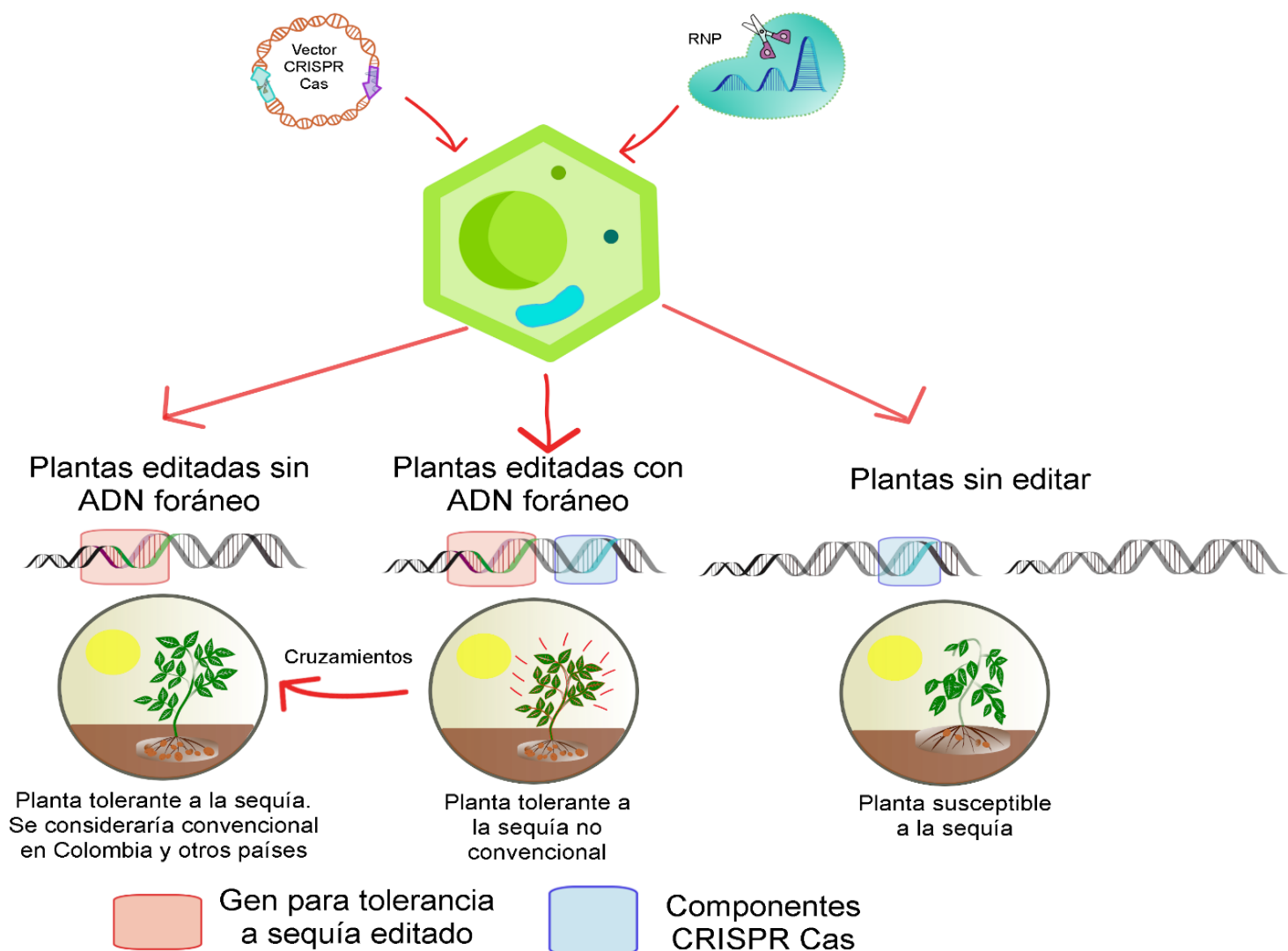




Producto 12: *Edición génica para el mejoramiento en especies vegetales y animales*

Edición de genes en plantas: Definiciones y aplicaciones en el cultivo de la papa

Luz Stella Barrero, Gina Garzón, Edgar Jiménez, Gabriela Massa, Sergio Feingold Año 2025



Códigos JEL: Q16

ISBN:

FONTAGRO (Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria) es un mecanismo único de cooperación técnica entre países de América Latina, el Caribe y España, que promueve la competitividad y la seguridad alimentaria. Las opiniones expresadas en esta publicación son de los autores y no necesariamente reflejan el punto de vista del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), FONTAGRO, de sus Directorios Ejecutivos ni de los países que representan.

El presente documento ha sido preparado por Luz Stella Barrero, Gina Garzón, Edgar Jiménez, Gabriela Massa y Sergio Feingold.

Copyright © 2025 Banco Interamericano de Desarrollo. Esta obra se encuentra sujeta a una licencia Creative Commons IGO 3.0 Reconocimiento-NoComercial-SinObrasDerivadas (CC-IGO 3.0 BY-NC-ND) (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/igo/legalcode>) y puede ser reproducida para cualquier uso no comercial otorgando el reconocimiento respectivo al BID. No se permiten obras derivadas. Cualquier disputa relacionada con el uso de las obras del BID que no pueda resolverse amistosamente se someterá a arbitraje de conformidad con las reglas de la CNUDMI (UNCITRAL). El uso del nombre del BID para cualquier fin distinto al reconocimiento respectivo y el uso del logotipo del BID no están autorizados por esta licencia CC-IGO y requieren de un acuerdo de licencia adicional. Note que el enlace URL incluye términos y condiciones adicionales de esta licencia.

Esta publicación puede solicitarse a:

FONTAGRO

Correo electrónico: fontagro@fontagro.org

www.fontagro.org



Tabla de Contenidos

Abstract	4
Resumen ejecutivo.....	6
Palabras Clave:.....	6
Introducción	7
Información de Relevancia con una discusión técnica.....	8
Objetivos	9
Resultados	9
Discusión.....	13
Conclusiones y recomendaciones.....	13
Referencias Bibliográficas	15
Anexo 1	17
Instituciones participantes.....	18



ABSTRACT

La edición génica es una herramienta clave para mejorar el rendimiento y la calidad de los cultivos y permite complementar el mejoramiento convencional en la generación de nuevas variedades. Esta técnica es una de las innovaciones más importantes en biotecnología moderna, permitiendo modificaciones dirigidas en el ADN de organismos eucariotas mediante la acción de nucleasas guiadas por ARN. Su aplicación puede reducir los tiempos de mejoramiento genético y optimizar la generación de variedades vegetales con características deseables. En cultivos de reproducción agámica como la papa, facilita mejoras incrementales sobre genotipos élite, transformando los esquemas de mejoramiento.

CRISPR/Cas9 es el sistema más utilizado para la edición génica debido a su precisión, rapidez y bajo costo en comparación con métodos previos. Esta tecnología permite introducir caracteres deseables en plantas, acelerando los procesos de mejoramiento. La nucleasa Cas9, dirigida por un ARN guía, corta el ADN en sitios específicos, facilitando modificaciones precisas en el genoma. En esta nota técnica se describe el diseño y elaboración de una cartilla didáctica sobre edición génica en plantas, con el objetivo de contribuir a la gestión del conocimiento en el tema en América Latina. Esta cartilla, diseñada con un enfoque accesible y pedagógico, presenta las generalidades y aplicaciones de la edición génica en plantas con énfasis en CRISPR/Cas. También presenta los avances en el tema desarrollados por el INTA y AGROSAVIA en el cultivo de la papa. El propósito es facilitar la difusión del conocimiento y mejorar la percepción pública sobre esta tecnología, apoyando su adopción en el sector agrícola.



Gene editing is a key tool for improving crop yield and quality, complementing conventional breeding in the development of new varieties. This technique is one of the most significant innovations in modern biotechnology, enabling targeted modifications in the DNA of eukaryotic organisms through the action of RNA-guided nucleases. Its application can shorten breeding timelines and enhance the development of plant varieties with desirable traits. In clonally propagated crops such as potatoes, it allows for incremental improvements in elite genotypes, transforming breeding strategies.

CRISPR/Cas9 is the most widely used gene editing system due to its precision, speed, and lower cost compared to previous methods. This technology enables the introduction of desirable traits in plants, accelerating the breeding process. The Cas9 nuclease, guided by an RNA molecule, cuts DNA at specific sites, facilitating precise genomic modifications. This technical note describes the design and development of an educational booklet on gene editing in plants, aimed at contributing to knowledge management on the topic in Latin America. The booklet, designed with an accessible and educational approach, covers the fundamentals and applications of gene editing in plants, with an emphasis on CRISPR/Cas. It also highlights advancements in the field developed by INTA and AGROSAVIA in potato. The goal is to facilitate knowledge dissemination and improve public perception of this technology, supporting its adoption in the agricultural sector.



RESUMEN EJECUTIVO

En el marco de un aumento poblacional sostenido y con una demanda creciente en cantidad y calidad de productos alimenticios, la incorporación de mejoras productivas en el sector agrícola es de vital importancia. En este sentido, el mejoramiento genético vegetal es un desafío constante del sector, buscando superioridad genética vegetal con aporte a una mayor productividad y calidad nutricional e industrial.

Uno de los principales objetivos del proyecto de edición de genes para el mejoramiento en especies vegetales y animales está relacionado con la gestión del conocimiento en edición génica agropecuaria en América Latina. En este contexto, se propuso diseñar un plan de acción para promover la difusión de la edición de genes en cultivos de plantas en lenguaje sencillo dirigido a la comunidad técnica, los agricultores y el público en general. Lo anterior, permitió la elaboración y publicación de una cartilla didáctica con diseño gráfico y adecuación pedagógica sobre generalidades de la edición génica en plantas y los avances del proyecto logrados en el caso de la papa.

La cartilla generada es un instrumento clave para educar al público objetivo, facilitando la comprensión de una tecnología revolucionaria en la agricultura. Además, busca sensibilizar sobre la necesidad de adoptar nuevas técnicas de mejoramiento de plantas que contribuyan a enfrentar los desafíos del cambio climático, el crecimiento poblacional, y la producción de alimentos saludables y nutritivos de manera sostenible.

PALABRAS CLAVE:

Edición de genes, generalidades, aplicaciones, papa, cartilla didáctica



INTRODUCCIÓN

El mejoramiento genético convencional ha desempeñado un papel histórico en el desarrollo de cultivos con mayores rendimientos, nutrientes esenciales y tolerancia a diversos estreses de tipo biótico y abiótico (Ahmar et al., 2020). Sin embargo, los retos actuales, como el cambio climático y el crecimiento acelerado de la población mundial, han resaltado la necesidad de desarrollar métodos biotecnológicos eficientes y rápidos que ayuden a mitigar y mejorar la adaptación de variedades, sus características agronómicas y contribuir a la sostenibilidad de los sistemas alimentarios frente a las demandas globales (González Guzmán et al., 2022).

En la última década, la edición genética mediada por el sistema CRISPR/Cas se ha consolidado como una herramienta novedosa y efectiva para la modificación de genomas en plantas, ofreciendo la posibilidad de acelerar el mejoramiento genético en comparación con los métodos de mejoramiento convencional (Cardi et al., 2023). CRISPR-Cas es una técnica que permite manipular el ADN de un organismo de manera rápida y precisa. Este sistema, cuyo nombre proviene del inglés *Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeats* (CRISPR), fue descubierto en 1993, como parte del mecanismo por el cual las bacterias se defienden de los virus (Kumar et al., 2023). En el año 2012, esta tecnología fue adaptada para su aplicación en la edición de genomas, utilizando la proteína Cas, en combinación con una secuencia de ARN guía (gRNA) para identificar la secuencia de ADN objetivo a modificar y así producir cortes en un sitio específico, razón por la cual se le conoce como tijeras moleculares CRISPR-Cas (Doudna et al., 2014). Desde entonces, esta tecnología ha sido usada en más de 120 cultivos y plantas modelo (Cardi et al., 2023), y algunas de las variedades obtenidas ya están disponibles comercialmente (Chaparro, 2024).

El desarrollo de nuevas variedades mejoradas mediante el uso de este sistema ha generado un debate global sobre si estos productos deben clasificarse de la misma manera que las variedades obtenidas mediante mejoramiento convencional o si, por el contrario, deben ser considerados organismos genéticamente modificados (Buchholzer et al., 2023; Kuzma et al., 2021). Sin embargo, una de las principales ventajas de esta tecnología es que su desarrollo no requiere la incorporación de genes de otros organismos. En consecuencia, en algunos países, las variedades generadas mediante esta técnica son clasificadas como convencionales, dado que las modificaciones introducidas corresponden a variaciones que podrían ocurrir de forma natural y no incluyen transgenes (Buchholzer et al., 2023). Sin embargo, a nivel global y en especial, en países latinoamericanos persisten desafíos relacionados con la educación del público en general, desde productores hasta consumidores, sobre las aplicaciones, beneficios y posibles limitaciones de esta tecnología. La difusión adecuada del conocimiento es fundamental para mejorar la comprensión pública y fomentar la adopción futura de cultivos editados genéticamente.



En este contexto, uno de los objetivos principales del proyecto de edición génica para el mejoramiento en especies vegetales y animales, financiado por el Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria (FONTAGRO), ha sido coordinar una plataforma público-privada de cooperación para la generación de capacidades y gestión del conocimiento en edición génica agropecuaria para América Latina, que involucra la difusión del conocimiento en temas de edición genética. Parte esencial de este esfuerzo ha sido la divulgación científica, entendida como la actividad que involucra acercar la ciencia al público no especializado (Sánchez Fundora et al., 2011). La divulgación desempeña un papel clave al traducir temas complejos en información accesible y relevante que impacte positivamente en la percepción pública y en las decisiones relacionadas con nuevas tecnologías. Hoy en día, existen diferentes herramientas que permiten informar de manera sencilla temas complejos en ciencia, como documentales, revistas de divulgación científica, noticias, boletines, redes sociales y cartillas, entre otros. En este proyecto, se utilizó el formato de “Cartilla de divulgación”, diseñado con un lenguaje accesible y contenido simplificado y esquemático sobre la técnica de edición de genes y sus implicaciones en plantas.

INFORMACIÓN DE RELEVANCIA CON UNA DISCUSIÓN TÉCNICA

La edición génica mediada por CRISPR-Cas representa un avance significativo en la biotecnología agrícola, con el potencial de transformar la producción de alimentos frente a los retos globales (Li et al., 2024). Sin embargo, su adopción efectiva requiere un enfoque integral que combine innovación científica con estrategias de divulgación que eduque e informe a la sociedad sobre su importancia y potencial de manera adecuada y sencilla. En el marco del proyecto actual, se generó una cartilla de divulgación con el propósito de comunicar de forma sencilla esta tecnología y su potencial en el mejoramiento genético de plantas, destacando cómo AGROSAVIA y el INTA lideran iniciativas con visión de generar beneficios para los productores y consumidores de la papa.

De esta manera, el equipo de investigadores de AGROSAVIA e INTA implementó un plan estratégico para la creación de este material didáctico. Este proceso involucró el desarrollo de un mapa de escritura (Duque Cleves et al., 2020), que estableció el público objetivo, los objetivos específicos de la cartilla, selección de temas, una revisión bibliográfica y el diseño de secciones e ilustraciones. El uso de imágenes didácticas fue clave para simplificar conceptos complejos, facilitando la comprensión por parte de un público no especializado. Para el segundo objetivo específico de este documento, relacionado con la elaboración de la cartilla, se realizaron tres fases: redacción, procesos de evaluación y adecuación pedagógica, culminando en la publicación del material.

La cartilla consta de diferentes secciones que incluyen una introducción sencilla a la técnica



CRISPR-Cas, los pasos metodológicos para su implementación en plantas, sus usos potenciales, aspectos regulatorios y casos prácticos en la alimentación y la agricultura. Además, presenta resultados del proyecto de edición génica para el mejoramiento en especies vegetales y animales, financiado por FONTAGRO, en colaboración con el INTA de Argentina, enfocándose en investigaciones relacionadas con la papa en Colombia y Argentina. La cartilla generada es un instrumento importante para contribuir a educar al público en general, facilitando la comprensión de una tecnología revolucionaria en la agricultura. Además, busca en un futuro una alta aceptación de esta tecnología, clave para afrontar los retos actuales como el cambio climático y el crecimiento poblacional, promoviendo la producción de alimentos de manera sostenible.

OBJETIVOS

Objetivo general:

Coordinar una plataforma público-privada de cooperación para la generación de capacidades y gestión del conocimiento en edición génica agropecuaria para América Latina

Objetivos específicos:

- Diseñar un plan de acción para promover la difusión de la edición de genes en plantas en lenguaje sencillo dirigido a la comunidad técnica, los agricultores y el público en general
- Elaborar una cartilla didáctica con diseño gráfico y adecuación pedagógica sobre generalidades y protocolos de edición génica en plantas, tomando como ejemplo el caso de la papa, con fines de publicación y difusión

RESULTADOS

Para el objetivo específico relacionado con el diseño del plan de acción con fines de promover la difusión de la edición de genes en plantas, se desarrolló un mapa de escritura (Duque Cleves et al., 2020). En este estableció el público objetivo, dirigido a agricultores, técnicos y la sociedad en general. También se estableció que el objetivo era escribir y publicar una cartilla en lenguaje sencillo sobre edición de genes en plantas con ejemplos ilustrativos en papa relacionados con los avances del proyecto. A partir de allí, se realizó una revisión bibliográfica y se seleccionaron temas para el diseño de secciones e ilustraciones de la cartilla.

En cuanto a la revisión de publicaciones, en general se encontró una enriquecedora y creciente literatura científica en el tema (Kalaitzandonakes et al., 2023; Wei et al., 2022). En relación con publicaciones en lenguaje sencillo, descriptivas y/o didácticas en idioma español, el cuadro 1



proporciona información de los sitios URL seleccionados, luego de revisión de este tipo de publicaciones.

Cuadro 1. Publicaciones descriptivas o didácticas en edición de genes en plantas

Título	URL
Acerca de CRISPR en plantas	https://crisprenplantas.org/acerca-de-crispr-en-plantas
Edición de genomas en plantas	https://croplifela.org/es/actualidad/edicion-de-genomas-de-plantas
Plantas a la carta. La edición de genomas para la mejora vegetal	https://metode.es/revistas-metode/monograficos/edicion-de-genes-plantas-a-la-carta.html
CRISPR en agricultura	https://innovativegenomics.org/es/crisprpedia/crispr-en-la-agricultura/
Edición genética de plantas para mejorar los cultivos: así funciona la tecnología CRISPR, a debate en la Unión Europea	https://www.rtve.es/noticias/20230905/edicion-genetica-plantas-cultivos-debate-europa/2455231.shtml
Edición genómica — un nuevo método de mejoramiento preciso y rápido	https://www.kws.com/es/es/innovacion/metodos-de-fitomejoramiento/edicion-genomica/
CRISPR en la Agricultura	https://innovativegenomics.org/es/crisprpedia/crispr-en-la-agricultura/
Edición génica, otra herramienta más para mejorar los cultivos	chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgiclfindmkaj/https://www.porquebiotecnologia.com.ar/Cuadernos/El_Cuaderno_78.pdf

Para el diseño de la publicación tipo cartilla, se estableció que esta debía ser diferencial a las



publicaciones existentes, con un aporte didáctico que presentara esquemas y fotografías en lenguaje sencillo e ilustrativo. Se seleccionaron temas que abarcaron generalidades de la edición de genes en plantas con énfasis en la técnica más usada conocida como CRISPR-Cas y el caso específico de mejora de atributos de calidad nutricional e inocuidad en papa. Lo anterior, basado en avances de resultados del proyecto de edición génica para el mejoramiento en especies vegetales y animales en AGROSAVIA y el INTA. De esta forma, la obra constituiría un aporte descriptivo y didáctico al tema en Colombia, Argentina y otros países de América Latina.

El cuadro 2 describe la tabla de contenido para estructurar la cartilla, la cual fue inicialmente acordada entre los autores de acuerdo con su experiencia y la revisión de otras publicaciones didácticas en el tema (cuadro 1).

Cuadro 2. Tabla de contenido inicial para estructurar la cartilla

Sección	Propósito
Introducción	describe el tema y el propósito general de la publicación
¿Qué es la edición de genes?	define el tema de manera sencilla
¿Cómo funciona?	describe los componentes que requiere la edición de genes y conceptos generales
¿Cómo se logra en plantas? A. ¿Cómo se logra la regeneración de plantas a partir de cultivo in vitro? B. ¿Cómo se introducen los componentes de edición de genes en plantas? C. ¿Cómo se logra la edición de genes una vez se introducen los componentes CRISPR-Cas en plantas? D. ¿Qué tipos de plantas editadas se pueden obtener?	describe como se logra desde el proceso de regeneración in vitro y los tipos de plantas que se pueden obtener
¿Convencional o transgénico?	describe la diferencia entre un editado



Sección	Propósito
	convencional y un transgénico, así como métodos de mejoramiento
¿Qué aplicaciones hay en la alimentación y la agricultura?	da ejemplos de aplicaciones de productos editados considerados convencionales en varios países
¿Qué proyectos CRISPR-Cas desarrolla AGROSAVIA y el INTA en papa?	describe el proyecto de edición de genes en papa entre las dos entidades
Conclusión, Agradecimientos, Referencias	presenta conclusiones generales de la obra, los agradecimientos y las referencias citadas

Para el objetivo específico relacionado con la elaboración de la cartilla didáctica con diseño gráfico y adecuación pedagógica con fines de su publicación y difusión, se realizaron fases de redacción, procesos de evaluación y adecuación pedagógica, culminando en la publicación del material. A continuación, se describe cada una de las fases:

- i) Escritura de una primera versión de la cartilla por parte de los autores de AGROSAVIA y el INTA
- ii) Sometimiento de la cartilla a la Editorial AGROSAVIA junto con concepto de revisión de comité científico de la red de raíces y tubérculos de AGROSAVIA
- iii) Evaluación de la cartilla y respuesta a la evaluación por parte de los autores
- iv) Adecuación pedagógica y del diseño gráfico por parte de la Editorial AGROSAVIA con aprobación de los autores. El Anexo 1 contiene la cartilla que estará disponible al público general en las plataformas digitales de AGROSAVIA y FONTAGRO.



DISCUSIÓN

Se logró diseñar y publicar una cartilla descriptiva y didáctica sobre el tema de edición de genes en plantas. El principal público objetivo es la comunidad técnica, los agricultores y la sociedad en general. La cartilla presenta conceptos y generalidades de la edición de genes en plantas y explica cómo funciona con énfasis en la tecnología más utilizada conocida como CRISPR-Cas. Además, ilustra ejemplos de aplicaciones en cultivos del continente americano, así como aplicaciones actuales y futuras en la mejora de la calidad nutricional de la papa en Argentina y Colombia, con potencial de extenderse a otros países de América Latina para contribuir al desarrollo sostenible de la agricultura.

La cartilla constituye un aporte en relación con desafíos de percepción de la tecnología y su diseminación adecuada a la sociedad. Esto es significativo, considerando el creciente uso de la técnica de edición de genes en cultivos de plantas. Varios países, incluidos Colombia y Argentina, ya consideran que los productos basados en esta tecnología son convencionales, siempre que se demuestre que no contienen ADN foráneo (Buchholzer et al., 2023; Goberna et al., 2022). Para su difusión, la cartilla estará disponible en formato digital con alcance al público general desde las páginas de AGROSAVIA y FONTAGRO como parte del proyecto.

La publicación y difusión de esta cartilla busca comunicar el uso de esta tecnología de forma sencilla y adecuada con fines de afrontar los retos actuales y potenciales relacionados con el cambio climático y la seguridad alimentaria y nutricional de la población. Lo anterior se alinea con el entorno del proyecto de edición génica de plantas y animales considerando que la difusión y gestión del conocimiento debe extenderse a públicos menos especializados como potenciales usuarios de los beneficios de la edición génica agropecuaria para América Latina.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En el marco del proyecto de edición génica para el mejoramiento en especies vegetales y animales, financiado por FONTAGRO, se diseñó un plan de acción para promover la difusión de la edición de genes en plantas en lenguaje sencillo dirigido a la comunidad técnica, los agricultores y el público en general. Lo anterior condujo a la elaboración y publicación de una cartilla didáctica con diseño gráfico y adecuación pedagógica sobre generalidades y protocolos de edición génica en plantas, tomando como ejemplo los avances logrados en papa en AGROSAVIA y el INTA.

La metodología involucró la selección de publicaciones en español sobre edición de genes en



plantas, enfocadas en ser descriptivas y didácticas; el diseño de la cartilla con tabla de contenido; la elaboración de esquemas y fotografías; la escritura del documento en un lenguaje sencillo para facilitar su comprensión; su sometimiento a la Editorial AGROSAVIA; su revisión por parte de un comité científico y evaluador; y su adecuación en diseño gráfico y lenguaje pedagógico, finalizando con su publicación.

La cartilla generada es un instrumento clave para educar al público objetivo, facilitando la comprensión de una tecnología revolucionaria en la agricultura. Por lo anterior, se recomienda su difusión no sólo a través de las plataformas digitales de AGROSAVIA y FONTAGRO, sino también en formato impreso a actores clave y partes interesadas del sector agrícola y la industria de alimentos en América Latina. Para ello, será necesario contar con financiamiento específico.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ahmar, S., Gill, R. A., Jung, K.-H., Faheem, A., Qasim, M. U., Mubeen, M., & Zhou, W. (2020). Conventional and Molecular Techniques from Simple Breeding to Speed Breeding in Crop Plants: Recent Advances and Future Outlook. *International Journal of Molecular Sciences*, 21(7), 2590. doi: 10.3390/ijms21072590
- Buchholzer, M., & Frommer, W. B. (2023). An increasing number of countries regulate genome editing in crops. *New Phytologist*, 237(1), 12–15. doi: 10.1111/nph.18333
- Cardi, T., Murovec, J., Bakhsh, A., Boniecka, J., Bruegmann, T., Bull, S. E., Eeckhaut, T., Fladung, M., Galovic, V., Linkiewicz, A., Lukan, T., Mafra, I., Michalski, K., Kavas, M., Nicolia, A., Nowakowska, J., Sági, L., Sarmiento, C., Yildirim, K., ... Van Laere, K. (2023). CRISPR/Cas-mediated plant genome editing: outstanding challenges a decade after implementation. *Trends in Plant Science*, 28(10), 1144–1165. doi: 10.1016/j.tplants.2023.05.012
- Chaparro, T. (2024, December 10). *CRISPR en agricultura: 2024 en revisión*. <https://Innovativegenomics.Org/Es/Noticias/Crispr-En-Agricultura-2024/>.
- Doudna, J. A., & Charpentier, E. (2014). The new frontier of genome engineering with CRISPR-Cas9. *Science*, 346(6213). doi: 10.1126/science.1258096
- Duque Cleves, M. G., & Díaz Bohórquez, A. C. (2020, October). Cartilla redacción científica. Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA). <https://Repositorio.Sena.Edu.Co/Handle/11404/6936>, 1–49.
- Goberna, M. F., Whelan, A. I., Godoy, P., & Lewi, D. M. (2022). Genomic Editing: The Evolution in Regulatory Management Accompanying Scientific Progress. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, 10. doi: 10.3389/fbioe.2022.835378
- González Guzmán, M., Cellini, F., Fotopoulos, V., Balestrini, R., & Arbona, V. (2022). New approaches to improve crop tolerance to biotic and abiotic stresses. *Physiologia Plantarum*, 174(1). doi: 10.1111/ppl.13547
- Kalaitzandonakes, N., Willig, C., & Zahringer, K. (2023). The economics and policy of genome editing in crop improvement. *The Plant Genome*, 16(2). doi: 10.1002/tpg2.20248
- Kumar, M., Prusty, M. R., Pandey, M. K., Singh, P. K., Bohra, A., Guo, B., & Varshney, R. K. (2023). Application of CRISPR/Cas9-mediated gene editing for abiotic stress management in crop plants. *Frontiers in Plant Science*, 14. doi: 10.3389/fpls.2023.1157678
- Kuzma, J., & Kuiken, T. (2021). *Edición génica aplicada a la agricultura: Resumen del marco regulatorio regional en América Latina*. https://ges.research.ncsu.edu/wp-content/uploads/2021/08/Kuzma-Reg-IDB_ES.pdf.



- Li, B., Sun, C., Li, J., & Gao, C. (2024). Targeted genome-modification tools and their advanced applications in crop breeding. *Nature Reviews Genetics*, 25(9), 603–622. doi: 10.1038/s41576-024-00720-2
- Sánchez Fundora, Y., & Roque García, Y. (2011). La divulgación científica: una herramienta eficaz en centros de investigación. *Bibliotecas. Anales de Investigación*, 7, 91–94.
- Wei, X., Pu, A., Liu, Q., Hou, Q., Zhang, Y., An, X., Long, Y., Jiang, Y., Dong, Z., Wu, S., & Wan, X. (2022). The Bibliometric Landscape of Gene Editing Innovation and Regulation in the Worldwide. *Cells*, 11(17), 2682. doi: 10.3390/cells11172682



ANEXO 1

Cartilla: Edición de genes en plantas: definiciones y aplicaciones en el cultivo de la papa en AGROSAVIA y el INTA

INSTITUCIONES PARTICIPANTES



Secretaría Técnica Administrativa



Con el apoyo de:



www.fontagro.org

Correo electrónico: fontagro@fontagro.org