



¿Cómo hacen las plantas para resistir una inundación?

Juan José Morales Trejo

Nuestro conocimiento común nos hace suponer que las plantas necesitan de la luz del sol, del agua, del suelo y de los nutrientes que hay en él para poder desarrollarse. Sin embargo, el desarrollo de las plantas es un camino poco fácil. Para entender cómo es que las plantas son como son y por qué están donde están, debemos de hurgar el contexto que las rodea y entender que algunas situaciones resultan estresantes para su desarrollo.

Cuando las plantas se establecen en lugares en los que el suelo es poco permeable y con constantes inundaciones, es probable que ocurra una situación de estrés debido al peligro que implica el ahogamiento al quedar cubiertas por el agua. Aunque esto no significa que las plantas queden completamente sumergidas (del ápice a las raíces), se verán en aprietos si el suelo que cubre sus raíces está inundado. Las plantas tienen dos partes principales que hacen diferentes procesos para mantener su equilibrio fisiológico; la parte superior (tallo, ramas y hojas) realiza el proceso de la **fotosíntesis**, y la parte inferior (raíces bajo el suelo), realiza el proceso de la respiración. Un suelo inundado ha intercambiado el oxígeno (O²) presente en los poros del sustrato por agua, llevando a las raíces a reaccionar ante la falta del elemento que necesitan para la producción de dióxido de carbono (CO²). Dado que las plantas no pueden huir de la inundación, deberán de desplegar mecanismos que les ayuden a contrarrestar la ausencia de O² y la producción de sustancias letales (fitotoxinas o iones de manganeso, hierro y moléculas de ácido sulfhídrico) para ellas mismas.

En las zonas costeras las plantas de mangle, por ejemplo, están en contacto con el agua salada y la inundación permanente; por ello han desarrollado modificaciones anatómicas que les permiten captar el O₂ de la superficie para incorporarlo a sus raíces a través de **neumatóforos**. Por otra parte, plantas como **el arroz** y otras especies asociadas a zonas de inundaciones temporales utilizan un conjunto de estrategias, desde fisiológicas hasta anatómicas, para evitar el ahogamiento.

En estudios más recientes se ha propuesto una de las más novedosas ideas acerca de los mecanismos de defensa de las plantas contra la inundación y que podría tener convergencia con una característica de algunos insectos acuáticos, la formación del plastron

En primera instancia, cuando una planta es sometida a un estrés hipóxico o anóxico (baja cantidad o ausencia de oxígeno), su respuesta metabólica la llevará a cambiar el funcionamiento respiratorio de las raíces por uno de fermentación, en el cual la obtención de energía le permita compensar el cambio ocurrido en el ambiente exterior. Si este sistema no funcionara, la planta podría utilizar un mecanismo de difusión (**aerenquima**) que le permita llevar O₂ desde las hojas jóvenes del ápice hacia las raíces. Las hojas jóvenes le permiten **difundir** más rápido el gas hacia el interior debido a que son más porosas que las hojas maduras. Además, es necesario que exista una diferencia de gradientes de los gases a lo largo de la planta para que la presión sea a favor del ápice contra la raíz.

Algunas investigaciones han reportado que las plantas del arroz necesitan desarrollar rápidamente las primeras ramificaciones juveniles para poder llevar a cabo el transporte de gases hacia la raíz. Esto fue detectado en plantas que tenían **peciolos** más largos los cuales les permitieron alejarse de la inundación. Siguiendo a este modelo de estudio, también se ha encontrado que las respuestas de este mecanismo están relacionadas a **genes** que activan **enzimas** que a su vez sintetizan sustancias para coadyuvar ante el déficit de O² presente en la raíz, inhibiendo a las toxinas generadas por el proceso de **fermentación**. Es importante aclarar que la amenaza para las plantas bajo estrés hídrico no es el aumento de fitotoxinas, sino más bien la baja producción de energía (**ATP**) que compromete la estabilidad de la raíz y por ende a la planta.

En estudios más recientes se ha propuesto una de las más novedosas ideas acerca de los mecanismos de defensa de las plantas contra la inundación y que podría tener convergencia con una característica de algunos insectos acuáticos, la formación del **plastron**. El **plastron** de las plantas, es una película de gas que se forma por la

superhidrofobia de las hojas de las plantas asociadas a ambientes inundables (como el arroz, sí, otra vez). Esta capa de gas permite formar un sistema de protección contra el agua que rodea los tallos de las plantas sirviendo como medio de transporte del O² hacia la raíz y de CO² hacia el exterior.

El desarrollo de una planta es más complejo de lo que creemos. Son muchos procesos que suceden en ellas para que podamos apreciarlas

en su forma y color. Así que la próxima vez que te acerques a tu jardín, vayas al bosque, a la costa o simplemente si comes arroz, tendrás algo que contar.



Juan José Morales Trejo (Juan Mt)
Instituto de Ecología A.C.
Xalapa, Veracruz, México

Imágenes

Imagen 1: [Stuart Ling \(CC BY-SA 3.0\)](#).

Imagen 2: [Dr. Raju Kasambe \(CC BY-SA 4.0\)](#)

Referencias

Bailey-Serres, J., & Colmer, T.D. (2014). Plant tolerance of flooding stress – recent advances. *Plant, Cell and Environment*. 37, 2211–2215.

Begon, M., et al. (2006). *Ecology: Individuals, Populations and Communities*. Blackwell science (Vol. 3rd Edition)

Lambers, H., et al. (2008). *Plant physiological ecology*. 2nd. Edition. Springer.

Pedersen, O., et al. (2009). Surviving floods: leaf gas films improve O₂ and CO₂ exchange, root aeration, and growth of completely submerged rice. *The Plant Journal*. 58, 147–156.

Perata, P., & Alpi, A. (1993). Plant responses to anaerobiosis. *Plant science*. 93, 1-17.