

Madrid, viernes, 21 de noviembre de 2025

Las plantas rompen su epidermis con precisión en condiciones extremas para expulsar el exceso de sal y sobrevivir

- Tienen glándulas salinas que funcionan como microcámaras de presión para expulsar el exceso de sal y ajustan sus poros para mantener la humedad y evitar la desecación.
- La novedosa investigación liderada desde Harvard, con participación del CSIC, tiene implicaciones para la agricultura en un escenario de cambio climático y escasez de agua.



*La planta modelo del estudio, *Nolana mollis*, que crece en el desierto de Atacama (Chile) / PNAS.*

Un estudio internacional publicado en PNAS describe por primera vez el mecanismo que permite a ciertas plantas del desierto de Atacama (Chile) eliminar el exceso de sal y sobrevivir en condiciones extremas. El trabajo ha sido liderado desde la Universidad de Harvard, con la colaboración de **Juan M. Losada**, del Instituto de Hortofruticultura

Subtropical y Mediterránea "La Mayora", centro mixto del Consejo Superior de Investigaciones Científicas y la Universidad de Málaga.

Según detalla el estudio, estas plantas utilizan unas diminutas estructuras llamadas glándulas salinas, que funcionan como auténticas "microcámaras de presión", creando un espacio cerrado donde acumulan líquido y generan presión. Gracias a ellas, las plantas bombean activamente las sales hacia el exterior a través de la fina película que recubre sus hojas (denominada cutícula) y las expulsan a través de orificios mil veces más pequeños que el grosor de un cabello (nanoporos). La regulación precisa del tamaño de los nanoporos es fundamental para mantener el equilibrio entre eliminar la sal y conservar la humedad. Si los poros se abren demasiado, la planta se deseca; si se cierran, la sal se acumula y la planta muere.

Según Losada, este trabajo "sienta las bases para comprender cómo las plantas adaptadas a ambientes extremos pueden inspirar nuevas estrategias para recuperar suelos agrícolas salinizados o incluso para diseñar sistemas de desalinización más eficientes".

El estudio combina análisis anatómicos, fisiológicos y teóricos, y representa un paso importante hacia la agricultura regenerativa en un contexto de cambio climático y creciente escasez de agua dulce.

Un laboratorio natural en el desierto más árido del mundo

La protagonista del estudio es *Nolana mollis*, una planta arbustiva de la familia de las solanáceas (la misma de los tomates, patatas o berenjenas) que crece en el Parque Nacional Pan de Azúcar, en el desierto de Atacama, al norte de Chile. Sus hojas carnosas están recubiertas por una película de sal visible a simple vista, mientras que otras especies vecinas permanecen secas. Esta capa salina es el resultado de un sofisticado sistema de eliminación que permite a la planta mantener estable su equilibrio interno de agua y sales, incluso cuando el suelo contiene concentraciones de sal que matarían a la mayoría de las plantas.

Las microscópicas glándulas salinas de *Nolana mollis* se alojan en pequeñas depresiones de la epidermis foliar. En su interior, los investigadores han identificado la cámara subcuticular que se infla como un globo cuando la planta bombea agua y sal hacia su interior. Esta cámara genera presión suficiente para expulsar la solución salina al exterior a través de grietas en la cutícula, que actúan como válvulas de escape.

El delicado arte de fracturar la cutícula

Uno de los hallazgos más sorprendentes del trabajo es que la cutícula de estas glándulas debe fracturarse para funcionar, pero no de cualquier manera. Si las grietas son demasiado pequeñas, la sal queda atrapada; si son demasiado grandes, la planta pierde agua de forma catastrófica. El modelo desarrollado por el equipo indica que el tamaño óptimo de las grietas está entre 10 y 400 nanómetros, unas mil veces más finas que un cabello humano.

Para confirmar esta predicción, los científicos utilizaron microscopía electrónica criogénica y observaron grietas reales en plantas activas, con anchuras que oscilaban entre 30 y 200 nanómetros. Este ajuste fino depende de las propiedades mecánicas de la cutícula, que debe ser lo bastante flexible para abrirse, pero lo bastante resistente para evitar que la fractura se propague sin control.

Un equilibrio energético y físico

La investigación también revela que la cámara subcuticular no solo es una solución mecánica, sino energética. Sin esta cámara intermedia, la diferencia de concentración entre la célula y la salmuera superficial sería tan grande que los transportadores de iones (el motor que impulsa la bomba de sal), no tendrían energía suficiente para seguir funcionando y se bloquearían. Al diluir la sal en la cámara, la planta reduce ese gradiente y mantiene activo el bombeo de sal.

Además, pone de relieve que la tolerancia a la sal no depende solo de genes y proteínas, sino también de soluciones físicas y estructurales. Por lo que optimizar transportadores no basta si la planta no resuelve el problema mecánico, y permite pensar que imitar este diseño podría inspirar tecnologías de desalinización más eficientes, basadas en membranas que combinen transporte activo y control de presión.

La salinización de los suelos es uno de los grandes retos para la agricultura. Afecta a más de 800 millones de hectáreas en todo el mundo y reduce drásticamente la productividad. Comprender de qué manera plantas como *Nolana mollis* gestionan el exceso de sal puede abrir nuevas vías para desarrollar cultivos más resistentes o sistemas biomiméticos que aprovechen principios físicos, no solo biológicos.

En palabras de Losada, “este trabajo permite entender mejor la variedad de mecanismos que han desarrollado las plantas para su adaptación a ambientes extremos y utilizarlos como una inspiración para la biorremediación de suelos agrícolas salinizados o el diseño de sistemas de desalinización más eficientes”.

Mai MH, Rockwell FE, Losada JM, Nicholson N, Suo Z, Holbrook NM. **Secreting salt glands constrain cuticle fracture to enhance desalination efficiency**. Proc Natl Acad Sci 2025;
<https://doi.org/10.1073/pnas.2505598122>

IHSM La Mayora / CSIC Comunicación

comunicacion@csic.es