostenible a casi diez mil millones de personas hasta 2050;
-  Contener el cambio climático provocado por el actual sistema de producción de alimentos;
-  Crear una cadena de producción de alimentos que no dependa de animales;
-  Reducir la contribución del sector alimenticio al desarrollo de nuevas enfermedades infecciosas, algunas con potencial pandémico.

En poco más de seis años de actuación en Brasil, GFI ya ha ayudado al país a convertirse en uno de los principales actores del mercado mundial de proteínas vegetales. La intención es seguir desarrollando este trabajo para transformar el futuro de la alimentación, promoviendo nuevas fuentes de proteínas y ofreciendo alternativas análogas a las de origen animal.

Créditos

Autores

Amanda Leitolis
Victoria Gadelha
Alexandre Cabral
Cristiana Ambiel

Revisión

Elliot Swartz
Dean Powell
Laura Braden

Diseño Gráfico

Fabio Cardoso

Catalogación Internacional em datos de Publicaciones – CIP

L533

Leitolis, Amanda y Otros

Salud y seguridad de la carne cultivada: respuestas a preguntas frecuentes y actualizaciones técnicas / Amanda Leitolis, Victoria Gadelha, Alexandre Cabral y Cristiana Ambiel. – São Paulo: Tiki Books: The Good Food Institute Brasil, 2024.
E-Book: PDF, 23 p.; IL.

ISBN 978-65-87080-90-1

1. Alimento. 2. Cadena de Producción de Alimentos. 3. Tecnología de los Alimentos. 4. Saude Alimentaria. 5. Seguridad Alimentaria. 6. Proteína Animal. 7. Carne. 8. Carne Cultivada. I. Título. II. Respuestas a preguntas frecuentes y actualizaciones técnicas. III. Leitolis, Amanda. IV. Gadelha, Victoria. V. Cabral, Alexandre. VI. Ambiel, Cristiana. VII. IFC/Brasil.

CDU 664

CDD 664

Catalogación preparada por Regina Simão Paulino – CRB 6/1154

Índice

1. ¿Qué es la carne cultivada?.....	5
2. ¿La carne cultivada se produce en un laboratorio?.....	5
3. ¿Es seguro comer carne cultivada?.....	5
Detalles técnicos y regulatorios sobre seguridad.....	6
4. ¿Es saludable la carne cultivada?.....	7
Se necesitan investigaciones adicionales sobre la salubridad.....	7
5. ¿Ya se puede comprar carne cultivada?.....	7
6. ¿Es seguro el proceso para obtener carne cultivada?.....	8
7. ¿Se utilizarán hormonas o antibióticos en el cultivo de estos productos? Si es así, ¿habrá residuos en el producto final?.....	9
Actualizaciones sobre el uso de antibióticos y hormonas.....	9
8. ¿Se utilizarán productos de origen animal, como el suero fetal bovino, a lo largo de la producción?.....	10
El problema del uso de productos de origen animal en la carne cultivada.....	11
9. ¿La carne cultivada es un tipo de alimento ultraprocesado?.....	11
Los principios que orientan la Guía Alimentaria y la carne cultivada.....	12
10. ¿Es la carne cultivada un tipo de alimento genéticamente modificado?.....	14
Detalles técnicos y regulatorios sobre modificaciones genéticas.....	14
11. ¿Cuáles son las principales oportunidades, desde el punto de vista nutricional, en la producción de alimentos derivados del cultivo de células como la carne cultivada?.....	15
Glosario.....	16
Referencias.....	18

1. ¿Qué es la carne cultivada?

La carne cultivada es carne animal producida mediante cultivo celular. Idealmente, está compuesta por los mismos tipos de células y estructura tridimensional que existen en el tejido muscular animal y puede replicar los perfiles sensoriales y nutricionales de la carne obtenida mediante el sacrificio ([Porto y Berti, 2022](#)). Desde el primer evento de degustación de una hamburguesa cultivada en el 2013 ([The Washington Post, 2013](#)), la investigación en el ámbito de la agricultura celular, que busca desarrollar productos similares a los de origen animal obtenidos por métodos tradicionales mediante el cultivo de células y otras herramientas biotecnológicas, ha avanzado al punto que investigadores y empresas han demostrado la **viabilidad de desarrollar muchos otros productos en su versión cultivada**, incluso pescado, pollo, leche, cuero y probablemente cualquier otro tipo de producto ganadero que se pueda imaginar (Rischer, Szilvay y Oksman-Caldentey 2020).

2. ¿La carne cultivada se produce en un laboratorio?

La respuesta sencilla es: ¡no! El comienzo del desarrollo de los alimentos casi siempre tiene lugar dentro de un laboratorio de investigación; sin embargo, una vez completadas las etapas de I+D, los alimentos deben producirse en fábricas adecuadamente preparadas para cumplir con todas las regulaciones locales para la producción de alimentos, lo que no será diferente para la carne cultivada. En Brasil, se espera que el **Departamento de Inspección de Productos de Origen Animal (DIPOA) del Ministerio de Agricultura (MAPA) se encargue de inspeccionar las instalaciones de fabricación de estos**

productos. En un informe reciente, la FAO resalta que, a pesar de que parezca un tanto futurista, la realidad es que la producción de alimentos cultivados hoy en día tiene lugar en las instalaciones habituales de producción de alimentos ([FAO 2023](#)). En el 2023, se inauguraron alrededor de 10 nuevas plantas de carne cultivada, la mayoría de ellas a escala piloto operando con *biorreactores* de entre 25 l y 1000 l ([Bushnell Specht y Almy 2023](#); [The Good Food Institute 2024](#); [GFI facilities database.s.f.](#)). Detalles sobre el interior de algunas de estas instalaciones se pueden ver en videos y artículos periodísticos realizados con empresas del sector ([Freethink 2024](#)).

3. ¿Es seguro comer carne cultivada?

¡Sí! Todos los alimentos, incluida la carne cultivada, deben someterse a varias pruebas de inocuidad antes de ponerse a la venta, cumpliendo con la normativa vigente en cada país donde serán producidos o vendidos. Esto significa que los productos de cultivo celular que ya han llegado a los consumidores son seguros para el consumo porque ya se han sometido a exhaustivas evaluaciones de inocuidad, y se requerirá lo mismo para productos futuros.

En Brasil, Anvisa es responsable de garantizar la inocuidad de los productos de carne cultivada y sus ingredientes, siguiendo la [Resolución RDC n.º 839, de diciembre del 2023](#). Hasta la fecha (septiembre del 2024), ninguna empresa ha presentado una solicitud de evaluación a Anvisa, la aprobación de ese organismo será el primer paso para garantizar que el producto sea seguro. Sin embargo, la aprobación de Anvisa por sí sola no permite una comercialización inmediata. Aún se necesitan otras regulaciones, como normas de

calidad, etiquetado, registro de productos e inspección de fábricas. GFI Brasil está trabajando para garantizar que todas estas regulaciones adicionales, emitidas por MAPA y Anvisa, estén completas para fines del 2025, permitiendo que la carne cultivada se produzca y se venda de forma adecuada en el País.

Detalles técnicos y regulatorios sobre seguridad

Atestiguar la inocuidad alimentaria es un requisito previo para la comercialización, por lo tanto, los productos de cultivo celular que ya han llegado a los consumidores son seguros para el consumo, al igual que deberán ser seguros los productos que se comercializarán en el futuro. Según el Codex Alimentarius¹, la inocuidad alimentaria es la garantía de que los alimentos no causan daño al consumidor cuando se preparan o se consumen de acuerdo con su uso previsto. Para garantizarla, las empresas del sector de alimentos e ingredientes deben cumplir con la normativa vigente en cada país donde pretenden producir o vender sus productos. Esto implica realizar análisis cuidadosos de los peligros que implican todas las etapas de producción, además de mantener un sistema de gestión de inocuidad y corrección de posibles fallas. Estos análisis generalmente se condensan en un documento de *Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (APPCC)* que se presenta a los organismos reguladores locales. GFI Brasil publicó un estudio de caso sobre cómo puede realizarse la gestión de

¹ Programa conjunto de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación (FAO) y de la Organización Mundial de la Salud (OMS), creado en 1963, con el objetivo de establecer normas internacionales en el ámbito de alimentos, incluidas normas, directrices y guías sobre Buenas Prácticas y de Evaluación de Seguridad y Eficacia.

inocuidad de un producto cárnico cultivado ([Sant'Ana et al. 2023](#)).

Cada país tiene sus propias reglas para esta evaluación de inocuidad. Vea, por ejemplo, lo que [se evaluó](#) durante la primera consulta realizada por el organismo regulador estadounidense (FDA). En Brasil, el primer agente regulador es Anvisa, responsable de evaluar la inocuidad del producto cultivado y sus ingredientes. El tema está regulado por la [Resolución 839 del 14 de diciembre del 2023](#). (“RDC n.o 839”, s.f.), que rige la comprobación de inocuidad y la autorización para el uso de nuevos alimentos y nuevos ingredientes en general. El formato de presentación del informe técnico-científico (RTC) para análisis está contemplado en la Resolución, pero GFI Brasil recomienda que los solicitantes sigan el guion sugerido en el Capítulo 4 del Regulatory Study about Alternative Proteins in Brazil, que cubre todos los elementos requeridos en la Resolución e incluye otros detalles que alinean el RTC con las demandas de otros reguladores internacionales ([Garcia et al. 2022](#)). Hasta la redacción de este texto (septiembre del 2024), no se había presentado ninguna solicitud para análisis por parte de Anvisa.

La aprobación de Anvisa significa que el producto es inocuo, pero aún no es suficiente para su comercialización. Se necesitan regulaciones adicionales sobre estándares de identidad y calidad de los productos (niveles mínimos y máximos permitidos), cuestiones de nomenclatura y etiquetado, reglas para el registro de productos y regulaciones de inspección para las unidades de producción. También desde el punto de vista de la inocuidad, la carne cultivada puede presentar algunas ventajas en comparación con la carne convencional. Debido a que su producción se lleva a cabo en entornos sumamente controlados, las posibilidades de contaminación por microorganismos como bacterias se consideran mucho más bajas en

comparación con la carne convencional. Pueden producirse contaminaciones durante todo el proceso, pero en la mayoría de los casos, la proliferación de bacterias impediría el crecimiento de las células, provocando la interrupción del proceso de producción. Este factor también contribuye para la reducción del riesgo de contaminación por bacterias patógenas que puede ocurrir en la carne convencional durante el sacrificio. Un documento elaborado para la solicitud de aprobación de pollo cultivado de UPSIDE Foods ante la FDA muestra una reducción drástica en el crecimiento de bacterias en el producto cultivado con relación al mismo parámetro investigado en muestras de pollo molido convencional ([Schulze 2021 - véase la Tabla 5.51, página 34](#)). Finalmente, con base en el conocimiento del proceso y en los datos reportados en análisis de inocuidad de empresas, es probable que la carne cultivada tenga niveles mucho más bajos de microplásticos y otros contaminantes ambientales, como el mercurio, que se encuentra comúnmente en algunos tipos de mariscos.

4. ¿Es saludable la carne cultivada?

Actualmente, existen pocos productos registrados de carne cultivada y pocas investigaciones científicas que proporcionen datos detallados sobre sus aspectos de salubridad. Dado que la carne convencional es rica en proteínas, vitamina B12, hierro, zinc y otros nutrientes importantes, se espera que la carne cultivada ofrezca un perfil nutricional similar. Los datos de UPSIDE Foods presentados a la FDA ([Schulze 2021 - páginas 78-82](#)) muestran que su carne cultivada tiene una composición nutricional similar a la convencional. Sin embargo, se

necesitan más investigaciones para evaluar factores como la digestibilidad, la biodisponibilidad de nutrientes y las características sensoriales de la carne cultivada.

Se necesitan investigaciones adicionales sobre la salubridad

La carne convencional contiene proteínas de alto valor biológico, vitamina B12, hierro, zinc y otros nutrientes que hacen de la carne un alimento considerado nutritivo ([Watanabe y Bito 2018](#); [FAO 2023](#)), por lo que existe la expectativa de que los productos cárnicos cultivados ofrezcan a los consumidores un perfil nutricional similar al de los productos convencionales, incluida la composición de proteínas, grasas, minerales y vitaminas. Las investigaciones científicas ya publicadas sobre aspectos de calidad de la carne cultivada sugieren que son necesarias optimizaciones en el proceso para que los productos presenten propiedades nutricionales y sensoriales equivalentes o superiores a las propiedades de la carne convencional ([Broucke et al. 2023](#)). Los posibles caminos indican, por ejemplo, que los ajustes en las formulaciones de los medios de cultivo y en la diferenciación celular son factores que pueden influir en las características sensoriales y nutricionales del producto final ([Joo et al. 2022](#)). Por lo tanto, existe una clara necesidad de fomentar investigaciones de este tipo en el sector. Entre los vacíos de investigación más urgentes se encuentran las investigaciones para evaluar el contenido proteico, la biodisponibilidad y la digestibilidad de estos y de otros componentes, así como investigaciones más profundas sobre aspectos sensoriales y tecnofuncionales ([Broucke et al. 2023](#); [Fraeye et al. 2020](#)).

5. ¿Ya se puede comprar carne cultivada?

¡Sí! Pero aún de forma muy limitada debido a los bajos volúmenes de producción. Hasta el momento (Sitiembre del 2024) 5 productos han sido completamente aprobados para su comercialización, 2 de ellos en Estados Unidos y otros 3 en Singapur ([Crownhart 2023](#); [Bushnell et al. 2023](#)). Países como Australia, Suiza e Israel también han recibido solicitudes de aprobación de productos cultivados, pero las consultas de aprobación para comercialización aún están en curso. **Por lo tanto, se puede probar la carne cultivada en algunos restaurantes después de esperar en una cola.** Para permitir la comercialización a un mayor número de personas, la empresa GOOD Meat, de **Singapur, comenzó a vender al por menor**, desde mayo del 2024, un producto híbrido elaborado a partir de la combinación de ingredientes plant-based con alrededor de un 3% de carne cultivada ([Ellenberg 2024](#)). Comercializar productos cultivados a escala industrial depende esencialmente de superar los desafíos tecnológicos que implica producir muchas toneladas de carne cultivada en biorreactores que podrían superar los 50.000 litros. La viabilidad del proceso en estos grandes volúmenes de producción (*scale up*) aún debe demostrarse. Actualmente los biorreactores más grandes en funcionamiento son de 2000 litros y producen unos cientos de kilos de producto ([The Good Food Institute 2024](#)).

6. ¿Es seguro el proceso para obtener carne cultivada?

¡Sí, el proceso es seguro! Como cualquier otro alimento, es necesario contar con controles y criterios bien establecidos capaces de garantizar la

seguridad. El examen detallado de todas las etapas de la cadena productiva, desde la obtención de las células iniciales hasta que el producto llega al consumidor final, es parte del análisis amplio de seguridad al que deben someterse los alimentos, sus ingredientes, los procesos productivos e instalaciones de producción, como mencionamos anteriormente. Para producir carne cultivada, **el proceso se puede dividir básicamente en cuatro etapas: (1) selección de células, (2) producción, (3) recolección y (4) procesamiento y formulación.** Sin embargo, en la práctica industrial, los pasos que componen cada una de estas etapas pueden ser numerosos y variables dependiendo del tipo de producto final que se pretende obtener (por ejemplo, corte entero, carne molida, hamburguesa) y de las características del bioproceso establecido. Para mejorar la comprensión de lo que podría ser un proceso completo de producción de un alimento cultivado y para apoyar regulaciones basadas en evidencias, GFI Brasil publicó el estudio en el que se describieron de forma detallada y se sometieron a un análisis exhaustivo de peligros 24 etapas de la producción de una hamburguesa cultivada ([Sant'Ana et al. 2023](#)). Como resultado, se constató que **los peligros identificados ya son conocidos en la industria de alimentos convencionales y también pueden ocurrir en alimentos derivados de la biotecnología**, como, por ejemplo, los producidos por fermentación o derivados del *mejoramiento convencional*. Los resultados del estudio corroboran los hallazgos de otros estudios similares y son importantes para ayudar a resaltar que algunas supuestas preocupaciones de seguridad (como la asociación con células tumorales, la transferencia de ADN, etc.) no son consistentes con la comprensión actual de la ciencia sobre este tema ([FAO y WHO 2023](#); [Ovissipour et al. 2024](#)).

7. ¿Se utilizarán hormonas o antibióticos en el cultivo de estos productos? Si es así, ¿habrá residuos en el producto final?

¡El uso de hormonas y antibióticos no es obligatorio en la producción de carne cultivada!

Las hormonas son producidas naturalmente por organismos, como los humanos y los animales, y ya están presentes en la carne de los animales sacrificados. En algunos países, como Estados Unidos, se permite el uso de hormonas para aumentar la producción de leche o el aumento de peso, y se establecen límites residuales para garantizar la seguridad del consumidor. En Brasil, el uso de hormonas para el engorde de animales está prohibido, pero está permitido para tratamientos reproductivos y terapéuticos. Para la carne cultivada, algunos productores pueden usar hormonas para simular el entorno natural de las células. En este caso, los límites de residuos seguirán los mismos estándares que los de la carne tradicional.

Actualizaciones sobre el uso de antibióticos y hormonas

Los antibióticos y las hormonas no son obligatorios para la producción de carne cultivada, y la industria aún no ha llegado a un consenso sobre si usarlos o no durante la producción. Las hormonas son moléculas producidas naturalmente por organismos multicelulares (por ejemplo: humanos, animales, plantas, etc.) y regulan las respuestas fisiológicas y conductuales de estos individuos. Por lo tanto, las concentraciones naturales de hormonas deben estar presentes en la carne obtenida del sacrificio de los animales incluso sin

ninguna aplicación exógena (adicional a las producidas naturalmente) durante la producción. En algunos países, como Estados Unidos, las aplicaciones exógenas de hormonas, como progesterona, estrógeno, testosterona, etc., están permitidas y tienen diferentes finalidades como mejorar el manejo reproductivo de las hembras, aumentar la producción de leche y mejorar la ganancia de peso ([Jaborek 2023](#)). En estos casos, el regulador del país y las autoridades internacionales, como el Codex Alimentarius, establecen niveles máximos de residuos hormonales que pueden permanecer en la carne y otros tejidos de los animales sacrificados, asegurando que los niveles de ingesta del consumidor final sean seguros ([CODEX 2023](#)).

En Brasil, la importación y el uso de estas sustancias con fines de crecimiento y engorde de animales de abasto están prohibidos, pero permitidos en el caso del uso de hormonas con fines terapéuticos y reproductivos por la Instrucción Normativa n.º 55, de 1 de diciembre del 2011 ([MAPA 2011](#)). En el caso de la carne cultivada, algunos productores podrán optar por añadir hormonas al medio de cultivo para reproducir el ambiente fisiológico que tendrían las células si crecieran en el cuerpo del animal bajo la señalización hormonal de diferentes glándulas. ([Ahmad et al. 2023](#)). En estos casos, es probable que los productores que opten por utilizar hormonas tengan que respetar los mismos niveles máximos de residuos ya permitidos y regulados para la carne convencional.

Por otra parte, se espera que el uso de medicamentos antimicrobianos en la producción de carne tradicional y cultivada sea bastante diferente ([Bomkamp y McNamara 2022](#)). Los antimicrobianos se utilizan en la producción de carne convencional, sobre todo, para tratar o prevenir enfermedades infecciosas, sin

embargo, en algunos casos, estos antimicrobianos también se utilizan como promotores del crecimiento, una estrategia para mejorar las tasas de crecimiento y el rendimiento zootécnico de los animales ([Aroeira and Feddern 2021](#)). El uso de antimicrobianos en la producción animal está sujeto a una regulación estricta, pero sigue siendo un foco de atención permanente ya que la resistencia a los antimicrobianos (RAM) se ha convertido en un problema de salud pública mundial. Según la OMS², la RAM se desarrolla cuando no se puede destruir o limitar el crecimiento de un microorganismo (bacteria, hongo, virus o parásito) con un fármaco al que, previamente, era sensible, lo que genera dificultades en el tratamiento y control de las infecciones. La producción animal convencional es uno de los sectores con potencial para actuar como reservorio de bacterias resistentes, y la Asamblea General de las Naciones Unidas (ONU) ha reconocido el uso inadecuado de antimicrobianos en animales como una de las principales causas del aumento de la RAM ([Lentz 2022](#); [Van Boeckel et al. 2017](#)).

En este panorama, la producción de carne mediante el cultivo de células actúa positivamente en la reducción de los antimicrobianos en la cadena alimentaria y ayuda con el problema de la RAM. El cultivo de células solo tiene éxito en ausencia de contaminación bacteriana y, por lo tanto, un proceso a escala industrial debe estar altamente controlado para evitar cualquier contaminación y la consiguiente pérdida de lotes de producción. La prevención de la contaminación en cultivo se puede realizar mediante técnicas asépticas y sin el uso de antibióticos, como ya ocurre en la industria farmacéutica. Por ahora, las empresas de carne cultivada reportan que no necesitan

utilizar antimicrobianos en las etapas de producción a gran escala, solo en la etapa de aislamiento celular, como lo confirma la documentación presentada por UPSIDE Foods a la [FDA \(pág. 40\)](#). En las etapas iniciales de procesamiento, como el aislamiento celular, los volúmenes de antimicrobianos utilizados son extremadamente bajos, lo que hace poco probable que quede algún residuo en el producto final.

8. ¿Se utilizarán productos de origen animal, como el suero fetal bovino, a lo largo de la producción?

Actualmente, los productos de origen animal todavía se utilizan en la investigación de carne cultivada, pero se están reemplazando gradualmente a medida que avanza la tecnología. El suero bovino fetal (SBF), uno de los ejemplos más comunes, se obtiene de fetos de animales (generalmente bovinos) y contiene una mezcla de proteínas, hormonas y otros nutrientes que favorecen el crecimiento de las células. Sin embargo, su uso puede generar problemas, como variación en la calidad del producto final, riesgo de contaminación por microorganismos y costo elevado. Además, el uso de SBF en carne cultivada va en contra de los principios éticos de este tipo de producción.

Por lo tanto, sustituir el SBF por alternativas libres de origen animal es una prioridad para la industria. Muchas empresas ya están desarrollando sus propias fórmulas de medios de cultivo sin SBF, como GOOD Meat, que obtuvo aprobación para utilizar un medio sin SBF en sus productos. Aunque ya existen alternativas viables, aún es necesario reducir los costos, aumentar la escala de

² Agencia de las Naciones Unidas que trabaja para promover la salud, mantener el mundo seguro y servir a los vulnerables.

producción y garantizar una cadena de suministro que satisfaga esta demanda.

El problema del uso de productos de origen animal en la carne cultivada

Productos de cultivo celular derivados de animales, como enzimas, suplementos de medio de cultivo y otros, tienen una larga historia de uso en la ciencia y se aplican en diferentes momentos del cultivo para llevar a cabo funciones variadas. Sin embargo, el uso de estos productos en procesos destinados a producciones comerciales, como la carne cultivada, puede dar lugar a una serie de problemas. Por tanto, el desarrollo de versiones alternativas de productos animales es una de las prioridades actuales de la industria.

El SBF es probablemente el ejemplo más común de un derivado animal utilizado en el cultivo de células. Se trata del suero obtenido de fetos de animales, generalmente bovinos, que contiene una mezcla compleja de proteínas, hormonas, lípidos y varios otros componentes. Su uso es como complemento del medio de cultivo con la función principal de estimular la proliferación celular. Dado que el SBF se obtiene de diferentes animales, la composición de este elemento varía según la dieta, la estacionalidad de la recolección y características de los animales como la edad gestacional y el historial de uso de antibióticos y hormonas recibidos por la matriz reproductora. Esta variabilidad puede comprometer la reproducibilidad de los lotes del producto final y, además, el SBF puede ser una fuente potencial de microorganismos (como el *micoplasma*) que comprometen el crecimiento celular y afectan la inocuidad del producto. Finalmente, los altos costos, la oferta mundial limitada y la divergencia ética de su uso en un producto como la carne cultivada hacen que el uso de SBF para

producciones de carne cultivada a gran escala sea poco probable ([Swartz 2021](#)).

La necesidad de desarrollar sustitutos de SBF, *reactivos de cultivo celular* y medios de cultivo sin elementos de origen animal es una prioridad y ha impulsado la investigación y la innovación en la academia y en las industrias. En una encuesta reciente de GFI, el 74% de las empresas de carne cultivada consultadas dijeron que estaban trabajando en sus propias fórmulas (*in-house formula*) de sustitutos de SBF para atender a sus producciones ([Harsini y Swartz 2024](#)). La empresa GOOD Meat, pionera en la aprobación de un producto de carne cultivada en el mundo, anunció en el 2023 que obtuvo la aprobación regulatoria para el uso de un medio de cultivo sin SBF en sus productos que previamente se producían en un medio que contenía el derivado animal ([Good Meat, 2023](#)). Además, grandes empresas del sector de *Life Sciences*, como [Merk](#) y [Kerry](#) han estado trabajando en líneas de productos libres de SBF adecuados para la producción de carne cultivada. Finalmente, el desarrollo de alternativas no animales para insumos de cultivos celulares es el objetivo de publicaciones científicas recientes ([Stout et al. 2022](#)). Aunque ya se ha demostrado la viabilidad de la generación de insumos *animal-free*, sigue siendo necesario centrar los esfuerzos de investigación para reducir costos, mejorar la escala de estas producciones y crear una cadena de suministro que sea capaz de servir a esta industria.

9. ¿La carne cultivada es un tipo de alimento ultraprocesado?

La carne cultivada debería clasificarse como ultraprocesada según la [Guía Alimentaria para la Población Brasileña](#), pero esta clasificación no refleja plenamente su realidad. La Guía clasifica los alimentos en cuatro categorías, y los alimentos

ultraprocesados son aquellos que se someten a varias etapas industriales y utilizan muchos ingredientes refinados.

Sin embargo, la carne cultivada tiene características que la diferencian de otros alimentos ultraprocesados, sobre todo con respecto a la sostenibilidad y al impacto climático. La Guía Alimentaria reconoce la importancia de considerar el contexto actual, como el cambio climático y la necesidad de innovación en los sistemas alimentarios. La ganadería es uno de los mayores emisores de gases de efecto invernadero, y la carne cultivada puede ser una solución sostenible, una vez que utiliza menos recursos naturales como el agua y la tierra.

Aunque la carne convencional se clasifica como in natura, la carne cultivada y la carne convencional presentan procesos similares de crecimiento celular, ya sea en el organismo de un animal, ya sea en un biorreactor. Por lo tanto, pese a clasificarse como ultraprocesada, la carne cultivada puede verse como una innovación que responde a las exigencias de sostenibilidad y salud pública, lo que demuestra que esta clasificación puede no ser la más adecuada para reflejar todos sus beneficios.

Los principios que orientan la Guía Alimentaria y la carne cultivada

Según la [Guía Alimentaria para la Población Brasileña](#) (Ministerio de Salud de Brasil 2014), la carne cultivada debe clasificarse como ultraprocesada. Sin embargo, cabe señalar que estos productos, así como otras innovaciones alimentarias, no encajan adecuadamente en las definiciones de la Guía de Alimentos, especialmente cuando tenemos en cuenta las estrategias para enfrentar el cambio climático y las diferencias

en el uso de ingredientes industriales durante el proceso de producción.

La Guía Alimentaria describe cuatro categorías de alimentos, definidas según el tipo de procesamiento utilizado en su producción. La **primera** categoría incluye alimentos in natura o mínimamente procesados. Los alimentos in natura son aquellos obtenidos directamente de plantas o animales (como hojas y frutos o huevos y leche) y adquiridos para su consumo sin que hayan sufrido ninguna modificación tras haberse extraído de la naturaleza. Los alimentos mínimamente procesados son alimentos in natura que, previamente a su adquisición, se sometieron a mínimas modificaciones, por ejemplo: granos secos, pulidos y empaquetados o molidos en forma de harinas, raíces y tubérculos lavados, cortes de carne refrigerados o congelados y leche pasteurizada. La **segunda** categoría corresponde a productos extraídos de alimentos in natura o directamente de la naturaleza y utilizados por las personas para condimentar y cocinar alimentos y crear preparaciones culinarias. Son ejemplos de estos productos: aceites, grasas, azúcar y sal. La **tercera** categoría corresponde a productos fabricados esencialmente con la adición de sal o azúcar a un alimento in natura o mínimamente procesado, como legumbres en conserva, frutas en almíbar, quesos y panes. La **cuarta** categoría corresponde a productos cuya fabricación implica varias etapas y técnicas de procesamiento y varios ingredientes refinados, muchos de los cuales son de uso exclusivamente industrial. Según este concepto, la carne cultivada se incluye en la cuarta categoría y, por lo tanto, debe considerarse un alimento ultraprocesado.

Sin embargo, los cinco principios que orientan la elaboración de la Guía pueden relativizar los conceptos de cada categoría cuando los sistemas alimentarios son necesarios para enfrentar los desafíos que

conlleva el cambio climático. El primer principio establece que la alimentación es más que la ingesta de nutrientes, ya que también se refiere a los alimentos que contienen y aportan los nutrientes, la forma en que se combinan entre sí, se preparan y se consumen, resaltando las dimensiones culturales y sociales de las prácticas alimentarias. El segundo principio dice que las recomendaciones sobre alimentación deben estar en sintonía con su tiempo, teniendo en cuenta el escenario de evolución alimentaria y las condiciones de salud de la población. El tercer principio sostiene que una alimentación adecuada y saludable se deriva de un sistema alimentario social y ambientalmente sostenible, señalando que las recomendaciones alimentarias deben tener en cuenta el impacto de las formas de producción y distribución de alimentos en la justicia social y la integridad en el ambiental. El cuarto principio indica que diferentes saberes (nutricionistas, ingenieros de alimentos, ambientalistas, internacionalistas, científicos sociales, entre otros) generan el conocimiento para la formulación de guías alimentarias, dadas las varias dimensiones de la alimentación y la compleja relación entre estas dimensiones y la salud y el bienestar de las personas. Finalmente, el quinto principio establece que las guías alimentarias aumentan la autonomía en las decisiones alimentarias, porque, al proporcionar información confiable sobre lo que constituye una dieta adecuada y saludable, ayudan a las personas, familias y comunidades a tomar decisiones más informadas y a exigir que se respete su derecho a una alimentación adecuada y saludable.

Según uno de los informes más recientes del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, los sistemas alimentarios (agricultura, ganadería y transporte) se encuentran entre los sectores que más gases de efecto invernadero emiten ([UNEP 2023](#)).

Entre estos, la ganadería desempeña un papel preponderante, ya sea mediante el uso extensivo de recursos naturales finitos (agua y tierra), ya sea mediante el gas metano que emiten naturalmente los rebaños de producción. Por lo tanto, enfrentar este desafío por medio de sistemas de producción ganadera más sostenibles, adoptando innovaciones y mejoras en la alimentación animal y en el manejo de desechos de animales, además de utilizar estrategias de integración cultivos-ganadería-bosque, es un camino necesario.

A la vez, las innovaciones radicales en la forma de obtener proteínas de origen animal para el consumo humano, como es el caso de la carne cultivada, también merecen un lugar destacado en las estrategias de afrontamiento al cambio climático, ya que requieren cantidades mucho menores de recursos naturales finitos.

Por lo tanto, la carne animal clasificada como in natura en la primera categoría se ve fuertemente afectada en su sostenibilidad por el tercer principio. Por otra parte, la carne cultivada clasificada como ultraprocesada en la cuarta categoría, responde de forma bastante adecuada como una solución innovadora (cuarto principio) y sostenible (tercer principio).

Finalmente, es necesario resaltar que la finalidad de utilizar ingredientes industriales en la producción de carne cultivada —lo que dará lugar a su clasificación como ultraprocesada— difiere mucho de la finalidad de utilizar ingredientes industriales en otros productos procesados. Así como los animales se alimentan, digieren y absorben nutrientes para nutrir las células de su cuerpo y hacer crecer su carne, las células dentro de los biorreactores también recibirán ingredientes que serán “digeridos” para nutrir y hacer crecer las células de carne cultivadas. Entonces, desde cierto punto de vista, puede resultar incoherente que la carne

convencional se clasifique como in natura y la carne cultivada como ultraprocesada, ya que se producen mediante procesos similares que ocurren en “sistemas diferentes”, ya sea dentro de un organismo vivo o dentro de un biorreactor.

10. ¿Es la carne cultivada un tipo de alimento genéticamente modificado?

La carne cultivada no está modificada genéticamente por definición. Sin embargo, al igual que en la crianza de animales, la modificación genética se puede utilizar para facilitar el proceso y las características del producto final. En Brasil, la [Ley de Bioseguridad](#) define los organismos genéticamente modificados (OGM) como aquellos cuyo ADN o ARN ha sido modificado mediante ingeniería genética.

Para la producción de carne cultivada no se requiere modificación genética. Dependiendo de la especie, algunas características, como la rápida multiplicación de las células, pueden surgir de forma natural y seleccionarse sin necesidad de intervención genética.

Sin embargo, algunas empresas pueden optar por utilizar la ingeniería genética para mejorar la resistencia de las células o el valor nutricional de la carne, por ejemplo. **Las modernas herramientas de ingeniería genética permiten realizar ajustes específicos a las células sin añadir genes de otros organismos, evitando los problemas asociados a la transgénesis.** En Brasil, los productos resultantes de estas técnicas se evalúan caso por caso para determinar si están clasificados como OGM.

Detalles técnicos y regulatorios sobre modificaciones genéticas

Fundamentalmente, la carne cultivada no está intrínsecamente modificada genéticamente, pero así como en la producción animal convencional, la modificación genética es una herramienta que puede aumentar la productividad del proceso y los aspectos nutricionales del producto final. Además, podría ayudarnos a reducir la frecuencia con la que será necesario recolectar células de animales para iniciar una nueva producción de carne cultivada. En Brasil, la Ley de Bioseguridad (Ley n.º 11.105, de 24 de marzo del 2005) ([CEDI 2005](#)) determina que los organismos genéticamente modificados (OGM) son aquellos organismos cuyo material genético, ya sea ADN o ARN, que ha sido manipulado mediante técnicas de ingeniería genética. Si bien las posibilidades de manipulación genética pueden ser variadas, en el contexto de la agricultura, el término OGM se entiende como sinónimo de transgénico, es decir, un organismo que recibió un gen de otro organismo con el fin de presentar una característica que no tenía antes, como, por ejemplo, la resistencia a un determinado virus o la tolerancia a determinados herbicidas utilizados en cultivos ([EMBRAPA](#)). En el caso de los alimentos producidos mediante cultivo celular, las modificaciones genéticas, ya sean transgénicas o de cualquier otro tipo, no son necesarias para permitir la producción de carne cultivada. Por lo tanto, los productos cárnicos cultivados no serán necesariamente OGM. Dependiendo de la especie utilizada para producir carne cultivada, la selección de características (como un corto *tiempo de duplicación* y *viabilidad celular* después de muchas multiplicaciones) se puede realizar, por ejemplo, mediante la *inmortalización espontánea* ([Soice and Johnston 2021](#)).

Sin embargo, así como ocurre con otros alimentos derivados de la biotecnología, algunos desarrolladores podrán optar por utilizar herramientas de ingeniería genética en sus linajes celulares para, por ejemplo, obtener células con mayor resistencia al proceso. Las herramientas modernas de ingeniería genética, como las *Técnicas Innovadoras de Mejoramiento de Precisión (TIMP)*, permiten adaptaciones específicas en los organismos y generalmente no implican transgénesis, excluyendo los problemas de seguridad relacionados (FAO 2022; Giraldo et al. 2019). En Brasil, la clasificación de los productos resultantes de los TIMP como OGM o no OGM se produce caso por caso, según lo establecido por la Resolución Normativa n.º 16, de 15 de enero del 2018 (CTNBio 2018).

11. ¿Cuáles son las principales oportunidades, desde el punto de vista nutricional, en la producción de alimentos derivados del cultivo de células como la carne cultivada?

Al tratarse de alimentos obtenidos mediante un proceso controlado, **existen numerosas posibilidades para que los productores ajusten las propiedades del producto final** eliminando la presencia de determinados componentes considerados nutricionalmente menos interesantes y aumentando la presencia de aquellos considerados beneficiosos. Algunos ejemplos serían la producción de carne con menos grasas saturadas y más grasas insaturadas, permitiendo enriquecer carnes cultivadas de

vacuno, cerdo o pollo con altos niveles de omega 3 (GFI 2023). En una publicación realizada en el 2023, por ejemplo, los científicos pudieron controlar la composición lipídica de un prototipo de Wagyu (carne bovina japonesa) cultivado ajustando la composición de ácidos grasos del medio de cultivo durante la diferenciación de las células (Louis et al. 2023). Además, combinaciones de células de diferentes animales y enfoques de estructuración de productos como la impresión 3D **pueden generar productos con sabor, textura y perfil nutricional sin precedentes** y que pueden permitir una nutrición personalizada para personas con condiciones específicas, como selectividad alimentaria, dificultades de masticación, entre otras (Charelli 2023). Sin duda, el desarrollo de estos productos será un desafío, pero es una oportunidad única para desarrollar productos aptos para diferentes públicos y propósitos, con combinaciones imposibles o inviables de obtener mediante la ganadería tradicional, abriendo un vasto campo para proyectos innovadores.

Glosario

Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (HACCP): Un sistema de control de la seguridad alimentaria mediante el análisis y control de los peligros biológicos, químicos y físicos en todas las etapas de producción.

Animal-free: Se utiliza para indicar que una sustancia está libre de ingredientes de origen animal.

Antimicrobiano: Compuestos químicos que matan o inhiben el crecimiento de microorganismos.

Bacterias patógenas: Bacterias capaces de causar enfermedades en su huésped.

Biodisponibilidad: Se refiere al grado en que el cuerpo absorbe y utiliza una proteína ingerida.

Biorreactores: Equipos utilizados en procesos biotecnológicos para cultivar células en condiciones controladas.

Características sensoriales: Se refiere al color, textura, sabor, aroma y apariencia de los alimentos.

Rendimiento zootécnico: Se refiere al análisis de un conjunto de indicadores en animales de producción como ganancia de peso, rendimiento canal, productividad por área, entre otros.

Diferenciación celular: Proceso por el cual las células se especializan para realizar una determinada función. Por ejemplo: las células musculares están especializadas en contraerse y relajarse.

Digestibilidad: Se refiere a la facilidad con la que una proteína ingerida se descompone en moléculas más pequeñas (aminoácidos) durante la digestión.

Inmortalización espontánea: Durante el cultivo celular, algunas células pueden desactivar espontáneamente sus mecanismos de envejecimiento y muerte y adquirir la capacidad de multiplicarse indefinidamente.

Mejoramiento convencional: Se refiere a la selección de ciertas características en animales y plantas de manera dirigida por el hombre. Por ejemplo: el cruce entre dos plantas con el perfil deseado para generar descendencia más resistente a plagas o más nutritiva.

Micoplasma: Un tipo de microorganismo que puede infectar diversas células. La contaminación por micoplasma es un problema común en los cultivos celulares.

Medio de cultivo de células: Líquidos nutritivos utilizados para el crecimiento y diferenciación celular.

Niveles máximos de residuos: Concentración máxima permitida de un residuo determinado en un producto alimenticio.

Reactivos de cultivo celular: Sustancias químicas utilizadas para realizar experimentos y analizar muestras. Ejemplo: enzimas utilizadas para desprender las células del fondo de placas de cultivo.

Técnicas asépticas: Procedimientos utilizados en el cultivo celular para evitar la contaminación por microorganismos y la contaminación cruzada con otros linajes celulares.

Técnicas Innovadoras de Mejoramiento de Precisión (TIMP): Conjunto de nuevas metodologías y enfoques que se diferencian de la estrategia de ingeniería genética mediante

transgénesis, ya que dan como resultado la ausencia de ADN/ARN recombinante en el producto final.

Scale up: En el contexto de los bioprocesos, scale up se refiere a sistemas de escalado basados en el uso de biorreactores cada vez más grandes para aumentar la capacidad de producción. Por otra parte, en los sistemas scale out, la capacidad de producción se incrementa mediante el uso de varios biorreactores del mismo tamaño en paralelo.

Tiempo de duplicación: Tiempo que tarda un cultivo celular en duplicarse.

Viabilidad celular: Término utilizado para describir la capacidad de las células de permanecer vivas y funcionales.

Referencias

- Ahmad, Syed Sayeed, Hee Jin Chun, Khurshid Ahmad, Sibghatulla Shaikh, Jeong Ho Lim, Shahid Ali, Sung Soo Han, et al. 2023. **“The Roles of Growth Factors and Hormones in the Regulation of Muscle Satellite Cells for Cultured Meat Production.”** *Hanguk Tongmul Chawon Kwahakhoe Chi = Journal of Animal Science and Technology* 65 (1): 16–31.
- Aroeira, Carolina Naves, and Vivian Feddern. 2021. **“PROMOTORES DE CRESCIMENTO NA NUTRIÇÃO ANIMAL: REGULAMENTAÇÃO E IMPLICAÇÕES.”** nutriNews.
- Bomkamp, Claire, and Eileen McNamara. 2022. **“Cultivating a Future Where Antibiotics Still Work.”** *The Good Food Institute* (blog). October 21, 2022. <https://gfi.org/blog/cultivating-a-future-where-antibiotics-still-work/>.
- Broucke, Keshia, Els Van Pamel, Els Van Coillie, Lieve Herman, and Geert Van Royen. 2023. **“Cultured Meat and Challenges Ahead: A Review on Nutritional, Technofunctional and Sensorial Properties, Safety and Legislation.”** *Meat Science* 195 (January):109006. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2022.109006>
- Bushnell, Caroline, Liz Specht, and Jessica Almy. 2023. **“2023 State of the Industry Report-Cultivated Meat and Seafood.”** The Good Food Institute.
- CEDI. 2005. **“LEI Nº 11.105, DE 24 DE MARÇO DE 2005.”**
- Charelli, Letícia. 2023. **“A Impressão de alimentos para indivíduos com Autismo, Síndrome de Down e Disfagia.”** *BioEdTech* (blog). June 30, 2023. <https://www.bioedtech.com.br/post/a-impress%C3%A3o-de-alimentos-para-indiv%C3%ADduos-com-a-utismo-s%C3%ADndrome-de-down-e-disfagia>.
- CODEX. 2023. **“MAXIMUM RESIDUE LIMITS (MRLs) AND RISK MANAGEMENT RECOMMENDATIONS (RMRs) FOR RESIDUES OF VETERINARY DRUGS IN FOODS CXM 2-2023.”** CXM 2-2023.
- Crownhart, Casey. 2023. **“I Tried Lab-Grown Chicken at a Michelin-Starred Restaurant.”** *MIT Technology Review*, November 9, 2023. <https://www.technologyreview.com/2023/11/09/1083139/lab-grown-chicken/>.
- CTNBio. 2018. **“Resolução Normativa Nº 16, de 15 de Janeiro de 2018.”**
- Ellenberg, Carlota. 2024. **“GOOD Meat Announces the World’s First Retail Sales of Cultivated Meat.”** *Cultivated X*. May 15, 2024. <https://cultivated-x.com/meat/good-meat-worlds-first-retail-sales-cultivated-meat/>.
- EMBRAPA. n.d. **“GMOs - Questions and Answers.”** EMBRAPA. Accessed July 2, 2024. <https://www.embrapa.br/en/tema-transgenicos/perguntas-e-respostas>.
- FAO. 2022. **“Gene Editing and Agrifood Systems.”** Food and Agriculture Organization of the United Nations. <https://doi.org/10.4060/cc3579en>.
- FAO. 2023a. **“Contribution of Terrestrial Animal Source Food to Healthy Diets for Improved Nutrition and Health Outcomes.”** Food and Agriculture Organization of the United Nations .

FAO. 2023b. **“Nine Things to Know about Cell-Based Food.”** Food and Agriculture Organization of the United Nations.

FAO, and WHO. 2023. **“Food Safety Aspects of Cell-Based Food.”** Food and Agriculture Organization of the United Nations. <https://doi.org/10.4060/cc4855en>.

Fraeye, Ilse, Marie Kratka, Herman Vandenburg, and Lieven Thorrez. 2020. **“Sensorial and Nutritional Aspects of Cultured Meat in Comparison to Traditional Meat: Much to Be Inferred.”** *Frontiers in Nutrition* 7 (March):35. <https://doi.org/10.3389/fnut.2020.00035>

Freethink. 2024. **“Large-Scale, Lab-Grown Meat: Step inside a Cultivated Meat Factory | Hard Reset.”** Youtube. March 7, 2024. <https://www.youtube.com/watch?v=soWlpFZYOhM>.

Garcia, Eloísa Elena Corrêa, Fabiana Andrea Barrera Galland, Danielle Ito, Rita de Cássia S. C. Ormenese, Neusely da Silva, and Maria Teresa Bertoldo Pacheco. 2022. **“Estudo Regulatório Sobre Proteínas Alternativas No Brasil - Carne Cultivada.”** The Good Food Institute Brazil.

GFI. 2023. **“Deep Dive: Cultivated Meat End Products.”** The Good Food Institute. February 28, 2023. <https://gfi.org/science/the-science-of-cultivated-meat/deep-dive-cultivated-meat-end-products/>.

“GFI Facilities Database.” n.d. Airtable. Accessed August 20, 2024. <https://airtable.com/app73roDrpzKhsn5p/shrDkUh0JgASQNEpx/tbl8OHZtjZjrLElqk>.

Giraldo, Paula A., Hiroshi Shinozuka, German C. Spangenberg, Noel O. I. Cogan, and Kevin F. Smith. 2019. **“Safety Assessment of Genetically Modified Feed: Is There Any Difference From Food?”** *Frontiers in Plant Science* 10 (December):1592.

Harsini, Faraz, and Elliot Swartz. 2024. **“Trends in Cultivated Meat Scale up and Bioprocessing.”** The Good Food Institute.

Jaborek, Jerad. 2023. **“There’s Hormones in Beef? MSU Extension Addresses Common Misconceptions.”** Beef. October 13, 2023. <https://www.canr.msu.edu/news/there-s-hormones-in-beef-msu-extension-addresses-common-misconceptions>.

Joo, Seon-Tea, Jung-Suk Choi, Sun-Jin Hur, Gap-Don Kim, Chan-Jin Kim, Eun-Yeong Lee, Allah Bakhsh, and Young-Hwa Hwang. 2022. **“A Comparative Study on the Taste Characteristics of Satellite Cell Cultured Meat Derived from Chicken and Cattle Muscles.”** *Food Science of Animal Resources* 42 (1): 175–85. <https://doi.org/10.5851/kosfa.2021.e72>

Lentz, Silvia Adriana Mayer. 2022. **“Atualização Sobre Uso Racional de Antimicrobianos E Boas Práticas de Produção.”** Pan American Health Organization.

Louis, Fiona, Mai Furuhashi, Haruka Yoshinuma, Shoji Takeuchi, and Michiya Matsusaki. 2023. **“Mimicking Wagyu Beef Fat in Cultured Meat: Progress in Edible Bovine Adipose Tissue Production with Controllable Fatty Acid Composition.”** *Materials Today. Bio* 21 (August):100720.

MAPA. 2011. **“NI N° 55.”** <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-pecuarios/alimentacao-animal/arquivos-alimentacao-animal/legislacao/instrucao-normativa-no-55-de-1o-de-dezembro-de-2011.pdf/view>: Brazilian Ministry of Agriculture and Livestock.

<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-pecuarios/alimentacao-animal/arquivos-alimentacao-animal/legislacao>.

Meat, Good. 2023. “**GOOD Meat Receives Approval to Commercialize Serum-Free Media.**” Eat Just. January 18, 2023.

<https://www.goodmeat.co/all-news/good-meat-receives-approval-to-commercialize-serum-free-media>.

Ministry of Health of Brazil. 2014. “**Guia Alimentar Para a População Brasileira.**” Ministry of Health of Brazil.

Ovissipour, Reza, Xu Yang, Yadira Tejeda Saldana, David L. Kaplan, Nitin Nitin, Alex Shirazi, Bill Chirdon, Wendy White, and Barbara Rasco. 2024. “**Cell-Based Fish Production Case Study for Developing a Food Safety Plan.**” *Heliyon* 10 (13). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e33509>.

Porto, Luismar Marques, and Fernanda Vieira Berti. 2022. *Cultivated Meat Glossary*. TikiBooks. https://doi.org/10.22491/cultivated_meat_glossary

“**RDC N° 839.**” n.d. Accessed July 1, 2024.

<https://www.google.com/url?q=https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-rdc-n-839-de-14-de-dez-embro-de-2023-531394967&sa=D&source=docs&ust=1719841576943219&usg=AOvVaw1iRx2ARVjDc3Gp3kcJuPTP>.

Rischer, Heiko, Géza R. Szilvay, and Kirsi-Marja Oksman-Caldentey. 2020. “**Cellular Agriculture - Industrial Biotechnology for Food and Materials.**” *Current Opinion in Biotechnology* 61 (February):128–34. <https://doi.org/10.1016/j.copbio.2019.12.003>

Sant’Ana, Anderson S., Amanda Leitolis, Cristiana Ambiel, Kamila Habowski, Aline Bruna da Silva, Bibiana Franzen Matte, Denise Rosane Perdomo Azeredo, Maristela S. Nascimento, Raíssa Canova, and Kamilla Swiech Antonietto. 2023. “**Assuring the Safety of Cultivated-Meat: HACCP Plan Development and Application to a Cultivated Meat Target Product.**” The Good Food Institute Brazil.

Schulze, Eric. 2021. “PREMARKET NOTICE FOR INTEGRAL TISSUE CULTURED - POULTRY MEAT.” UPSIDE Foods.

Soice, Emily, and Jeremiah Johnston. 2021. “**Immortalizing Cells for Human Consumption.**” *International Journal of Molecular Sciences* 22 (21). <https://doi.org/10.3390/ijms222111660>.

Stout, Andrew J., Addison B. Mirliani, Miriam L. Rittenberg, Michelle Shub, Eugene C. White, John S. K. Yuen Jr, and David L. Kaplan. 2022. “**Simple and Effective Serum-Free Medium for Sustained Expansion of Bovine Satellite Cells for Cell Cultured Meat.**” *Communications Biology* 5 (1): 466.

Swartz, Elliot. 2021. “**Deep Dive: Cultivated Meat Cell Culture Media.**” The Good Food Institute. January 29, 2021.

<https://gfi.org/science/the-science-of-cultivated-meat/deep-dive-cultivated-meat-cell-culture-media/>.

The Good Food Institute. 2024. “**Cost Drivers of Cultivated Meat Production.**” Youtube. March 13, 2024. <https://www.youtube.com/watch?v=qBntwqslb2U>.

The Washington Post. 2013. “**Lab-Grown Beef Taste Test: ‘Almost’ like a Burger,**” August 5, 2013. https://www.washingtonpost.com/national/health-science/lab-grown-beef-taste-test-almost-like-a-burger/2013/08/05/921a5996-fdf4-11e2-96a8-d3b921c0924a_story.html.

UNEP. 2023. **“Keeping the Promise - Annual Report 2023.”** United Nations Environment Programme.

Van Boeckel, Thomas P., Emma E. Glennon, Dora Chen, Marius Gilbert, Timothy P. Robinson, Bryan T. Grenfell, Simon A. Levin, Sebastian Bonhoeffer, and Ramanan Laxminarayan. 2017. **“Reducing Antimicrobial Use in Food Animals.”** *Science* 357 (6358): 1350–52.

Watanabe, Fumio, and Tomohiro Bito. 2018. **“Vitamin B12 Sources and Microbial Interaction.”** *Experimental Biology and Medicine* 243 (2): 148–58.

Equipo de GFI Brasil

Alexandre Cabral
Vicepresidente Ejecutivo

Alysson Soares
Especialista en Políticas Públicas

Ana Carolina Rossettini
Gerente de Desarrollo y Estrategía

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.
Director de Ciencia y Tecnología

Fabio Cardoso
Analista de Comunicación

Gabriela Garcia, MS.
Analista de Políticas Públicas

Gabriel Mesquita
Analista de Compromiso Corporativo ESG

Graziele Karatay, Ph.D.
Especialista en Ciencia y Tecnología

Guilherme de Oliveira
Especialista en Innovación de
Compromiso Corporativo

Gustavo Guadagnini
Presidente

Isabela Pereira
Analista de Ciencia y Tecnología

Julia Cadete
Analista de Operaciones

Karine Seibel
Gerente de Operaciones

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

Patrícia Santos
Asistente Ejecutiva

Raquel Casselli
Director de Compromiso Corporativo

Victoria Gadelha, MBE.
Analista de Comunicación

Vinícius Gallon
Gerente de Comunicaciones



Todo el trabajo desarrollado por GFI se ofrece gratuitamente a la sociedad y solo logramos realizarlo porque contamos con el apoyo de nuestra familia de donantes. Actuamos para maximizar las donaciones de nuestra comunidad de apoyadores, buscando siempre la mayor eficiencia en el uso de los recursos.

¡Ayude a construir una cadena de alimentos más justa, segura y sostenible!

 [GFI.ORG.BR](https://gfi.org.br)

 [INSTAGRAM](#)

 [TIKTOK](#)

 [YOUTUBE](#)

 [LINKEDIN](#)

[Donar a GFI Brasil](#)