



Ingeniería de los cultivos más importantes de la humanidad para un planeta en calentamiento

Description

Por Glenn Concepción

(Filipinas) La producción mundial de arroz, trigo y maíz se enfrenta al doble desafío de una población creciente y un clima en rápido calentamiento. A medida que aumentan las temperaturas globales, la producción agrícola no logra satisfacer la demanda, y los científicos estiman que la tasa de aumento de la producción de estos tres cultivos básicos debe aumentar un asombroso 37 % para garantizar la seguridad alimentaria para 2050.

Una amenaza particularmente insidiosa y desatendida es el aumento de las temperaturas nocturnas, que aumentan casi al doble de rápido que las diurnas. Este calor nocturno altera los delicados ritmos internos de las plantas, provocando desequilibrios entre la fuente y el sumidero, donde la energía producida durante el día se desperdicia debido a una respiración excesiva durante la noche, lo que finalmente resulta en granos atrofiados y de menor calidad.

En una revisión publicada recientemente en Trends in Plant Science, científicos del Instituto Internacional de Investigación del Arroz y del Instituto Max Planck de Fisiología Molecular de Plantas analizaron cómo la comprensión de la regulación genética de la floración, la arquitectura vegetal y el llenado del grano puede proporcionar una hoja de ruta para el desarrollo de variedades resilientes al clima con un rendimiento y una calidad de grano sostenidos. Los autores argumentan que, si bien la Revolución Verde del siglo XX se basó en climas estables y más fríos, la era actual requiere estrategias de mejoramiento de precisión para superar el estancamiento de la producción agrícola observado en regiones de bajos ingresos y con déficit de alimentos.

Reprogramando el reloj biológico de la planta

Una de las soluciones más innovadoras analizadas en la revisión consiste en manipular el ritmo circadiano de las plantas para ayudar a los cultivos a resistir las peores condiciones del calor. Al identificar y modificar los “genes termómetro”, los científicos pueden desarrollar variedades que florezcan más temprano por la mañana, antes de que las temperaturas alcancen su punto máximo.

En el arroz, por ejemplo, el gen OsMADS51 se ha identificado como un factor clave para conferir termotolerancia durante las etapas críticas de espigado y llenado de grano. De igual manera, en el maíz, los investigadores se centran en el “complejo vespertino”, un grupo de genes que incluye ZmELF3 y ZmLUX, que coordina la floración y la adaptación en diferentes latitudes. Al modificar estos genes reloj, los fitomejoradores pueden garantizar que el delicado proceso de floración se promueva bajo estrés térmico.

Construyendo una arquitectura de panícula más eficiente

Más allá de la sincronización, la arquitectura de la inflorescencia de la planta puede rediseñarse para maximizar la eficiencia del número de granos por panícula. La revisión destaca el potencial de genes como DEP1 en el arroz, que produce panículas densas y erectas que crean un microclima más favorable para la planta. Estas estructuras erectas permiten una mejor distribución de la luz y una mejor tasa fotosintética, incluso bajo estrés térmico.

Además, los científicos investigan las vías vasculares de la planta, los haces que transportan sacarosa a los granos en desarrollo. Mediante la identificación de genes como SPIKE, GIF1, SPL14 y APO1-H1, que aumentan el número de ramas primarias y haces vasculares, los investigadores pueden mejorar la capacidad de absorción del grano, asegurando así un suministro eficaz de nutrientes incluso cuando las altas temperaturas amenazan con interrumpir el flujo.

Edición de genes para una mejor calidad del grano

La ingeniería molecular ofrece quizás las herramientas más precisas e innovadoras para la seguridad alimentaria. La revisión detalla un avance en la edición primaria, donde los investigadores introdujeron elementos de choque térmico en el promotor del gen GIF1 del arroz. Esta modificación genética dirigida aumentó la tasa de cuajado de semillas en un 10,5 % bajo estrés térmico, al mejorar la capacidad de la planta para transportar azúcares a sus granos.

Otras soluciones moleculares se centran en mantener la calidad del grano; las altas temperaturas suelen producir granos calcáreos, quebradizos y menos valiosos. El descubrimiento del gen QT12, que actúa como regulador negativo de la calidad del grano, ofrece a los mejoradores una diana para desactivar las vías que provocan la caliza a altas temperaturas.

Innovaciones integradas para soluciones holísticas

La revisión enfatiza que se requiere un enfoque holístico para implementar estas innovaciones a escala y abordar la pérdida de rendimiento bajo condiciones combinadas de altas temperaturas diurnas y nocturnas. Esto incluye el uso de modelos geoespaciales para monitorear los puntos calientes de calor en tiempo real, lo que permite a agricultores y mejoradores diseñar estrategias para determinar cuándo y dónde implementar variedades climáticamente inteligentes. Además, se están utilizando herramientas de mejoramiento rápido para acelerar el desarrollo de cultivares de nueva generación, reduciendo el tiempo necesario para implementar las características de tolerancia al calor del laboratorio al campo. Existen crecientes oportunidades para implementar la edición de precisión basada en la edición genómica para afinar los genes objetivo que controlan la floración, un mayor número de granos y un mejor llenado de granos, a fin de abordar los desafíos del cambio climático.

Al combinar estas innovaciones estructurales, temporales y moleculares, los autores sugieren que es posible mantener una dieta de cereales sostenible que satisfaga las necesidades de un mundo en crecimiento sin comprometer la calidad de los granos básicos, para satisfacer la demanda del mercado y sostener la seguridad alimentaria y nutricional.

El Maipo/Agricultura Global

Date Created

Febrero 2026