

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

Este sencillo experimento sirve muy bien a modo de introducción a los temas de la clase de Geografía relativos al ciclo del agua y al clima o los temas de Biología en cuanto al agua, un recurso indispensable para la vida y su importancia para el metabolismo vegetal. Pero también en la Física o Química se puede abordar con este experimento el tema de los estados de agregación con un ejemplo conocido de la vida cotidiana. Los materiales y aparatos suministrados alcanzan para ocho grupos de alumnos que realicen el experimento a la vez.

### **1 Pregunta central**

¿Cómo funciona el ciclo del agua? ¿Qué papel desempeñan las plantas para el clima local? ¿Qué papel desempeña la evaporación en el metabolismo vegetal? En este experimento examinaremos la cuestión de cómo influyen en ello la temperatura y ciertas características específicas de las hojas. En general, se hace referencia al impacto sobre los recursos necesarios para la vida humana y el clima debido a los cambios producidos en la agricultura y al poblamiento en los últimos 50 años.

### **2 Integrar el experimento en el contexto educativo**

#### **2.1 Base científica**

Este experimento abre un amplio abanico temático entre las bases científicas (la evaporación como transición de fase, el metabolismo vegetal) y los cambios en la agricultura, así como el impacto sobre el medio ambiente. La compleja relación existente entre la influencia del ser humano y los cambios en el marco de vida natural puede tratarse en la educación escolar de forma ejemplar y multidisciplinar.

No se requieren conocimientos científicos especiales que vayan más allá de la cultura general en materia de ciencias naturales de niños de 14 años. Lo interesante de este experimento reside en que aporta todos los conocimientos previos y muestra los diferentes mecanismos de acción entre ellos. Sin embargo, en caso de que haya alumnos y alumnas más jóvenes que no tengan conocimientos sobre la utilización de plantas energéticas, podrían plantarlas ellos mismos en una maceta y aprenderlo de esa manera. Posteriormente se puede ahondar en la materia (superficies de cultivo, formas de (mono)cultivo).

#### **2.2 Relevancia en el plan de estudios**

##### **2.2.1 Grupo de edad a partir de los 11 años**

Biología: La importancia de plantas de cultivo, la adaptación a las condiciones climáticas  
Geografía: El cambio de la superficie terrestre por la acción humana (la agricultura y los asentamientos de población), las medidas para proteger la superficie terrestre

##### **2.2.2 Grupo de edad a partir de los 12 años**

Biología: La estructura celular de seres vivos, el metabolismo vegetal  
Geografía: Los factores que inciden en el clima y el impacto en el mundo vegetal

##### **2.2.3 Grupo de edad a partir de los 13 años**

Geografía: Las zonas de vegetación

### 2.2.4 Grupo de edad a partir de los 14 años

Física/Química: Los estados de agregación y la transición entre ellos

Geografía: La producción agrícola y el mercado mundial en base a ejemplos casuísticos

**Temas y terminología:** La agricultura, la cutícula, la epidermis, el intercambio de gas, el clima, la planta de cultivo, las células de transpiración (estomas), el metabolismo vegetal, la temperatura, el medio ambiente, la evaporación, el ciclo del agua

## 2.3 Conocimientos a adquirir

Los alumnos y alumnas ...

- entienden la cuestión a resolver del experimento (¿De qué factores biológicos y climáticos depende que las plantas eliminen agua?) y la examinan repartiéndose el trabajo.
- entienden los contextos (para la evaporación hace falta calor, no en todas las plantas se evapora la misma cantidad de agua) y apuntan todo detalladamente (mediante protocolos de ensayo).
- son estimulados, en su caso mediante preguntas específicas, a trabajar de forma autónoma, sacando conclusiones a partir de sus conocimientos relativos al crecimiento de las plantas y la agricultura de las asignaturas de Biología, Geografía, así como de experiencias cotidianas y eso les permite formarse una opinión sobre las consecuencias de todo ello.

## 2.4 El contexto de fondo del experimento

La evaporación es vital para las plantas: Gracias a la acción conjunta de la capilaridad (adhesión), la ósmosis y, sobre todo, el ascenso de la transpiración se pone en marcha el transporte del agua con sales nutrientes diluidas en ella (y, en función de la estación del año, también con hidrocarburos, entre otras sustancias) desde las raíces hasta las hojas.

La planta puede controlar la cantidad de agua evaporada, que depende también del viento, la humedad del aire y la radiación solar:

Las hojas de las plantas están rodeadas de células epidérmicas, protegidas por una capa cerúlea (la cutícula) en la parte exterior que dificulta el paso del vapor de agua (así como de oxígeno y  $\text{CO}_2$ ). A través de pequeños orificios o poros (los estomas) se produce el intercambio de gases hacia afuera. Dichos estomas se componen de dos células oclusivas de forma ovalada a través de las cuales la hoja puede regular el intercambio de gases y de esta manera controlar la capacidad de evaporación en dos dimensiones. Las plantas se adaptan a las condiciones climáticas. De esta forma, los cactus tienen, p. ej., una capa epidérmica muy robusta, con una gruesa cutícula y muy pocos poros. En cambio, en las hojas de la planta de tomate sucede exactamente lo contrario, por lo que necesitan mucho más agua.

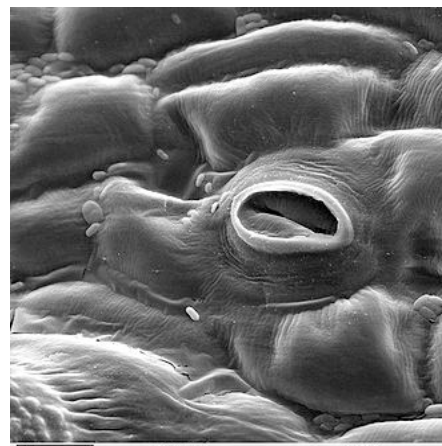


Fig. 1: Estoma en una hoja de una planta de tomate. Imagen: Dartmouth Electron Microscope Facility

Si se cultivan a gran escala plantas de cultivo, esto tiene consecuencias para el consumo de agua. En la clase de Geografía se puede debatir sobre estas consecuencias:

- la reconfiguración de grandes zonas debido a la acción humana: la tala y los monocultivos
- la destrucción del hábitat original de la flora y la fauna debido a la explotación de la naturaleza por el ser humano
- el aumento de las necesidades de recursos hídricos, el riego artificial
- los cambios climáticos a nivel local y global

## 2.5 Variantes de ejecución

Todos los alumnos y alumnas pueden realizar el experimento en poco tiempo, lo mejor es trabajar en grupos de a dos. El profesor debería procurar que se asigne a los grupos pruebas de plantas diferentes. Explique a los alumnos y alumnas que al final hablarán y compararán las distintas observaciones que hagan. Otra posibilidad, naturalmente, consiste en que los alumnos y alumnas obtengan las plantas en una excursión que hagan antes del experimento.

A lo mejor Ud. ha incluido el experimento en una secuencia didáctica sobre cultivos energéticos o monocultivos y los alumnos han obtenido semillas, p. ej., de maíz, colza, soja o girasol, de forma que ahora las puedan utilizar. Aquí sería conveniente dar a los diferentes grupos temas para hacer una presentación de lo que han observado durante los experimentos o para que aborden en ellas cuestiones al hilo de los experimentos. De esta forma, los alumnos y alumnas pueden presentar los resultados obtenidos y profundizar su conocimiento en función de sus capacidades.

## 3 Informaciones adicionales sobre el experimento

Para preparar y/o profundizar este experimento encontrará información complementaria en el Portal de Medios de la Siemens Stiftung:

<https://medienportal.siemens-stiftung.org>

## 4 Observaciones sobre la realización del experimento

### 4.1 Lugar en el que se realiza el experimento

Para los experimentos se requiere la radiación del sol. Pueden efectuarse en el aula de clase o al aire libre.

### 4.2 Tiempo necesario

Siendo realistas se necesita un bloque de dos unidades lectivas. Pero el trabajo en sí se lleva a cabo rápidamente. En función de la intensidad de la radiación solar o de la lámpara y de la temperatura exterior, puede requerirse una hora o más hasta que se forma agua de condensación. Por esta razón, conviene aprovechar los tiempos de espera para abordar el tema subyacente.

Preparación	Observación	Evaluación	Debate
10 min.	hasta 60 min.	juntos 15 min. + tarea para realizar en casa	Puede tener lugar en la siguiente hora de clase, eventualmente algunos alumnos pueden hacer una presentación de sus resultados.

### 4.3 Advertencias de seguridad

Los experimentos sólo pueden ser realizados bajo la vigilancia del profesor o de la profesora. Hay que advertir a los alumnos y alumnas que los materiales suministrados sólo se deben utilizar siguiendo las instrucciones correspondientes.

### 4.4 Aparatos y materiales

#### A adquirir o preparar previamente:

- pedazos de diferentes hojas de plantas  
Observación: Las pruebas deberían estar bien secas por fuera para asegurar que el agua evaporada realmente provenga de la planta.
- si hace falta, utilizar plantas de cultivo en el interior de una maceta
- tierra
- film transparente
- si hace falta agua de la llave para enfriar los recipientes
- reloj
- si hace falta una lámpara potente para sustituir la incidencia directa de la luz del sol (como mínimo una lámpara reflectora halógena de 20 W)

#### Incluido en el suministro:

Los aparatos y materiales entregados son suficientes para que **ocho** grupos de alumnos realicen el experimento en paralelo.

Para **un** grupo de alumnos se requieren los siguientes materiales de la caja:

material	cantidad
recipiente de aluminio	1x
termómetro digital*	1x
vaso de plástico (transparente), 500 ml	1x

\*Antes de utilizarlo por primera vez, hay que quitarle la capa protectora de plástico. Para prender el termómetro oprimir el botón “on/off”. Después de realizado el experimento volver a apagar el termómetro presionando nuevamente el botón “on/off”. Al presionar el botón “°C/°F” se puede cambiar la escala de temperatura de grados centígrados a Fahrenheit.



Fig. 2: Aparatos y materiales incluidos en el suministro para un grupo de alumnos.

#### **4.5 Poner orden, eliminar residuos, reciclar**

Todos los aparatos y casi todos los materiales suministrados en la caja se pueden reutilizar. Por ello debería asegurarse de que al concluir cada experimento coloquen todo nuevamente en la caja correspondiente. Así estará seguro de que Ud. y sus compañeros de trabajo encuentren todo rápidamente cuando lo quieran volver a utilizar.

Los aparatos que se hayan ensuciado al realizar los experimentos, como, p. ej., vasos, recipientes, cucharas, tubos de ensayo, deberían ser limpiados antes de colocarlos en las cajas. Lo más fácil es que los alumnos y alumnas se ocupen de hacerlo al finalizar el experimento.

Además, asegúrese de que los aparatos estén listos para ser utilizados en la próxima ocasión.

Por ejemplo, hay que poner a cargar las pilas usadas (También es recomendable cuando no se han usado las pilas desde hace tiempo.).

Los materiales no reciclables como, p. ej., los palitos de medición del valor pH o el papel de filtro, deben ser tirados a la basura correcta.

Los residuos resultantes de este experimento se pueden tirar a la basura normal o por el desagüe.