



**RED POR UNA AMERICA LATINA
LIBRE DE TRANSGENICOS**

BOLETÍN N° 727

ARROZ DORADO: UN CASO PERFECTO PARA ILUSTRAR LOS EFECTOS NO ESPERADOS DE LOS TRANSGÉNICOS

Servicio de Biotecnología de la Red del Tercer Mundo

El arroz dorado genéticamente modificado ha sido promocionado durante mucho tiempo como una potente herramienta para aliviar la deficiencia de vitamina A.

Según Syngenta y ciertos biotecnólogos del sector público, la deficiencia de vitamina A puede mejorarse introduciendo transgenes que intervengan en la biosíntesis del beta – caroteno, uno de los varios precursores de carotenoides de la vitamina A.

Sin embargo, una investigación reciente hecha en India mostró que los genes necesarios para producirlo tienen efectos no deseados. Los investigadores encontraron que una variedad de arroz de alto rendimiento y agrónomicamente superior de India, se atrofió y se perdió su coloración; la floración se retrasó y las raíces crecieron anormalmente. Los rendimientos fueron tan reducidos, que no fue adecuado para el cultivo.

Los investigadores identificaron varias razones que explican estos efectos perjudiciales: las nuevas construcciones génicas interferían con los genes de la planta que interviene en la producción de hormonas de crecimiento.

Otras construcciones génicas no estaban activas, como estaba previsto, solo en los granos, sino también en las hojas. Esto condujo a una reducción sustancial en el contenido de clorofila, que es esencial para las funciones vitales en las plantas. En otras palabras, los transgenes causaron una "fusión metabólica".

Esto ilustra el desafío fundamental que enfrenta la ingeniería metabólica: que no se produzcan cambios involuntarios porque se interrumpen las muchas rutas bioquímicas que se cruzan y, por lo tanto, que no se interrumpen los complejos procesos metabólicos de los que dependen las plantas.

El arroz dorado se destaca como un ejemplo perfecto de fracaso a este respecto, arrojando una sombra considerable sobre la viabilidad general de la "mejora nutricional" por la tecnología transgénica

Una breve historia de Golden Rice

El primer "arroz dorado" tenía dos o tres genes introducidos (además de un transgén que especificaba la



resistencia a los antibióticos como un marcador seleccionable).

El arroz dorado con dos transgenes, contenía:

- un transgén de fitoeno sintasa (psy)
- un transgén de fitoeno desaturasa (ctrl) de la bacteria *Erwinia uredovora*

El arroz dorado con tres transgenes, tenían además un transgén de narcótico lycopene-cyclase (lcy).

Un grupo de investigación del sector público desarrolló posteriormente otros arroces dorados, un nuevo conjunto de eventos utilizando solo los transgenes psy y ctrl. También cambiaron el vector, el marcador seleccionable y usaron diferentes variedades de arroz. Estos cambios tenían la intención de hacer que el arroz dorado “fuera susceptible a la desregulación” (1).

Los dos grupos de eventos tuvieron niveles muy bajos de carotenoides, menos de 1.6ug/g.

Simultáneamente, Syngenta Corporation produjo un tercer conjunto de eventos de Arroz Dorado (llamado GR1). Syngenta sustituyó el promotor viral del transgén ctrl utilizado por el grupo del sector público por un promotor diseñado para proporcionar actividad enzimática solo en el grano de arroz. También eliminaron el marcador seleccionable. Se elevaron los niveles totales de carotenoides en los granos a 6ug/g.

Los granos pilados de los diferentes ensayos de “arroz dorado” eran amarillos debido al beta - caroteno. Sin embargo, incluso los mejores eventos GR1, todavía los niveles de beta - caroteno eran demasiado bajos para aliviar las deficiencias de Vitamina A.

Syngenta luego hizo la cuarta y actual versión de arroz dorado, llamada GR2. Introdujeron tres genes como un solo cassette. Como antes, tenían dos enzimas específicas de la ruta para la biosíntesis de beta – caroteno, un gen ctrl bacteriano. Esta versión incluía además un gen de maíz psy. Además contenía un gen marcador seleccionable (no antibiótico).

El arroz dorado GR2 se desarrolló en el genoma de la variedad de arroz estadounidense Kaybonnet. Los investigadores de Syngenta seleccionaron 23 eventos GR2 independientes con contenidos de entre 9 y 37ug/g de carotenoides totales en el endospermo.

Un arroz dorado para la India

Syngenta puso a disposición seis de sus eventos GR2 para programas de mejoramiento del sector público de India, a través de su Junta Humanitaria sobre el Arroz Dorado (HumBo). Los investigadores indios eligieron GR2-R1, presumiblemente el evento más prometedor y adecuado para la India.

Sin embargo, cuando introdujeron GR2-R1 en la variedad de alto rendimiento Swarna, las plantas con el evento GR2-R1 fueron “drásticamente alteradas”. El arroz dorado GR2-R1 Swarna tenía hojas de color verde pálido, varios defectos de raíz y brotes laterales adicionales en los tallos. Las plantas florecieron más tarde que lo usual, tenían la mitad de altura y la mitad de fertilidad. El rendimiento fue un tercio que el obtenido normalmente en el arroz Swarna no transgénico.

La mayoría de estas anomalías, habían estado presentes en las plantas originales GR2-R1 donadas por Syngenta.

¿El fin del arroz dorado?

El arroz dorado ha sido durante más de 20 años el ejemplo del “buen transgénico” y sus defensores han



culpado su fracaso comercial a la “sobre-regulación” de los OGM y a la oposición “anti-transgénica”.

Esta última investigación sugiere una narrativa diferente; muestra que son los problemas intrínsecos de la manipulación genética, lo que ha impedido que los investigadores desarrollen un arroz dorado adecuado para su comercialización.

El segundo gran significado de esta investigación es que los altos niveles de beta - caroteno que son perjudiciales para el metabolismo básico de una planta como el arroz, que no debería producir esta vitamina, causando un colapso metabólico.

Este es el desafío fundamental de la ingeniería metabólica. Parece que realizar los cambios metabólicos en la planta (en este caso, aumentar los niveles de beta caroteno) es la parte fácil. El verdadero desafío es no generar alteraciones involuntarias, interrumpiendo las muchas rutas bioquímicas que se cruzan y, por lo tanto, alterar los complejos procesos de los que dependen las plantas.

Basado en el artículo en el texto de *Allison Wilson. Independent Science News*. 15 de octubre 2017.

<https://www.independentsciencenews.org/health/goodbye-golden-rice-gm-trait-leads-to-drastic-yield-loss/>

Notas:

(1): En Estados Unidos, no se aprueban los eventos transgénicos, se desregulan.