

Colegio Intercultural Trememn  
Departamento de Ciencias  
Biología

Unidad : ADN y Enzimas  
Nivel : Cuarto Medio  
Profesor: Miguel Contreras V.

Guía Clase N° 6

**ARROZ TRANSGENICO MÁS NUTRITIVO**  
**( Publicado en Revista Creces, Noviembre 1999 )**

***LOS CRITICOS DE LA PRODUCCION DE PLANTAS TRANSGENICAS  
PROBABLEMENTE SERAN MENOS SEVEROS CON EL ARROZ TRANSGENICO, QUE  
PERMITE SOLUCIONAR UN SERIO PROBLEMA MUNDIAL DE DEFICIT DE  
VITAMINA A Y DE HIERRO, QUE AFECTA A CIENTOS DE MILLONES DE  
PERSONAS EN EL MUNDO DE HOY.***

En el XVI Congreso Internacional de Botánica, el biólogo molecular Ingo Potrykus y colaboradores del Swiss Federal Institute of Technology en Zurich, presentaron un trabajo en que por medio de transferencia genética lograron arroz que contenía beta-caroteno, el precursor de la vitamina A y además hierro.

Muchos investigadores han logrado introducir uno o dos genes extraños en diferentes plantas, desde el tomate al algodón, logrando que éstas adquirieran algunas características como resistencia a herbicidas, pestes o patógenos. Pero lo que ahora Potrykus y su equipo han logrado es introducir siete genes al arroz, con lo que consiguen mejorar la calidad nutritiva del grano. Cuatro de estos genes hacen que el arroz fabrique beta-caroteno, mientras que los otros tres le permiten acumular hierro en la semilla y que éste se absorba. Ello sin duda que es de gran importancia, no sólo por el número de genes transferidos, sino que también por los logros nutritivos de la tecnología desarrollada. Hasta ahora, los que se oponían al desarrollo de plantas transgénicas criticaban que ello sólo beneficiaba a las empresas que las desarrollaban y que su uso involucraba riesgos. Ahora el beneficio es para los consumidores, especialmente aquellos que viven en los países pobres, y los posibles riesgos teóricos se minimizan frente a los beneficios. "Este es el primer tipo de arroz modificado genéticamente para obtener beneficios nutricionales", dijo Gurdeb Khush, investigador del International Rice Research Institute (IRRI) en Manila, Filipinas.

**EL DEFICIT DE VITAMINA A**

El déficit de vitamina A afecta en el mundo a unos 400 millones de personas, dejándolas vulnerables a infecciones y al desarrollo de ceguera. El déficit de vitamina A es la principal causa de la ceguera en el mundo de hoy.

El arroz normal casi no contiene beta-caroteno, pero sin embargo produce una molécula geranylgeranyl pirofosfato, que se puede convertir a beta-caroteno por acción secuencial de cuatro enzimas. Los investigadores tuvieron acceso a los genes que codifican (comandan) a esas cuatro enzimas. El problema estaba en que se pudieran introducir esos cuatro genes simultáneamente a la planta, y luego que las enzimas codificadas por ellos trabajaran correctamente en la secuencia metabólica respectiva. El trabajo duró siete años, pero al final, después de muchos ensayos, alcanzaron el éxito.

Con ello se ha logrado que ingiriendo sólo 300 gramos diarios de este arroz modificado, (que es lo que corresponde a una dieta promedio asiática), se satisfagan todos los requerimientos de vitamina A.

**EL EXITO TAMBIEN ALCANZO AL HIERRO**

Más interesante es todavía en la misma planta de arroz los autores logran introducir tres genes más que le permiten incrementar su contenido de hierro. Más aún, se sabía que el arroz contenía un producto que impedía la absorción de hierro a nivel intestinal. Se trataba del fitato, una molécula parecida a la glucosa que se une ávidamente al hierro (95%) impidiendo la absorción, incluso del hierro de otros alimentos. Ello era causa de la elevada frecuencia de déficit de hierro en las poblaciones orientales en que el arroz se consume en alta cantidad.

Se sabía que una enzima (fitasa) destruía el fitato, pero desgraciadamente la enzima era termolabil y se destruía con el calor. Pero los Laboratorios Hoffman-La Roche les proporcionaron una mutante de esta enzima que era capaz de resistir la temperatura de cocción. Pero además hubo que agregar otro gen necesario para producir la proteína "ferritina", que es la que retiene el hierro en el grano. Pero ello no bastó y hubo que introducir un tercer gene que produce una proteína metalotioneínica, que es rica en cisteína, un aminoácido azufrado que ayuda a la absorción intestinal del hierro.

La deficiencia de hierro, (afecta a un alto porcentaje de niños pequeños y a mujeres en el período menstrual, especialmente en el mundo subdesarrollado. En menor grado también afecta a los países desarrollados. En los casos avanzados la deficiencia se manifiesta por anemia, ya que el hierro es un metal fundamental para la formación de la molécula de hemoglobina en los glóbulos rojos de la sangre. Pero su deficiencia afecta también al sistema defensivo inmunológico y al desarrollo cerebral. Se ha demostrado que su carencia afecta el proceso de la memoria.

El hierro viene en los alimentos, pero no siempre es suficiente, ya que su absorción a nivel del intestino es limitada. Es el hierro que viene con las proteínas animales (hierro hémico) el que mejor se absorbe, pero aun así no pasa del 30%. Los pediatras superan la deficiencia de hierro proporcionándolo en gotas o en otros preparados farmacológicos. Pero sin duda mejor sería si el hierro se proporcionara junto con los alimentos. En Chile INTA hace algunos años realizó una experiencia exitosa al agregar hemoglobina de vacuno (que contiene hierro en su molécula) a galletas que se proporcionaban en los programas de la Junta de Auxilio Escolar. Actualmente se agrega, junto con vitamina C (antioxidante) en la leche en polvo de los programas de Alimentación Complementaria del Servicio Nacional de Salud.

Pero con el arroz ahora se ha abierto otra posibilidad muy interesante, especialmente para los países orientales, donde el consumo de arroz es alto y, en ocasiones es casi el único alimento. Por los resultados obtenidos, los autores esperan que con el consumo diario de una dieta promedio asiática se satisfaga sobre el 50% del requerimiento diario de hierro.

Las plantas de arroz extraen el hierro del suelo, pero lo acumulan en las partes no comestibles de las plantas. Ahora lo acumulan en el grano y, además, al inhibir los fitatos, lo hacen a éste absorbible. Con ello los autores esperan que haya menos oposición de parte de los críticos de las modificaciones genéticas de las plantas.

### Comprensión de Lectura

1. ¿Cómo es posible que plantas con características específicas adquieran propiedades nuevas, incluso de otras plantas?
2. ¿Cuál es la importancia de la vitamina A? Comenta lo que ocasiona su déficit
3. Explica la importancia de introducir los genes del beta-caroteno y los de fijación al hierro para la población asiática.
4. ¿Cuál es la secuencia de genes presente en el arroz que permitieron una mayor absorción de hierro por parte del organismo?
5. Realiza un esquema que represente la modificación genética de la beta-caroteno y la de hierro en el arroz.
6. ¿En que afecta el hierro en el organismo? Comenta su déficit en el organismo
7. ¿Cuál crees que es el mayor aporte de la ingeniería genética en el ámbito alimenticio?
8. Menciona 10 productos que se pudieran mejorar o crear con este tipo de técnica.