

Genes para combatir la sequía en los cultivos

ARCHIVO

Gabriel Iturriaga
Miembro de la Academia de
Ciencia de Morelos
Centro de Investigación en Bio-
tecnología, UAEM

La productividad y el crecimiento de las plantas, particularmente de una gran diversidad de cultivos agronómicos, están restringidos intermitentemente por diversos factores ambientales tanto bióticos como abióticos. Los primeros lo constituyen los patógenos que comprenden algunos hongos, bacterias y virus; mientras que en el caso del estrés abiótico se encuentran la sequía, la salinidad, el congelamiento y el calor excesivo. De todos estos factores, la disponibilidad de agua es el más limitante en la producción agrícola a nivel mundial. Más del 30% de nuestro planeta son áreas de baja precipitación pluvial, es decir con menos de 200 a 400 mm de precipitación por año. En particular en México, donde las zonas áridas y semiáridas constituyen alrededor de la mitad del territorio nacional, la sequía afecta fundamentalmente a los agricultores pobres que cultivan tierras de temporal.

La presencia de concentraciones elevadas de sales en el suelo también es un estrés común en los desiertos y en muchas regiones templadas donde la salinidad limita el crecimiento de las plantas. Millones de hectáreas utilizadas para la producción se pierden a medida que la sal del agua de riego se ha ido acumulando en el suelo. En estas áreas, una planta se enfrenta a dos problemas: Tener que obtener agua de un suelo con déficit hídrico y contener con las elevadas concentraciones, potencialmente tóxicas, de iones de sodio, carbonatos y cloro. Por otro lado, las temperaturas extremas son también un común denominador de las zonas desérticas.

Habitualmente, los desiertos poseen una vegetación escasa pero con adaptaciones de gran interés científico y tecnológico. Existen diversas especies vegetales que tienen una gran resistencia a la sequía, entre las que se encuentran las cactáceas, los agaves y las plantas de "resurrección". Estas últimas son muy extrañas porque son capaces de sobrevivir completamente deshidratadas durante años y cuando vuelven a estar en



AGUA ESCASA | Vista del municipio de Tlaquiltenango, en el sur de Morelos.

contacto con el agua reviven continuando su ciclo de vida y funciones normalmente.

Cuando las plantas resistentes experimentan condiciones ambientales desfavorables asociadas con altos niveles de salinidad, sequía o temperaturas extremas, las plantas se protegen del estrés por la acumulación de una variedad de metabolitos orgánicos. Estos compuestos son moléculas pequeñas solubles en agua. Las propiedades de estas moléculas permiten mantener la presión de turgencia durante el estrés hídrico, por salinidad o temperaturas extremas. Además, algunas moléculas pueden servir como agentes protectores eficientes para estabi-

lizar la estructura y función de las macromoléculas sean estas proteínas, membranas o ADN (ácido desoxirribonucleico), lo cual explica la capacidad de las plantas de "resurrección" para sobrevivir en estado latente en la ausencia del agua. Los solutos compatibles representativos incluyen ciertos aminoácidos, betaínas, y algunos azúcares como la trehalosa.

La trehalosa es un azúcar, no tóxico. En la naturaleza la trehalosa sirve como protector contra el estrés abiótico ya que se ha encontrado, además de en las plantas capaces de sobrevivir la deshidratación y temperaturas extremas tales como algunas especies de

bacterias, levaduras, crustáceos, insectos y gusanos. La trehalosa se encuentra en alimentos comunes como el pan, miel, hongos, cerveza y el vino. Si consideramos que las fermentaciones son de los procesos biotecnológicos más antiguos, podríamos asegurar que llevamos más de cinco milenios de ingerir trehalosa. Debido a su estabilidad y no toxicidad, la trehalosa es un preservador ideal para productos biológicos, tales como vacunas, fármacos, células madre, bebidas, como los alimentos mismos, que mantienen una frescura latente en estado deshidratado y al ser rehidratados no se distinguen de alimentos recién preparados. Es por esto que se considera que la

trehalosa será el conservador por excelencia de la industria alimenticia y farmacéutica en los años por venir.

Lamentablemente la frecuencia e intensidad de las sequías se verán incrementadas con el cambio climático. Además, somos una generación testigo del crecimiento desmedido de la población mundial: el aumento al doble de los seres humanos. Ante esto, la deforestación no es una alternativa como lo fue durante muchos siglos, el único camino es la mejora de las semillas. Salvo contados ejemplos, las técnicas tradicionales de mejoramiento de las plantas no han sido capaces de incrementar la resistencia a la sequía en los cultivos.

La ingeniería genética aplicada a las plantas se fundamenta en la capacidad de transferir de forma estable, material genético foráneo a los cromosomas de las plantas. De hecho, este proceso lo ha venido realizando el Hombre desde los comienzos de la civilización en el proceso de domesticación de las plantas conocido como agricultura. Hoy en día tenemos maneras más rápidas de transferir ADN a las plantas, por varios métodos transformación (inserción de ADN) mediada por *Agrobacterium tumefaciens* y la biobalística. La caracterización de las rutas metabólicas de síntesis de moléculas y la exploración de los genes relevantes ha permitido el trasplante de los mismos en plantas transgénicas para validar la importancia de la acumulación de estos compuestos en la aclimatación de las plantas al estrés ambiental.

Nuestro grupo de investigación ha estado trabajando tres lustros en dilucidar las bases moleculares y bioquímicas del fenómeno de la "resurrección" utilizando las especies vegetales *Craterostigma plantagineum* de origen africano y *Selaginella lepidophylla* mejor conocida como "doradilla" o "flor de roca" que es autóctona de México. En particular, la síntesis por ingeniería genética de trehalosa en plantas transgénicas nos ha permitido mejorar la tolerancia a la sequía, salinidad, congelamiento y calor en *Arabidopsis*, alfalfa y en frijol, lo cual abre la posibilidad de manipular genéticamente otros cultivos de interés agrícola como el maíz y brindarles de esta forma tolerancia a diferentes tipos de estrés abiótico.