

Naturaleza se **acopla** al cambio climático

El fenómeno de La Niña ha traído fuertes lluvias que ocasionan algunos estragos, incluso en la eficiencia de los cultivos. **La ciencia propone alternativas** para aprovechamiento del agua pluvial

BERENICE GONZÁLEZ DURAND

—*aberemx@yahoo.com*

La ciencia cada vez se vuelve más precisa en estudiar los fenómenos de las precipitaciones por los daños que pueden desencadenar los procesos hidrológicos. No sólo el seguimiento de la fuerza y trayectoria de los huracanes puede ayudar al hombre a prevenir desastres, incluso el estudio de la velocidad con la cual caen las gotas de lluvia y su potencial capacidad para erosionar el terreno pueden proyectar daños para el funcionamiento del suelo en la producción de alimentos.

Lo que La Niña nos dejó

Este verano, los modelos meteorológicos sugieren cambios importantes en la temporada de lluvias. Un detonante fundamental de estos ciclos ha sido el fenómeno de La Niña, que se desencadenó a finales del año pasado y continuó a inicios de este 2025. Ahora, en la fase neutra, las temperaturas a nivel global se han regulado con una menor intensidad de calor que en los últimos dos años, pero los periodos de llu-

via se exacerban.

El fenómeno de La Niña, parte del ciclo ENSO (patrón climático de fluctuaciones en la temperatura del mar), se caracteriza por el enfriamiento de las aguas del Pacífico ecuatorial, que afecta el clima global, incluyendo a México, donde puede causar sequías, lluvias excesivas y cambios en las temperaturas.

Según informes del Servicio Meteorológico Nacional, ya se preveía que este mes, el primero más lluvioso del año, concentrara más precipitaciones de lo habitual, debido a un notable incremento en la actividad tropical con ondas muy activas y posibles perturbaciones o ciclones que se desplazan desde el Caribe, Golfo de México y Pacífico; sin embargo, después de septiembre las condiciones se proyectan extremadamente secas a nivel global.

Los modelos tradicionales de predicción meteorológica han sido eficientes en los últimos 70 años; ahora la IA promete desarrollar, operar y actualizar a mayor velocidad esta información. Más allá de las predicciones, se deben reconocer soluciones.

“Después de que finaliza La Niña,

se crean sistemas de baja presión y se comienzan a formar depresiones tropicales y luego tormentas que cambian y evolucionan a ciclones”, ha afirmado Carlos Vargas Cabrera, co-director académico del Programa de Investigación para la Sustentabilidad de la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM).

En un material difundido por la institución académica, el experto explica que estos sistemas acaban por impactar a la Ciudad de México, pues su condición geográfica, rodeada por altas sierras montañosas, produce el encierro de humedad que favorece la formación de nubes y una alta precipitación que provoca estragos en la cuenca, pero la ciudad sigue sin estar preparada para el desalojo de estos grandes volúmenes de agua de lluvia que caen sobre la urbe.

Vargas Cabrera apunta que la capital del país se asentó sobre un sistema lacustre, pero a diferencia de esta época, las sociedades prehispánicas aprovechaban la abundancia de agua y la canalizaban de forma eficiente. Una propuesta que ha presentado el Programa de Investigación para la Sustentabilidad de la



UAM es la rehabilitación de algunos cuerpos de agua para facilitar la regulación de picos de lluvia, como el caso del lago Tláhuac-Xico, ubicado entre la alcaldía Tláhuac y el municipio de Valle de Chalco. Otras alternativas serían la intervención de Xochimilco y Texcoco, así como canalizar el agua de lluvia al lago de Zumpango, que se está secando y requiere del recurso.

“Paradójicamente, donde se requiere el agua, no llega, y donde está haciendo daño, llega en abundancia; no se está preparado para conducir estos volúmenes a donde hacen falta y donde pueden producir beneficios en lugar de estar creando impactos a la población y a la infraestructura urbana”, afirma.

La investigación “Agua y territorio” del Programa de Investigación para la Sustentabilidad busca respuestas para saber dónde se puede capturar mejor el torrente pluvial así como qué pendientes e incluso materiales se pueden aprovechar para dirigir el recurso hídrico. Hace más de una década se generó un plan hídrico para la subcuenca de los ríos Amecameca y La Compañía, que de igual forma ha sufrido inundaciones por alta precipitación y que por el mal manejo o se seca o provoca inundaciones.

El plan fue aprobado con iniciativas como las que dictaban que en las partes montañosas se debía retener agua, realizar obras de reforestación, almacenamiento y contención del líquido; mientras que en la parte baja, se debían rehabilitar y acondicionar los cuerpos acuáticos que aún quedan para que tengan la capacidad de recibir estos altos volúmenes. El plan no se puso en marcha. Las propuestas están vigentes, pero la ciencia requiere apoyo institucional y visión.

Defensas naturales

El cambio climático causa calentamiento global y los cambios plantean desafíos desde varias trincheras para la vida en la Tierra. Una investigación sobre el impacto de la lluvia en los suelos, realizado por el Centro de Ciencias de la Atmósfera (CCA) de la UNAM, midió la energía erosiva en los suelos por el impacto pluvial, determinando que en nuestro país el deterioro de la superficie va en aumento.

Ante la falta de acciones humanas, a veces la naturaleza debe defenderse sola. Las plantas son sensibles al clima, no pueden reubicarse para mitigar su impacto. Un estudio publicado en la revista *Science* pone a la naturaleza frente a los extremos ambientales históricos.

Las plantas han desarrollado estrategias, desde cambios fisiológicos que aumentan la eficiencia del uso del agua hasta cambios en el tiempo de floración para evitar períodos de sequía. Estos cambios afectan la energía para el crecimiento; el estudio de *Science* subraya que comprender estas compensaciones es importante en el mejoramiento de cultivos donde el objetivo de maximizar el rendimiento debe equilibrarse con la necesidad de sobrevivir al estrés durante el crecimiento.

En el mundo existen más de 130 millones de kilómetros cuadrados de zona terrestre, pero solo 12% de esa superficie es útil para el cultivo de alimentos. El suelo es uno de los recursos naturales más valiosos del mundo, pues proporciona una matriz física, un ambiente químico y un entorno biológico que permiten el intercambio de agua, nutrientes, aire y calor para muchos organismos que viven en él. Su equilibrio no solo influye en procesos hidrológicos que incluyen infiltración, percolación y drenaje; sino que participa como purificador de agua y en diversos procesos climáticos, ambientales sociales vitales para la supervivencia de la humanidad.

Algunos modelos predicen reducciones en el rendimiento de los cultivos de 7 a 23% como resultado del cambio climático, compensar estos efectos requerirá de viejas y nuevas herramientas científicas. La diversidad de estrategias adaptativas en plantas silvestres puede proporcionar algunas respuestas.

El artículo en *Science* señala que la adaptación de las plantas silvestres responde a la diversidad genética, pues al crecer en una variedad de hábitats han acumulado esa gran diversidad. Esto les permite adaptarse a diferentes condiciones ambientales. La genómica comparada ha revelado genes y vías metabólicas que confieren resistencia a factores como la sequía, la salinidad, las temperaturas extremas y enfermedades.

Los microbiomas asociados a las plantas también juegan un papel crucial en la adaptación; la ingeniería de estos microbiomas podría ser una herramienta valiosa para la conservación de ecosistemas y el mejoramiento de cultivos que ayuden a contrarrestar las inclemencias extremas del cambio climático. La biotecnología tiene muchos recursos. Mediante la transferencia de genes, la información obtenida de la genómica comparada de plantas silvestres puede utilizarse para transferir genes de resistencia a cultivos comerciales. Por otra parte, la combinación de rasgos de adaptación ambiental con la productividad de los cultivos podría llevar a una nueva generación de cultivos más resilientes.

La genómica comparada puede brindar nuevas herramientas para utilizar el talento natural de las plantas silvestres. Sus adaptaciones también proporcionan información valiosa para mejorar la resistencia de los cultivos y así garantizar la seguridad alimentaria en un contexto de cambio climático. ●

7 a 23%

CAE RENDIMIENTO DE CULTIVOS

según modelos que predicen su reducción por el cambio climático.



Las plantas se adaptan a climas extremos

Estudiar la diversidad de formas en que las plantas se ajustan a fenómenos meteorológicos está permitiendo el descubrimiento de genes y variantes que podrían ayudar a fortalecer cultivos.

Adaptaciones específicas

Floración

Cambio de forma y tamaño de las flores en respuesta a las altas temperaturas, afectando la polinización y la reproducción.

Posición de las hojas

Orientan sus hojas para recibir menos luz solar directa, lo que ayuda a reducir la temperatura de la superficie de la hoja.

Estructuras especializadas

Desarrollo de tallos y hojas con capas cerosas o vellosidades para reducir la pérdida de agua y reflejar la luz solar, disminuyendo la temperatura.

Aerénquima

Son espacios de aire en las raíces y tallos para facilitar el transporte de oxígeno a las partes sumergidas de la planta.

Otras variaciones



Crecimiento lento

En estrés hídrico, reducen su tasa de crecimiento o entran en un estado de letargo para conservar energía.



Activación de genes

Se pueden activar genes específicos que ayudan a la planta a tolerar el estrés por inundaciones.

Fuente: Elaboración propia.



Uso eficiente del agua

Desarrollo de mecanismos para almacenar agua, como cerrar sus estomas (pequeños poros en las hojas), reduciendo así la pérdida de agua por transpiración.

Reducción del área foliar

Desarrollan hojas más pequeñas y puntiagudas para minimizar la pérdida de agua a través de la transpiración.

Caléndula africana
Bastante resistente a la sequía y prospera en condiciones secas y cálidas.

Raíces tolerantes

Resistencia al anegamiento, con mayor capacidad para tolerar la falta de oxígeno en suelos inundados.

Sistemas radiculares

Plantas de zonas áridas suelen desarrollar raíces largas y profundas que les permiten acceder a aguas subterráneas.

Estudio a profundidad

La **genómica comparativa** estudia las similitudes y diferencias entre los genomas de diferentes especies.



Esta disciplina se apoya en herramientas computacionales para analizar secuencias genómicas.



Es una herramienta para entender cómo las plantas silvestres se adaptan a diferentes entornos.



Al comparar genomas, se puede identificar las vías metabólicas que confieren resistencia al clima.



Esto puede aplicarse para mejorar la resistencia de los cultivos a través del mejoramiento genético.

