

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

## **Riesgos del trigo editado-GM**



**María Elena Rozas, RAP-Chile**

**Alianza por una Mejor Calidad de Vida**

**2025**

**¿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, Santiago de Chile, octubre de 2025.**

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

**Ilustración: Marcia Miranda**

**Cite este artículo**

**Rozas F., 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. Santiago de Chile, octubre 2025. Colaboran, Lucía Sepúlveda, Ing. Agr. José M. Garcés, Téc. Agric. Pamela Contreras.**

**<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.**

**@malenarozas.bsky.social**

**rap-al.bsky.social**

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

**[rapal.contacto@gmail.com](mailto:rapal.contacto@gmail.com)**

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

# ÍNDICE

## INTRODUCCIÓN

## SIGLAS

## PRIMERA PARTE

DOCE RAZONES PARA PREFERIR EL ALFORFÓN O SARRACENO  
EL TRIGO ESPELTA TAMBIÉN ES IDEAL PARA CULTIVAR Y CONSUMIR

## SEGUNDA PARTE

CHILE APRUEBA TRIGO MODIFICADO GENÉTICAMENTE (GM)  
LOS DUEÑOS DEL TRIGO EDITADO  
SUPUESTA EQUIVALENCIA  
DESREGULACIÓN PARA LA TÉCNICA DE EDICIÓN GENÉTICA DE CULTIVOS  
UN MERCADO CAPTURADO POR GRANDES EMPRESAS AGROINDUSTRIALES  
AGRICULTORES Y CONSUMIDORES SIN PROTECCIONES LEGALES  
SITUACIÓN DE LAS NUEVAS TÉCNICAS GENÓMICAS, NTG-GM, EN LA UNIÓN EUROPEA

## TERCERA PARTE

RAZONES POR LAS QUE DEBE PREOCUPARNOS EL TRIGO EDITADO GENÉTICAMENTE

- 1.- LA PÉRDIDA DE TRIGOS TRADICIONALES AMENAZA LA BIODIVERSIDAD Y LA CULTURA CULINARIA PATRIMONIAL
- 2.- USO DE PLAGUICIDAS ALTAMENTE PELIGROSOS PARA LA SALUD Y EL AMBIENTE EN TRIGO EN TRIGO EDITADO
- 3.- EL TRIGO EDITADO FORMA PARTE DE LOS ORGANISMOS VIVOS GENETICAMENTE MODIFICADOS (OGM) CON NUEVAS TÉCNICAS EDICIÓN GENÓMICAS
- 4.- ESTUDIOS SOBRE RIESGOS E INCERTIDUMBRES DE LA TÉCNICA DE EDICIÓN GENÉTICA

## CUARTA PARTE

CONCLUSIONES: RIESGOS PARA LA SALUD, LA AGRICULTURA Y LA BIODIVERSIDAD DE LAS NTG-GM  
DOCE RAZONES PARA ELEGIR NO CULTIVAR TRIGO EDITADO GENETICAMENTE  
CONCLUSIONES: RIESGOS PARA LA AGRICULTURA, LA SALUD Y LA BIODIVERSIDAD DE LAS NTG-GM

# SIGLAS

**ADN (ácido desoxirribonucleico):** Molécula del interior de las células que contiene la información genética necesaria para que las personas y la mayoría de los organismos se desarrollen y crezcan.

**ARN (ácido ribonucleico):** Es un ácido presente en todas las células vivas que tiene similitudes estructurales con el ADN. Sin embargo, a diferencia del ADN, es más frecuente que el ARN esté formado por una única cadena. Virus ARN: es un virus que usa ácido ribonucleico (ARN) como material genético.

**Cas9:** Es una enzima endonucleasa que corta los enlaces fosfodiéster internos dentro de una molécula de ADN o ARN, que funciona como unas "tijeras moleculares" dentro del sistema CRISPR-Cas9.

**CRISPR:** Repeticiones Palindrómicas Cortas Agrupadas y Regularmente Espaciadas. Junto con la proteína Cas9 forman parte de un sistema de edición génica.

**CRISPR/Cas9:** Instrumento de laboratorio que se usa para cambiar o "editar" piezas del ADN de una célula. CRISPR-Cas9 utiliza una molécula de ARN con un diseño especial para guiar una enzima, que se llama Cas9, hacia una secuencia particular del ADN. Luego, la Cas9 corta las hebras de ADN en ese lugar y quita una pieza pequeña. Así, se produce un espacio en el ADN en donde se coloca una pieza nueva de ADN.

**Células T humanas primarias:** Tipo de glóbulo blanco. Las células T son parte del sistema inmunitario y se forman a partir de células madre en la médula ósea. Ayudan a proteger el cuerpo de las infecciones También se llama linfocito T y timocito.

**Enlace fosfodiéster:** Es un tipo de enlace covalente que une nucleótidos consecutivos en las moléculas de ácido desoxirribonucleico (ADN) y ácido ribonucleico (ARN).

**Enzima:** Es una proteína que actúa como un catalizador biológico, acelerando reacciones químicas específicas dentro de los organismos vivos sin ser consumida en el proceso. Enzima de restricción: Es una proteína aislada a partir de bacterias que cortan secuencias de ADN en sitios específicos de la secuencia, lo que produce fragmentos de ADN con una secuencia conocida en cada extremo. El uso de enzimas de restricción se usa en tecnologías de laboratorio, como la tecnología de ADN recombinante y la modificación genética. Actúan como tijeras moleculares produciendo cortes de doble hebra en el ADN.

**Gen:** Es la unidad básica de la herencia, un segmento de ADN que contiene las instrucciones para crear proteínas y moléculas funcionales, determinando rasgos físicos y biológicos que se transmiten de padres a hijos.

**Genoma:** Es el conjunto completo de ADN (material genético) en un organismo. En los seres humanos, casi cada célula contiene una copia completa del genoma. El genoma contiene toda la información necesaria para que una persona pueda crecer y desarrollarse.

**Modificación o ingeniería genéticas:** es la alteración selectiva y deliberada del genoma de un organismo, al introducir, modificar o eliminar genes específicos usando técnicas de biología molecular.

**Nucleótido:** Es la estructura fundamental básica de los ácidos nucleicos (ARN y ADN). Un nucleótido consta de una molécula de azúcar (ya sea ribosa en el ARN o desoxirribosa en el ADN) unida a un grupo fosfato y a una base nitrogenada. Las bases que se utilizan en el ADN son la adenina (A), citosina (C), guanina (G) and timina (T). En el ARN, la base uracilo (U) toma el lugar de la timina. Las moléculas de ADN y ARN son polímeros formados por largas cadenas de nucleótidos.

**OGM:** Es la abreviatura de "organismo modificado genéticamente". Es una planta, animal o microbio en el cual se introdujeron uno o más cambios en el genoma, por lo general mediante ingeniería genética, para tratar de alterar las características del organismo. Se pueden introducir, ampliar o eliminar genes dentro de una especie, entre especies o, incluso, entre reinos.

**OGE:** Organismo genéticamente manipulado como resultado de la edición genética.

Fuentes: National Human Genome Research Institute Medline Plus; Instituto Nacional del Cáncer, NHI.

## INTRODUCCIÓN

En Chile, en julio de 2025, se dio luz verde regulatoria a una nueva variedad de trigo harinero modificada genéticamente (GM) con la técnica de edición CRISPR/Cas9. Sin embargo, fue clasificado como convencional, es decir, como una variedad de trigo producida mediante prácticas agrícolas estándar. En consecuencia, podrá avanzar sin restricciones adicionales durante un tiempo ilimitado. Se trata del 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.

La modificación genética mediante la técnica de edición del genoma CRISPR/Cas9 es una de las nuevas formas de ingeniería genética que se están aplicando al desarrollo de tecnologías agrícolas, a partir de la «edición» del genoma o ADN de organismos vivos. La edición del genoma se realiza a través del uso de moléculas biológicas (enzimas), que hacen las veces de tijeras moleculares, cortando el ADN y luego, a través de diversos mecanismos, lo reparan.

Los aspectos críticos y los riesgos de esta tecnología se centran en su seguridad y precisión, en las mutaciones que pueden surgir, así como en los efectos fuera del objetivo y otros no deseados, que incluyen diversas formas de daño genético en los genomas editados.

En el país, con un elevadísimo consumo de pan per cápita, estimado en más de 90 kilos 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 empieza a ser fabricada con trigo editado genéticamente.

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 requieren con urgencia para enfrentar el cambio climático.

En virtud de lo anterior, tenemos el gran desafío de difundir el consumo de los trigos antiguos entre los consumidores y nutricionistas. Asimismo, buscamos alentar la conservación y reproducción de las semillas y el cultivo del sarraceno, del trigo espelta y de los trigos antiguos (tradicionales), libres de patentes, como parte de los sistemas de cultivos agroecológicos, para que estén presentes en los mercados territoriales y locales, a través de circuitos cortos de abastecimiento entre productores y consumidores.

Queremos a nuestra marraqueta libre de manipulación genética y de residuos de plaguicidas perjudiciales para nuestra salud.

## PRIMERA PARTE

### 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**,<sup>1</sup> un nutriente fundamental para **nuestra salud digestiva**.<sup>2</sup> Mejora la salud intestinal y disminuye el riesgo de cáncer de colon.<sup>3</sup> 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.<sup>4 5</sup>
- 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.**
- 6.- El tratamiento con extracto de salvado de trigo sarraceno previene el aumento de los niveles séricos de triglicéridos y el hígado graso.<sup>6</sup>
- 7.- Es una excelente **fuentes 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

---

<sup>1</sup> 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>

<sup>2</sup> 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/>

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

<sup>4</sup> 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/>

<sup>5</sup> 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>

<sup>6</sup> 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.

**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 crónicas<sup>7</sup> y metabólicas, como la **diabetes**,<sup>8</sup> debido a que ayuda a normalizar los niveles de azúcar en sangre. Refuerza el sistema inmunitario<sup>9</sup> <sup>10</sup> y es apto para personas con **enfermedad celíaca**,<sup>11</sup> 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 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.<sup>12</sup>

## 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.<sup>13</sup> 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.**<sup>14</sup> Se utiliza en panadería, repostería y en ensaladas.<sup>15</sup>

Los cultivos del alforfón o sarraceno y del espelta, por sus excelentes características -por ejemplo, su tolerancia a la sequía, su resiliencia al clima y sus propiedades benéficas para la salud- garantizan tanto el acceso a alimentos que satisfacen las necesidades alimentarias como su coherencia 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 los modos de producción libre de plaguicidas, transgénicos y edición genética.<sup>16</sup>

---

<sup>7</sup> 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.

<sup>8</sup> 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.

<sup>9</sup> ¿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/>

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

<sup>11</sup> Hacı 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

<sup>12</sup> 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>

<sup>13</sup> 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/>

<sup>14</sup> 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/>

<sup>15</sup> 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/>

<sup>16</sup> 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-

## SEGUNDA PARTE

### 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.<sup>17</sup> Por tanto, ha permitido su avance a ensayos de campo y a la validación comercial como si se tratara de un trigo convencional certificado, lo que le posibilitará 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- 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 compañía argentina **Buck Semillas** (propiedad de agricultores de origen alemán avecindados 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 certificadas.<sup>18</sup>

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

La empresa Neocrop Technologies, además de la tecnología CRISPR/Cas9, cuenta con un software propietario de predicción de genes candidatos denominado Neomics Miner\*, que aplica datos e inteligencia artificial para comprender las interacciones entre genes. Además, esta herramienta funciona en conjunto con un sistema de crecimiento acelerado (speed-breeding), que consiste en cámaras de crecimiento automatizadas destinadas a 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,<sup>19</sup> 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 una “Igual repartición de los royalties (regalías) por las ventas». <sup>20</sup>

---

<sup>17</sup> [https://www.sag.gob.cl/sites/default/files/metodologia\\_evaluacion\\_trigo\\_harinero.pdf](https://www.sag.gob.cl/sites/default/files/metodologia_evaluacion_trigo_harinero.pdf)

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

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

<sup>20</sup> 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/>

En un país con un consumo de pan per cápita superior a los 90 kilos anuales, la introducción de esta tecnología otorga a sus propietarios control sobre nuestra alimentación. Además, ante la ausencia de regulación sobre etiquetado que garantice una mínima transparencia, los consumidores no tendremos el derecho a saber en qué momento la marraqueta que llega a nuestra mesa comenzará a elaborarse con trigo editado genéticamente.

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

La industria biotecnológica y sus encargados de las relaciones públicas han realizado en el país una amplia campaña de prensa y lobby con el fin de obtener la aprobación de las autoridades, y lograr 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 se publicita como el “trigo del futuro”, por su mayor aporte de fibra en comparación con el trigo convencional certificado, al que se le incrementó, específicamente, el almidón resistente (amilosa),<sup>21</sup> 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, caracterizado por su alto contenido de fibra y sus propiedades beneficiosas para la salud. Además, afectan la producción de los trigos antiguos (tradicionales) y del trigo espelta, que no conllevan riesgos ni las incertidumbres asociadas a los cultivos modificados genéticamente con mediante 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)**, basados en la premisa de una supuesta “equivalencia”. Sin embargo, definir a plantas cuyo genoma ha sido modificado de manera profunda como equivalentes a plantas convencionales carece de una base científica. Diversos estudios realizados por reconocidos genetistas han demostrado que los aspectos más relevantes a considerar incluyen, entre otros, el lugar del genoma donde se producen las mutaciones y las funciones genéticas afectadas. En este contexto, no resulta determinante el número de nucleótidos<sup>22</sup> modificados en una mutación, sino las consecuencias intencionadas y las modificaciones no previstas que pueden producirse en todo el genoma a lo largo de las distintas etapas del proceso de modificación genética.<sup>23</sup> El trigo editado-GM solo ha sido evaluado por SAG para determinar si es transgénico o no, por tanto, al ser considerado como equivalente al convencional, no tendrá que someterse a evaluaciones de riesgo antes de su introducción al ambiente y comercialización y, como se ha anunciado, podrá cultivarse 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 se destinará al consumo humano ni animal.

---

<sup>21</sup> Ver en: <https://chilebio.cl/2025/09/22/mas-saludable-startup-chilena-obtiene-luz-verde-para-el-primer-trigo-editado-geneticamente-en-argentina/>

<sup>22</sup> Molécula que constituye el componente básico de los ácidos nucleicos ADN y ARN.

<sup>23</sup> 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](https://www.ig-saatgut.de/media/ig_saatgut_-_analyse_verordnungsvorschlag_neue_gentechnik_final.pdf)

En Chile, la desregulación radical de las plantas obtenidas mediante las NTG-GM ha liberado totalmente a los reguladores de su responsabilidad de realizar análisis de riesgo y monitoreos a los cultivos editados-GM que permitan verificar que estos no contienen pequeños fragmentos de ADN extraño en su genoma, así como de establecer requisitos de coexistencia, trazabilidad, entre otros. También ha eximido a las empresas dueñas de las patentes del cumplimiento de las “obligaciones de responsabilidad”, que exigen asumir los costos económicos frente a eventuales daños a los agricultores y restaurar los ecosistemas afectados.

## DESREGULACIÓN PARA LA TÉCNICA DE 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 el SAG en respuesta a una consulta por transparencia realizada en el marco del “Acceso a la Información Pública”.<sup>24</sup> Los casos evaluados por el SAG corresponden a **arroz, choclo, manzano, uva vinífera, soja o soya, canola, mostaza, sésamo y sorgo bicolor**.

Según el SAG, “entre el año 2017 y el 4 de septiembre de 2025, se han registrado 71 casos de evaluación y la totalidad de las solicitudes corresponde a etapas de investigación, razón por la cual no se encuentran en fase de comercialización”. De estos casos, “uno de ellos fue retirado por el propio solicitante; **seis casos corresponden a variedades transgénicas (maíz y soja)**, 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, tras la evaluación efectuada por el SAG, se determinó que “**No son OGM**”, por no presentar-según el propio servicio-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 mediante técnicas de edición génica, ha anunciado que desarrollará en Chile mandarinas y otras variedades 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.”<sup>25</sup>

## 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),<sup>26</sup> que nació en la Región de Araucanía, donde se produce casi el 51 % del trigo nacional. Esta organización se formó porque sus integrantes no se sienten representados por los intereses de la agroindustria, y aunque es de reciente creación, ya agrupa a 10 mil agricultores, que representan al 95 % del total en el país. Según señala su presidente, Camilo Guzmán, enfrentan una realidad brutal: un oligopsonio, es decir 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

---

<sup>24</sup> 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.”

<sup>25</sup> 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](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)

<sup>26</sup> <https://www.df.cl/df-mas/coffee-break/quien-esta-detras-de-la-nueva-agrupacion-que-quiere-defender-a-los>

quienes dominan el mercado”.<sup>27</sup> 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”.

Para la AU, la introducción del trigo editado-GM exige certezas jurídicas que protejan las semillas nativas y resguarden 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”. En este sentido, agregó: “Necesitamos reglas claras y transparencia para evitar la contaminación genética, responsabilizar a quienes la provoquen y compensen a los productores afectados”.<sup>28</sup>

## **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. En el país, los alimentos modificados genéticamente no se rotulan y se consideran sustancialmente equivalentes a su contraparte convencional. En consecuencia, se ha negado al consumidor su derecho a saber. Por otra parte, al tratar a los cultivos editados-GM como convencionales, también se priva a los agricultores de contar con regulaciones que los protejan de posibles efectos negativos derivados de la manipulación genética del trigo.

El secretismo en torno a los organismos modificados genéticamente, OGMs, ha sido otro obstáculo difícil de sortear.<sup>29</sup> 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.<sup>30</sup> Esta acción legal dio inicio a un largo y engorroso proceso, marcado por la férrea oposición de Monsanto y de las empresas semilleras, que culminó en 2012 cuando el CPLT ordenó al SAG poner fin al secreto.<sup>31</sup> Tal decisión permitió a los apicultores conocer las especies y superficies sembradas con transgénicos cercanas a un apiario y facilitó 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 sometidos a una regulación estricta, similar a la que rige a los transgénicos, lo que dificulta su comercialización al menos hasta ahora. Inglaterra, que ya no forma parte de la UE, sí permite este tipo de cultivos, al igual que 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 un control y seguimiento completo de las variedades editadas genéticamente. Sin embargo, los gobiernos de Escocia, Gales e Irlanda del Norte no han autorizado el uso comercial de la edición genética. Una vez más, América Latina será

---

<sup>27</sup> <https://araucaniadiario.cl/contenido/29197/agricultores-unidos-encaran-al-ministro-de-agricultura>

<sup>28</sup> Trigo editado genéticamente: AU exige certezas jurídicas Para proteger semillas nativas. en: <https://www.litoralpress.cl/SimbiuPDF/2025/08/19/6109835.pdf>

<sup>29</sup> 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/>

<sup>30</sup> [https://www.biodiversidadla.org/Noticias/Chile\\_apicultores\\_perderan\\_mercados\\_europeos\\_por\\_contaminacion\\_de\\_miel\\_con\\_transgenicos](https://www.biodiversidadla.org/Noticias/Chile_apicultores_perderan_mercados_europeos_por_contaminacion_de_miel_con_transgenicos)

<sup>31</sup> Histórico fallo de Consejo para la Transparencia confirma el fin al secreto sobre transgénicos. <https://olca.cl/articulo/nota.php?id=101611>

el campo de experimentación para estas nuevas técnicas cuestionadas y no masificadas, hasta la fecha, en el norte global.



Mientras en Europa se discute la desregulación de estas nuevas tecnologías<sup>32</sup> en reuniones tripartitas, entre el Parlamento, el Consejo y la Comisión de la UE,<sup>33</sup> las principales industrias químicas y biotecnológicas, junto con comerciantes de materias primas y productores de semillas, han emitido una declaración en la que insisten en su propuesta de **desregulación total de los vegetales modificados genéticamente (GM) desarrollados mediante las denominadas “nuevas técnicas genómicas” (NTG)**.<sup>34</sup> La opinión de los eurodiputados es que todas las plantas obtenidas a través de NTG deberían seguir prohibidas en la producción ecológica, ya que su compatibilidad requiere de una evaluación más exhaustiva.<sup>35</sup> A finales de junio de 2025, las

negociaciones a nivel técnico se encontraban en un punto muerto debido a posiciones muy divergentes, especialmente en materia de etiquetado y de patentes.<sup>36</sup> Los principales puntos conflictivos que se trataron en estas reuniones fueron la trazabilidad, las patentes y la coexistencia.<sup>37</sup> Sin embargo, el 3 de diciembre, en reunión tripartita, el Parlamento Europeo, el Consejo y la Comisión Europea acordaron desregular por completo la nueva generación de organismos genéticamente modificados, es decir, los nuevos OGM o las denominadas “nuevas técnicas genómicas”. En dicha reunión, la relatora del Partido Popular Europeo (PPE), Jessica Polfjård, renunció a casi todas las posiciones defendidas previamente por el Parlamento Europeo; por tanto, las plantas editadas genéticamente de la categoría NGT1 serán consideradas equivalentes a las plantas convencionales.

Si este acuerdo provisional llega a convertirse en ley, no habrá evaluación de riesgos, ni etiquetado, ni trazabilidad, ni zonas de seguridad obligatorias, ni otras medidas necesarias de coexistencia. El acuerdo establece que los Estados pueden adoptar medidas de coexistencia, pero ello no será obligatorio, tal como lo exigían los agricultores orgánicos y agroecológicos, así como las organizaciones de consumidores. Solo se etiquetarán las semillas con el fin de ayudar a evitar que sean sembradas por agricultores no transgénicos.<sup>38</sup> Según lo acordado en la reunión tripartita, las plantas desarrolladas para incorporar rasgos insecticidas deberán quedar sujetas a las disposiciones de la categoría 2 de plantas NGT (transgénicas), por tanto, se someterán a una evaluación de riesgos y a un etiquetado simplificados. Mute Schimpf, de la campaña de alimentos de Amigos de la Tierra Europa, señaló: “Este acuerdo no es más que un regalo anticipado para la industria biotecnológica y un castigo para los consumidores, los agricultores y la naturaleza. Elimina los controles de seguridad, suprime el etiquetado y despoja a las personas del derecho a elegir, al tiempo que permite a las grandes empresas lucrarse con las patentes.

---

<sup>32</sup> 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>

<sup>33</sup> 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.

<sup>34</sup> 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>

<sup>35</sup> 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”.

<sup>36</sup> 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>

<sup>37</sup> 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/>

<sup>38</sup> GMWATCH En: <https://gmwatch.org/en/106-news/latest-news/20617-bad-deal-reached-on-new-gmo-deregulation-file-in-eu-trilogue>

Parece que las instituciones de la UE están haciendo todo lo posible por complacer al Gobierno de los Estados Unidos con la adquisición corporativa más extrema que se pueda imaginar”.

Al respecto, Heike Moldenhauer, secretaria general de ENGA, la European Non-GMO Industry Association, expresó: “Bajo la enorme presión de las grandes empresas agrícolas y biotecnológicas, los legisladores han cedido. Desregular los nuevos OMG y eliminar la transparencia, privando a los consumidores y a la industria alimentaria de su derecho a saber qué contienen sus alimentos, no es el camino hacia una agricultura sostenible y la competitividad del sector alimentario de la UE”. Asimismo, la ENGA solicitó al Parlamento Europeo y al Consejo que: “rechacen esta propuesta legislativa y defiendan a los ciudadanos, que quieren saber qué contienen sus alimentos, y a un sector alimentario que desea seguir produciendo alimentos sin OMG”.

Según señala Amigos de la Tierra Europa, “Si este acuerdo se convierte en ley, los nuevos OMG ya no estarán sujetos ni a la Directiva de responsabilidad medioambiental de la UE ni a los regímenes nacionales de responsabilidad aplicables a los productores de cultivos transgénicos. Si “por casualidad” se detectara algún daño, las empresas responsables de la comercialización de OMG no podrían ser consideradas responsables.”

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”.<sup>39</sup>

En la Unión Europea, especialmente en Francia y Alemania, ad portas de que la nueva desregulación se convierta en ley, se está llevando a cabo una fuerte **campaña de los consumidores exigiendo el etiquetado de los productos alimentarios que tendrán como ingredientes estos nuevos vegetales modificados genéticamente.**

<sup>40</sup> En 2025 emitieron 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 socavarían los derechos fundamentales de 450 millones de ciudadanos de la UE y se pondría en peligro la integridad de los sistemas agrícolas libres de organismos genéticamente modificados (OGM) en toda Europa. <sup>41</sup>

---

<sup>39</sup> Winter Gerd, The European Union ´s deregulation for plants obtained by new Genomic techniques. An critique and an alternative option. In <https://enveurope.springeropen.com/articles/10.1186/s12302-024-00867-z>

<sup>40</sup> Inhalt und Auswirkungen des Verordnungsvorschlags der EU-Kommission zu mit neuen gentechnischen Verfahren erzeugten Pflanzen, September 2023. Contenido y repercusiones de la propuesta de reglamento de la Comisión Europea sobre las plantas producidas mediante nuevas técnicas de ingeniería genética, septiembre de 2023.

<sup>41</sup> 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>

## TERCERA PARTE

### RAZONES POR LAS QUE DEBE PREOCUPARNOS EL TRIGO EDITADO GENÉTICAMENTE

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

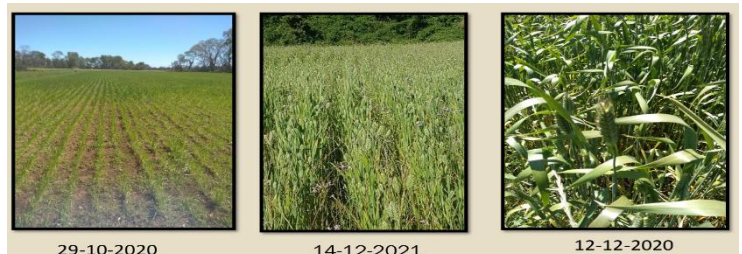
En 1938 se cultivaban más de cien variedades de trigo en todo el país, entre ellas: flourence, chaucho, vilmorin 23, vilmorin 27, oregón, linaza, chufquén, pulardo, milquinientos. Sin embargo, en los años 60 cuando la agricultura comienza a mecanizarse, las variedades locales son desplazadas por las 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 respaldo a la manipulación genética del trigo, en detrimento de los cultivos tradicionales, que poseen propiedades que los hacen apropiados para condiciones de bajo uso de insumos y no conllevan los riegos ni 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 locales<sup>42</sup> 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 el pueblo mapuche y por campesinos.<sup>43</sup>

#### 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. Estas variedades están protegidas por registros y, por tanto, reportan grandes utilidades a las empresas semilleras titulares de las patentes.

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.<sup>44</sup> 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, donde además de la fabricación de harina y otras preparaciones caseras, se mantiene una artesanía patrimonial con paja trenzada de trigo, utilizada para la elaboración de chupallas (sombreros).<sup>45</sup> En el valle de Itata, también se cultivan variedades locales de trigo, como el fiuto, para la producción de trigo mote y



<sup>42</sup> 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](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.

<sup>43</sup> Mariángel Paula y Fuentealba, Paula (2019). Vamos al Grano, hablemos de Trigo. CETSUR. Tomé, Chile.

<sup>44</sup> Artesanías fabricadas con trigo Ligun en: <https://trenzadosdecutemu.cl/>

<sup>45</sup> Variedades locales de trigo del Valle del Itata. Silva Candia, Paola; Arce, Alberto; Becerra, Marcelo; Carvajal, Daniela; Gallegos, Valentina, Universidad de Chile, 2017.

harina de soplillo; el chucho destinado a mote y café; y el furfulla y cebolla, para la elaboración de harina tostada.<sup>46</sup>

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 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 poseen atributos que las hacen apropiadas tanto a condiciones de bajo uso de insumos como para manejos orgánicos, ecológicos, permaculturales y sus alternativas sostenibles.<sup>47</sup>

Un proyecto FIA publicado en 2016 ratificaba que en Chile todavía se cultivan las variedades tradicionales de trigo, como linaza o chinchilla y el castaño colorado, de acuerdo con lo investigado y documentado en dicha iniciativa.<sup>48</sup> Asimismo, la Fundación Biodiversidad Alimentaria ha contribuido a la recuperación de trigos antiguos que están retornando a manos campesinas. Los trabajos de campo reportan la existencia de diversas variedades antiguas de trigo: dalma, capel y mocho fueron encontradas y recuperadas por investigadores desde cultivos de agricultores del Valle del Huasco, y por ello fueron clasificadas en el estado de conservación “En Riesgo”.<sup>49</sup> 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 hallaron también el trigo dalma, el diente de perro y el trigo linaza. Estas últimas variedades eran nombradas como “trigos de pobres” porque no requieren fertilizantes para obtener una buena producción. Todas ellas se encuentran actualmente “En Riesgo”<sup>50</sup>.

Por tanto, tenemos el desafío de difundir el consumo de trigos antiguos entre consumidores y nutricionistas, al mismo tiempo fomentamos la conservación y reproducción de las semillas nativas, así como del cultivo del sarraceno<sup>51</sup>, trigo espelta y otras variedades tradicionales libres de patentes. Estas acciones se enmarcan en los cultivos agroecológicos, con el objetivo de que los productos estén presentes en los mercados territoriales y locales, utilizando circuitos cortos de abastecimiento entre productores y consumidores.

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

Al igual que las semillas transgénicas, el trigo editado también puede desarrollarse 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.<sup>52</sup>

---

<sup>46</sup> Silva, 2017, Op.cit.

<sup>47</sup> 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/>

<sup>48</sup> FIA 2016. Patrimonio Alimentario de Chile. Op.cit.

<sup>49</sup> Ordenes, Esteban. Biodiversidad del Valle del Huasco, 8 Libros, 2023, página 278.

<sup>50</sup> Fundación Biodiversidad Alimentaria, Catálogo de Semillas Tradicionales de Chile, Fundación Biodiversidad Alimentaria, 2023.

<sup>51</sup> 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>

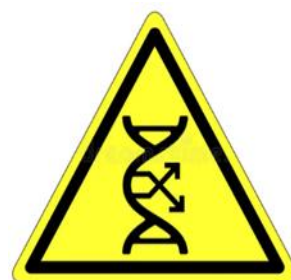
<sup>52</sup> Herbicidas aplicados a cultivos editados genéticamente. En ChileBio: <https://chilebio.cl/2019/04/18/china-desarrolla-trigo-editado-geneticamente-para-controlar-malezas-de-manera-sustentable/>

Las sulfonilureas pueden causar la contaminación del suelo y agua, así como degradación ambiental por la eliminación de plantas nativas, 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 durante periodos prolongados, aumentando el impacto en los ecosistemas más allá del área de aplicación.

Actualmente varios herbicidas del tipo sulfonilureas se comercializan en el mercado nacional.<sup>53</sup> Uno de ellos es **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)**, lo que indica que es muy tóxico para organismos acuáticos, especialmente en peces, algas y otros, y, puede causar efectos crónicos o nocivos duraderos. Desde diciembre de 2019, clorsulfurón, no está permitido en la Unión Europea.<sup>54</sup>

### **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. Estudios científicos han demostrado que la técnica de la edición genética no es completamente precisa y puede provocar toxicidad celular, generar genomas inestables y mutaciones, entre otros problemas.<sup>55</sup>



Además, al ser evaluado como convencional, se espera que el trigo editado-GM utilice los mismos plaguicidas y fertilizantes químicos que se aplican al trigo común cultivado mediante métodos agrícolas convencionales. En consiguiente, el trigo editado-GM también podría generar impactos económicos, sociales y ambientales asociados al uso de plaguicidas altamente peligrosos.

### **En trigo se usan diversos plaguicidas altamente peligrosos, entre ellos:**

a) **Herbicidas**, para eliminar hierbas no deseadas. Entre ellos, destacan el **glifosato (clasificado como cancerígeno, según OMC/IARC)**, **2,4-D ( asociado a cáncer y problemas reproductivos según el Sistema Global Armonizado, SGA)** y **tritosulfurón, no aprobado en la Unión Europea**, comercializado bajo la marca **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, confirmó, en 2025, que el glifosato provoca cáncer incluso en los niveles de exposición considerados "seguros" por la Unión Europea.<sup>56</sup> La revista Environmental Health publicó dicho estudio sobre glifosato en animales, en el que participaron 27 investigadores, y ha sido considerado el más completo realizado

<sup>53</sup> 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>

<sup>54</sup> 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/](https://glyphosatestudy.org/es/hrf_faq/quienes-forman-el-instituto-ramazzini/)

<sup>55</sup> 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>

<sup>56</sup> 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>

sobre este herbicida. La investigación comprobó que tanto el glifosato como la formulación utilizada en la UE, cuando se administran a largo plazo, incluso a niveles muy bajos equivalentes a la Ingesta Diaria Admisible (IDA) de la Unión Europea, **causan leucemia de aparición temprana en ratas**. Reveló también un aumento significativo en numerosos tipos de tumores en piel, hígado, tiroides, sistema nervioso, ovario, glándula mamaria, glándulas suprarrenales, riñón, vejiga urinaria, hueso, páncreas endocrino, útero y bazo, proporcionando 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».<sup>57</sup>

b) **Fungicidas**, 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 UE en 2026. Según el SAG, está clasificado como nocivo, se sospecha que puede dañar al feto y es tóxico para las abejas. Otro fungicida empleado es el **tebuconazol**, que según el Sistema Global de Armonización (SGA) puede causar cáncer y problemas reproductivos.

c) **Insecticidas** para eliminar insectos. Entre otros, se encuentran la **clotianidina**, comercializada como **Janus® 480 FS, de Bayer**, que no está aprobada por la Unión Europea. Según el SGA, este insecticida presenta graves efectos crónicos y ambientales, entre ellos, toxicidad para la **reproducción** (Categoría **2, H361**). Se sospecha que puede afectar la fertilidad o dañar el feto y perjudicar a los niños alimentados con leche materna (Categoría **H362**). Asimismo, presenta toxicidad específica en determinados órganos, por exposición única (Categoría **1, H370**). En el medio ambiente acuático representa un peligro (**agudo**) a corto plazo (Categoría **1, H400**), muy tóxico para los organismos acuáticos y peligro a largo plazo (**crónico**) para el medio ambiente acuático, con efectos duraderos. (Categoría **H410**).

### **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 promocionan el trigo editado genéticamente como trigo convencional, con el fin de evitar la mala fama de los cultivos modificados genéticamente (OGMs). Aunque en este caso no se han introducido ADN o genes de otros organismos, como ocurre con los transgénicos, se trata de un trigo que está modificado genéticamente en laboratorio y forma parte de las nuevas técnicas genómicas **NTG-GM**. Estas técnicas permiten alterar el material genético de un organismo y abarcan herramientas de edición genética, como **CRISPR/Cas9**, que posibilitan modificar el código genético de un organismo vivo en ubicaciones específicas seleccionadas (**mutagénesis dirigida**) o insertar secuencias de la misma especie o de una especie estrechamente relacionada o sexualmente compatible (**cisgénesis**).<sup>58</sup>

---

<sup>57</sup> 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/](https://glyphosatestudy.org/es/hrf_faq/quienes-forman-el-instituto-ramazzini/)

<sup>58</sup> Criterios para la evaluación de riesgos de las plantas producidas mediante mutagénesis dirigida, cisgénesis e intragénesis, Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria, EFSA, Op.cit.

**EL TRIGO EDITADO GENÉTICAMENTE NO ES EQUIVALENTE A UN TRIGO CONVENCIONAL  
LA EDICIÓN GENÉTICA DEL TRIGO, MEDIANTE LA TÉCNICA CRISPR/Cas9, NO LA PUEDE REALIZAR UN  
CAMPEÑO, POR TANTO, NO ES UNA TÉCNICA DE MEJORAMIENTO CONVENCIONAL**



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.<sup>59</sup>

### **Los riesgos de la técnica de edición genética**

Sin embargo, estos mecanismos de reparación no pueden ser controlados de manera total por el ingeniero genético, por lo que pueden ser imprecisos. De forma similar a la técnica empleada en los transgénicos antiguos, después que la herramienta de edición de genes realiza el corte, se inserta un fragmento de ADN nuevo precisamente en el lugar de la ruptura para que actúe como “plantilla” y repare el ADN, confiriendo un nuevo rasgo. Este proceso permite alterar las características del vegetal y destruir la función de un gen específico, pero al mismo tiempo puede provocar daños fuera del objetivo y otras mutaciones no previstas en la zona de ruptura. Aunque la propaganda sostiene que se emplean técnicas de “mejoramiento de precisión”, diversos estudios realizados por biotecnólogos demuestran que estas técnicas no son del todo precisas y pueden ser peligrosas. Por estas razones, afirmar que el trigo editado genéticamente es equivalente al mejoramiento convencional constituye una información falsa. Las semillas obtenidas mediante edición genética son organismos genéticamente modificados (OGMs), generados en procesos experimentales, y muchos aspectos de su seguridad permanecen inciertos y son riesgosos, de acuerdo con las investigaciones realizadas por diversos genetistas.

---

<sup>59</sup> Nucleótido, molécula que constituye el componente básico de los ácidos nucleicos, ADN y ARN

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

**No es precisa.** Aunque las herramientas CRISPR/cas9 tienen la capacidad para cortar genomas en lugares específicos, dichos cortes también pueden generar 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**. En 2019, en una conferencia médica, Church declaró que la tecnología CRISPR es como un “hacha desafilada” y agregó: **“Le llaman edición, pero en realidad es vandalismo genómico”**.<sup>60</sup>

**Un gran riesgo con consecuencias desconocidas.** De manera similar, la bioquímica Jennifer Doudna, galardonada con el Premio Nobel por su trabajo en el desarrollo de CRISPR/Cas9, reconoció en una entrevista con The New York Times el 22 de octubre de 2020 que **CRISPR conlleva un «gran riesgo»** y advirtió sobre las **consecuencias desconocidas de la edición genética de embriones**.<sup>61 62</sup>

**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, y 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 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 posdoctoral en el mismo laboratorio, 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. **Aún nos queda mucho por aprender sobre los efectos de la tecnología CRISPR-Cas9**”.<sup>63</sup>

**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 utilizando el sistema de edición genómica CRISPR Cas9. En el artículo, publicado en la revista Cell en diciembre de 2020, se indica 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

---

<sup>60</sup> 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>

<sup>61</sup> 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/>

<sup>62</sup> 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/>

<sup>63</sup> 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/>

simplemente renunciaron a intentar repararlas, desechando cromosomas enteros, que son las unidades en las que se empaqueta el ADN humano".<sup>64</sup>

**Grandes deleciones (pérdida de un segmento de ADN) y efectos inesperados.** Investigadores del Instituto Wellcome Sanger Institute, Hinxton, Inglaterra, publicaron en 2018 un nuevo estudio sobre CRISPR/Cas9 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 serios riesgos y efectos inesperados asociados a las NTG-GM debido a que el CRISPR/Cas9 causa, con frecuencia, extensas mutaciones incluso a cierta distancia del sitio de edición del genoma. En el estudio se descubrió que muchas células editadas sufrieron reorganizaciones con "borrados" e inserciones de ADN no deseados, lo que puede provocar que algunos genes clave se "activen" o "desactiven". Según declaró Michael Kosicki, uno de los autores: “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 investigadores, explicó: **“Este es el primer análisis sistemático de los efectos inesperados que provoca la edición 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,**<sup>65</sup>

**Probabilidad de grandes reordenamientos del ADN.** 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, se descubrió 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 **la técnica aumentaba la probabilidad de grandes reordenamientos del ADN.** Aunque estos eventos eran poco frecuentes -entre el 5 y el 6 % de los casos en el modelo experimental- 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 permitir que los elementos móviles se inserten tanto en los puntos previstos como en otros lugares no deseados.**<sup>66</sup>

---

<sup>64</sup> 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>

<sup>65</sup> 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>

<sup>66</sup> 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/>

**Variaciones estructurales fuera del objetivo.** Otra investigación, publicada en diciembre de 2024 bajo el título, “**Los editores de bases de adenina inducen variaciones estructurales fuera del objetivo en embriones de ratón y células T humanas primarias**”, realizada por Leilei Wu, Shutan Jiang y colaboradores, 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.<sup>67</sup>

**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. Esto podría generar **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**”.<sup>68</sup>

**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 Jiaxing, Jiaxing, Zhejiang, China, analizó 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, pese al potencial de esta tecnología, persisten retos importantes, como **la baja eficiencia de la edición, la aparición de efectos fuera del objetivo y los obstáculos normativos**.<sup>69</sup>

---

<sup>67</sup> 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.

<sup>68</sup> 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.

<sup>69</sup> 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)

## CUARTA PARTE

### 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 del trigo editado genéticamente (GM) en el medio ambiente puede generar consecuencias ecológicas imprevistas, dado que la técnica no es eficiente en todas las especies vegetales ni siempre permite identificar rasgos controlados por múltiples 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 de manera incontrolada, creando desequilibrios en los ecosistemas y nuevas amenazas. Si bien la edición del trigo mediante CRISPR/Cas9 no introduce ADN de otras especies, persiste la incertidumbre sobre sus interacciones en los campos con cultivos de trigo no modificados genéticamente. Además, existe el riesgo de que el trigo editado-GM contenga material genético no deseado de otra especie, procedente del proceso original de edición CRISPR. Un ejemplo es el trigo editado-GM aprobado en 2025 para pruebas de campo en el Reino Unido: para su modificación, los biotecnólogos primero emplearon **Agrobacterium tumefaciens** para realizar la edición genética. Actualmente, ocho de las nueve líneas de trigo editadas aún conservan fragmentos del ADN transgénico inicial, lo que indica que este trigo editado-GM no puede considerarse equivalente al "convencional" y, en rigor, debería clasificarse como "transgénico".

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

4.- Genera monocultivos altamente resistentes a herbicidas, lo que favorece la aparición de hierbas silvestres también resistentes. Esto provoca un uso cada vez mayor de herbicidas, creando 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 Altamente Peligrosos, entre ellos 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 esta sustancia provoca leucemia y una serie de otros tumores en ratas, incluso en dosis que actualmente se consideran seguras.

5.- Afecta negativamente a los ecosistemas debido al uso de **plaguicidas altamente peligrosos (PAPs)**. Al tratarse de un trigo considerado equivalente al convencional, es probable que utilicen fungicidas para combatir enfermedades, como el tebuconazol, sustancia química que puede causar cáncer y problemas reproductivos, según el Sistema Global Armonizado (SGA). También podrían utilizarse insecticidas como tiametoxam, no aprobado en la Unión Europea, o la clotianidina, de marca comercial Janus® 480 FS, asociada a 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 puede provocar erosión genética, es decir, la pérdida de biodiversidad y de especies, lo que amenaza el equilibrio de los ecosistemas y reduce la

capacidad de la agricultura para enfrentar desafíos presentes y futuros. La diversidad genética permite a los cultivos responder de mejor manera al ataque de insectos y enfermedades.

7.- Contribuye a la pérdida de cultivos antiguos y de pseudocereales como el sarraceno o alforfón, que de forma natural presenta un alto contenido de fibra y proteínas. La disminución de otras variedades de trigo y especies silvestres también afecta la biodiversidad, elemento fundamental para la seguridad alimentaria y la adaptación al cambio climático. Una mayor diversidad genética, proveniente de trigos antiguos y convencionales no manipulados genéticamente, aumenta la capacidad de las distintas variedades para adaptarse al cambio climático, reproducirse y evolucionar a largo plazo.

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

9.- Amenaza la producción de trigos y alimentos sanos cultivados mediante 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 agrícola que favorece la producción a gran escala en detrimento del desarrollo de la pequeña agricultura familiar campesina. Además, perjudican el acceso al mercado de los trigos tradicionales y de las variedades provenientes de sistemas de cultivo libres de ingeniería genética.

10.- Las empresas dueñas de la patente del trigo editado mediante la técnica CRISPR/Cas9 quedan liberadas de diversas normas de responsabilidad. Entre ellas, del cumplimiento de requisitos fundamentales, entre ellos, la evaluación de riesgos, las medidas de coexistencia, la trazabilidad y el etiquetado. Asimismo, quedan exentas de las **“obligaciones de responsabilidad”** destinadas a reparar perjuicios a agricultores y daños a la biodiversidad.

11.- El trigo editado-GM constituye un organismo genéticamente modificado (OGM); sin embargo, no está sujeto a regulaciones de etiquetado, lo que impide el derecho de los consumidores a saber y elegir.

12.- Los cultivos modificados genéticamente por tecnología CRISPR/Cas9, se introducirán en el ambiente en el contexto de normativas tan débiles, que equivalen a regulaciones ineficaces, supervisión nula y sin controles. En consecuencia, ni las autoridades reguladoras ni las empresas dueñas de las patentes asumirán los costos económicos para los agricultores por una eventual contaminación de sus cultivos, ni los daños a los bienes naturales comunes y al patrimonio agrícola nacional.

## **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 se encuentra la posible transferencia horizontal (contaminación) de genes extraños en el proceso, incluidos genes de resistencia a antibióticos. Esto presenta un riesgo para la salud pública, considerando que la resistencia a los antibióticos ya constituye un problema grave a nivel mundial. En la agricultura, las NTG-GM ponen en peligro no solo a la diversidad genética y biológica, sino también las estrategias agrícolas ecológicas y agroecológicas que se necesitan con urgencia para enfrentar el cambio climático. En el medio ambiente, la introducción masiva del trigo editado genéticamente (GM) puede generar consecuencias ecológicas imprevistas, dado que la técnica no es eficiente en todas las especies vegetales ni siempre permite identificar rasgos controlados por múltiples genes.

Las NTG-GM no son sostenibles, debido a que pueden provocar contaminación genética y química. La contaminación genética se produce cuando hay transferencia “no deseada” de genes modificados genéticamente a cultivos no OGM. Por otra parte, estos cultivos usan plaguicidas altamente peligrosos (PAPs), lo que puede causar la contaminación de los ecosistemas y generar daños a la salud pública, laboral y ambiental de las comunidades rurales, los campesinos/as y las trabajadoras/es agrícolas de temporada.

Las NTG y el trigo editado CRISPR/Cas9, al ser impulsados por poderosas corporaciones transnacionales biotecnológicas y empresas nacionales que dominan el mercado nacional de semillas, perjudican no solo a los agricultores convencionales sino también impiden el acceso al mercado y el desarrollo de variedades procedentes de cultivos sustentables y libres de ingeniería genética. Entre ellos se encuentran los cultivos biológicos o agroecológicos de trigo, que podrían verse significativamente afectados.

Considerando los innumerables estudios científicos que han revelado serios riesgos asociados a la tecnología CRISPR/Cas9 -entre ellos efectos imprevistos, mutaciones y alteraciones no deseadas- resulta legítima la preocupación acerca del trigo editado-GM. Las autoridades solo han evaluado si este trigo no es transgénico y, por tanto, han desestimado todos los riesgos potenciales al no someterlo a una evaluación exhaustiva mediante secuenciación de lectura larga del genoma completo, que permitiría determinar, por ejemplo, si contiene pequeños fragmentos de ADN extraño en su genoma. La introducción masiva del trigo editado-GM en los campos sin una evaluación de riesgos adecuada y suficiente no permitirá prevenir la contaminación genética de los cultivos de trigo tradicionales ni 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. En lugar de prevenir posibles efectos no deseados, el gobierno ha optado por el camino de hechos consumados que coincide con los intereses de las empresas biotecnológicas, eludiendo la participación temprana de la ciudadanía, en un asunto que resulta especialmente relevante y preocupante.

En 2020, en plena pandemia, las empresas biotecnológicas presionaron para eliminar disposiciones que impedían el cultivo de transgénicos para el mercado interno. Sin embargo, junto con la ciudadanía, las organizaciones socioambientales, apicultores y agricultores orgánicos y agroecológicos logramos rechazar, durante el periodo de consulta pública, el proyecto de resolución de SAG. Con la aprobación del trigo editado-GM sin regulaciones, el país continúa sometiéndose al lobby de las transnacionales agroquímicas y de la biotecnología, incluidos Bayer/Monsanto, así como sus aliados en la Asociación Nacional de Productoras de Semillas, sin profundizar en los efectos que estas tecnologías pueden generar a mediano y largo plazo.

## **FRENTE A LOS RIESGOS E INCERTIDUMBRES QUE PLANTEA LA INTRODUCCIÓN AL AMBIENTE DEL TRIGO EDITADO-GM Y DE LAS NUEVAS VARIEDADES AGRÍCOLAS MODIFICADAS GENÉTICAMENTE MEDIANTE EDICIÓN GENÉTICA CRISPR/CAS9, EXIGIMOS AL GOBIERNO:**

Que, se establezcan regulaciones específicas -de coexistencia, trazabilidad, otras-, para las variedades agrícolas modificadas genéticamente mediante la tecnología de edición CRISPR/Cas9, que permitan responsabilizar legalmente a los dueños de las patentes cuando se produzcan daños económicos a los agricultores o perjuicios a la salud, al patrimonio agrícola y a los bienes naturales comunes.

Que, basado en el principio de precaución, en la protección de la biodiversidad y en la responsabilidad hacia los agricultores y a las generaciones futuras, el SAG realice, de forma transparente, un análisis independiente y fiable del trigo editado-GM mediante la secuenciación de lectura larga del genoma completo.

Una evaluación exhaustiva de riesgos para proteger tanto a los consumidores como a los agricultores y al medio ambiente. Además, solicitamos que se establezca un monitoreo permanente de las áreas plantadas con trigo editado-GM durante un mínimo de dos años, con el fin de asegurar el control y seguimiento total de los

cultivos editados genéticamente aprobados y los que se encuentran 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 sólido que de certeza jurídica y una evaluación de riesgos profunda que permitan verificar, entre otros asuntos, que los cultivos de trigo editado-GM y otros cultivos editados-GM no contienen pequeños fragmentos de ADN extraño en su genoma y no presentan efectos indeseados como mutaciones, inestabilidad genómica, efectos fuera de objetivo, o toxicidad celular.

Que, se establezcan normas de etiquetado y regulaciones que permitan al agricultor distinguir las semillas que han sido modificadas con edición genética, y al consumidor saber si los alimentos han sido elaborados con trigo editado-GM. Estas medidas son necesarias para garantizar el derecho a saber tanto de los agricultores como de los consumidores.



**La aprobación del trigo editado-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.**

**María Elena Rozas F.**

Chilena, periodista Universidad de Chile, experta en plaguicidas y sus impactos. Desde 1995 es coordinadora nacional de la Alianza por una Mejor Calidad de Vida (Red de Acción en plaguicidas de Chile, RAP-Chile), creada en 1993. Fue coordinadora regional de la Red de Acción en Plaguicidas y sus Alternativas en América Latina, RAP-AL entre 2002 y 2005. Actualmente está a cargo de la oficina regional de Comunicaciones y Administración de RAP-AL.

Ex presidenta del Directorio de Greenpeace Chile, entre 2006 y 2011. Actualmente forma parte de IPEN, una red global por un Futuro Libre de Tóxicos compuesta por más de 700 grupos de interés público en 116 países.

Es autora del libro “Plaguicidas en Chile: la guerra química y sus víctimas” y ha escrito diversos documentos, artículos e informes sobre impactos negativos en la salud y el ambiente causados por plaguicidas altamente peligrosos y otros contaminantes ambientales.

En el marco de la Participación Ciudadana, desde 1997 ha participado a nivel nacional e internacional en el seguimiento de los convenios internacionales de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes, COPs, y de Róterdam sobre el Procedimiento de Consentimiento Fundamentado Previo aplicable a ciertos plaguicidas y productos químicos peligrosos objeto de comercio internacional. Actualmente participa en el seguimiento del Marco Global sobre Productos Químicos (GFC).

A nivel nacional ha participado en los grupos de trabajo público-privados sobre el Perfil Nacional de Sustancias Químicas y Enfoque Estratégico para la Gestión de Productos Químicos (SAICM) Pertenece al grupo de trabajo intergubernamental público-privado sobre normativas de residuos de plaguicidas en alimentos del Ministerio de Salud de Chile. Desde el 2 de octubre de 2023 es miembro de la Comisión Asesora de Plaguicidas del Servicio Agrícola y Ganadero, SAG, del Ministerio de Agricultura.