

¿PARA QUÉ NECESITAMOS EL TRIGO EDITADO GENÉTICAMENTE SI YA EXISTE EL MARAVILLOSO SARRACENO Y EL TRIGO ESPELTA?



DOCE RAZONES PARA PREFERIR EL ALFORFÓN O SARRACENO

ALIMENTO ANCESTRAL Y DEL FUTURO POR SUS ATRIBUTOS NUTRICIONALES BENEFICIOSOS PARA LA SALUD Y POR SU CAPACIDAD DE RESISTIR Y ADAPTARSE AL CAMBIO CLIMÁTICO

- 1.- El llamado “trigo” sarraceno, también conocido como alforfón, es un **pseudocereal ancestral**, un **grano de la familia de las poligonáceas**. **No es transgénico ni editado genéticamente**.
- 2.- Lo que distingue al **trigo sarraceno de otros alimentos es que tiene un alto aporte de fibra**,¹ un nutriente fundamental para **nuestra salud digestiva**,² Mejora la salud intestinal y disminuye el riesgo de cáncer de colon.³ El sarraceno es una fuente rica de compuestos beneficiosos para la salud intestinal, especialmente en relación con la fermentación por parte de los microorganismos intestinales.^{4 5}
- 3.- Además de los carbohidratos tiene un alto contenido de proteínas de alta calidad y aminoácidos esenciales, como la lisina que es fundamental para la síntesis de proteínas, el crecimiento muscular y otras funciones vitales.
- 4.- También contiene varios **minerales, por ejemplo, fósforo, potasio, magnesio y los oligoelementos, zinc, selenio, cobre, manganeso**.
- 5.- Su valor nutricional es mayor que el de muchos otros cereales porque es una excelente fuente de importantes **vitaminas, entre ellas, A, E y B1, B2 y B6**.

¹ Yongbin Gao, Hanghang Hou, y otros (2024) Tendencias globales de investigación y futuras direcciones del trigo sarraceno como cultivo inteligente: un análisis bibliométrico y de contenido. Facultad de Agricultura, Universidad A&F del Noroeste, Xianyang 712100, China. En: <https://www.mdpi.com/2304-8158/13/24/4068>

² Zhan-Bin Sun, Xiao Zhang y otros (2023) El efecto del almidón resistente de trigo sarraceno sobre la función fisiológica intestinal. En: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10217179/>

³ Sana Noreen, Bahisht Rizwan , Mudassir Khan, Sana Farooqm Beneficios del trigo sarraceno (Fagopyrum esculentum), posible remedio para enfermedades raras y cancerosas: una breve reseña, En: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33357186/>

⁴ Sajad Ahmad Sofi , Naseer Ahmed , Asmat Farooq y otros (2022) Características nutricionales y bioactivas del trigo sarraceno y su potencial para el desarrollo de productos sin gluten: una visión general actualizada. Ciencia de los alimentos y nutrición. En: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10171551/>

⁵ David L. Topping and Peter M. Clifton (2001), Ácidos grasos de cadena corta y función colónica humana: funciones del almidón resistente y los polisacáridos no amiláceos. (Short-Chain Fatty Acids and Human Colonic Function: Roles of Resistant Starch and Nonstarch Polysaccharides). En: <https://doi.org/10.1152/physrev.2001.81.3.1031>

6.- El tratamiento con extracto de salvado de trigo sarraceno previene el aumento de los niveles séricos de triglicéridos y el hígado graso.⁶

7.- Es una excelente **fente de antioxidantes**, como los flavonoides, rutina y quercetina, por tanto, tiene múltiples beneficios para la salud debido que protege a las células del daño celular causado por los radicales libres y reduce el riesgo de diversas enfermedades.

8.- Los principales efectos del trigo sarraceno sobre la salud humana son sus **efectos hipotensores** (reduce la presión arterial), **hipoglucémicos** (reduce el nivel de azúcar), **hipocolesterolémicos** (reduce los niveles de colesterol en el organismo), **neuroprotectores** (protegen a las células nerviosas del daño y degeneración) y **antioxidantes** (protege a las células del daño causado por los radicales libres). Por tanto, se considera un componente alimenticio alternativo **para proteger y mejorar la función cerebral** y eficaz en el tratamiento dietético de enfermedades crónicas⁷ y metabólicas, como la **diabetes**,⁸ debido a que ayuda a normalizar los niveles de azúcar en sangre. Refuerza el sistema inmunitario⁹ ¹⁰y es apto para personas con enfermedad celíaca,¹¹ gracias a que el sarraceno es de forma natural libre de gluten.

9.- El sarraceno se utiliza en China **en la medicina tradicional para mejorar la circulación sanguínea y reducir la inflamación debido a su contenido de polifenoles, como la rutina y la quercetina.**

10.- La fibra del sarraceno se concentra en la cáscara de la semilla y se mantiene en la harina, a diferencia de harinas convencionales que la eliminan.

11.- El sarraceno es conocido por su resiliencia en suelos marginales. Puede crecer en diferentes tipos de suelo, incluyendo suelos pobres en nutrientes, y tiene una temporada corta, con una maduración de tan solo 70 a 90 días.

12.- Es tolerante a la sequía, requiriendo poco o ningún riego y presenta muy pocas plagas y enfermedades. Puede procesarse en diversas formas, como sémola y harina.¹²

⁶ Toshio Hosaka y otros (2014) Treatment with buckwheat bran extract prevents the elevation of serum triglyceride levels and fatty liver in KK-Ay mice. Department of Public Health and Applied Nutrition, Institute of Health Biosciences, University of Tokushima Graduate School.

⁷ Toshio Hosaka y otros (2014) Treatment with buckwheat bran extract prevents the elevation of serum triglyceride levels and fatty liver in KK-Ay mice. Department of Public Health and Applied Nutrition, Institute of Health Biosciences, University of Tokushima Graduate School.

⁸ Hosaka, Nii, Tomotake y otros, (2011) Extracts of common buckwheat bran prevent sucrose digestion. Journal of Nutritional Science and Vitaminology. J Nutr Sci Vitaminol (Tokyo) 2011;57(6):441-5. doi: 10.3177/jnsv.57.441.

⁹ ¿Qué es el trigo sarraceno y por qué es una buena opción para las personas con diabetes? En: <https://www.solucionesparaladiabetes.com/magazine-diabetes/que-es-el-trigo-sarraceno-y-por-que-es-una-buena-opcion-para-las-personas-con-diabetes/>

¹⁰ Beneficios para la salud del trigo sarraceno. WEBMD, 2024. En: <https://www.webmd.com/diet/health-benefits-buckwheat>

¹¹ Haci Ömer Yılmaz y otros (2020) Buckwheat: A Useful Food and Its Effects on Human Health, January 2020 Current Nutrition & Food Science 16(1):29-34. DOI:10.2174/1573401314666180910140021

¹² Trigo sarraceno de Tartaria: un cultivo preparado para el clima y el futuro. University of Hampshire, 2023. <https://www.unh.edu/unhtoday/tartary-buckwheat-climate-resilient-crop>

EL TRIGO ESPELTA TAMBIÉN ES IDEAL PARA CULTIVAR Y CONSUMIR

Otra alternativa al trigo convencional y al editado genéticamente es el **trigo espelta**, un cereal ancestral similar al trigo, pero con valores nutricionales únicos.¹³ El trigo espelta es una de las especies de trigo más antiguas. Se cultiva desde hace miles de años y se diferencia del trigo moderno convencional por **su cáscara más dura, que lo protege de plagas y enfermedades**.

El trigo espelta es ideal para **cultivar en Chile con manejo agroecológico** porque es **resistente a climas fríos y húmedos y necesita poca agua**.¹⁴ Se utiliza en panadería, repostería y en ensaladas.¹⁵

Los cultivos del alforfón o sarraceno y del espelta, por sus excelentes características, por ejemplo, ser tolerantes a la sequía, por su resiliencia al clima y por sus propiedades benéficas para la salud, garantizan tanto el acceso a alimentos que satisfacen las necesidades alimentarias como también son acordes con la construcción de la soberanía alimentaria, pues nos asegura el derecho a definir nuestras propias políticas y estrategias de producción, distribución y consumo de alimentos, priorizando la producción local y sostenible, respetando la cultura y el modo de producción libre de plaguicidas, transgénicos y edición genética.¹⁶

CHILE APRUEBA TRIGO MODIFICADO GENÉTICAMENTE (GM)

El Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), el 25 de julio de 2025, dio luz verde regulatoria a una nueva variedad de trigo harinero, que ha sido modificada genéticamente (GM) con la técnica de edición **CRISPR/Cas9**. El SAG lo clasificó como convencional, es decir, como una variedad de trigo producida mediante prácticas agrícolas estándar.¹⁷ Por tanto, ha permitido su avance a ensayos de campo y validación comercial como lo haría un trigo convencional certificado, lo que le permitirá avanzar sin restricciones adicionales durante un tiempo ilimitado. Es el primer trigo editado-GM con la técnica CRISPR/Cas9 permitido en América, lo que abre, según afirman las empresas dueñas de la patente, a nuevas vías para la biotecnología agrícola en Chile y en el continente. El inicio de ensayos de campo del trigo editado está previsto para la temporada 2025/2026.

LOS DUEÑOS DEL TRIGO EDITADO

La empresa chilena **Neocrop Technologies** (brazo tecnológico para empresas del rubro semillero público/privado) en alianza con la **semillera nacional Chile Agroindustry Seeds Center - Campex Baer** (Empresa Erik Von Baer Von Lochow, miembro de **ANPROS, la Asociación Nacional de Productores de Semillas**) y la semillera argentina **Buck Semillas** (propiedad de agricultores de origen alemán

¹³ Espelta: un cereal con historia y propiedades beneficiosas para el organismo. Gastronomía Sostenible, BBVA. En:

<https://www.bbva.com/es/sostenibilidad/espelta-un-cereal-con-historia-y-propiedades-beneficiosas-para-el-organismo/>

¹⁴ Espelta un grano antiguo de moda. Lesaffre Ibérica es la filial en España y Portugal del grupo internacional familiar Lesaffre. En: <https://lesaffre.es/espelta-grano-antiguo-de-moda/>

¹⁵ En Agromoravi, creemos que la Espelta es más que un cereal, es una conexión con nuestro pasado y un compromiso con nuestro futuro. Empresa dedicada a la producción de cereales ancestrales de alto valor nutritivo, comprometidos con la preservación de la biodiversidad y la sostenibilidad ambiental. <https://agromoravi.cl/>

¹⁶ En el mercado se puede encontrar tanto harina de sarraceno como pan de molde artesanal, hecho a mano, fabricado con harina de sarraceno, semillas de linaza, zapallo y girasol-

¹⁷ https://www.sag.gob.cl/sites/default/files/metodologia_evaluacion_trigo_harinero.pdf

avercindados en Argentina), con acceso a fondos públicos, tienen ahora permiso del SAG para desarrollar trigo harinero editado genéticamente con la técnica biotecnológica CRISPR /Cas9. Semillas Baer es el mayor productor de semillas en el país, con 19 variedades de trigo certificadas, mientras que el Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA, ocupa el segundo lugar, con 13 variedades de trigo certificadas.¹⁸

A la inversión privada, la empresa Neocrop Technologies, ha sumado en 2023 más de US\$ 710 mil (\$ 678.078.400) obtenidos de fondos públicos debido a que Neocrop Technologies es un consorcio que cuenta con el apoyo de la agencia del Gobierno de Chile, CORFO, Corporación de Fomento de la Producción. Además, en 2023, se adjudicaron un proyecto FIA para desarrollar un trigo editado con tolerancia a sequía. Se desconoce si el Estado ha continuado aportando con más fondos a este consorcio desde 2024 hasta 2025.

La empresa Neocrop Technologies, además de la tecnología CRISPR Cas9 cuenta con un software propietario desarrollado Neomics Miner* de predicción de genes candidatos, aplicando datos e inteligencia artificial para entender las interacciones entre genes. Además, funciona en conjunto con un sistema de crecimiento acelerado en speed-breeding, que consiste en cámaras de crecimiento automatizadas con el fin de obtener varias generaciones de un cultivo dentro de un mismo año.

La propiedad intelectual del trigo editado genéticamente se rige por leyes de patentes y derechos de obtentor,¹⁹ estatus que le asegura a este consorcio, un muy buen negocio. Cuando la empresa Neocrop y las empresas semilleras asociadas de Chile y Argentina firmaron, en 2023, el acuerdo comercial, establecieron, “Igual repartición de los royalties (regalías) por las ventas»²⁰

En Chile, con un elevadísimo consumo de pan per cápita, estimado en más de 90 kilos de pan al año, los dueños de esta tecnología dan un paso más en el control de nuestra alimentación. Además, sin ninguna regulación sobre etiquetado que acredite una mínima transparencia, los consumidores no tendremos el derecho a saber en qué momento la marraqueta que llega a nuestra mesa empiece a ser fabricada con trigo editado genéticamente.

Los dueños del trigo editado-GM, por razones de mercado lo publicitan como gran novedad, asegurando que ahora los consumidores podrán contar con un “Pan blanco alto en fibras”, por tanto, como un buen reemplazante del pan integral. Sin embargo, aunque el trigo se ha editado genéticamente para que la harina, incluso refinada, contenga más fibra que la tradicional, de todos modos, puede ocurrir que las partes más ricas en fibra y otros nutrientes esenciales del grano, el salvado y el germen, se pierdan en el proceso de refinamiento del trigo para obtener harina blanca. Por el contrario, los granos que conservan la fibra son los cereales integrales, que son beneficiosos para la salud.

¹⁸ Servicio Agrícola y Ganadero, SAG, Variedades certificadas de Trigo. Edición: División Semillas, SAG. Primera edición: noviembre de 2019.

¹⁹ <https://www.sag.gob.cl/ambitos-de-accion/registro-de-variedades-protegidas-proteccion-derecho-de-obtentor>

²⁰ El Mercurio – Innovación / 1 de junio, 2023. Startup chilena firma acuerdos comerciales con dos semilleras para futura venta de trigo editado genéticamente alto en fibra. Ver en: <https://chilebio.cl/2023/06/01/startup-chilena-firma-acuerdos-comerciales-con-dos-semilleras-para-futura-venta-de-trigo-editado-geneticamente-alto-en-fibra/>

La industria biotecnológica y sus encargados de las relaciones públicas han realizado en el país una amplia campaña de prensa y lobby para obtener la aprobación de las autoridades, y para que los agricultores acepten tecnologías promovidas como “beneficiosas ambientalmente y para la agricultura, con propiedades supuestamente “milagrosas”, atribuidas primero a los transgénicos y ahora, a la edición genética Crispr-Cas9. El trigo editado-GM está publicitado como el “trigo del futuro”, por su mayor aporte de fibra respecto del trigo convencional certificado y por su capacidad de obtener varias generaciones de un cultivo dentro de un mismo año. Lo que no se dice, es que los cultivos modificados genéticamente son riesgosos, amenazan la biodiversidad y van en detrimento del cultivo de otros granos como el sarraceno, que se caracteriza por tener un alto contenido de fibra y tener propiedades beneficiosas para la salud; además, dañan la producción de los trigos antiguos (tradicionales) y del trigo espelta que no conllevan riesgos y ninguna de las incertidumbres que rodean a los cultivos modificados genéticamente con la tecnología CRISPR/Cas9.

SUPUESTA EQUIVALENCIA

El trigo editado-GM, se ha permitido en el país con criterios arbitrarios impuestos por las propias empresas biotecnológicas desarrolladoras de las **Nuevas Técnicas Genéticas, NTG-GM**, bajo la premisa de una supuesta “equivalencia”. Pero definir a plantas cuyo genoma ha sido modificado de forma profunda, como equivalentes a plantas convencionales, carece de una base científica. Diversos estudios, realizados por importantes y reconocidos genetistas, han demostrado suficientemente que los aspectos más relevantes de considerar son, entre otros, el lugar del genoma en el que se producen las mutaciones y las funciones genéticas modificadas. No es relevante el número de nucleótidos²¹ modificados en una mutación, sino las consecuencias intencionadas y las modificaciones no intencionadas que se producen en todo el genoma, a través de los diferentes pasos del proceso de modificación genética.²²

El trigo editado-GM, solo ha sido evaluado por SAG para saber si es transgénico o no, por tanto, al ser considerado como equivalente al convencional no tendrá que someterse a evaluaciones de riesgos antes de su introducción al ambiente y comercialización y, como se ha anunciado, se podrá cultivar en el país sin restricciones durante un tiempo ilimitado. En cambio, en Inglaterra, el trigo editado-GM está sujeto a limitaciones; mientras no se realice un control y seguimiento total de las variedades editadas genéticamente, no será destinado al consumo humano ni animal.

En Chile, la desregulación radical de las plantas obtenidas mediante las NTG-GM, ha permitido liberar totalmente a los reguladores de su responsabilidad de: realizar análisis de riesgo y monitoreos a los cultivos editados-GM, que permitan verificar que los cultivos editados-GMs no contienen pequeños fragmentos de ADN extraño en su genoma, y de establecer requisitos de coexistencia, trazabilidad, etc. También ha permitido eximir a las empresas dueñas de las patentes, del cumplimiento de las “obligaciones de responsabilidad”, que exigen pagar los costos económicos a los agricultores y restaurar los ecosistemas dañados.

²¹ Molécula que constituye el componente básico de los ácidos nucleicos ADN y ARN.

²² Críticas de la Red Europea de Científicos por la Responsabilidad Social y Medioambiental (ENSSER). En: https://www.ig-saatgut.de/media/ig_saatgut_-_analyse_verordnungsvorschlag_neue_gentechnik_final.pdf

POLÍTICA DE PUERTAS ABIERTAS Y SIN RESTRICCIONES PARA EDICIÓN GENÉTICA DE CULTIVOS.

Pero no solo se ha permitido la entrada al mercado del trigo editado-GM sino también se han evaluado otros 63 cultivos editados genéticamente-GM, de acuerdo con la información entregada por SAG, en respuesta a una consulta por transparencia realizada en el marco del “Acceso a la información pública”.

²³ Los casos evaluados por SAG corresponden a **arroz, choclo, manzano, uva vinífera, soja o soya, canola, mostaza, sésamo, sorgo bicolor**. Según SAG, “entre el año 2017 y el 4 de septiembre de 2025, se han registrado 71 casos de evaluaciones y la totalidad de las solicitudes evaluadas corresponden a etapas de investigación, razón por la cual no se encuentran en fase de comercialización”. De los casos evaluados, “uno de ellos fue retirado por el propio solicitante, **6 casos corresponden a variedades (maíz y soja) transgénicas**, sujetas al alcance de la Resolución Exenta N° 1.523 de 2001, que establece normas para la internación e introducción al medio ambiente de organismos vegetales vivos modificados de propagación, y **63 solicitudes** corresponden a variedades respecto de las cuales, después de la evaluación efectuada por el SAG, se ha determinado que “**No son OGM**”, por no presentar, según SAG, una nueva combinación de material genético, por tanto, quedaron fuera del alcance de la regulación sobre transgénicos.

A las empresas que están desarrollando cultivos editados-GM se suma ahora Meristem. Esta empresa biotecnológica, especializada en el desarrollo de nuevas variedades de cítricos, a través de técnicas de edición génica, ha anunciado que desarrollará en Chile mandarinas y otras variedades genéticas propias. Según sus fundadores, “solo unas pocas empresas en el mundo están aplicando esta tecnología en frutales, lo que convierte a Chile en uno de los países pioneros en el área.”²⁴

UN MERCADO CAPTURADO POR GRANDES EMPRESAS AGROINDUSTRIALES

No solo las organizaciones socioambientales y los agricultores orgánicos y agroecológicos tienen una posición crítica frente a la aprobación del trigo editado-GM en Chile, también ha expresado su preocupación, la asociación gremial chilena, Agricultores Unidos (AU),²⁵ que nació en la Región de Araucanía, donde se produce casi el 51 % del trigo nacional. La asociación AU nace porque no se siente representada por los intereses de la agroindustria y aunque es de reciente formación, AU agrupa ya a 10 mil agricultores, que representan al 95 % de los agricultores nacionales. Según señala su presidente, Camilo Guzmán, están enfrentados a una realidad brutal, un oligopsonio, una estructura de mercado caracterizada por unos pocos compradores frente a una gran cantidad de vendedores, “un mercado capturado por los grandes empresarios, lo que constituye un abuso de quienes dominan el mercado”.²⁶ En este escenario, acusan al Ministerio de Agricultura de adoptar, “medidas de alto impacto sin evaluar integralmente sus efectos sobre nuestras semillas, nuestros mercados y nuestra soberanía alimentaria”.

²³ Respuesta a la solicitud N° AR006T0014182, presentada por Lucía Sepúlveda al SAG con fecha 28 de agosto de 2025, por la cual requirió: “conocer el detalle de las 52 aprobaciones de organismos vivos editados genéticamente concedidas por SAG desde el año 2017, de los cuales solo se ha informado públicamente del trigo editado genéticamente.”

²⁴ Meristem revoluciona la fruticultura chilena con edición genética de vanguardia en cítricos

https://www.portalfruticola.com/noticias/2025/09/30/meristem-chile-citrico/?utm_campaign=191141e69d&utm_source=mailchimp&utm_medium=email&utm_content=604939&utm_term=cc37d2091a

²⁵ <https://www.df.cl/df-mas/coffee-break/quien-esta-detras-de-la-nueva-agrupacion-que-quiere-defender-a-los>

²⁶ <https://araucaniadiario.cl/contenido/29197/agricultores-unidos-encaran-al-ministro-de-agricultura>

Para la AU, la introducción del trigo editado-GM, exige certezas jurídicas para proteger semillas nativas y resguardar el patrimonio agrícola nacional. Al respecto, Guzmán fue enfático al señalar, “Con la introducción al mercado del trigo editado-GM, sin una regulación mínima que garantice la libre competencia, el escenario podría empeorar para los agricultores nacionales”. Afirmó, “Necesitamos, exigir reglas claras y transparencia que eviten la contaminación genética, responsabilicen a quienes la provoquen y compensen a los productores afectados”.²⁷

Agricultores y consumidores sin protecciones legales

A la falta de transparencia respecto de las nuevas técnicas de modificación genética, se suman regulaciones insuficientes o nulas. Los alimentos modificados genéticamente no se rotulan en el país, se les considera sustancialmente equivalentes a su contraparte convencional, por tanto, se ha privado al consumidor de su derecho a saber, y, por otra parte, al regular a los cultivos editados-GM como convencionales, se priva a los agricultores de contar con regulaciones que los protejan de posibles efectos negativos provocados por la manipulación genética del trigo.

El secretismo en torno a los OGMs, ha sido otro obstáculo difícil de sortear.²⁸ Cabe recordar que, en 2009, a raíz de los perjuicios causados a los apicultores por la contaminación de la miel con polen de maíz y soya transgénico, la Red de Acción en Plaguicidas de Chile/ Alianza por una Mejor Calidad de Vida, presentó una demanda ante el Consejo para la Transparencia (CPLT), por denegación, por parte del SAG, de entrega de la información sobre la ubicación de los cultivos transgénicos en el país.²⁹ Esta acción legal fue el inicio de un largo y engorroso proceso, por la férrea oposición de Monsanto y las empresas semilleras, que culminó en 2012 cuando el CPLT ordenó al SAG poner fin al secreto,³⁰ Esta decisión permitió a los apicultores conocer las especies y superficies sembradas con OGMs más cercanas a un apiario y posteriormente la implementación del Sistema Geográfico de Consulta Apícola Nacional, del SAG.

SITUACIÓN DE LAS NUEVAS TÉCNICAS GENÓMICAS, NTG-GM, EN LA UNIÓN EUROPEA

En los países de la **Unión Europea (UE)**, los cultivos genéticamente editados están bajo una estricta regulación, al igual que los transgénicos, lo que dificulta su comercialización al menos hasta ahora. Inglaterra, que no forma parte de la UE, los permite, y también lo hace Canadá.

En Inglaterra, las regulaciones establecen que el trigo editado por el momento no será destinado al consumo humano ni animal. Además, se ha establecido un monitoreo del área de cultivo durante dos años (hasta 2027) para tener control y seguimiento total de las variedades editadas genéticamente. Pero los gobiernos de Escocia, Gales e Irlanda del Norte no han permitido el uso comercial de la edición

²⁷ Trigo editado genéticamente: AU exige certezas jurídicas Para proteger semillas nativas. en: <https://www.litoralpress.cl/SimbiuPDF/2025/08/19/6109835.pdf>

²⁸ Decisión A59-09 del CPLT en respuesta al recurso presentado por María Elena Rozas, el 3 de junio de 2009, por denegación de información. <https://www.consejotransparencia.cl/se-entrega-fallo-definitivo-en-caso-transgenicos/>

²⁹ https://www.biodiversidadla.org/Noticias/Chile_apicultores_perderan_mercados_europeos_por_contaminacion_de_miel_c_on_transgenicos

³⁰ Histórico fallo de Consejo para la Transparencia confirma el fin al secreto sobre transgénicos <https://olca.cl/articulo/nota.php?id=101611>

genética. Una vez más, América Latina será el campo de experimentación de estas nuevas técnicas cuestionadas y no masificadas hasta la fecha en el norte global.



Mientras en Europa se discute la regulación de estas nuevas tecnologías³¹ en reuniones tripartitas, entre el Parlamento, el Consejo y la Comisión de la UE,³² las principales industrias químicas y biotecnológicas, los comerciantes de materias primas y los productores de semillas han emitido una declaración insistiendo en su propuesta de **desregulación total de los vegetales modificados genéticamente (GM) diseñadas con las denominadas “nuevas técnicas genómicas”, NTG.**³³ La opinión de los eurodiputados es que todas las plantas NTG deberían seguir prohibidas en la producción ecológica, ya que su compatibilidad requiere de una mayor consideración.³⁴ A finales de junio de 2025, las negociaciones a nivel técnico se encontraron en un punto muerto debido a posiciones muy divergentes, especialmente en materia de etiquetado y de patentes.³⁵ Se espera que aún se realicen dos posibles negociaciones tripartitas: una en octubre y otra en noviembre de 2025. Los principales puntos conflictivos que se trataran en estas reuniones son: trazabilidad, patentes y coexistencia.³⁶

Las empresas biotecnológicas y los partidarios de no regular la edición genética sostienen que una pequeña cantidad de cambios en el ADN representa poco o ningún riesgo. Sin embargo, como señala el académico de la Universidad de Bremen Gerd Winter, a propósito de la posibilidad de que la Unión Europea no aplique regulaciones a los nuevos organismos genéticamente editados: “Una pequeña cantidad de cambios de secuencia puede modificar genes completos y sus funciones, y por lo tanto tener importantes efectos, tanto intencionales como no intencionales. Esto es particularmente cierto si se modifica un gen regulador”.³⁷

En la Unión Europea, especialmente en Francia y Alemania, ad-ports de la nueva regulación, se está llevando a cabo una fuerte **campana de los consumidores exigiendo el etiquetado de los productos**

³¹ Decisión (UE) 2019/1904 del Consejo de 8 de noviembre de 2019 por la que se solicita a la Comisión que presente un estudio, a la luz de la sentencia del Tribunal de Justicia en el asunto C-528/16, con respecto a la situación de las nuevas técnicas genómicas en el Derecho de la Unión, y una propuesta, si procede, vistos los resultados del estudio. En: <https://eur-lex.europa.u/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32019D1904>

³² Trilogue negotiations on the “New Genomic Techniques” proposal continue: No viable pathway forward without addressing the traceability, labelling and patent issues, organic sector warns, INFOAM, 11/09/2025.

³³ Criterios para la evaluación de riesgos de las plantas producidas mediante mutagénesis dirigida, cisgénesis e intragénesis, Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria, EFSA, 2022, última revisión 2023. <https://www.efsa.europa.eu/es/news/faq-criteria-risk-assessment-plants-produced-targeted-mutagenesis-cisgenesis-and-intragenesis#:~:text=La%20intrag%C3%A9nesis%20se%20refiere%20a,o%20de%20una%20estrechamente%20relacionada>

³⁴ The Greens/EFA in the European Parliament (2022). GENE EDITING MYTHS AND REALITY. A guide through the smokescreen. Citado en Bravo, Elizabeth, “Cortando y pegando genes para manipular la vida”.

³⁵ La batalla por la propiedad de la herramienta de edición genética CRISPR-Cas9. En: <https://www.wipo.int/web/wipo-magazine/articles/the-battle-to-own-the-crisprcas9-gene-editing-tool-39957>

Herbicida Clorsulfurón. En: <https://www.bestplanthormones.com/herbicide/cas-64902-72-3-sulfonylurea-herbicide.html>

³⁶ Negociaciones en la UE sobre Nuevas Técnicas Genómicas y Etiquetado. En:

<https://www.organicseurope.bio/news/trilogue-negotiations-on-the-new-genomic-techniques-proposal-continue-no-viable-pathway-forward-without-addressing-the-traceability-labelling-and-patent-issues-organic-sector-warn/>

³⁷ Winter Gerd, The European Union´s deregulation for plants obtained by new Genomic techniques. An critique and an alternative option. In <https://en europe.springeropen.com/articles/10.1186/s12302-024-00867-z>

alimentarios que tendrán como ingredientes estos nuevos vegetales modificados genéticamente. En 2025 han emitido una declaración conjunta con grupos de interés de la sociedad civil y científicos instando a los responsables de la toma de decisiones de la UE a no eliminar estos requisitos ya que de lo contrario socavaría los derechos fundamentales de 450 millones de ciudadanos de la UE y pondría en peligro la integridad de los sistemas agrícolas libres de organismos genéticamente modificados, OGM en toda Europa.³⁸

RAZONES POR LAS QUE DEBE PREOCUPARNOS EL TRIGO EDITADO GENÉTICAMENTE

1.- LA PÉRDIDA DE TRIGOS TRADICIONALES AMENAZA LA BIODIVERSIDAD Y LA CULTURA CULINARIA PATRIMONIAL

En 1938 se cultivaban más de cien variedades de trigo en todo el país, entre ellas, flourence, chaucho, vilmorin 23, vilmorin 27, oregón, linaza, chufquén, pulardo, milquinientos. En los años 60 cuando la agricultura comienza a mecanizarse, las variedades locales son desplazadas por las semillas certificadas. Desde entonces, existe una disminución crítica del cultivo de valiosas variedades de trigo antiguo o tradicional como consecuencia de la producción agroindustrial en manos de empresas semilleras nacionales y de corporaciones transnacionales que controlan a nivel planetario la producción, distribución y consumo de alimentos.

Frente a esta dramática situación, los agricultores no han contado con el apoyo necesario para la protección del patrimonio agrícola, por el contrario, las autoridades del Ministerio de Agricultura han dado luz verde y apoyo a la manipulación genética del trigo, en detrimento de los cultivos tradicionales, que tienen propiedades que los hacen apropiados a condiciones de bajo uso de insumos y no conllevan riegos y ninguna de las incertidumbres que rodean a los transgénicos y a los cultivos modificados genéticamente en laboratorios (OGM).

Además, el desplazamiento de los cultivos tradicionales por los cultivos genéticamente editados, GM, trae consigo la pérdida del patrimonio alimentario de las cocinas locales³⁹ e ineludiblemente la disminución dramática y, en el corto plazo, la pérdida de las variedades antiguas, que han sido conservadas y adaptadas desde el siglo XVI en el sur de Chile por mapuche y campesinos.⁴⁰

Variedades antiguas (tradicionales) de trigo

Las variedades antiguas de trigo mencionadas, con propiedades nutritivas, y adaptadas a las condiciones de Chile, dejaron de cultivarse en forma extendida debido a la masificación de los trigos industriales certificados, modificados en laboratorio. Esas son variedades protegidas por un registro o patente y, por tanto, reportan grandes utilidades a las empresas semilleras dueñas de esas patentes.

³⁸ ARC2020. Agricultural and Rural Actors Working Together for a Good Food, Good Farming and Better Rural Policies in de UE. En: <https://www.arc2020.eu/op-ed-big-ag-pushes-lawmakers-to-roll-back-consumer-rights/>
<https://www.testbiotech.org/en/news/new-ge-wheat-be-tested-uk-field-trials>

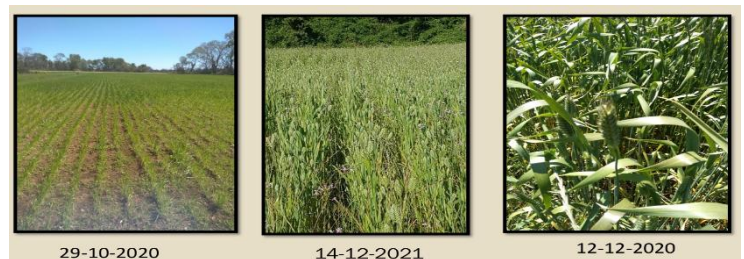
³⁹ Patrimonio Alimentario de Chile. Productos y Preparaciones de la Región del Biobío. Manzur, María Isabel. Fundación para la Innovación Agraria (Chile). 2016. <https://bibliotecadigital.ciren.cl/handle/20.500.13082/28822>
https://opia.fia.cl/601/w3-article-75134.html?_external_redirect=articles-75134_archivo_01.pdf

FUCOA. Patrimonio Alimentario de Chile. Productos y preparaciones de la Región del Libertador General Bernardo O'Higgins.

⁴⁰ Mariángel Paula y Fuentealba, Paula (2019). Vamos al Grano, hablemos de Trigo. CETSUR. Tomé, -Chile.

En el secano de la zona central de Chile aún se resguardan variedades locales como el trigo ligún, que subsiste en Cutemu, comuna de Paredones, Región de Bernardo O´Higgins, y en sectores aledaños.⁴¹ Este trigo antiguo también se cultiva en las comunas del valle de Itata, en Ninhue, Trehuaco, Quirihue, Portezuelo y San Nicolás, de la Región de Ñuble, gracias a que en estos territorios, además de la fabricación de harina y otras preparaciones caseras, se desarrolla una artesanía patrimonial con paja trenzada de trigo, que es apta para la fabricación de chupallas (sombrosos).⁴² En el valle de Itata, también se cultivan variedades locales de trigo, como el fiuto, para la fabricación de trigo mote y harina de soplillo, chucho para la fabricación de mote y café, y furfulla y cebolla, para la fabricación de harina tostada.⁴³

En el sur del país, aún se cultivan los trigos, castaño colorado, chinchilla/linaza (foto) y colmillo de perro. Para evaluar su crecimiento y productividad, se realizó una siembra, realizada en el marco de una tesis de Maestría, en el Campo Experimental Maquehue (CEM), en el área de experimentación del Laboratorio de



Agroecología y Sustentabilidad Alimentaria de la Universidad de La Frontera. La investigación demostró que las variedades antiguas tienen atributos que las hacen apropiadas a condiciones de bajo uso de insumos y también a manejos orgánicos, ecológicos, permaculturales y sus alternativas.⁴⁴

Un proyecto FIA ratificaba en 2016 que en Chile todavía se cultivan las variedades tradicionales de trigo linaza o chinchilla y el castaño colorado, de acuerdo con lo investigado y documentado en el proyecto FIA de 2016.⁴⁵ Así mismo, la Fundación Biodiversidad Alimentaria también ha contribuido a la recuperación de trigos antiguos que están volviendo a manos campesinas. Hay trabajos de campo que reportan la existencia de las siguientes variedades antiguas de trigo: las variedades dalma, capel y mocho fueron encontradas y recuperadas por investigadores desde cultivos de agricultores en el Valle del Huasco, y por lo mismo fueron clasificadas en el estado de conservación, En Riesgo.⁴⁶ Más adelante, en el sur de Chile la misma Fundación encontró el trigo copihue, utilizado antiguamente por campesinos indígenas para preparar un alimento llamado soplillo, en callana; se encontró también el trigo dalma, así como el diente de perro y el trigo linaza. Estas últimas variedades eran nombradas como “trigos de pobres” porque no requieren fertilizantes para una gran producción. Todas ellas están en Estado de Riesgo⁴⁷.

⁴¹ Artesanías fabricadas con trigo Ligun en : <https://trenzadosdecutemu.cl/>

⁴² Variedades locales de trigo del Valle del Itata. Silva Candia, Paola; Arce, Alberto; Becerra, Marcelo; Carvajal, Daniela; Gallegos, Valentina, Universidad de Chile, 2017.

⁴³ Silva, 2017, Op.cit.

⁴⁴ Ing. Agr. José Miguel Garcés Rodríguez, 2019. Variedades antiguas de trigo cultivadas por campesinos mapuche: identificación, determinación de las motivaciones de conservación y caracterización agronómica. Profesor Guía, René Montalba, Dr. en Agroecología y Desarrollo Sustentable, Universidad de la Frontera, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales. Ver en: <https://rap-al.org/chile-variedades-antiguas-de-trigo-cultivadas-por-campesinos-mapuche-identificacion-determinacion-de-las-motivaciones-de-conservacion-y-caracterizacion-agronomica/>

⁴⁵ FIA 2016. Patrimonio Alimentario de Chile. Op.cit.

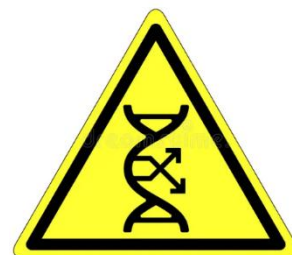
⁴⁶ Ordenes, Esteban. Biodiversidad del Valle del Huasco, 8 Libros, 2023, página 278.

⁴⁷ Fundación Biodiversidad Alimentaria, Catálogo de Semillas Tradicionales de Chile, Fundación Biodiversidad Alimentaria, 2023 página 176, 177.2023 páginas 176, 177.

Por tanto, tenemos el gran desafío de difundir el consumo de los trigos antiguos entre los consumidores y nutricionistas, pero también queremos alentar la conservación y reproducción de las semillas y el cultivo del sarraceno⁴⁸, del trigo espelta y de los trigos antiguos (tradicionales), libres de patentes, como parte de los cultivos agroecológicos, para que estén presentes en los mercados territoriales y locales, contando con circuitos cortos de abastecimiento productor-consumidor.

2.- USO DE PLAGUICIDAS ALTAMENTE PELIGROSOS PARA LA SALUD Y EL AMBIENTE EN TRIGO CONVENCIONAL Y EN TRIGO EDITADO

Al igual que las semillas transgénicas, el trigo editado puede estar fabricado para ser tolerante a herbicidas del grupo de las sulfonilureas. En China, el trigo editado alberga mutaciones de tolerancia a herbicidas que confieren resistencia a los herbicidas del tipo de propionato de sulfonilurea, imidazolinona y ariloxifenoxi.⁴⁹ Las sulfonilureas pueden causar la contaminación del suelo y agua y degradación ambiental por la eliminación de plantas nativas, así como por la acumulación en el suelo y la posible lixiviación hacia aguas subterráneas o superficiales, afectando la vida acuática y terrestre. Además, son resistentes a la degradación y pueden persistir en el ambiente por más tiempo, aumentando el impacto en los ecosistemas más allá del área de aplicación.



Actualmente varios herbicidas del tipo sulfonilureas que se usan en trigo editado están siendo comercializados en el mercado nacional.⁵⁰ Uno de ellos es el herbicida de nombre comercial **Finesse, de la transnacional DUPONT**, recomendado para la eliminar algunas gramíneas en cultivos de trigo y cuyo principal principio activo, **clorsulfurón**, está clasificado con **la declaración de peligro, HAZARD H400 y H410 en el Sistema Globalmente Armonizado (SGA)** que indica que es una sustancia muy tóxica para los organismos acuáticos, especialmente en peces, algas y otros organismos, y, con efectos crónicos o nocivos duraderos. Desde diciembre de 2019, clorsulfurón, no está permitido en la Unión Europea.⁵¹

El trigo editado-GM, tiene riesgos y no es sustentable.

Chile aprobó al trigo editado-GM como equivalente al trigo convencional certificado, por tanto, los dueños de la patente del trigo-GM, no podrán promocionarlos como sustentable, ni social ni ambientalmente. De acuerdo con lo que revelan estudios científicos, la técnica de la edición genética no es del todo precisa,

⁴⁸ Zamaratskaia, G., Gerhardt, K., Knicky, M. y Wendin, K. (2023). Trigo sarraceno: un cultivo infrautilizado con atractivas cualidades sensoriales y beneficios para la salud. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 64 (33), 12303–12318. <https://doi.org/10.1080/10408398.2023.2249112>

⁴⁹ Herbicidas aplicados a cultivos editados genéticamente. En ChileBio: <https://chilebio.cl/2019/04/18/china-desarrolla-trigo-editado-geneticamente-para-controlar-malezas-de-manera-sustentable/>

⁵⁰ Ing. Agr. M.S. Nelson Espinoza N; Ing. Agr. Jorge Díaz S., R, Ing. Ejec. Agrícola Márcete Zapata, Sulfonilureas: un nuevo grupo de herbicidas. <https://biblioteca.inia.cl/server/api/core/bitstreams/d36c91a3-4924-4ae3-ab09-eeb01683d301/content>

⁵¹ El estudio Global sobre Glifosato (Global Glyphosate Study) revela que los herbicidas a base de glifosato causan leucemia en las primeras etapas de la vida. <https://glyphosatestudy.org/press-release/global-glyphosate-study-reveals-glyphosate-based-herbicides-cause-leukemia-in-early-life/> En: https://glyphosatestudy.org/es/hrf_faq/quienes-forman-el-instituto-ramazzini/

puede dar lugar a toxicidad celular, generar genomas inestables y mutaciones, entre otros problemas.⁵² Por otra parte, si consideramos que el trigo-GM utilizará los mismos plaguicidas que se utilizan en trigo convencional, puede causar impactos económicos sociales y ambientales asociados al uso de plaguicidas altamente peligrosos. En trigo convencional se usan diversos plaguicidas, entre ellos, **herbicidas** para la eliminación de hierbas no deseadas, por ejemplo, los herbicidas cancerígenos **glifosato** (causa cáncer, según OMC/IARC) y **2,4-D** (causa cáncer y problemas reproductivos según el Sistema Global Armonizado, SGA) y **tritosulfurón**, no aprobado en la Unión Europea, de marca comercial **Arrat® de BASF**. Respecto del **glifosato**, uno de los herbicidas más usados en trigo, una reciente publicación científica dirigida por el Instituto Ramazzini, dedicado a la promoción de la investigación científica para la prevención del cáncer, ha confirmado, en 2025, que el glifosato causa cáncer en los niveles de exposición "seguros" de la Unión Europea.⁵³ La revista Environmental Health ha publicado el estudio sobre glifosato en animales realizado por el instituto Ramazzini en el que participaron 27 investigadores y ha sido considerado el más completo realizado sobre este herbicida. El estudio comprobó que tanto el glifosato como la formulación utilizada en la UE muestra que la exposición a largo plazo al glifosato y sus formulaciones, incluso a niveles muy bajos equivalentes a la Ingesta Diaria Admisible (IDA) de la Unión Europea, causa **leucemia de aparición temprana en ratas**. Revela también un aumento significativo en muchos otros tipos de tumores en piel, hígado, tiroides, sistema nervioso, ovario, glándula mamaria, glándulas suprarrenales, riñón, vejiga urinaria, hueso, páncreas endocrino, útero y bazo), lo que proporciona nueva evidencia sólida del potencial carcinogénico del glifosato. Daniel Mandrioli, del Instituto Ramazzini, lo resume: «Lo que descubrimos con nuestro estudio es que el glifosato y los herbicidas a base de glifosato provocaron leucemia y una serie de otros tumores en dosis que actualmente se consideran seguras».⁵⁴

Para tratar enfermedades en trigo, se usan los **fungicidas** sistémicos, **Diamant® de BASF**, cuyos principios activos, **fenpropimorfo y epoxiconzol**, no están permitidos en la Unión Europea y **piraclortrobina**, cuya aprobación expira en la Unión Europea en 2026 (según SAG, está clasificado como nocivo, se sospecha que daña al feto y es tóxico para las abejas); **tebuconazol**. según el SGA, puede causar cáncer y problemas reproductivos. Y para eliminar insectos se usan, entre otros, los Insecticidas, **clotianidina** de marca comercial **Janus® 480 FS**, de **Bayer**, no aprobada por la Unión Europea. El insecticida clotianidina tiene graves efectos crónicos y ambientales según el SGA, entre ellos, toxicidad para la **reproducción**, clasificada en **Categoría 2, H361**: Se sospecha que puede perjudicar la fertilidad o dañar el feto. Además,

⁵² Científicos del IRB Barcelona, liderados por el investigador ICREA Dr. Fran Supek, han develado ahora que, dependiendo del punto del genoma al que se dirija, la edición genética con CRISPR puede dar lugar a toxicidad celular e inestabilidad genómica. El trabajo se ha realizado con financiación del Consejo Europeo de Investigación (ERC) y del Ministerio de Ciencia e Innovación español. En: <https://www.nature.com/articles/s41467-022-32285-1>

⁵³ Panzacchi, S., Tibaldi, E., De Angelis, L. et al. (2025) Efectos carcinógenos de la exposición prolongada desde la vida prenatal al glifosato y a herbicidas a base de glifosato en ratas Sprague-Dawley (Carcinogenic effects of long-term exposure from prenatal life to glyphosate and glyphosate-based herbicides in Sprague-Dawley rats). Environ Health 24, 36. <https://doi.org/10.1186/s12940-025-01187-2>

⁵⁴ El estudio Global sobre Glifosato (Global Glyphosate Study) revela que los herbicidas a base de glifosato causan leucemia en las primeras etapas de la vida. <https://glyphosatestudy.org/press-release/global-glyphosate-study-reveals-glyphosate-based-herbicides-cause-leukemia-in-early-life/> En: https://glyphosatestudy.org/es/hrf_fa/qquienes-forman-el-instituto-ramazzini/

está clasificada como **H362** por sus efectos negativos sobre o a través de la lactancia: puede perjudicar a los niños alimentados con leche materna. También está clasificada en **Categoría 1, H370** debido a que presenta toxicidad específica en determinados órganos, por exposición única. Representa un peligro a corto plazo (agudo) para el medio ambiente acuático: clasificada en **Categoría 1, H400**, muy tóxico para los organismos acuáticos y peligro a largo plazo (crónico) para el **medio ambiente acuático y H410**, muy tóxico para los organismos acuáticos, con efectos duraderos.

3.- EL TRIGO EDITADO FORMA PARTE DE LOS ORGANISMOS VIVOS GENETICAMENTE MODIFICADOS (OGM) CON NUEVAS TÉCNICAS EDICIÓN GENÓMICAS

El gobierno, ChileBio y las empresas semilleras dueñas de la patente promueven al trigo editado genéticamente como trigo convencional, para obviar la mala fama de los cultivos modificados genéticamente, OGMs. Sin embargo, aunque a este trigo no se le introdujo un ADN o genes de otros organismos como ocurre con los transgénicos, es un trigo que está modificado genéticamente en laboratorio y forma parte de las nuevas técnicas genómicas **NTG-GM**, es decir, aquellas que son capaces de alterar el material genético de un organismo. Esta sigla se utiliza para referirse a las herramientas de edición genética, como **CRISPR Cas9**, mediante las cuales se modifica el código genético de un organismo vivo en una ubicación específica seleccionada (**mutagénesis dirigida**) o se inserta una secuencia de la misma especie o de una especie estrechamente relacionada o sexualmente compatible (**cisgénesis**).⁵⁵

LA EDICIÓN GENÉTICA DEL TRIGO, MEDIANTE LA TÉCNICA CRISPR/Cas9, NO LA PUEDE REALIZAR UN CAMPESINO, POR TANTO, NO ES UNA TÉCNICA DE MEJORAMIENTO CONVENCIONAL

EL TRIGO EDITADO GENÉTICAMENTE NO ES EQUIVALENTE A UN TRIGO CONVENCIONAL

La tecnología **CRISPR Cas9** permite agregar, quitar o alterar material genético en ciertos lugares del genoma.⁵⁶ La edición genética se realiza en laboratorio y produce cambios en el ADN (herencia) de la célula del trigo, mediante la técnica o herramienta de la edición CRISPR/Cas9. La proteína Cas9, hace de “**tijera genética**” realizando un corte de doble hebra en la cadena del ADN en una zona marcada por su “guía”, un trozo de su ARN (ácido ribonucleico), prediseñada para guiar a la proteína Cas9 para que aplique el corte en el lugar deseado. Esta ruptura, provoca que la célula dañada inicie por sí misma un proceso de “reparación” del ADN roto, originando cambios en la secuencia de genes editados, agregando nucleótidos, suprimiéndolos, reordenándolos o cambiándolos en dicha ubicación del genoma.⁵⁷

Los riesgos de la técnica de edición genética

Sin embargo, estos mecanismos de reparación no pueden ser controlados totalmente por el ingeniero genético y por lo tanto pueden ser imprecisos. De manera similar a la técnica usada en los transgénicos antiguos, después que la herramienta de edición de genes realiza el corte, se inserta un fragmento de ADN

⁵⁵ Criterios para la evaluación de riesgos de las plantas producidas mediante mutagénesis dirigida, cisgénesis e intragénesis, Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria, EFSA, Op.cit.

⁵⁶ Bravo, Elizabeth (2025) Cortando y Pegando genes para Manipular la Vida. Acción Ecológica. Descargable en: <https://www.biodiversidadla.org/>

⁵⁷ Nucleótido, molécula que constituye el componente básico de los ácidos nucleicos, ADN y ARN

nuevo precisamente en el lugar de la ruptura, para que actúe como “plantilla” para reparar la ruptura del ADN y conferirle un nuevo rasgo. Al conferirle un nuevo rasgo, alterar las características del vegetal, se logra el objetivo de destruir la función de un gen específico, pero al mismo tiempo se pueden provocar daños no deseados fuera del objetivo y otras mutaciones (cambios) que no estaban previstas, en la zona de ruptura. Aunque la propaganda afirma que se usan técnicas de “mejoramiento de precisión” en realidad, según lo demuestran diversos estudios realizados por biotecnólogos, estas técnicas no son del todo precisas y pueden ser peligrosas.

Por todo ello, afirmar que el trigo editado genéticamente es producto de mejoramiento, equivalente al convencional, es una información falsa, porque las semillas que resultan de la edición genética son organismos genéticamente modificados, OGMs, han sido generados en procesos experimentales, y muchos aspectos sobre su seguridad son riesgosos y desconocidos de acuerdo las investigaciones realizadas por diversos genetistas.

4.- ESTUDIOS SOBRE RIESGOS E INCERTIDUMBRES DE LA TÉCNICA DE EDICIÓN GENÉTICA

No es precisa. Las herramientas CRISPR/cas9 tienen la capacidad para cortar genomas en lugares específicos. Sin embargo, resulta que todos esos cortes también pueden crear problemas. El propio promotor de los OMGs, el investigador e ingeniero molecular y químico de la Universidad de Harvard, Georges Church admitió que la **tecnología CRISPR no es precisa**. Al respecto, el genetista estadounidense, fundamental en la comercialización de las herramientas de edición genética CRISPR, declaró, en 2019, en una conferencia médica, que la tecnología CRISPR es como un **“hacha desafilada”**. Agregó: **“Le llaman edición, pero en realidad es vandalismo genómico”**.⁵⁸

Un gran riesgo, con consecuencias desconocidas. Asimismo, en una entrevista concedida al New York Times, el 22 de octubre de 2020, la bioquímica Jennifer Doudna, galardonada con el premio nobel por su trabajo en el desarrollo de CRISPR-Cas9, ha reconocido que **CRISPR conlleva un «gran riesgo»** y advirtió de las **consecuencias desconocidas de la edición de embriones**.^{59 60}

Mutaciones no deseadas. Investigadores de la Universidad de Cambridge han revelado que la edición del genoma CRISPR-Cas9 puede provocar **mutaciones no deseadas en la sección del ADN objetivo**, en embriones humanos tempranos. La profesora Kathy Niakan, directora del Laboratorio de Embriones Humanos y Células Madre del Instituto Francis Crick, profesora de Fisiología Reproductiva en la Universidad de Cambridge, una de las autoras del estudio, **“Pérdida frecuente de heterocigosidad en embriones humanos tempranos editados con CRISPR-Cas9”** (Frequent loss of heterozygosity in CRISPR-Cas9-edited early human embryos), afirmó que, “Otros equipos de investigación han informado

⁵⁸ Vandalismo genómico en: <https://www.fool.com/investing/2019/01/18/4-gene-editing-technologies-that-could-replace-crispr/> / <https://www.gmwatch.org/en/106-news/latest-news/18716-gmo-promoter-calls-crispr-a-blunt-axe-and-genome-vandalism>

⁵⁹ Entrevista a la bioquímica Jennifer Doudna galardonada por su trabajo en el desarrollo de CRISPR-Cas9 / En: <https://www.scientificamerican.com/article/the-dark-side-of-crispr/>

⁶⁰ Un estudio revela que la edición genética con CRISPR puede provocar cambios no deseados en embriones humanos (Crispr Gene Editing Can Cause Unwanted Changes in Human Embryos, Study Finds). En: <https://www.nytimes.com/2020/10/31/health/crispr-genetics-embryos.html/> Published Oct. 31, 2020, Updated April 18, 2023 / <https://www.scientificamerican.com/article/the-dark-side-of-crispr/>

de este tipo de **mutaciones no deseadas** en células madre humanas, células cancerosas y otros contextos celulares, y ahora las hemos detectado en embriones humanos». Por su parte, Gregorio Alanis-Lobato, autor principal y antiguo becario de formación posdoctoral en el Laboratorio de Embriones Humanos y Células Madre del Instituto Francis Crick, afirmó: «Las pruebas convencionales utilizadas para comprobar la precisión de CRISPR-Cas9 **pueden pasar por alto los tipos de mutaciones no deseadas en el objetivo** que hemos identificado en este estudio. Agregó, «**Aún nos queda mucho por aprender sobre los efectos de la tecnología CRISPR-Cas9**».⁶¹

Resultados Inesperados e indeseables. Los autores del estudio, “**Eliminación de cromosomas específicos de alelos tras el corte con Cas9 en embriones humanos**” también describen **resultados inesperados e indeseables tras editar genes en embriones humanos con el sistema de edición genómica, CRISPR Cas9**. En el artículo, publicado en la revista Cell en diciembre de 2020, se señala que las consecuencias de estos errores pueden ser bastante graves en algunos casos. Según reveló uno de los autores de la investigación, Dieter Egli, genetista de la Universidad de Columbia, “Algunas células se vieron tan desconcertadas por las alteraciones que simplemente renunciaron a intentar repararlas, desechando cromosomas enteros, que son las unidades en las que se empaqueta el ADN humano”.⁶²

Grandes deleciones (pérdida de un segmento de ADN) y efectos inesperados. Investigadores del Instituto Wellcome Sanger Institute, Hinxton, de Inglaterra, publicaron, en 2018, un nuevo estudio sobre CRISPRCas9 en la revista Nature. En el estudio, “**La reparación de roturas de doble cadena inducidas por CRISPR-Cas9 provoca grandes deleciones y reordenamientos complejos** (Repair of double-strand breaks induced by CRISPR–Cas9 leads to large deletions and complex rearrangements), los investigadores constataron que existían **serios riesgos y efectos inesperados con las NTG-GM debido a que el CRISPR/Cas9 causa, a menudo, extensas mutaciones**, aunque estas estén localizadas a cierta distancia del sitio de edición del genoma. En el estudio del Instituto Wellcome Sanger se descubrió que muchas **células editadas con CRISPR sufrieron reorganizaciones con "borrados" e "inserciones" no deseados de ADN**, lo que puede provocar que algunos genes clave se "activen" o "desactiven". Según declaró, Michael Kosicki, uno de los autores del estudio, “En mis primeros experimentos usé el CRISPR/Cas9 como herramienta para estudiar la actividad genética, sin embargo, se hizo evidente que algo inesperado estaba ocurriendo”. Por su parte, Allan Bradley, otro de los autores de la investigación, explicó que, “**Este es el primer análisis sistemático de los efectos inesperados que provoca la edición**

⁶¹ Alanis-Lobato, Gregorio, et al., Frequent loss-of-heterozygosity in CRISPR-Cas9-edited early human embryos. PNAS, abril de 2021. <https://www.pnas.org/doi/10.1073/pnas.2004832117>

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34050011/>

⁶² Zuccaro, Michael V., Xu, Jia, Mitchell, Carl, Lobo, Rogerio Treff, Nathan, Egli, Dieter, Allele-Specific Chromosome Removal after Cas9 Cleavage in Human Embryos, Cell, Volume 183, Issue 6, 1650 - 1664.e15 .

[https://www.cell.com/cell/fulltext/S0092-8674\(20\)31389-1](https://www.cell.com/cell/fulltext/S0092-8674(20)31389-1)

Un estudio identifica un obstáculo para corregir mutaciones en embriones humanos con CRISPR, Noticias, 28 de octubre de 2020 (Study Identifies Pitfall for Correcting Mutations in Human Embryos with CRISPR), News October 28, 2020.

<https://www.cuimc.columbia.edu/news/study-identifies-pitfall-correcting-mutations-human-embryos-crispr>

con CRISPR/Cas9 en células relevantes desde el punto de vista terapéutico y descubrimos que los cambios sobre el ADN se han subestimado hasta ahora”⁶³

Conlleva un peligro potencial, hasta ahora desconocido. De acuerdo con el estudio publicado en 2022, **“Frecuencia y mecanismos de inserciones del retrotransposón LINE-1 en sitios CRISPR/Cas9”** (Frequency and mechanisms of LINE-1 retrotransposon insertions at CRISPR/Cas9 sites), realizado por investigadores del Boston Children's, y dirigidos por el Dr. Roberto Chiarle y el Dr. Jianli Tao, del Departamento de Patología, descubrieron que la **tecnología CRISPR conlleva un peligro potencial, hasta ahora desconocido**. Los investigadores realizaron múltiples ensayos con CRISPR/Cas9 clásico en diferentes líneas celulares humanas y descubrieron que **CRISPR aumentaba la probabilidad de que se produjeran grandes reordenamientos del ADN**. Aunque esto era poco frecuente (se producía entre el 5 y el 6 % de las veces en el modelo experimental del estudio), en teoría estos reordenamientos pueden desencadenar un cáncer. Chiarle, Tao y su equipo demostraron que las roturas de doble cadena del ADN que introduce CRISPR pueden hacer que los elementos móviles se inserten en los puntos a los que CRISPR debía dirigirse, pero también en **otros lugares no deseados**.⁶⁴

Variaciones estructurales fuera del objetivo. Otra investigación publicada en diciembre de 2024, **“Los editores de bases de adenina inducen variaciones estructurales fuera del objetivo en embriones de ratón y células T humanas primarias”**, realizado por Leilei Wu, Shutan Jiang y otros, mostró que tanto **CRISPR/Cas9** como ABE (base editor de adenosina) **generan variaciones estructurales fuera del objetivo (SV)** en embriones de ratón y en células T humanas primarias.⁶⁵

Mutaciones fuera del objetivo en cultivos de arroz. El estudio publicado en the Journal of Genetics and Genomics en 2020, “Investigation of CRISPR/Cas9-induced SD1 rice mutants highlights the importance of molecular characterization in plant molecular breeding”, realizado por los investigadores Sukumar Biswas, Jiagi Tian, Li Rong y Xiaofei Chen, investigó las mutaciones inducidas por **CRISPR/Cas9** en el gen SD1 del arroz y descubrió que la técnica no es tan precisa como se esperaba, lo que podría dar lugar a **mutaciones fuera del objetivo y otros patrones hereditarios inesperados en las generaciones posteriores**. Los investigadores hicieron hincapié en la **necesidad de realizar una caracterización molecular exhaustiva y temprana, así como un cribado de estos mutantes a lo largo de varias generaciones (T2, T3, T4) antes de su aplicación en el campo**.⁶⁶

⁶³ Kosicki, M., Tomberg, K. & Bradley, A. (2018) Repair of double-strand breaks induced by CRISPR–Cas9 leads to large deletions and complex rearrangements. Nat Biotechnol 36, 765–771. <https://doi.org/10.1038/nbt.4192>

⁶⁴ Jianli Tao, Qi Wang, Carlos Mendez-Dorantes, Kathleen H Burns, Roberto Chiarle, Frequency and mechanisms of LINE-1 retrotransposon insertions at CRISPR/Cas9 sites /PMID: 35760782 PMCID: PMC9237045 DOI: 10.1038/s41467-022-31322-3 /<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35760782/>

⁶⁵ Leilei Wu, Shutan Jiang, Meisong Shi, Tanglong Yuan, Yaqin Li, Pinzheng Huang, Yingqi Li, Erwei Zuo, Changyang Zhou, Yidi Sun (2024) Los editores de bases de adenina inducen variaciones estructurales fuera del objetivo en embriones de ratón y células T humanas primarias ((Adenine base editors induce off-target structure variations in mouse embryos and primary human T cells). PMID: 39529170 PMCID: PMC11552398 DOI: 10.1186/s13059-024-03434-0, Genome Biol, 2024 Nov 11;25(1):291. doi: 10.1186/s13059-024-03434-0.

⁶⁶ Biswas S. et al (2020). Investigation of CRISPR/Cas9-induced SD1 rice mutants highlights the importance of molecular characterization in plant molecular breeding. Journal of Genetics and Genomics. May 21. doi:10.1016/j.jgg.2020.04.004. Citado en Elizabeth Bravo, ibid.

Baja eficiencia de la edición y efectos fuera del objetivo en trigo editado. El estudio “Application of CRISPR/Cas9 in Wheat Genetic Improvement, publicado en 2024, por la Academia de Ciencias Agrícolas de Jiaying, Jiaying, Zhejiang, China, analiza la aplicación de la tecnología CRISPR/Cas9 en la mejora genética del trigo, para superar las limitaciones de los métodos tradicionales de cultivo. En las conclusiones, los investigadores, advierten que, a pesar del potencial de esta tecnología, siguen existiendo retos como **la baja eficiencia de la edición, los efectos fuera del objetivo y los obstáculos normativos.**⁶⁷

CONCLUSIONES: RIESGOS PARA LA SALUD, LA AGRICULTURA Y LA BIODIVERSIDAD DE LAS NTG-GM

Entre los riesgos para la salud derivados de la edición genética, está la posible transferencia horizontal (contaminación) de genes extraños en el proceso, incluyendo genes de resistencia a antibióticos. Esto presenta un riesgo para la salud pública dado que ya existe un problema importante de resistencia a antibióticos a nivel mundial.

Las NTG-GM, no son sostenibles debido a que pueden contaminan genética y químicamente. Al igual que los cultivos convencionales usan plaguicidas altamente peligrosos, PAPs, dañan la salud pública, laboral y ambiental de las comunidades rurales, los campesinos/as y las trabajadoras/es agrícolas de temporada.

En la agricultura, las **NTG-GM** ponen en peligro no solo a la diversidad genética y biológica sino también a las estrategias agrícolas ecológicas y agroecológicas que se necesitan con urgencia para resolver el cambio climático.

Las NTG y el trigo editado genéticamente al ser impulsados por poderosas corporaciones transnacionales biotecnológicas y semilleras nacionales que dominan el mercado nacional de semillas, perjudican el acceso al mercado y el éxito de las variedades procedentes de cultivos sustentables y libre de ingeniería genética, como son los cultivos biológicos o agroecológicos de trigo, que podrían verse significativamente afectados.

Considerando los estudios científicos que revelan serios riesgos la tecnología CRISPR Cas9, entre ellos, efectos imprevistos, mutaciones y alteraciones no deseadas, es legítima la preocupación acerca del trigo editado-GM, debido a que las autoridades solo han evaluado si el trigo editado-GM no es transgénico, por tanto, han desestimado todos los riesgos al no haber sido sometido a una evaluación exhaustiva y por un periodo más largo de tiempo que permita asegurar, por ejemplo, que no contiene pequeños fragmentos de ADN extraño en su genoma.

Al considerarlo como trigo convencional, la introducción masiva en los campos ocurrirá sin una evaluación de riesgos que permita prevenir la contaminación genética de los cultivos de trigo tradicionales y evitar la reducción del acervo genético. La pérdida de biodiversidad tiene como resultado que los cultivos sean más susceptibles a plagas y enfermedades a mediano y largo plazo.⁶⁸ En vez de prevenir

⁶⁷ Ma Y.X., Yang S., and Lang S.P., 2024, Application of CRISPR/Cas9 in wheat genetic improvement, Bioscience Methods, 15(6): 315-326 (doi: 10.5376/bm.2024.15.0031)

⁶⁸ Investigadores piden una mayor concienciación sobre las consecuencias no deseadas de la edición genética CRISPR (Researchers call for greater awareness of unintended consequences of CRISPR gene editing). Edited by Barbara J. Meyer,

posibles efectos no deseados, el gobierno ha tomado el camino diseñado por las empresas para burlar evaluaciones de riesgo y eliminar toda participación ciudadana sobre este asunto, que es de suyo relevante y preocupante.

En 2020, en plena pandemia las empresas biotecnológicas presionaron para cambiar disposiciones que no permitían el cultivo de transgénicos para el mercado interno. Sin embargo, junto a la ciudadanía, las organizaciones socioambientales, los apicultores y agricultores orgánicos y agroecológicos logramos rechazar, durante el periodo de consulta pública, el proyecto de resolución de SAG.⁶⁹

Con la aprobación del trigo editado-GM, sin regulaciones, Chile se sigue sometiendo al lobby de las transnacionales agroquímicas y de la biotecnología, incluidos Bayer/Monsanto, y sus aliados en la Asociación Nacional de Productoras de Semillas, sin profundizar en sus efectos a mediano y largo plazo.

DOCE RAZONES PARA ELEGIR NO CULTIVAR TRIGO EDITADO GENETICAMENTE

La aprobación del trigo editado-GM pone en riesgo la integridad de los sistemas agrícolas en general, especialmente, los orgánicos, agroecológicos y de permacultura debido a que:

1.- La introducción en el medio ambiente del trigo editado genéticamente (GM) puede tener consecuencias ecológicas imprevistas porque no es una técnica eficiente en todas las especies vegetales ni para identificar rasgos controlados por varios genes. Estudios científicos han detectado que las herramientas de edición genética no siempre son precisas. Pueden producir cambios en lugares del genoma donde no se deseaban, efectos "fuera del objetivo", o insertar material genético en sitios aleatorios.

2.- Los cultivos editados genéticamente pueden propagarse incontroladamente creando desequilibrios de los ecosistemas y nuevas amenazas. Si bien la edición del trigo con tecnología CRISPR/Cas9 no introduce ADN de otras especies, existe la incertidumbre sobre lo que pueda ocurrir en los campos con otros cultivos de trigo, no modificados genéticamente. Además, puede existir el riesgo de que el trigo editado-GM, contenga material genético no deseado de otra especie procedente del proceso original de edición CRISPR. Al respecto, cabe mencionar el caso del trigo editado-GM aprobado en 2025 para pruebas de campo en el Reino Unido. Para modificar genéticamente el trigo mediante la tecnología CRISPR, los biotecnólogos primero usaron **Agrobacterium tumefaciens** como un paso intermedio para realizar la edición genética. Actualmente, ocho de las nueve líneas de trigo editadas aún conservan fragmentos del ADN transgénico inicial. En este caso, el trigo editado-GM no sería equivalente al "convencional" sino debería considerarse como "transgénico".

3.- Crea monocultivos extensivos que generan un importante impacto ambiental por la degradación del suelo a causa de la siembra continua de una sola especie, que consume nutrientes específicos. El enriquecimiento artificial del suelo con fertilizantes industrializados nitrogenados provoca la eutrofización de las aguas y acidificación del suelo, desencadenando desequilibrios y reducción de su fertilidad. Además, el uso de importantes extensiones de tierra para dedicarlos al monocultivo del trigo editado-GM implica la alteración de ecosistemas locales y deforestación.

University of California, Berkeley, CA, and approved October 31, 2020 (received for review June 5, 2020) April 9, 2021, 118 (22) e2004832117 /

⁶⁹ <https://rap-al.org/chile-amplio-rechazo-a-la-resolucion-del-sag-sobre-transgenicos/>

4.- Crea monocultivos altamente resistentes a herbicidas, lo que genera hierbas silvestres resistentes que requieren un uso cada vez mayor de herbicidas, generando un ciclo vicioso de contaminación de suelos, aguas y ambiente, afectando la biodiversidad y la salud humana y animal. El trigo CRISPR Cas9, al ser considerado por el SAG equivalente al convencional, estaría en condiciones de usar plaguicidas de diversos grupos químicos, entre otros, el herbicida glifosato, comprobadamente cancerígeno. El Estudio Global sobre Glifosato (GGS) publicado en 2025 por el Instituto Ramazzini, comprobó que tanto el glifosato como los herbicidas a base de glifosato provocan leucemia y una serie de otros tumores en ratas, en dosis que actualmente se consideran seguras.

5.- Afecta negativamente a los ecosistemas, por uso de **plaguicidas altamente peligrosos, PAPs**. Si el trigo-GM es similar a un trigo convencional, es probable que use para combatir enfermedades, tebuconazol, un fungicida que puede causar cáncer y problemas reproductivos según el Sistema Global Armonizado, SGA, e insecticidas como tiametoxam, no aprobado en la Unión Europea o clotianidina, de marca comercial Janus® 480 FS, que tiene efectos graves en el sistema reproductivo, debido a que puede perjudicar la fertilidad o dañar el feto.

6.- La introducción masiva en los campos de cultivos editados genéticamente genera erosión genética, es decir pérdida de biodiversidad y de especies, amenazando el equilibrio de los ecosistemas y la capacidad de la agricultura para enfrentar desafíos presentes y futuros. Al contrario, una mayor diversidad genética de cultivos de trigos antiguos y convencionales no manipulados genéticamente aumenta la capacidad de las diferentes especies para adaptarse al cambio climático, reproducirse y evolucionar en el largo plazo. Además, la diversidad genética permite a los cultivos responder mejor al ataque de plagas y enfermedades.

7.- Contribuye a la pérdida de cultivos antiguos y de pseudo cereales como el sarraceno o alforfón que presenta en forma natural un alto contenido de fibra y proteínas. Además, la disminución de otros trigos y especies silvestres afecta la biodiversidad que es fundamental para la seguridad alimentaria y la adaptación al cambio climático.

8.- La introducción al campo del trigo editado GM profundiza la pérdida del acervo cultural y del patrimonio alimentario de las cocinas locales que se abastecen con las variedades antiguas que han sido conservadas desde el siglo XVI por campesinos y mapuche, costumbres, tradiciones y saberes que las comunidades campesinas, especialmente del centro y sur de Chile, han acumulado a lo largo del tiempo y transmitido de generación en generación, como parte de su identidad colectiva.

9.- Amenaza la producción de trigos y alimentos sanos cultivados bajo estrategias ecológicas, sin plaguicidas ni fertilizantes químicos, que contribuyen a una dieta más variada y saludable. Las NTG-GM y el trigo editado GM, impulsados por poderosas corporaciones transnacionales biotecnológicas y grandes empresas semilleras nacionales, profundizan un modelo que favorece la producción a gran escala, en detrimento del desarrollo de la pequeña agricultura familiar campesina. Además, perjudican el acceso al mercado de otros trigos tradicionales y de las variedades provenientes de cultivos libres de ingeniería genética.

10.- Las empresas dueñas de la patente del trigo editado, CRISPR/Cas9, están liberadas de todas las normas de responsabilidad, entre ellas: 1. cumplir con los requisitos de coexistencia, de una trazabilidad continua a lo largo de toda la cadena de valor, etc., tal como debiera ocurrir con los organismos modificados genéticamente. 2. del cumplimiento de sus “**obligaciones de responsabilidad**” que exige reparar perjuicios a los agricultores y daños a la biodiversidad.

11.- El trigo editado-GM, es un organismo genéticamente modificado, OGM, sin embargo, tampoco está bajo una regulación de etiquetado, lo que impide el derecho a saber y elegir del consumidor.

12. Los cultivos modificados genéticamente por tecnología CRISPR Cas9, se introducirán al ambiente, en el marco de una desregulación total, por tanto, ni los reguladores ni los dueños de la patente se harán cargo de los costos económicos para los agricultores, por posible contaminación de sus cultivos, o de los daños a los bienes naturales comunes y al patrimonio agrícola nacional.

FRENTE A LOS RIESGOS E INCERTIDUMBRES QUE PLANTEA LA INTRODUCCIÓN AL AMBIENTE DEL TRIGO EDITADO GENETICAMENTE, EXIGIMOS A LAS AUTORIDADES DE LOS MINISTERIOS DE AGRICULTURA Y DE SALUD:

Que, se establezcan regulaciones específicas, de coexistencia, trazabilidad, etc., para las variedades agrícolas genéticamente modificadas mediante la tecnología de edición CRISPR/Cas9, que permitan responsabilizar legalmente a los dueños de las patentes cuando causen daños a la salud, a los agricultores y al patrimonio agrícola y natural.

Que, basado en el principio de precaución, de protección de la biodiversidad y de responsabilidad hacia los agricultores y a las generaciones futuras, el SAG realice, de forma transparente, una evaluación de riesgos y un monitoreo permanente de las áreas plantadas con trigo editado-GM, durante un mínimo de dos años para tener control y seguimiento total de este trigo y de las variedades editadas genéticamente que actualmente están en evaluación para su eventual aprobación en el futuro.

Que, el trigo editado-GM no sea destinado al consumo humano ni animal, mientras no exista un marco regulatorio y una evaluación de riesgos profunda que permitan verificar que los cultivos de trigo editado-GMs no contienen pequeños fragmentos de ADN extraño en su genoma.

Que, se establezcan regulaciones que permitan: al agricultor distinguir a las semillas que han sido modificadas con edición genética, y al consumidor saber si sus alimentos han sido elaborados con trigo editado-GM, como medida de mínima transparencia, que asegure el derecho a saber del agricultor y del consumidor.

La aprobación del trigo-GM pone en riesgo la integridad de los sistemas agrícolas, orgánicos, agroecológicos y de permacultura

Necesitamos alimentos naturales y saludables, producto de una diversidad de semillas tradicionales, que son las que nos han alimentado desde hace siglos.



Documento de Posición

¿Para qué necesitamos el trigo editado genéticamente si ya existe el maravilloso sarraceno y el trigo espelta?

María Elena Rozas, Red de Acción en Plaguicidas de Chile, RAP-AL Chile

Colaboran: Ing. Agr. José Miguel Garcés, Lucía Sepúlveda, Téc. Agríc. Pamela Contreras

Santiago de Chile, octubre de 2025.

Cite este artículo

Rozas, María Elena, ¿Para qué necesitamos el trigo editado genéticamente si ya existe el maravilloso sarraceno y el trigo espelta? Red de Acción en Plaguicidas de Chile, RAP-Chile. Colaboran, Lucía Sepúlveda, Ing. Agr. José M. Garcés, Téc. Agríc. Pamela Contreras. Santiago de Chile, octubre 2025. <https://tinyurl.com/RAP-AL-2025>



Red de Acción en Plaguicidas de Chile, RAP-Chile /

Alianza por una Mejor Calidad de Vida

Oficina de Comunicaciones y Administración

Red de Acción en Plaguicidas y sus Alternativas (RAP-AL)

Compañía de Jesús N° 2540, Santiago, Chile.

<https://rap-al.org/>

rapal.contacto@gmail.com

<https://www.youtube.com/redRAPChile>