

B1 El ciclo del agua – La evaporación en las hojas de las plantas

6 Preguntas

6.1 Generalidades

- a) Describan cómo absorben las plantas el agua que evaporan.

Respuesta: En principio absorben el agua fundamentalmente a través de las raíces. Dado que las raíces poseen más sales minerales y sustancias orgánicas solubles en agua, que el agua contenida en la tierra circundante, se produce una presión osmótica que induce la difusión de agua en las raíces de la planta. (Las sales presentes en la tierra en mayor concentración que en las raíces, igualmente se propagan). Gracias a la acción combinada de la ósmosis y los efectos capilares, el agua es transportada hasta las hojas más altas de la planta. En las hojas comienza la evaporación, lo cual vuelve a generar diferencias de concentración entre minerales disueltos y presión osmótica. Además se produce la llamada transpiración, que se encarga de que nunca deje de fluir agua o savia de las raíces hacia las hojas. Es decir, un cierto grado de evaporación es vital para las plantas. Se podría decir que se trata de una especie de bomba centrífuga, mientras la columna de líquido no se interrumpe, la transpiración succiona líquido de continuo. La aspiración por evaporación solo consigue elevar el agua 10 m, pero la ósmosis y los efectos capilares pueden transportarla a mayores alturas. (Los botánicos han estimado que en las plantas se puede alcanzar una altura máx. de aprox. 130 m). En resumen: a través de la concurrencia de efectos capilares (adhesión), ósmosis y aspiración por transpiración, se mantiene en marcha el transporte de agua y nutrientes de las raíces a las hojas.

La planta puede regular el grado de evaporación, en el que también influyen el viento, la humedad del aire y la radiación solar: sus hojas están cubiertas por una membrana de células epidérmicas protegidas en su cara exterior por una capa de cera (cutícula), que apenas deja penetrar el vapor de agua (al igual que el oxígeno y el dióxido de carbono). A través de pequeños orificios (estomas) se produce el intercambio de gases con el exterior. Estos poros constan de dos células oclusivas en forma de frijol, a través de las cuales la hoja regula el intercambio de gases y con ello también el grado de evaporación en un intervalo de dos magnitudes.

- b) Expliquen por qué ciertas plantas sólo crecen naturalmente en ciertas regiones geográficas con determinadas condiciones climáticas. Como ejemplo pueden tomar dos plantas tan diferentes como el cactus o el tomate.

Respuesta: En general, puede afirmarse que cuanto más adaptada está una planta a su entorno, mejor prospera. Y esto depende a su vez, en gran parte, del balance hídrico. Los cactus, p. ej., poseen una gran capacidad de almacenamiento de agua, ya que su tejido epidérmico es muy robusto y posee una cutícula muy gruesa. La superficie de la hoja está recubierta por una cera reflectante y/o con finos pelos reflectantes ("tricommas") para evitar un calentamiento excesivo por el sol. En parte, los estomas solo están localizados en el envés de la hoja, además de ser más pequeños y estar hundidos. El resultado es que el cactus solamente deja evaporar en torno a 1/10 del agua, en comparación con otras plantas de hojas "normales". En casos extremos, un cactus puede

pasar hasta 2 años sin agua y sobrevivir. Las hojas de los tomates se comportan justo al revés, por eso los tomates necesitan mucha agua. Esa circunstancia nos revela que el tomate procede originalmente de la selva tropical sudamericana. En la selva tropical nunca falta agua y la supervivencia de una planta depende allí mucho más de si es capaz de absorber más luz que sus rivales o de si no necesita tanta luz como sus plantas rivales. Los tomates modernos "de laboratorio" requieren también mucha luz, pero aún conservan intacta su sed de agua. Por el contrario, los cactus aunque necesitan mucha luz (algo que no falta en las regiones desérticas), se bastan con la escasa agua disponible allí.

- c) Reflexionen sobre la causa de la condensación de agua en las paredes del vaso, aun cuando éstas no se enfríen.

Respuesta: Debido a que los pedazos de plantas recién cortados todavía contienen relativamente mucha agua, existe un desequilibrio entre la cantidad de agua en el aire y la cantidad de agua contenida en la materia vegetal. Los rayos del sol (o de la lámpara) calientan las partes vegetales y el agua se evapora. Al mismo tiempo, se calienta el aire, lo que hace que aumente la solubilidad en agua del aire. Como las paredes del vaso son prácticamente transparentes para la luz radiada (luz visible y radiación de calor), no se calientan tanto como su contenido. La elevada humedad relativa y la pared del vaso relativamente fría hacen que se produzca la condensación.

- d) Justifiquen por qué funciona mejor el experimento cuando se enfrían las paredes del vaso.

Respuesta: Si se enfrían las paredes del vaso, se produce un desequilibrio entre la concentración de saturación de vapor de agua del aire en el interior (más alta, al estar más caliente) y en las paredes del vaso (menor, al estar más frías). Se deposita más agua en las paredes.

- e) Expliquen por qué cuando hace calor en verano se está más fresco debajo de un árbol con denso follaje que bajo la sombra que da una sombrilla de tela.

Respuesta: Las plantas, a diferencia de los edificios, desprenden agua al evaporarse ésta en la superficie de las hojas. Esa evaporación genera el llamado "frío de evaporación" (v. experimento "A4 El calor de evaporación – Así se enfría con calor"). Esto hace que el entorno inmediato de la planta esté más fresco de lo que lo estaría solo por el efecto de la sombra, lo que constituye un sistema natural de aire acondicionado. Este efecto ya se empleaba en el pasado, no solo en Baviera, plantando con castaños, las llamadas cervecerías al aire libre, para refrigerar la cerveza almacenada en las bodegas situadas justo debajo. También la vegetación de los patios interiores de las viviendas árabes o el tradicional árbol de reunión de los pueblos africanos cumplen el mismo propósito.

6.2 Pregunta de fondo sobre el cambio climático poniendo el ejemplo de Paraguay

En los últimos 30 años, en Paraguay se realizó una tala del 60% de la selva virgen y, en la actualidad, esas tierras se utilizan, sobre todo, para el cultivo de soja para piensos animales que se exportan a Europa. En el pasado en la selva llovía casi a diario. Hoy en día se producen sequías y se pierden cosechas.

¿Por qué motivo?

Respuesta: Las selvas tropicales tienen una densa vegetación y su capacidad de almacenar agua es gigantesca debido al gran número de árboles de hasta 40 m de altura, algunos de ellos centenarios, con unos volúmenes enormes, así como debido a todo el sotobosque, con musgos, helechos y líquenes. El clima, relativamente cálido, hace que continuamente se evapore una gran parte del agua, pero las grandes y densas extensiones de selva impiden que el agua sea transportada por el viento, precipitándose en forma de tormentas generalmente locales y casi diarias durante muchas épocas del año. La mayor parte de esta agua no se la lleva la corriente, sino que es “absorbida” de nuevo por la selva. Dependiendo de la posición geográfica y de la época del año, del océano llegan además nubes cargadas de lluvia.

En comparación con las selvas tropicales, las plantaciones de soja poseen solo una mínima parte de su capacidad de almacenamiento de agua. La cantidad de agua que contiene el suelo o que es aportada por irrigación se evapora con rapidez y es transportada lejos por corrientes de aire. La tierra sufre así una fuerte deshidratación en el plazo de pocos años. Cuando luego se producen fuertes precipitaciones ocasionales, provenientes del mar según las condiciones climatológicas, la mayor parte del agua fluye por la superficie, sin ser absorbida por el suelo. El agua arrastra, además, a su paso, la ya de por sí fina capa de humus (erosión del suelo). Consecuencia: en el plazo de pocas décadas toda la región se transforma en una estepa desértica.

6.3 Pregunta de fondo sobre el cambio climático poniendo el ejemplo de la biomasa proveniente de monocultivos

Dado que los combustibles fósiles (carbón, petróleo, gas natural) son recursos naturales escasos, se está intentando fomentar fuentes de energía alternativas mediante el cultivo de los así llamados cultivos energéticos. Estas plantaciones (p. ej., de soja, girasol o maíz) se llevan a cabo en forma de monocultivos.

- a) ¿Desde un punto de vista técnico, cómo es posible hacer que la energía solar esté disponible con ayuda de estas plantas?

Respuesta: Las plantas se cultivan y utilizan la energía del sol a través de la fotosíntesis para prosperar. Después de la cosecha, las plantas se pueden utilizar para generar electricidad directamente mediante su combustión en centrales eléctricas, para generar biogás (principalmente metano) mediante su fermentación con microorganismos o para obtener carburantes como el biodiésel o el bioetanol. Al parecer, el aprovechamiento energético de estas plantas no tiene ningún impacto en el clima. Esto se debe a que durante su crecimiento consumen la misma cantidad de dióxido de carbono que el que luego se libera, p. ej., durante su combustión. Pero si se contempla la contaminación

ambiental y el impacto climático atribuible a los fertilizantes y productos fitosanitarios empleados, en la mayoría de los casos se obtiene un balance climático y ecológico negativo.

- b) ¿Qué repercusiones negativas tienen estos monocultivos para el clima?

Respuesta: Un gran problema de los monocultivos es que extraen del suelo determinados nutrientes, concretamente aquellos que más necesitan las plantas del monocultivo. Para compensar esa sustracción de recursos se hace necesario utilizar grandes cantidades de fertilizante (p. ej., fertilizante nitrogenado, que libera el gas de efecto invernadero N_2O y es 310 veces más perjudicial para el clima que el CO_2). A esto se añade que cuando se cultiva la misma planta durante varios años seguidos sobre la misma superficie, las plagas, los agentes patógenos y la maleza típicos para esa planta se reproducen a gran velocidad. (En el pasado se practicaba por ello la rotación de cultivos con hasta 5 años de espera). Y por eso ahora es necesario aumentar el uso de insecticidas, fungicidas y herbicidas.

- c) ¿Qué consecuencias tienen estos monocultivos para los habitantes en los países en los que se producen?

Respuesta: Para las personas de esas regiones se encarecen los alimentos. Los agricultores que cultivan los alimentos y los distribuidores mayoristas pueden elegir entre vender sus productos a productores de energía o venderlos como alimento. El precio del maíz, p. ej., (planta principal para la obtención de biogás y bioplástico) se ha cuadruplicado desde 2005 como consecuencia de su empleo creciente para fines no alimentarios. A raíz de ello aumentan también los precios de otros cereales que vienen a llenar el hueco dejado por el maíz en la alimentación. Consecuencia: la desnutrición vuelve a aumentar en el mundo.