

## Mandioca y edición génica:

Objetivo: eliminar las toxinas de la mandioca para aprovechar su potencial



Las raíces de la mandioca son ricas en almidón y producen alimento y otros productos útiles, incluso en arduas condiciones de crecimiento. Pero el mejoramiento del cultivo es notoriamente complicado y requiere mucho tiempo para eliminar las toxinas presentes naturalmente en la mandioca que pueden causar intoxicación por cianuro.

La edición génica promete desarrollar mandioca más segura y con mayor valor agregado.

## Las ventajas y desventajas de la mandioca

Más de 800 millones de personas alrededor del mundo consumen o utilizan la planta de mandioca a diario. Es un alimento básico para más de 500 millones de personas en el mundo en desarrollo, y aporta también almidón (tapioca) y harina para el procesamiento de alimentos y otros usos industriales, entre ellos, alimentos para los animales y biocombustible.

La mandioca es popular entre los agricultores en áreas tropicales ya que su crecimiento es bueno en suelos marginales y pobres y es uno de los cultivos más tolerantes a la sequía por naturaleza. Sus variedades son económicas y fáciles de cultivar, y sus raíces pueden permanecer en el suelo durante varios meses antes de ser cosechadas si surgen circunstancias inesperadas que complican la cosecha.

Si bien la mandioca parecería ser el cultivo soñado para cualquier agricultor, sus raíces contienen niveles tóxicos de cianuro. Si no se la prepara bien antes de su consumo, la mandioca puede provocar intoxicación por cianuro, lo que puede resultar en una parálisis irreversible en las piernas e incluso la muerte. Según el estudio Konzo: una enfermedad neurológica asociada con la intoxicación por alimentos cianogénicos (mandioca), existen cientos de miles de personas que son afectadas por intoxicación por cianuro provocada por la mandioca, en su mayoría mujeres y niños sin acceso a una nutrición adecuada.

A pesar de que la mandioca crece bien bajo condiciones complicadas para el cultivo, igualmente puede contraer enfermedades causadas por virus. Esto se debe a que la mandioca se propaga a partir de cortes del tallo, de modo que todas las plantas en un mismo campo son clones entre sí. Esto significa que las enfermedades pueden propagarse con rapidez en un campo de mandioca porque todas las plantas son igualmente susceptibles a la misma enfermedad. Asimismo, algunas enfermedades de la mandioca pueden solo ser detectadas al cavar y cortar sus raíces, lo que significa que un tallo de mandioca infectado podría ser replantado por error.

Si bien la mandioca tiene muchas características positivas que resultan amigables para los agricultores, los fitomejoradores y científicos que trabajan con plantas han luchado durante un largo tiempo por encontrar soluciones para algunos de los otros desafíos del cultivo de mandioca, tales como períodos irregulares de floración, cantidades limitadas de semillas con diversidad genética y extensos ciclos de crecimiento. La limitada diversidad genética puede dificultar el mejoramiento de nuevas variedades de mandioca con las características deseadas y los extensos ciclos de crecimiento pueden dificultar la determinación si las características han sido heredadas a través de mejoramiento tradicional. Las nuevas técnicas de edición génica podrían generar una mandioca con un mayor nivel de seguridad y resistencia.



## Edición génica: una herramienta para que la mandioca resulte más segura para los consumidores

Los científicos que trabajan con plantas en el Instituto de Genómica Innovativa (IGI), una organización de investigación sin fines de lucro formada a partir de una asociación con la Universidad de California-Berkeley y la Universidad de California-San Francisco, se sintieron atraídos por el desafío de lograr que la mandioca sea más segura para los consumidores. Michael Gomez, académico posdoctoral y uno de los investigadores del proyecto en IGI, cree que “el desarrollo de variedades de mandioca libres de agentes cianogénicos podría evitar que miles de personas contraigan konzo, una enfermedad debilitante, especialmente en regiones en las que prevalece la enfermedad y/o en aquellas en las que existe posibilidad de una amenaza futura”. Konzo es una

enfermedad paralizante que prevalece entre poblaciones rurales azotadas por el hambre en África en las que se consumen grandes cantidades de mandioca con un procesamiento insuficiente.

El equipo de IGI está utilizando la tecnología de edición CRISPR/Cas9 para silenciar dos genes: CYP79D1 y CYP79D2, que producen los principales cianógenos en la mandioca. Al silenciar los genes uno a la vez, y los dos juntos, los investigadores esperan poder aprender más sobre cómo se producen las toxinas, especialmente en plantas afectadas por sequías, y el modo en que esto puede influenciar la síntesis de proteínas.

Gomez dice que el uso de CRISPR/Cas9 es un paso natural para mejoramiento de la mandioca, con importantes ventajas sobre los métodos de mejoramiento tradicionales ya que la tecnología puede potencialmente silenciar los genes CYP79D de manera individual, o simultánea. Las nuevas variedades de mandioca serían similares a lo que podría lograrse a través de un mejoramiento tradicional, pero se lograrían en un período de tiempo más breve. Esto significa que los fitomejoradores podrían ver con mayor rapidez si se han heredado las características deseadas, de modo que puedan continuar con la investigación con otras variedades preferidas por los agricultores.

“La tecnología CRISPR/Cas9 nos brinda un enfoque flexible, preciso y rápido hacia el mejoramiento de la mandioca”, dice Gomez.

Principalmente, los investigadores esperan que al utilizar edición génica para silenciar estos genes las plantas de mandioca produzcan una cantidad mínima o nula de cianógenos. Esto podría reducir o incluso eliminar el peligro de intoxicación por cianuro, así como la necesidad de un extenso procesamiento de la planta de mandioca cosechada y de sus raíces.

## Desarrollar una planta de mandioca más resistente utilizando edición génica

Los investigadores creen que con edición génica también se podrían obtener plantas de mandioca más resistentes a la enfermedad del estriado marrón de la mandioca (CBSD por sus siglas en inglés), una enfermedad viral que se propaga a través de la mosquita blanca. Algunos consideran a la CBSD como el “ébola de las plantas” porque resulta difícil de detectar, es altamente infecciosa de planta a planta y se desarrollan nuevas cepas con rapidez. Ha destruido cultivos en la zona Este de África y se considera una importante amenaza para la seguridad de los alimentos.

Los científicos que trabajan con plantas han utilizado la tecnología CRISPR/Cas9 para editar múltiples genes involucrados en la susceptibilidad de la planta al virus, generando una tolerancia a la enfermedad (Gomez et. Al., 2018). Estos cambios podrían realizarse sobre prácticamente cualquier variedad de mandioca sin cambiar las cualidades que la hacen especialmente útil o popular entre un cierto grupo de agricultores o consumidores.



## Mejorando la mandioca para su procesamiento

El tipo más útil de almidón como alimento y otros usos industriales se conoce como “almidón ceroso”. Se produce con facilidad a partir del maíz, la papa y el trigo. Este uso secundario de estos cultivos aumenta su valor económico.

Contrariamente, las grandes cantidades de almidón producidas por las raíces de mandioca no son consideradas cerosas porque contienen altos niveles de amilosa, un componente cristizable que es más soluble en agua. Reducir los niveles de amilosa podría permitir que la mandioca produzca almidón ceroso, dándole un uso secundario a este cultivo y logrando así que sea más deseado por los procesadores, aumentando de esta manera el valor económico para los agricultores y comunidades rurales. Los investigadores en el Instituto Federal de Tecnología Suizo (ETH) han utilizado CRISPR/Cas9 para regular los genes que producen diversos niveles de amilosa, que a su vez pueden mejorar la utilidad general del almidón de la mandioca para el procesamiento comercial (Bull et. al., 2018).

## Innovaciones en fitomejoramiento pueden mejorar la mandioca para los consumidores, agricultores y comunidades rurales

A pesar de que la tecnología aplicada a la agricultura produce mayores y mejores cosechas que nunca antes con menos recursos, la seguridad y protección de los alimentos sigue siendo un desafío muy real para cientos de millones de personas cada día. Muchos dependen de cultivos como la mandioca porque pueden crecer bien en un clima y condiciones del suelo cambiantes, incluso aunque conlleven riesgos tan mortales como la intoxicación por cianuro.

La edición génica y otras innovaciones de la biotecnología agrícola pueden ser utilizadas a nivel individual o en combinación, para brindar nuevas soluciones para los desafíos que enfrentan los agricultores y consumidores con la mandioca. Por ejemplo, los científicos que trabajan con plantas pueden utilizar la edición génica para desarrollar mandioca con almidón ceroso, y que a su vez pueda florecer con anticipación, acelerando los tiempos requeridos de investigación, gracias a la biotecnología.

Estas innovaciones pueden aplicarse a una amplia variedad de cultivos y son sumamente importantes para el futuro de la agricultura, para los agricultores y los consumidores en todo el mundo.



### Referencias:

*Recent Biotechnologica / Advances in the Improvement of Cassava.* By Vincent N. Fondong and Chrissie Rey. (2018) <https://www.intechopen.com/books/cassava/recent-biotechnological-advances-in-the-improvement-of-cassava>

S. E. Bull, D. Seung, C. Chanez, D. Mehta, J.-E. Kuon, E. Truernit, A. Hochmuth, I. Zurkirchen, S. C. Zeeman, W. Gruissem, H. Vanderschuren, Accelerated ex situ breeding of GBSS- and PTST1-edited cassava for modified starch. *Sci. Adv.* 4, eaat6086 (2018).

Gomez, M.A., Lin, Z.D., Moll, T., Chauhan, R.D., Hayden, L., Renninger, K., Beyene, G., Taylor, N.J., Carrington, J.C., Staskawicz, B.J. and Bart, R.S. (2018) Simultaneous CRISPR/Cas9-mediated editing of cassava *elf4E* isoforms *nCBP-1* and *nCBP-2* reduces cassava brown streak disease symptom severity and incidence. *Plant Biotechnol. J.*, <https://doi.org/10.1111/pbi.12987>

Innovative Genomics Institute. Genome editing of the staple crop cassava to eliminate toxic cyanogen production. <https://innovativegenomics.org/research/genome-editing-staple-crop-cassava-eliminate-toxic-cyanogen-production/>

*A Review of Cyanogenic Glycosides in Edible Plants.* By Islamiyat Folashade Bolarinwa, Moruf Olanrewaju Oke, Sulaiman Adebisi Olaniyan and Adeladun Stephen Ajala. (2016). <https://www.intechopen.com/books/toxicology-new-aspects-to-this-scientific-conundrum/a-review-of-cyanogenic-glycosides-in-edible-plants>

[reference to RNAi work to reduce cyanogens: Jørgensen K., Bak S., Busk P.K., Sørensen C., Olsen C.E., Puonti-Kaerlas J., Møller B.L. Cassava plants with a depleted cyanogenic glucoside content in leaves and tubers. Distribution of cyanogenic glucosides, their site of synthesis and transport, and blockage of the biosynthesis by RNA interference technology. *Plant Physiol.* 2005;139:363–374. doi: 10.1104/pp.105.065904.]

Documento traducido por el equipo de

**ArgenBio**

Documento original  
“Innovations in plant breeding”

**CropLife** INTERNATIONAL  
Helping Farmers Grow  
[www.croplife.org](http://www.croplife.org)