

Departamento de Bioquímica. Instituto de Nutrición e Higiene de los Alimentos.

LA BIOFORTIFICACION DEL ARROZ CON MICRONUTRIENTES: UNA ESTRATEGIA NUTRICIONAL QUE PUEDE SER SOSTENIBLE EN CUBA.

*Magaly Padrón Herrera*¹.

INTRODUCCIÓN

Las deficiencias de micronutrientes, en general, y en particular las de hierro, yodo, cinc, y vitamina A; afectan a más de la tercera parte de la población mundial, traen serias consecuencias sobre el aprendizaje del niño, la capacidad de trabajo del adulto, y pueden provocar enfermedades, y hasta la muerte. Entre estas deficiencias, la anemia por carencia de hierro es el trastorno nutricional más prevalente en el mundo, y se ha convertido en uno de los problemas más costosos para la salud pública mundial. Se estima que 2 mil millones de personas padecen anemia en el mundo. La anemia por carencia de hierro no sólo afecta la salud de los individuos, sino también el desarrollo social y económico de la humanidad.¹⁻² En Cuba, la deficiencia de hierro es la carencia específica de micronutrientes más frecuente en la población cubana, y se percibe que cerca de 1,5 millones de cubanos presentan estados de deficiencia de hierro, asociados o con anemia.³ En la causalidad de la anemia por deficiencia de hierro en Cuba hay un predominio del factor alimentario: la dieta es insuficiente, cuantitativa- y cualitativamente, en hierro. Por otro lado, y aunque no se dispone de datos suficientes, la deficiencia

de cinc puede considerarse un problema nutricional potencial de la población cubana.

Diferentes acciones se ha realizado para contribuir a la solución del problema de la anemia en la población cubana. Estas acciones no son excluyentes, sino que se complementan, por lo que cada una tiene su papel dentro de la estrategia general establecida en el “Plan Nacional para la Prevención y Control de la Anemia por Deficiencia de Hierro de la Población Cubana”.⁴⁻⁵ Las acciones de suplementación a grupos identificados en riesgo mediante preparados farmacéuticos, y la fortificación de alimentos destinados tanto a subpoblaciones específicas como la población general con hierro, cinc y otros micronutrientes, han sido alternativas que han tenido un impacto positivo para la salud de la población cubana.⁴

La biofortificación con hierro de un cultivo de amplio consumo como el arroz también puede ser una alternativa de enfoque alimentario sostenible a largo plazo y que puede contribuir a combatir la anemia por deficiencia de hierro en la población cubana.

¹ Licenciada en Bioquímica. Investigadora Titular.

¿Qué es la biofortificación?

En los últimos años, mediante técnicas agrícolas convencionales u obtenidas mediante métodos de ingeniería genética, se han logrado cultivos con una mayor calidad nutricional. Los estudios completados han demostrado la potencialidad de explotar las variaciones genéticas observadas en las semillas respecto de las concentraciones de micronutrientes como el hierro y el cinc, sin que se afecte el rendimiento de la cosecha. Tal es el caso de la biofortificación.⁶⁻⁸ La biofortificación es el proceso mediante el cual se obtienen alimentos vegetales que resultan enriquecidos en micronutrientes biodisponibles. Estos cultivos “se fortifican a sí mismos”, y comportan altos niveles de minerales y vitaminas en sus semillas y raíces, los que después son cosechados y consumidos por el hombre. De esta manera la ciencia puede proveer a los agricultores de variedades de cultivos que pueden contribuir a reducir la deficiencia de micronutrientes en poblaciones en riesgo.

La experiencia mundial en el tema de la biofortificación se ha centrado fundamentalmente en el hierro, el cinc, y los β -carotenos; y los cultivos de cereales básicos como el arroz, el maíz, y el trigo; y también viandas como la yuca y el boniato.⁹ Aunque los alimentos básicos de cualquier población, a saber: el trigo, el maíz, el arroz, la yuca, y el frijol, no están considerados como una fuente importante de micronutrientes, debido al elevado consumo de los mismos en la dieta cotidiana, cualquier incremento en la concentración del micronutriente-diana en el alimento gracias a la acción de la biofortificación, pudiera tener un efecto significativo en la salud y la nutrición humanas.

La evaluación nutricional de los alimentos biofortificados para mejorar la salud y la nutrición de la población

La biofortificación es una acción de intervención nutricional. En el diseño de una acción de biofortificación de un alimento básico para la población será necesario tener en cuenta los mismos pasos que para el desarrollo de un programa de fortificación industrial de alimentos, que incluye inicialmente el conocimiento de la magnitud del problema que se desea combatir, la selección del alimento a biofortificar teniendo en cuenta hábitos y niveles de consumo, la factibilidad de su producción por el sector agrícola, y el apoyo gubernamental. En el caso de la biofortificación de un alimento de consumo básico será necesario el desarrollo de la tecnología agrícola o biotecnológica de obtención del alimento biofortificado, la evaluación de sus características nutricionales, la estimación del posible impacto considerando los niveles de consumo del mismo, las cantidades del micronutriente que aporta el alimento biofortificado respecto de las recomendaciones diarias, además de los asuntos propios de bioseguridad, inocuidad, y la correspondiente aprobación para el consumo del alimento ya biofortificado por la población, y la introducción del cultivo a gran escala.⁹

La evaluación de la biodisponibilidad del micronutriente en el alimento biofortificado es imprescindible para estimar el impacto potencial de su consumo. Debido a que no todo el micronutriente presente en el alimento ingerido es utilizado por el organismo, y esto depende tanto de factores gastrointestinales como de otros relacionados con las características del alimento, es necesario evaluar la biodisponibilidad de cada nutriente en cada alimento.¹⁰⁻¹¹ Es necesario señalar que la biodisponibilidad del micronutriente en un alimento vegetal también puede ser influenciada por la manera en que éste se prepara, se cocina, se sirve y se consume por

el grupo poblacional seleccionado para la intervención mediante la biofortificación. Por estas razones, las formas de preparación culinaria y consumo del alimento que se pretende biofortificar se convierte en otra variable que debe controlarse para asegurar el éxito de la intervención.¹²

La evaluación de la biodisponibilidad del micronutriente en el alimento biofortificado solo considera el potencial que tiene el nutriente dentro de un alimento para mejorar el estado nutricional de la población-diana. La capacidad real para corregir la deficiencia nutricional solo se puede conocer al evaluar la efectividad de la acción de biofortificación, y ello solo es posible cuando se han realizado estudios agrícolas tales como la evaluación de los rendimientos por área de cultivo y la resistencia del cultivo a las plagas (por mencionar algunos), junto con otros aspectos como los costos, la aceptabilidad, y la durabilidad, entre otros, según sea el caso.⁹

La biofortificación del arroz como alimento básico: aspectos tecnológicos y nutricionales

Las evidencias científicas disponibles aseguran que es técnicamente factible la biofortificación del arroz con hierro y cinc sin que se comprometa la productividad agronómica. La calidad nutricional de los cultivos básicos puede aumentarse mediante la biofortificación al aplicar técnicas de fitomejoramiento que aprovechan la variabilidad existente en las diferentes variedades de las especies cultivadas respecto de su contenido de nutrientes, para aumentar las concentraciones de éstos en los cultivos.¹³ Se ha demostrado el potencial de explotar estas variaciones genéticas en las concentraciones de hierro y cinc en los granos sin que se observen efectos negativos en los rendimientos agrícolas. La relación entre rendimiento agrícola y concentración

mineral puede ser positiva, aún en suelos deficientes de minerales.⁸ Los datos reunidos en diferentes estudios han demostrado que las altas concentraciones de hierro y cinc pueden expresarse en cualquier ambiente, considerando los suelos y el clima.¹⁴ Se ha reportado que el arroz sin pulir puede variar en el contenido de hierro entre 7 – 24 miligramos del mineral por cada kilogramo de base seca, y entre 16 – 58 miligramos de cinc/kg.⁸ Los contenidos de hierro y cinc en el arroz pulido pueden disminuir hasta en un 50%, y se ha observado que a medida que aumenta el tiempo de pulido se pueden afectar aún más los contenidos de estos minerales en el grano.¹⁴

La semilla de arroz, al igual que la de trigo, contiene fitatos, que representan la forma de almacenamiento del fósforo de alta energía para la germinación de la semilla; y éstos se encuentran fundamentalmente en el salvado. Los fitatos son compuestos de diferentes cationes como hierro, cinc, calcio y otros metales con muy baja solubilidad, y que no pueden utilizarse adecuadamente por el organismo.¹⁵⁻¹⁶ Los altos contenidos de fitatos en el arroz biofortificado con hierro y cinc pueden influir negativamente en la biodisponibilidad de estos minerales, y por tanto, reducir el impacto potencial de su consumo sobre la nutrición de los mismos. Liu *et al.* observaron en 72 variedades de arroz que los contenidos de fitatos variaron del 0.69% hasta el 1.03% en dependencia, no solo de la variedad del grano, sino también de las características de las locaciones de cultivo (como el suelo y el clima), pero no encontraron una relación tangible entre el contenido de fitatos y el contenido de proteínas.¹⁷

Hay muy pocos datos sobre el efecto del consumo de arroz biofortificado en el estado de nutrición del hierro. El consumo de arroz biofortificado con hierro fue evaluado por Hass *et al.* en el 2005 con 192 religiosas

filipinas radicadas en conventos en la ciudad de Manila que consumieron arroz biofortificado con hierro (a dosis de 3.21 mg de Fe/kg del alimento) como parte de sus dietas habituales durante nueve meses. El estudio incluyó un grupo control que consumió arroz no fortificado durante el mismo período de tiempo. Las monjas que consumieron arroz biofortificado tuvieron una ingestión adicional de hierro de 1.79 mg/día (comparado con los 0.37 mg del mineral observado en las que sirvieron como controles), y exhibieron un incremento mayor en las concentraciones séricas de ferritina, por lo que se concluyó que el consumo de arroz biofortificado pudiera mejorar el estado de nutrición del hierro en grupos poblacionales.¹⁸

La biofortificación con hierro y cinc del arroz en Cuba puede ser una estrategia sostenible

El arroz forma parte importante de la cultura alimentaria del cubano. Todo el arroz que se consume en el país es en forma de arroz pulido, combinado con otros elementos de la dieta, aunque se puede considerar que la mezcla de arroz y frijoles es el alimento básico de la población cubana.¹⁹ El arroz que la población cubana consume proviene tanto de la importación de diferentes mercados como de la producción nacional. En la actualidad el arroz de producción nacional representa el 35% de todo el arroz que se consume, y se proyecta un aumento progresivo en los próximos años.²⁰

Cuba es uno de los países de mayor consumo de arroz de la región latinoamericana. Alrededor del 20% de la energía alimentaria aportada con la dieta diaria se consume en forma de arroz, siendo este alimento el que brinda el mayor aporte energético a la dieta regular del cubano. Por ello, cualquier estrategia que resulte en un

aumento del contenido de micronutrientes como el hierro y el cinc en este alimento de tan amplio y elevado consumo puede tener un impacto significativo en el estado de nutrición de estos minerales.

A diferencia de la fortificación industrial o la suplementación farmacológica, en la implementación de un programa de biofortificación, después de la primera inversión, no hay gastos en los años sucesivos. Completada la primera distribución de semillas, el agricultor puede guardar su propia semilla para las próximas siembras, y por lo tanto, no hay dependencia externa en la obtención de semilla. La oferta del arroz biofortificado tampoco representa un cambio en el comportamiento del consumidor, ya que esta calidad del cereal puede mantener todas las características deseables.²¹ Como ventaja adicional, la biofortificación significa un enfoque más sustentable para hacer los alimentos más nutritivos, en lugar de suministrarle a las personas suplementos farmacéuticos para que eleven la ingestión de micronutrientes como el hierro que pudieran estar carentes en su dieta.

En Cuba existen posibilidades de obtener variedades de arroz biofortificado con hierro y cinc de la mejor calidad nutricional y con adecuadas características agronómicas. El desarrollo perspectivo de los cultivos de arroz en Cuba debe ir en aumento en los próximos años, y así, cada vez aumentará más la proporción de consumo del arroz de producción nacional antes que el importado, por lo que la biofortificación de las variedades cultivadas en el país tendrá un mayor impacto en la alimentación de la población.

El Instituto cubano de Investigaciones del Arroz desarrolla un programa de mejoramiento genético del cereal que ha resultado en una infraestructura disponible para el desarrollo de actividades de biofortificación con hierro y cinc del arroz;

ha completado las evaluaciones de los genotipos más promisorios, y se ha logrado la producción de semillas originales y básicas con estos genotipos, todo lo cual ha resultado en la liberación de variedades biofortificadas con hierro y cinc para la posterior generalización en las áreas arroceras del país.²²

Como intervención nutricional que es, la biofortificación del arroz con hierro y cinc requerirá siempre de la acción conjunta y la experiencia profesional tanto de agricultores como de los nutricionistas, apoyados también en otros actores sociales del país. Esta acción factible, de bajo costo, y sustentable, puede ser una intervención de base agrícola complementaria a otras ya establecidas en Cuba, como son la fortificación industrial de alimentos y la suplementación farmacológica de grupos vulnerables, lo que podría contribuir a la reducción de la deficiencia de hierro y cinc como problemas de salud en Cuba. Ahora puede ser el momento de impulsar las tecnologías agrícolas necesarias para encontrar soluciones sostenibles que contribuyan a combatir las deficiencias de micronutrientes. La técnica de biofortificación mediante el mejoramiento genético de un cereal de amplio consumo como el arroz es una de esas tecnologías que puede ser implementada y complementada con acciones de nutrición y salud.²³

La interdependencia entre la agricultura y la nutrición humanas es cada vez más obvia e imposible de ignorar en la formulación de soluciones, en la medida en que los recursos mundiales para la producción de alimentos están cada vez más comprometidos. Esto reviste capital importancia si se pretende dar pasos hacia la seguridad alimentaria en el planeta.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Administrative Committee on Coordination/Subcommittee on Nutrition (ACC/SCN) of the United Nations and the International Food Policy Research Institute (IFPRI). Fourth Report on the World Nutrition Situation. United Nations. Geneva: 2000.
2. Anónimo. Enriching Lives: Overcoming vitamin and mineral malnutrition in developing countries: Development in Practice Series. World Bank. Washington, DC: 1994.
3. Gay J, Padrón M, Amador M. Prevención y control de la anemia y la deficiencia de hierro en Cuba. RCAN Rev Cubana Aliment Nutr 1995;9:52-61.
4. Padrón M. La experiencia de Cuba en la fortificación de alimentos con hierro. Rev Med Minas Gerais 2007; 17(Supl 1):86-9.
5. Padrón M. Intervenciones alimentarias y nutricionales en Cuba: combatiendo las deficiencias de micronutrientes. Rev Cubana Salud Pública 2003;39:282-3.
6. Welch RM, Graham RD. A new paradigm for world agriculture: Meeting human needs- productive, sustainable, nutritious. Field Crops Res 1999;60: 1-10.
7. Graham RD, Welch RM, Bouis HE. Addressing micronutrient malnutrition through enhancing the nutritional quality of staple foods: principles, perspectives and knowledge gaps. Adv Agron 2001; 70:77-142.
8. Gregorio G, Senadhira D, Htut H, Graham R. Breeding for trace mineral density in rice. Food and Nutrition Bulletin 2000;21:382-6.
9. King JC. Evaluating the impact of plant biofortification on human nutrition. J Nutr 2002;132: 511S-513S.

10. Fairweather-Tait S, Hurrell RF. Bioavailability of minerals and trace elements. *Nutr Res Rev* 1996;9:295-324.
11. Van Campen DR, Glahn RP. Micronutrient bioavailability techniques: accuracy, problems and limitations. *Field Crops Res* 1999;60:93-113.
12. House WA. Trace element bioavailability as exemplified by iron and zinc. *Field Crops Res* 1999;60: 115-41.
13. Nestel P. Biofortification of staple food crops. *J Nutr* 2006;136:1064-7.
14. Gregorio GB. Progress in breeding for trace minerals in staple crops. *J Nutr* 2002;132:500S-502S.
15. Starkenstein E. The biological importance of inositol phosphoric acid. *Biochem* 1980;30:56.
16. Sandsberg AS *et al.* The effect of wheat bran on the absorption of minerals in the small intestine. *Br J Nutr* 1982;48:185-9.
17. Liu Z. Grain phytic acid content in *Japonica* rice as affected by cultivar and environment and its relation to protein content. *Food Chemistry* 2005;89:49-52.
18. Haas JD. Iron-biofortified rice improves the iron stores of nonanemic Filipino women. *J Nutr* 2005;135:2823-30.
19. Porrata Maury C, para el Grupo Cubano de Estudio de los Factores de Riesgo y Enfermedades No Transmisibles. Consumo y preferencias alimentarias de la población cubana con 15 y más años de edad. *RCAN Rev Cubana Aliment Nutr* 2009;19:87-105.
20. Anuario 2009. ONE Oficina Nacional de Estadísticas. La Habana: 2010.
21. Pachon H. Cultivos básicos biofortificados para abordar deficiencias nutricionales y la inseguridad alimentaria nutricional en Latinoamérica y el Caribe. Taller sobre el Proyecto Agrosalud. Conferencia CIAT. La Habana: 2007.
22. Puldón V. Experiencia de Cuba en la biofortificación del arroz. Seminario Agricultura y Nutricion: Una alianza saludable. CIAT. Palmira, Colombia: 2008.
23. Brown KH, Baker SK. Mainstreaming iron and zinc biofortification as public health nutrition program. First Global Conference on Biofortification. HarvestPlus. Washington, DC: 2010.