



Producción mundial de trigo se enfrenta a un punto de inflexión climático

Posted on Febrero 24, 2026

Una nueva investigación advierte que las temperaturas extremas durante el período crítico de floración podrían devastar las cosechas en los principales graneros para 2090.

(Londres) En el delicado cálculo de la seguridad alimentaria mundial, el trigo se ha considerado durante mucho tiempo la piedra angular de la estabilidad. Es un cultivo resiliente que alimenta a miles de millones de personas en todas las culturas y continentes. Sin embargo, un nuevo estudio exhaustivo publicado hoy en *Climatic Change* revela que el cambio climático está reescribiendo radicalmente las reglas de la producción de trigo. Esto podría tener consecuencias potencialmente devastadoras para el grano más consumido del mundo.

La investigación, dirigida por el Dr. Nimai Senapati y sus colegas de Rothamsted Research en el Reino Unido, transmite un mensaje contundente. Si bien la sequía ha sido históricamente el mayor enemigo de la producción de trigo, el calor extremo durante el vulnerable período de floración de la planta se perfila como la amenaza más grave del cambio climático. Y se está acelerando más rápido de lo que se creía.

Según el estudio, el estrés por sequía en torno a la floración disminuirá ligeramente en las próximas

décadas debido a una floración más temprana. Sin embargo, el estrés térmico está aumentando drásticamente y representa un peligro creciente para las principales regiones productoras de trigo.

La delicada danza de la reproducción

La vulnerabilidad del trigo durante la floración es una cuestión de precisión biológica. El período de 15 días que rodea la floración, desde 10 días antes hasta 5 días después, representa uno de los períodos más críticos del ciclo de vida de la planta. Durante este tiempo, incluso breves encuentros con temperaturas extremas o escasez de agua pueden dañar permanentemente el desarrollo reproductivo.

Cuando las temperaturas superan los 30 grados Celsius en los días previos a la floración, la meiosis se interrumpe, el polen se vuelve estéril y las tasas de fertilización se desploman. Después de la fertilización, temperaturas superiores a 35 grados Celsius pueden detener el desarrollo del endospermo, limitando permanentemente el tamaño del grano. El daño es rápido, grave e irreversible.

La investigación enfatiza que estos no son estreses graduales que duran toda la temporada. Son episodios breves, a veces de tan solo unos días de calor extremo, que pueden destruir la cosecha de toda una temporada. Los modelos muestran que estos eventos serán mucho más frecuentes.

Un análisis global

El alcance del estudio no tiene precedentes. El equipo de investigación analizó 53 sitios representativos en 33 países productores de trigo, que abarcan aproximadamente el 91 % de la producción mundial de trigo. Utilizando proyecciones climáticas de 15 modelos climáticos globales diferentes del último Proyecto de Intercomparación de Modelos Acoplados (CMIP6), simularon las condiciones bajo el escenario de emisiones más alto (SSP5-8.5) para el futuro cercano (2050) y el futuro lejano (2090).

El modelo de trigo Sirius, una herramienta de simulación de vanguardia perfeccionada durante décadas, permitió a los investigadores aislar los impactos específicos del calor y la sequía durante el período de floración. Esto sería imposible de estudiar experimentalmente a escala global.

Los investigadores realizaron millones de experimentos virtuales. Para cada ubicación y cada proyección climática futura, simularon 100 años de patrones climáticos. Esto proporciona poder estadístico para comprender no solo las condiciones promedio, sino también los eventos extremos que ocurren cada 20 años. Estos son los que causan pérdidas catastróficas en la producción.

Los números cuentan una historia de transición

En las condiciones de referencia actuales, entre 1985 y 2015, la sequía durante la floración causa una

pérdida de rendimiento tres veces mayor que la causada por el estrés térmico. Se observa una reducción del 37 % en comparación con el 11 % de los eventos de calor extremo que ocurren cada dos décadas.

Pero el futuro parece radicalmente diferente.

Se proyecta que para 2050, las pérdidas globales de rendimiento por sequía en torno a la floración disminuirán un 9 %, y un 18 % para 2090. Este hallazgo, contradictorio, se debe a que las temperaturas más cálidas aceleran el desarrollo del trigo. Las plantas florecen antes, lo que reduce el consumo de agua antes de la reproducción y deja más humedad disponible en el suelo durante la ventana crítica de floración.

La floración temprana actúa como un mecanismo de escape a la sequía. La planta prácticamente supera la estación seca. En muchas regiones, esto proporciona una protección significativa contra el estrés hídrico.

El estrés térmico presenta el caso contrario. Para 2050, se proyecta que las pérdidas de rendimiento relacionadas con el calor aumentarán un 32 % a nivel mundial. Para 2090, habrán aumentado un 77 % en comparación con la situación de referencia. Esto significa que el estrés térmico durante la floración se acercará a la magnitud del daño que actualmente causa la sequía.

El estudio identifica el calor como la amenaza emergente. La sequía no desaparece. Sigue siendo extremadamente grave en muchas regiones. Pero el calor se está acelerando rápidamente y el mundo no está preparado.

Graneros en riesgo

El estudio identifica países específicos que enfrentan las mayores amenazas. Muchos de ellos son cruciales para el suministro mundial de trigo.

China se enfrenta al estrés térmico más severo de todos los grandes productores, con pérdidas de rendimiento proyectadas superiores al 40 % para 2050 y al 50 % para 2090 debido a eventos de calor extremo en torno a la floración. Rusia, Kazajistán, Pakistán, Estados Unidos y Ucrania se enfrentan a pérdidas relacionadas con el calor superiores al 30 % para mediados de siglo.

En cuanto a la sequía, los mayores impactos futuros se concentran en China, Estados Unidos, Argentina, Irán, Turquía, España y Rumania. Todos ellos enfrentan pérdidas potenciales del 70 al 80 % debido a sequías extremas durante la floración, incluso con la disminución global del estrés hídrico.

Particularmente preocupantes son los países que enfrentan ambas amenazas simultáneamente. China, Estados Unidos, Rusia, Rumania, Turquía y Kazajistán se encuentran entre los países con mayor riesgo de

estrés por calor y sequía durante la floración en los climas futuros.

Cuando varios graneros se ven amenazados simultáneamente, el sistema alimentario mundial se enfrenta a perturbaciones sincrónicas. Esto puede provocar picos de precios, restricciones a las exportaciones e inseguridad alimentaria, que se propagan por todo el sistema. La naturaleza interconectada del comercio mundial del trigo implica que un mal año en la franja triguera del hemisferio norte afecta a familias de todo el mundo.

El desafío de la adaptación

La investigación tiene implicaciones urgentes para los programas de mejoramiento de trigo a nivel mundial. Históricamente, la tolerancia a la sequía ha dominado las prioridades de mejoramiento. Este enfoque es comprensible dado su predominio actual como factor limitante del rendimiento. Sin embargo, el estudio sugiere que este enfoque debe ampliarse rápidamente.

Los programas de mejoramiento suelen tardar entre 10 y 15 años desde el cruce inicial hasta la liberación de la variedad. Las variedades plantadas en 2040 se están concibiendo en viveros de mejoramiento en este momento. Si la tolerancia al calor no se incorpora de inmediato a estos programas, los agricultores se enfrentarán al clima de 2050 con variedades adaptadas a las condiciones del pasado.

El desafío se complica por la naturaleza misma de la tolerancia al calor. A diferencia del escape a la sequía, que puede lograrse mediante una floración más temprana, la tolerancia al calor requiere mecanismos fisiológicos que protejan los procesos reproductivos durante eventos de altas temperaturas. Estos mecanismos son complejos e involucran proteínas de choque térmico, estabilidad de la membrana y ajustes metabólicos que varían entre genotipos.

Simplemente florecer antes no solucionará el problema del calor. Si bien las plantas florecen antes en condiciones más cálidas, las temperaturas están subiendo tan bruscamente que incluso la floración temprana sigue exponiendo a las plantas a un calor perjudicial. Se necesita una verdadera tolerancia fisiológica.

Más allá de la crianza: un enfoque de cartera

Si bien la mejora genética es esencial, los investigadores enfatizan que ninguna solución única será suficiente.

La idea de desarrollar un único “supertrigo” que resuelva todos los problemas es seductora, pero peligrosa. Se necesita un enfoque de cartera. Mejores variedades son esenciales, pero mejores prácticas de gestión, agricultura de conservación y marcos de políticas que apoyen a los agricultores durante la

transición son igualmente importantes.

La siembra temprana, por ejemplo, puede ayudar a los cultivos a evitar el calor intenso del verano en algunas regiones. Una mejor gestión del suelo puede aumentar la capacidad de retención de agua, amortiguando así tanto la sequía como el estrés térmico. Los programas de seguros y las redes de seguridad social pueden ayudar a las comunidades agrícolas a sobrevivir años catastróficos.

El estudio también destaca la importancia de la incertidumbre en las proyecciones climáticas. Mediante el uso de 15 modelos climáticos globales diferentes, los investigadores pudieron evaluar la gama de posibles futuros, algunos más severos, otros menos severos. Esta incertidumbre debe incorporarse en la planificación de la adaptación.

No es posible realizar predicciones perfectas, pero la señal es bastante clara: el estrés térmico se avecina, es grave y es necesario actuar de inmediato. La magnitud exacta puede variar, pero la dirección del cambio es inequívoca.

Un llamado a la acción

La investigación concluye que desarrollar tolerancia al estrés por temperaturas extremadamente altas y sequías a corto plazo durante la floración debe convertirse en un objetivo para los mejoradores de trigo. Estos resultados deben implementarse ahora para reducir la vulnerabilidad del rendimiento global del trigo.

Para la comunidad internacional de investigación agrícola, que ha invertido fuertemente en la tolerancia a la sequía a través de iniciativas como la plataforma de Excelencia en Mejoramiento del CGIAR, el estudio sugiere la necesidad de reequilibrar las prioridades.

La Revolución Verde se centró en el potencial de rendimiento. La próxima revolución debe centrarse en la estabilidad del rendimiento bajo estrés climático. Las herramientas, los modelos y el conocimiento existen. Lo que se necesita ahora es la voluntad de actuar antes de que se cierre la ventana de oportunidad.

El Maipo/Agricultura Global