Capítulo I

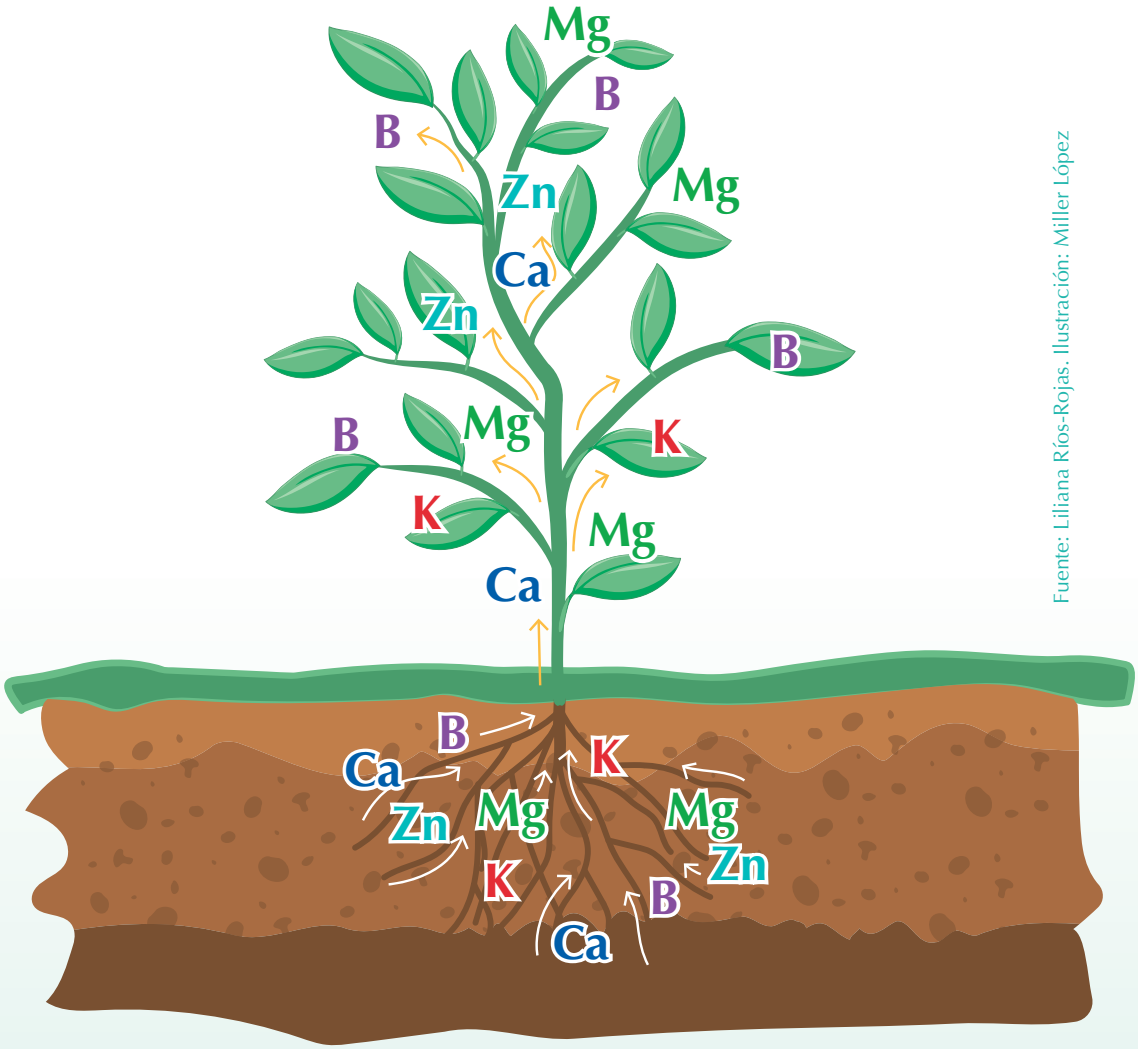
Importancia del agua

El agua y la nutrición de los cultivos

La composición química y los atributos físicos del agua la convierten en el solvente universal. La disposición dipolar de la molécula de agua a partir de las cargas del oxígeno (negativo) y del hidrógeno (positivo) permite una alta atracción con otras moléculas o solutos, para actuar como un excelente solvente (Aguilera, 2020). Cuando hay muchas más moléculas de agua en relación con el soluto, es decir, con una solución acuosa, se forma alrededor del soluto una capa de hidratación: esto posibilita la dispersión (distribución) uniforme de partículas en el agua. Es así como, dondequiera que vaya el agua, ya sea a través del aire, el suelo o nuestros cuerpos, llevará consigo sustancias químicas, minerales y nutrientes valiosos (Water Science School, 2008). Esta capacidad de transportar sustancias disueltas le permite al agua aportar en la nutrición de los organismos y, en este caso, de las plantas.

Los fertilizantes disueltos en el agua son absorbidos por las raíces y ascienden a través del xilema como consecuencia de la corriente transpirativa, y pasan a ser parte estructural de los tejidos de las

plantas (Melgarejo, 2010). Nutrientes como hierro, azufre, cloro, boro y molibdeno son absorbidos como fosfatos, sulfatos, cloruros, boratos y molibdatos, mientras que otros nutrientes son absorbidos bajo la forma de cationes de K^{1+}, Mg^{2+}, Ca^{2+}, Fe^{2+} o Fe^{3+}, Mn^{2+}, Zn^{2+} y Cu^{2+}. El nitrógeno, por su parte, es absorbido bajo la forma de NO_3^-, NO_2^- o NH_4 (Guardiola & García, 1999) (figura 1).



Fuente: Liliana Ríos-Rojas. Ilustración: Miller López

Figura 1. Diagrama de absorción de nutrientes.

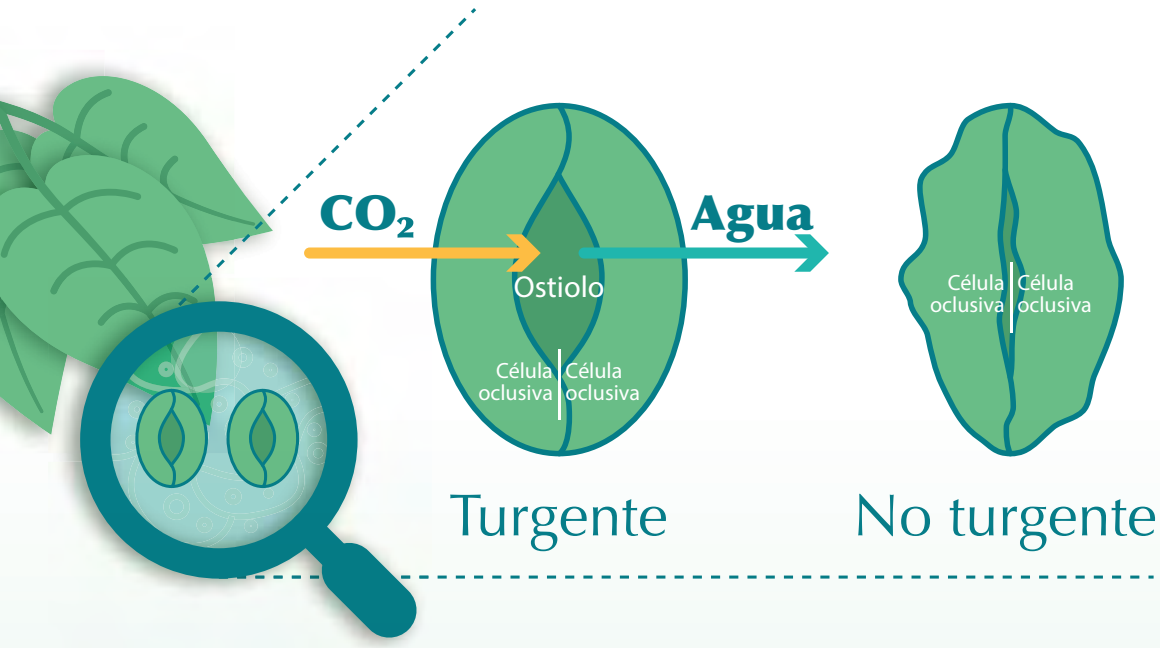
Foto: Héctor Hernández

El agua mezclada con sales minerales, reguladores de crecimiento y otras sustancias disueltas forma la savia bruta, que se mueve por diferencias de potencial hídrico y químico a través del xilema de las plantas hasta llegar a las hojas (Margulis & Sagan, 2012). La mayor parte del agua interna de las hojas es transportada hacia la atmósfera en la transpiración. En este proceso, la atmósfera, con menor concentración de agua que el interior de las hojas, genera un déficit de presión de vapor (DPV) que induce al agua a salir a través de los poros (estomas) hacia el medio circundante de la hoja. De este modo, la tasa de transpiración de las plantas dependerá tanto del gradiente planta-atmósfera como del contenido interno de agua en las hojas y, por lo tanto, de la disponibilidad de humedad en el suelo. Si, por el contrario, la atmósfera está húmeda y, por ello, este gradiente es pequeño, la tasa de transpiración será baja (Tejada, 2018).

El agua y la productividad de las plantas

Como se indicó, por acción de la transpiración, el agua asciende por el xilema de las plantas y genera un flujo continuo, lo

cual permite que el sistema se mantenga lleno de agua y, por tanto, turgente. Esta turgencia desencadena un mecanismo de tensión/relajación celular que genera elongación de la célula y, en su conjunto, de los tejidos, es decir, crecimiento. Este estado es propio de todo el conjunto de tejidos, desde la raíz hasta las hojas. Cuando una hoja está turgente, las células oclusivas, que conforman el estoma, permiten su apertura y, así, el intercambio gaseoso con la atmósfera (Chen, 2021). Si esta turgencia se pierde, el orificio estomático (ostiolo) se cierra, lo que impide la pérdida excesiva de agua (figura 2). La apertura y el cierre también responden a cambios en la luminosidad, al déficit de presión de vapor, a la concentración de CO_2 y a la humedad del suelo, entre otros factores (Henry et al., 2019).



Fuente: Diseño: Liliana Ríos-Rojas. Ilustración: Jaime Wilches

Figura 2. Esquema de turgencia de un estoma.

Así, se debe procurar mantener los estomas abiertos, es decir, generar turgencia, para que la capacidad de captura de nutrientes del suelo y de la atmósfera (CO_2), así como la elaboración de savia bruta, se mantengan activas. Esto es especialmente importante en cultivos comerciales, en los que la retribución económica depende de un menor tiempo de cosecha y del rendimiento del producto.

El proceso de fotólisis = aporte de energía

La fotólisis es el proceso mediante el cual la molécula de agua se fracciona, por acción de la luz, en dos átomos de hidrógeno (H+), un átomo de oxígeno (O) y dos electrones. En este caso, los H+ pasan a formar parte de la molécula energética NADPH y a regular el pH del sistema lumen/estroma. El átomo de O se unirá a otro para formar una molécula de oxígeno (O_2), y los dos electrones pasarán a la cadena transportadora para proveer energía destinada a la formación de NADPH y ATP, moléculas energéticas que son usadas en la fase oscura para la construcción de carbohidratos (Urry et al., 2021). Un esquema del proceso se relaciona en la figura 3.

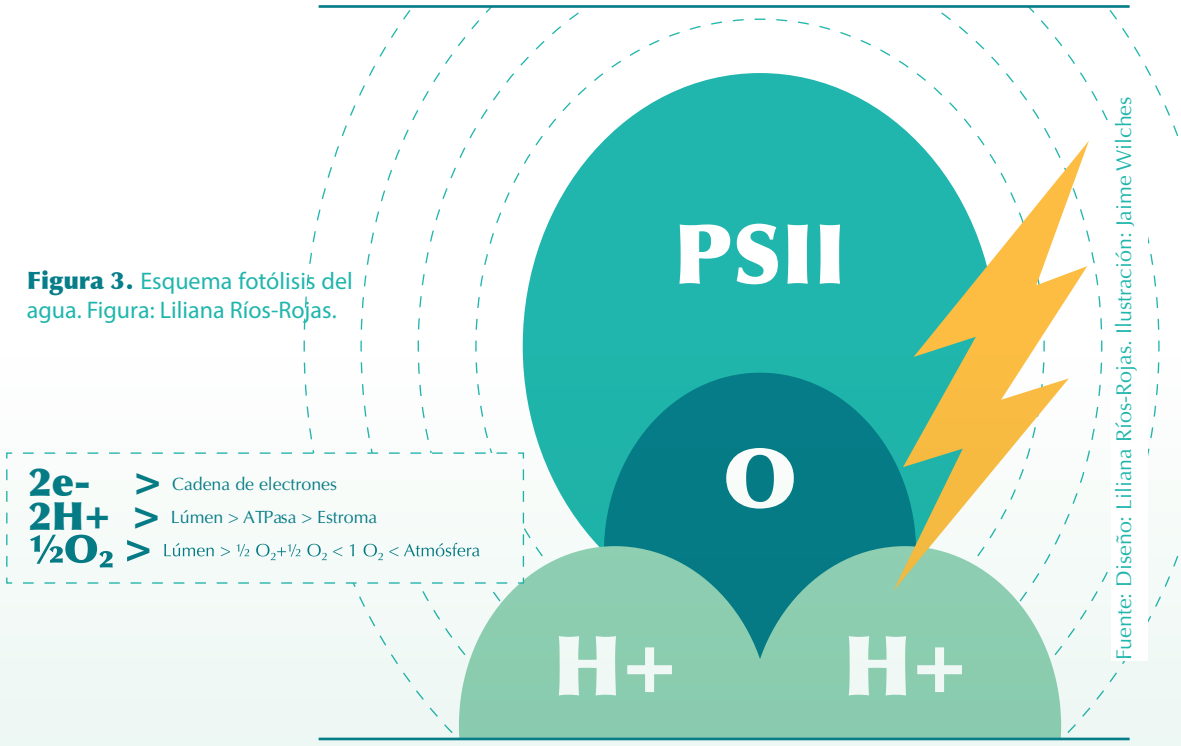


Figura 3. Esquema fotólisis del agua. Figura: Liliana Ríos-Rojas.

Figura 3. Esquema de la fotólisis del agua.

Foto: Liliana Ríos-Rojas