

Vida en las alturas: plantas indicadoras del cambio climático

Las plantas no pueden huir...

Durante los últimos años el cambio climático se puso de moda. Ha sido protagonista de artículos, documentales y materiales con contenidos periodísticos, así como de programas televisivos y películas de ciencia ficción que presentan panoramas catastróficos. Pero, ¿qué es en realidad? Se trata de una modificación del clima que provoca variaciones de temperatura, lluvia y nubosidad, además de aumentos en el nivel medio del mar. Aunque ha ocurrido antes en la historia del planeta, en los últimos años se ha acelerado a causa de actividades humanas, como la emisión de gases de efecto invernadero (dióxido de carbono, metano, óxido de nitrógeno y clorofluorocarbonos, entre otros), que impiden que el calor de la Tierra escape al espacio y entonces se queda atrapado en la atmósfera.

De 1906 a la fecha, la temperatura global se ha incrementado 0.74 °C, provocando el derretimiento del hielo en los polos, lo que conlleva al aumento en el nivel del mar: 1.8 milímetros por año de 1933 a 2002, pero desde 2003 llegó hasta los 3.1 milímetros anuales, es decir icasi el doble! Por desgracia, en los próximos 100 años se estima un aumento de 4 °C, lo que pone a los seres vivos en serias condiciones de vulnerabilidad. Las plantas se encuentran en una situación muy particular, pues no pueden moverse a sitios con características más favorables para su crecimiento, desarrollo y reproducción.

En este contexto, por su sensibilidad a los cambios de temperatura y otras condiciones del medio, algunas plantas pueden considerarse como bioindicadores (organismos que indican las condiciones de contaminación o cambio climático). Por ejemplo, a falta de agua, pueden reducir la cantidad de dióxido de carbono (CO₂) que toman de la atmósfera durante la fotosíntesis o tirar algunas de sus hojas para evitar la pérdida de agua a través de ellas (ver recuadro Entérate). No todas las plantas sirven como indicadores, pues así como las personas no reaccionan de

la misma manera cuando están bajo estrés, tampoco lo hacen las plantas; por decir algo, los pinos reducen su área de distribución en condiciones de cambio climático, mientras que algunos matorrales la aumentan. No obstante, las bromeliáceas epífitas responden bien a los estudios de variación ambiental, y a esto ayuda la posibilidad de analizarlas en dos contextos diferenciados: directamente en campo y también en laboratorio.

Bromeliáceas epífitas: informantes singulares

Las bromeliáceas son nativas de América, con excepción de *Pitcairnia feliciana*, originaria de África. Quizá la más conocida sea la piña, una de las que crecen en el suelo. Su conocido "penacho" en realidad son brácteas, estructuras que protegen a la flor y que en las bromeliáceas suelen ser muy vistosas. Hay otras especies cuyo sustrato no es la tierra sino otras plantas, de las que no absorben ningún recurso –a diferencia de la vegetación parásita–. Son las llamadas epífitas (del griego *epi*-sobre y *fito*-planta, "planta que crece sobre otra planta"), como el heno (*Tillandsia usneoides*).

Hay que aclarar que existen varias clases de epífitas, pero no todas son bromeliáceas; por ejemplo, las orquídeas y los helechos crecen también sobre otras plantas, pero se diferencian de las bromeliáceas epífitas en que sí absorben con sus raíces algunos nutrientes de la lluvia o el ambiente, mientras que estas últimas no: las raíces de las epífitas tienen la única función de fijarse a su planta hospedera y en consecuencia han desarrollado mecanismos para nutrirse mediante sus hojas.

Un grupo conocido como bromeliáceas "atmosféricas" cuenta con pequeños pelos (tricomas) que cubren sus hojas delgadas y rígidas; con ellos absorben el agua que llega en forma de neblina, rocío o lluvia, además de otros elementos necesarios, como el nitrógeno. Otro grupo es el tipo "tanque", cuyas hojas largas y anchas forman precisamente un tanque donde se

almacena agua que les ayuda a enfrentar periodos de sequía.

Es importante resaltar que muchas desarrollan una fotosíntesis conocida como metabolismo ácido de las crasuláceas: toman CO₂ durante la noche, no en el día como la mayoría de las plantas. Su cualidad de adquirir recursos a través de sus hojas y no de sus raíces, implica que los nutrimentos, el agua y el carbono que consumen, pueden provenir de fuentes muy distintas a las de plantas terrestres, haciéndolas útiles para indicar cambios en la atmósfera con rapidez.

Bioindicadores en su contexto y en laboratorio

Las bromeliáceas epífitas son adecuadas indicadoras del cambio climático debido a su capacidad de respuesta al ambiente de forma individual (cambio en la fisiología de la planta) y poblacional (mortalidad y establecimiento interanual, por ejemplo).

El agua es el principal factor que determina la zona geográfica en la que habitan, así como su localización en el árbol donde viven (tronco, parte media o la más alta). Si conocemos el hábitat de una especie en particular, podemos asociar las condiciones climáticas de esa zona con el número de bromeliáceas que ahí se encuentran (abundancia), así como el lugar del árbol en el que se hallan (distribución vertical). Si se reduce la cantidad de agua que reciben, su población disminuirá de un año a otro en determinado sitio como efecto negativo de los cambios ambientales sobre su fisiología. También es posible suponer que si de pronto dejamos de ver una especie en un lugar donde antes estaba o notamos su aparición donde antes no la veíamos, las condiciones climáticas en ambos sitios (el original y el nuevo) pueden estar modificando.

En los estudios de laboratorio, los isótopos estables contenidos en las hojas de bromelias ayudan a identificar el origen de elementos particulares presentes en la atmósfera. Los átomos están formados por

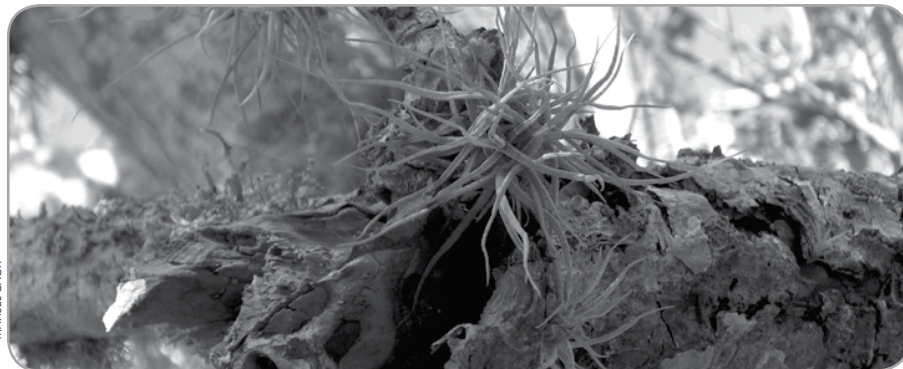
un núcleo con protones y neutrones en su interior, y electrones girando alrededor del núcleo. El número de protones determina el elemento (carbono, hidrógeno, oxígeno u otros), algo así como el sabor de un pastel; mientras que los neutrones establecen un tipo de átomo de dicho elemento, es decir, si el pastel es de chocolate blanco, oscuro o semiamargo. A esto se le denomina isótopo. Por ejemplo, el oxígeno tiene tres isótopos en la naturaleza, de los cuales el oxígeno 16 (^{16}O , porque tiene 16 neutrones) y el oxígeno 18 (^{18}O) son los más abundantes.

Como el agua contiene oxígeno, si cuantificamos los isótopos de este elemento contenidos en las hojas, se obtiene información muy valiosa del origen del vapor de la atmósfera, ya que su composición es diferente si procede de la lluvia o de su estanca-

miento en el suelo. Los datos pueden indicar cambios en el ciclo del agua (en la cantidad de lluvia, por ejemplo), y es posible hacer más precisos los modelos de cambio climático en determinadas regiones.

Si las bromelias epífitas son independientes del agua de suelo, y por lo general realizan el intercambio gaseoso durante la noche, cuando hay mucha humedad atmosférica (por eso la noche es más fresca que el día), el intercambio de moléculas de agua entre hojas y atmósfera es muy alto. Esto significa que el contenido de isótopos en sus hojas es el mismo que el de vapor de agua en el aire, así que los cambios en la composición isotópica de las hojas reflejan cambios en la atmósfera.

Como hemos visto, por las características asociadas con su forma de vida y facilidad de manejo, las bromeliáceas epí-



Bromeliácea atmosférica



MANUEL CACH

Bromeliácea tipo tanque

fitas pueden ser excelentes indicadoras del cambio climático y resultan muy útiles para realizar estudios al respecto. Entender su presencia en los ecosistemas puede ayudar a preservarlas, como un aporte a la generación de mecanismos para enfrentar los intensos cambios que estamos viviendo.

Agradecemos a Edilia de la Rosa, Nicté-há Wicab, Cecilia Rodríguez y Guadalupe Carrillo por los atinados comentarios que ayudaron a mejorar este documento. Al curso de posgrado Comunicación de la Ciencia (Centro de Investigación Científica de Yucatán), del cual se desprende el presente artículo.

Manuel Jesús Cach-Pérez es investigador Cátedras CONACYT, ECOSUR Villahermosa (mcach@ecosur.mx), Casandra Reyes-García (creyes@cicy.mx) y José Luis Andrade Torres (andrade@cicy.mx) son investigadores del Centro de Investigación Científica de Yucatán.

ENTÉRATE

Ciclo del agua, sequía y CO_2

Al igual que la especie humana, las plantas transpiran para enfriarse y lo hacen mediante la liberación de vapor a través de sus hojas. Es un proceso fundamental para el ciclo del agua: la absorben a través de sus raíces, sube por el tallo y se libera a la atmósfera como vapor. El vapor forma las nubes, que a su vez liberan de nuevo el agua hacia la tierra en forma de lluvia. Esta es una de las razones por las que conservar los bosques se vuelve imprescindible.

La falta de agua provoca que las plantas cierren pequeños orificios ubicados en sus hojas (estomas), mediante los cuales capturan CO_2 del aire que luego transforman en azúcares: su alimento. Sin embargo, cuando capturan CO_2 también pierden agua, en forma de vapor, a través de los estomas. La mayoría de las plantas recuperan el agua perdida a través de las raíces (o de las hojas, en el caso de las bromeliáceas epífitas), pero si el suelo (o el ambiente) está seco, el organismo no puede recuperarse. La solución emergente consiste en cerrar los estomas para evitar la pérdida de agua; no obstante, esto puede tener efectos negativos sobre la planta cuando la sequía es prolongada, pues no puede capturar CO_2 y por lo tanto, tampoco obtener alimento, con lo que pierde la capacidad de reparar daños, producir hojas nuevas o crecer.



Fuente: Manuel Jesús Cach-Pérez