

# **Fotosíntesis**

## **Experimentos prácticos**

**con juego de equipamiento 42150**



<b>Contenido</b>	<b>Págin</b>
<b>a</b>	
<b>1. Dispositivos necesarios</b>	<b>4</b>
<b>2. Parte teórica</b>	<b>5</b>
2.1 Fotofosforilación cíclica	7
2.2 La fotólisis del agua	8
2.3 Fijación y reducción del dióxido de carbono	9
2.4 Descripción de las plantas acuáticas que pueden utilizarse en la parte práctica	11
<b>3. Parte práctica</b>	<b>14</b>
3.1 Investigación de la actividad fotosintética bajo diferentes Contenido de dióxido de carbono del agua	15
3.2 Investigación de la actividad fotosintética a diferentes intensidades de luz	23
3.3 Investigación de la actividad fotosintética con cuatro filtros de color diferentes	29
3.4 Investigación de la actividad fotosintética con cuatro diferentes Temperatura del agua	37
3.5 Investigación de la actividad fotosintética con diferentes números de brotes secciones	45
3.6 Detección del oxígeno producido durante la fotosíntesis	53

## 1. Dispositivos necesarios



**Montaje experimental para la fotosíntesis** a partir del equipo "Fotosíntesis" (42150) y del equipo de iluminación (42151)

### 42150 Equipo "Fotosíntesis"

Cantidad	Artículo
1	Vaso de precipitados, 1 litro, nF
1	Embudo, 85 Ø-mm, pico corto
1	Soporte universal
4	Recipientes colectores graduados para gases
2	Tapón de goma
4	Filtro de color (rojo, verde, amarillo, azul), 140 x 140 mm
4	Filtro gris, 140 x 140 mm
1	Instrucciones en CD-ROM



### 42151 Dispositivo de iluminación para el equipo "Fotosíntesis"

Cantidad	Artículo
1	Lámpara de laboratorio con alto componente IR
1	Trípode, 120 Ø-mm



1	Lámina de plexiglás, 150 x 150 x 3 mm
1	Toma doble

## 2. Parte teórica

Siempre se dice que el oxígeno es indispensable para la vida en la Tierra. Pero, ¿de dónde procede ese oxígeno tan importante para los procesos vitales de los organismos animales?

El científico inglés Joseph Priestley (1733 - 1804) ya estudiaba este fenómeno en 1771. Observó que un ratón en un recipiente sellado moría al cabo de un tiempo a pesar de disponer de suficiente comida y agua. En un experimento paralelo, observó una planta en una maceta en las mismas condiciones. Se dio cuenta de que la planta también moría al cabo de unos días.

Al principio, no podía entender los resultados de los experimentos y le sorprendió enormemente el resultado. Su siguiente pregunta fue: "¿Por qué sobreviven animales y plantas en la naturaleza?". ¿No podría ser que existiera una dependencia entre animales y plantas? Quiso comprobarlo en un tercer experimento. Para ello, colocó un ratón y una planta juntos en un recipiente sellado. Había comida y agua en abundancia para el ratón y la planta. Sus observaciones mostraron que tanto el ratón como la planta seguían vivos en el recipiente.

Este resultado planteó la cuestión de la conexión real entre los resultados obtenidos en los experimentos. Los alimentos y el agua no podían ser decisivos para los resultados de los experimentos, ya que siempre estaban presentes en cantidades suficientes. Sólo pudo serlo la composición del aire que rodeaba a los organismos. Además, tenía que haber al menos dos gases diferentes que mantuvieran con vida tanto al ratón como a la planta. Priestley se dio cuenta de que sin el animal, la planta no podía seguir viviendo y sin la planta, el animal debía morir. Por lo tanto, el gas que mantiene vivo al animal debe ser liberado por la planta y, a la inversa, el gas que mantiene viva a la planta debe ser liberado por el animal.

Ahora sabemos que todos los organismos animales necesitan oxígeno y todos los organismos vegetales necesitan dióxido de carbono para vivir. En todos los organismos animales, los alimentos ingeridos se metabolizan en sustancias propias del cuerpo con la ayuda del oxígeno. El cuerpo lo utiliza para obtener la energía que necesita para sobrevivir. El oxígeno es esencial para esta conversión y el dióxido de carbono producido por los procesos de oxidación se exhala.

La planta verde absorbe agua y nutrientes del suelo y el tan necesario dióxido de carbono del aire. Las plantas utilizan la luz solar para producir sustancias endógenas como hidratos de carbono, proteínas, grasas... y se produce oxígeno como "subproducto", que la planta libera a la atmósfera circundante. Los fisiólogos de las plantas denominan a este proceso **fotosíntesis**.

La fotosíntesis es, como sugiere la palabra, un proceso dependiente de la luz. Todas las plantas que cubren la totalidad de sus necesidades energéticas a partir de la energía radiante del sol se denominan **fotoautótrofas**. En cambio, unos pocos organismos vegetales obtienen sus necesidades energéticas de la oxidación de compuestos inorgánicos, y se denominan **quimioautótrofos** [autótrofo (griego): que se alimenta de sustancias inorgánicas].

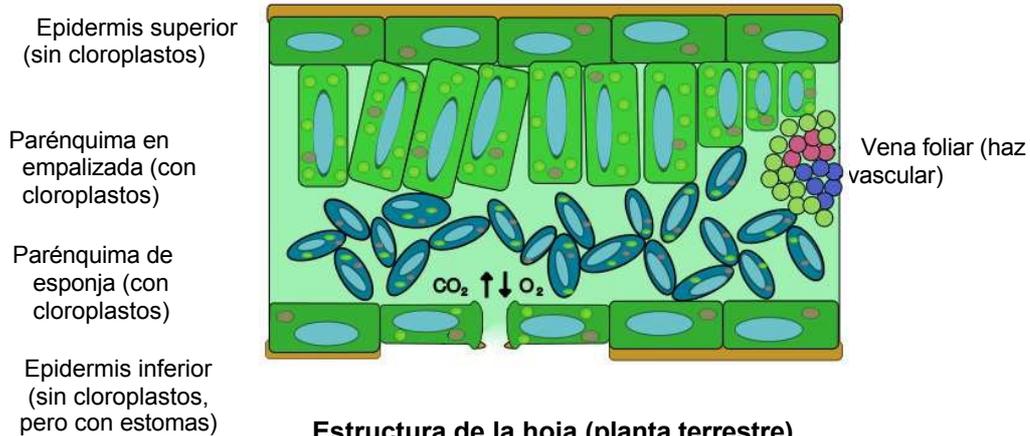
### El proceso de fotosíntesis

La fotosíntesis tiene lugar en todas las partes verdes de la planta o en todas las partes de la planta que contienen clorofila (cloroplastos). Son principalmente las hojas de la planta verde las que llevan a cabo la mayor parte de la actividad fotosintética. La clorofila (cloroplastos) se limita al tejido de asimilación de las plantas.

### Construcción de la hoja

La hoja está bordeada en sus lados superior e inferior por células epidérmicas que no contienen clorofila. Entre estas dos capas epidérmicas se encuentran la capa de empalizada y la capa esponjosa. La capa de empalizada está formada por células cilíndricas, que también pueden presentarse en varias capas y están dotadas de numerosos cloroplastos (clorofila). Estas células en empalizada están más o menos separadas entre sí por interceluarios. En el tejido en empalizada

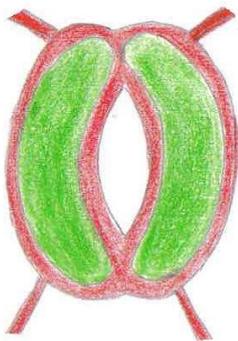
El tejido esponjoso, pobre en clorofila y formado por células de forma irregular, sigue hacia el envés de la hoja. Entre estas células suele haber espacios intercelulares conspicuos y anchos. Estos espacios intercelulares están conectados con los espacios intercelulares del parénquima en empalizada a través de los estomas de la epidermis inferior y posiblemente también de la superior con el aire exterior.



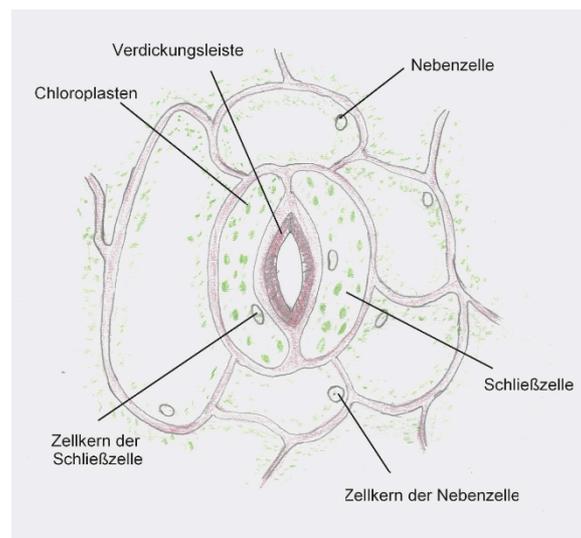
**Estructura de la hoja (planta terrestre)**

Fuente: Wikipedia

El aparato estomático está formado por las células de cierre y las células subsidiarias. Las células de cierre contienen casi siempre clorofila y sus paredes celulares están irregularmente engrosadas. La pared suele estar provista de crestas de engrosamiento. Al cambiar la presión de turgencia (presión de la savia celular sobre la pared celular) en las células, los estomas pueden abrirse y cerrarse.



Apertura de rendija  
representación simple



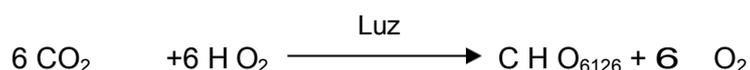
Apertura de rendija  
representación morfológica

Dependiendo de la ubicación de la planta, los estomas se disponen de forma muy diferente en cuanto a su número y distribución. En contraste con los hallazgos anteriores, un gran número de plantas también tienen estomas en la epidermis superior. Cuanto más seco y soleado es el lugar, mayor es el número de estomas presentes en la epidermis inferior y superior. Los estomas tienen la función de liberar vapor de agua y oxígeno a la atmósfera y absorber dióxido de carbono. Por el contrario, las plantas que crecen en lugares húmedos y oscuros sólo tienen unos pocos estomas y éstos únicamente en el envés de la hoja. A primera vista, esto parece ilógico. Sin embargo, la distribución de los estomas es lógica. En lugares cálidos y soleados, la planta sólo puede abrir los estomas a primera hora de la mañana y a última de la tarde para absorber dióxido de carbono. Si durante el día hace más calor y está más seca, al principio se cierran los estomas de la cara superior de la hoja, hasta que un tiempo después deben cerrarse también los del envés. Si esto no ocurre, la planta se secaría debido a una liberación excesiva de vapor de agua. El dióxido de carbono absorbido por la mañana debe ser suficiente durante todo el día para que la planta pueda asimilarlo sin problemas. Por eso estas plantas tienen espacios intercelulares relativamente grandes. Por el contrario, una planta en un lugar oscuro y húmedo puede mantener sus estomas abiertos durante todo el día; los estomas del envés de la hoja son perfectamente adecuados para este fin.

La planta verde obtiene energía y acumula sustancias por efecto de la luz solar, que convierte el agua, el dióxido de carbono y los nutrientes en sustancias endógenas con ayuda del color verde de la hoja (clorofila). La fotosíntesis es, por tanto, el proceso decisivo para la vida en la Tierra. Sólo la planta verde es capaz de producir sustancias orgánicas a partir de sustancias inorgánicas. Este proceso produce principalmente hidratos de carbono (glucosa). En el cloroplasto, sin embargo, el producto final real no es la glucosa, sino el almidón. El proceso que tiene lugar en los cloroplastos es una reducción del dióxido de carbono con agua como agente reductor.

El dióxido de carbono absolutamente necesario para ello se toma de la atmósfera, que se produce por la respiración y la descomposición biológica de los organismos vivos. Por tanto, el carbono se encuentra en un ciclo cada vez más desequilibrado debido a la actividad humana, ya que el dióxido de carbono producido por la quema de combustibles fósiles ya no puede ser aprovechado totalmente por la fotosíntesis. Como consecuencia, se acumula cada vez más en la atmósfera, lo que contribuye al cambio climático de la Tierra.

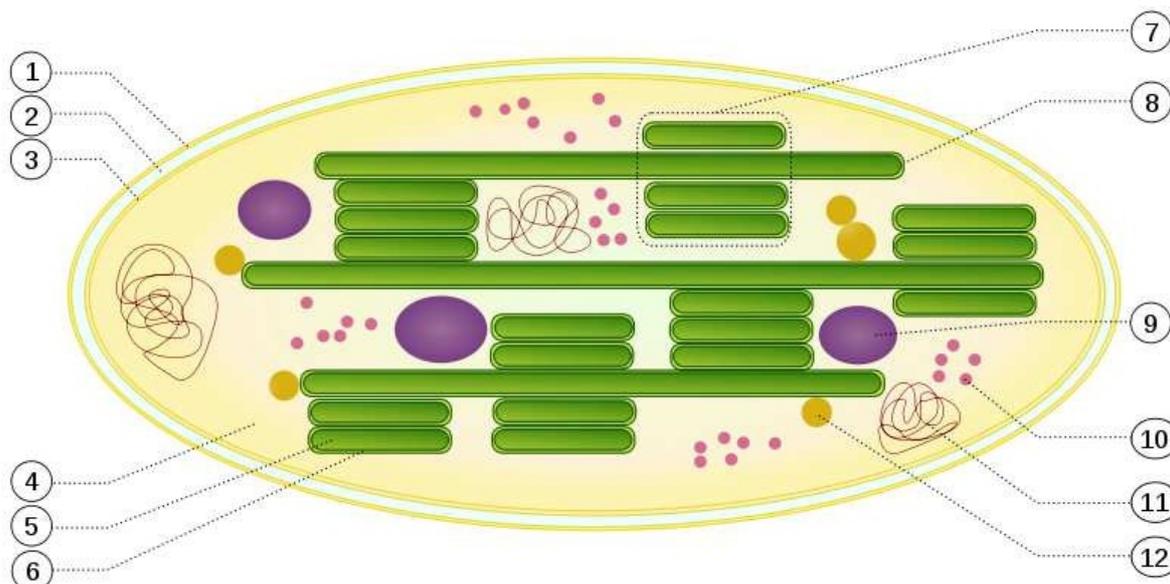
La ecuación general de reacción química, que representa la fotosíntesis de forma muy simplificada, es la siguiente:



Esta ecuación de reacción resume la fotosíntesis, pero los procesos que realmente tienen lugar son muy complicados. La fotosíntesis se divide en 3 etapas de reacción.

## 2.1 Fotofosforilación cíclica (paso 1)

En este paso, el trifosfato de adenosina (**ATP**) se sintetiza a partir del difosfato de adenosina (**ADP**) en los cloroplastos. Los cloroplastos son orgánulos celulares presentes en las hojas con un tamaño de 4 - 7  $\mu\text{m}$ , que se presentan en gran número en las células de las plantas verdes.



Esquema de la estructura de un cloroplasto  
(Fuente: Wikipedia)

- |   |                          |
|---|--------------------------|
| 1. membrana externa                           | 7. Grano                 |
| 2. zona intermembrana                         | 8. Tilacoide (laminilla) |
| 3. membrana interna (1+2+3: envoltura)        | 9. espesor               |
| 4. Estroma (solución acuosa)                  | 10. ribosoma             |
| 5. Lumen del tilacoide (dentro del tilacoide) | 11. ADN plastidial       |
| 6. Membrana tilacoide                         | 12. Plastoglobulo        |

La conversión de ADP en ATP tiene lugar a través de la absorción de luz de la clorofila en las plasmarras, que estimula los electrones y los eleva a un nivel de energía superior. La energía para la fosforilación del ADP se suministra a través de una cadena de catalizadores redox (plastoquinona, citocromo, ...).



Ahora sigue el 2º paso de la reacción.

## 2.2 La fotólisis del agua (paso 2)

En este paso tiene lugar la división del agua inducida por la luz con la formación de oxígeno y nicotinamida adenina dinucleótido fosfato reducido (NADPH + H<sup>+</sup>) (proceso primario). Esta forma reducida de NADPH + H<sup>+</sup> sirve así como transportador de iones de hidrógeno, que están disponibles para la asimilación real posterior. La reacción fue descrita por HILL y se conoció teóricamente como reacción de HILL (reacción luminosa de la fotosíntesis).

Los iones de hidrógeno para esta reacción proceden del agua disociada



Los iones OH<sup>-</sup> probablemente también se oxidan en la reacción a la luz de la clorofila y forman el oxígeno liberado como "producto de desecho" de la fotosíntesis según la ecuación



Los electrones excitados son captados por la cadena catalizadora redox y forman ATP, liberando su energía y sustituyendo a los electrones suministrados anteriormente al NADP<sup>+</sup> en la clorofila y eliminados así del ciclo. En una ecuación global, esta reacción de fotólisis puede resumirse de la siguiente manera:

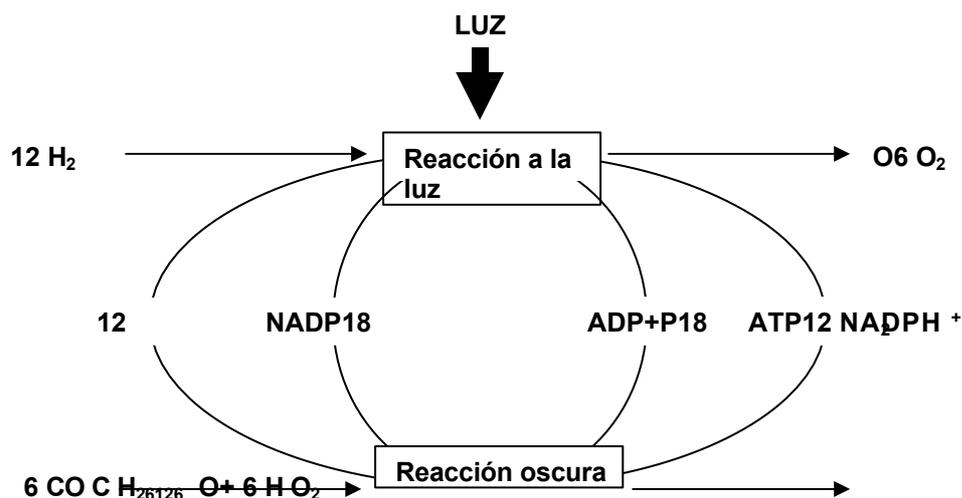


A continuación viene la 3ª sección de reacción.

### 2.3 Fijación y reducción del dióxido de carbono (paso 3)

En este paso se describe la unión química del dióxido de carbono absorbido de la atmósfera a un aceptor y su conversión en un hidrato de carbono. Esto tiene lugar en una reacción oscura independiente de la luz (proceso secundario), que fue descrita por el bioquímico estadounidense MELVIN CALVIN y se ha teorizado como el ciclo CALVIN. Un producto primario lábil se desdobla en dos C<sub>3</sub>-cuerpos, el ácido fosfoglicérico, a través de un gran número de reacciones intermedias y etapas intermedias poco conocidas. En el curso posterior de la biosíntesis, dos moléculas de triosa-3-fosfato se convierten en un cuerpo de C<sub>6</sub>, una hexosa, con la liberación de ácido fosfórico y se utilizan para construir azúcar de caña, almidón, celulosa y otros carbohidratos.

Por tanto, las reacciones de luz y oscuridad desempeñan un papel decisivo en la fotosíntesis. Los procesos esenciales se describen de forma breve y concisa en el siguiente resumen:



La ecuación básica general descrita anteriormente muestra que el rendimiento de asimilación de las plantas verdes puede medirse de varias maneras:

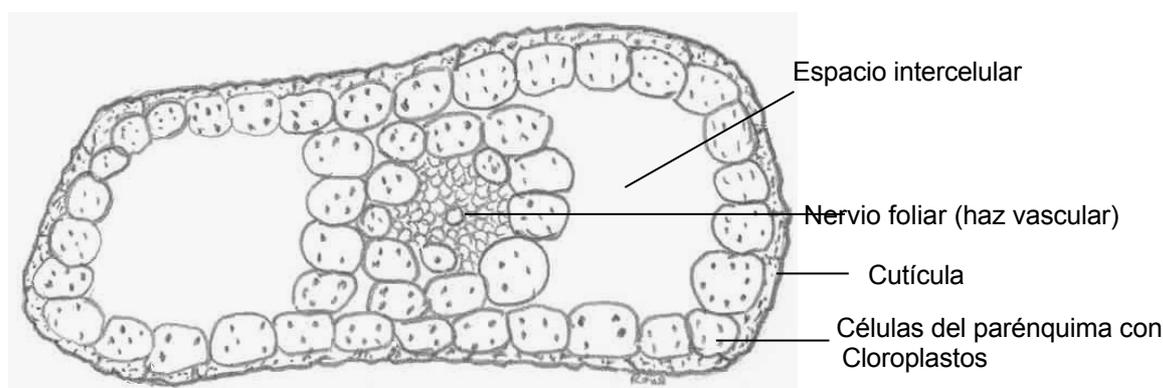
- determinando la formación de asimilados
- midiendo el consumo de dióxido de carbono
- determinando la cantidad de oxígeno desarrollada

Una muy buena manera de seguir directamente la asimilación es observar la formación de oxígeno. El oxígeno es excretado por la planta como "producto de desecho" durante la asimilación. Si se recoge y detecta este oxígeno, se demuestra que se está produciendo la asimilación. Por desgracia, esto no es tan fácil de hacer con las plantas terrestres. Con las plantas acuáticas en el acuario, sin embargo, se puede observar la liberación de pequeñas burbujas de gas. Si se capturan estas burbujas de gas, este gas puede identificarse como oxígeno.

La actividad de asimilación de las plantas acuáticas puede realizarse en clase con ayuda de un sencillo montaje experimental. Necesitarás un vaso de precipitados, un embudo y una probeta pequeña (preferiblemente graduada) para recoger el oxígeno.

Antes de llevar a cabo un experimento, hay que hablar de la estructura especial de las plantas acuáticas. A diferencia de las plantas terrestres, las plantas acuáticas completamente sumergidas no tienen estomas que puedan absorber dióxido de carbono y liberar oxígeno. Las plantas acuáticas con hojas flotantes tienen naturalmente estomas en la parte superior de la hoja. Sin embargo, son tan inadecuadas como las plantas terrestres para llevar a cabo un experimento que demuestre la actividad de asimilación. Por lo tanto, las plantas acuáticas completamente sumergidas, como *Elodea canadensis* (waterweed canadiense), *Elodea densa* (waterweed de hoja densa), *Ceratophyllum demersum* (hornwort común), *Myriophyllum verticillatum* (milenrama verticilada) y *Najas maritima* (nixwort común) son importantes para la observación práctica de la actividad de asimilación (descripción de las especies en el texto siguiente).

Como muestra la ilustración, en realidad faltan los estomas. La hoja está rodeada por una fina cutícula. Debajo se encuentran las células del parénquima con los cloroplastos y grandes espacios intercelulares. Las células en empalizada y el tejido esponjoso no están presentes.



**Sección transversal de la hoja de una planta acuática.**

Ahora se plantea la cuestión de cómo una planta acuática completamente sumergida absorbe dióxido de carbono y cómo libera oxígeno en el medio ambiente.

Los tallos y hojas sumergidos tienen una estructura especial. Permiten a las hidrófitas (plantas acuáticas) absorber dióxido de carbono, agua y sales nutrientes disueltas en el agua directamente del agua por ósmosis. Esto se consigue gracias a las finas paredes epidérmicas y a una cutícula poco desarrollada. La proporción de dióxido de carbono en el agua corresponde a la cantidad de dióxido de carbono que también está presente en el aire en condiciones normales, aproximadamente 0,3 cm<sup>3</sup> por litro. Por tanto, las plantas acuáticas no disponen de menos dióxido de carbono que las terrestres.

El oxígeno producido durante la asimilación migra a través de las células del parénquima y la cutícula hacia el agua que rodea a la planta acuática. Este proceso puede observarse mediante pequeñas perlas de gas ascendentes. En el caso de plantas acuáticas heridas, por ejemplo en el tallo, puede observarse una liberación de gas mucho más fuerte. En los experimentos siguientes utilizaremos secciones de brotes más pequeñas para determinar la liberación de gas.

Los experimentos que se describen a continuación pueden llevarse a cabo con diversas plantas acuáticas, que se describen brevemente a continuación.

## 2.4 Descripción de las plantas acuáticas que pueden utilizarse en la parte práctica

### Familia de las ranitas (*Hydrocharitaceae*)

Son plantas acuáticas perennes, sumergidas, raramente anuales, que pueden darse también en agua salada, además de en agua dulce. Las hojas son indivisas y se adhieren al tallo con pequeños tallos. Además de las rosetas de hojas basales, también se encuentran hojas verticiladas dispuestas en hileras en el tallo, aunque algunas también se distribuyen helicoidalmente en el tallo. Las flores son en su mayoría unisexuales, raramente hermafroditas. Las flores son pequeñas, discretas y sumergidas. De esta familia de plantas, los géneros *Vallisneria*, *Lagarosiphon* y, sobre todo, *Elodea* son plantas experimentales adecuadas.

### Algas acuáticas (*Elodea*)

La anatomía de la *Elodea* es muy sencilla y presenta una gran diversidad morfológica. Por lo tanto, puede adaptarse fácilmente a casi cualquier entorno. Además de en aguas templadas, también puede encontrarse en aguas de la zona tropical.

*Elodea canadensis* (*Elodea canadensis* L.C. Richard in Michaux fil.)



Planta acuática sumergida, flotante o rastrera cuyos brotes pueden ser de moderada a fuertemente ramificados. La planta alcanza una longitud de brote de 30 a 300 cm. Las hojas son pecioladas, opuestas en la parte inferior del brote, pequeñas y ovadas. En la parte superior del brote, las hojas se fusionan formando un rodal de hojas verticiladas.

### Ocurrencia:

Originaria de Norteamérica, desde 1836 también se encuentra en Europa hacia el norte hasta el Círculo Polar Ártico. La *elodea* se encuentra en aguas estancadas y corrientes, alcalinas y ricas en nutrientes, sobre todo en estanques, arroyos de corriente lenta, acequias y charcas. También tolera hasta cierto punto la contaminación del agua.

Esta planta es especialmente adecuada para los experimentos que se describen a continuación.

*Elodea densa* (*Elodea densa* Caspary)



Planta sumergida con abundante ramificación, brote densamente foliado. Hojas dispuestas en verticilo, lineares a lanceoladas, finas y de color verde claro.

**Ocurrencia:**

Originaria de Sudamérica, zona templada cálida, hoy introducida en muchos países, incluida Europa. La planta suele encontrarse en aguas cálidas estancadas o de corriente lenta. Esta planta es muy popular en acuarios de agua templada.

**Familia de las plantas de hoja córnea (*Ceratophyllaceae*)**

Planta acuática sin raíces, por lo que se encuentra flotando libremente, aunque también puede anclarse al suelo con rizoides incoloros. Siempre está sumergida y es perenne. Se encuentran en todo el mundo.

**Carpe (*Ceratophyllum demersum* L.)**



Planta sumergida, monoica, sin raíces, con hojas verticiladas, de color verde oscuro y bifurcadas. El eje del tallo alargado suele estar muy ramificado. Se propaga casi exclusivamente por vía vegetativa.

**Ocurrencia:**

Extendida por toda Europa, menos común en la región mediterránea. La planta puede encontrarse en aguas estancadas pero también de corriente lenta, como zanjas, arroyos, estanques o cochas. Su desarrollo óptimo se observa en aguas poco profundas, cálidas en verano y ricas en nutrientes y bases.

**La familia de las bayas de mar (*Halorrhagidaceae*)**

Hierbas perennes o semiarbustos, acuáticas, anfibias o terrestres. Hojas alternas, opuestas o verticiladas, indivisas o simplemente divididas. Flores generalmente pequeñas y antiestéticas.

**Milenrama verticilada (*Myriophyllum verticillatum* L.)**



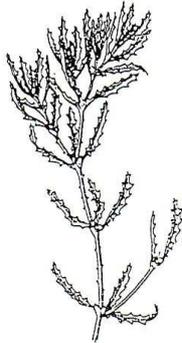
Planta acuática sumergida, perenne, inundable, cuyos brotes sólo están moderadamente ramificados. Una punta fértil sobresale a menudo por encima del nivel del agua. Las hojas son delicadas y verticiladas en el brote.

**Ocurrencia:**

Muy extendida en Europa, menos común en el sur de Europa. La planta se encuentra en bahías marinas tranquilas protegidas del oleaje, en estanques, cochas, charcas y acequias con aguas estancadas a suavemente corrientes.

**Familia de las náyades ( *Najadaceae* )**

Esta familia incluye plantas anuales o perennes permanentemente sumergidas y ricamente ramificadas. Se encuentran en aguas salobres y dulces. Los tallos de las plantas son delgados y en los nudos inferiores se forman pequeñas raíces. Las hojas son opuestas, estrechamente lanceoladas y a veces verticiladas.

**Najas** maritima ( *Najas maritima* L. )

Planta anual, sumergida, con hojas opuestas, anchamente lineares, toscamente onduladas.

**Ocurrencia:**

Distribuida por todo el mundo, especialmente en la mitad norte del globo hasta el Círculo Polar Ártico, menos común en la región mediterránea.

La planta se encuentra en aguas estancadas o de corriente lenta, ricas en bases y nutrientes. Se da en aguas poco profundas, por ejemplo, en bahías de lagos tranquilos o cochas, en estanques entre juncos sueltos, a veces también en canales.

### 3. Práctico parte

En la parte práctica, se muestran algunas posibilidades de observar el proceso de fotosíntesis en experimentos. Para ello, se presentan montajes experimentales que pueden llevarse a cabo durante una clase como experimentos de demostración del profesor o, mejor aún, como experimentos de los alumnos. En el experimento de demostración del profesor, el retroproyector puede utilizarse también como fuente de luz. Para ello, basta con colocar el vaso de precipitados con el embudo y el recipiente colector sobre el retroproyector. En el experimento de los alumnos, debe utilizarse el trípode al que se sujeta la lámpara para la iluminación. A continuación se describen detalladamente los experimentos de los alumnos.

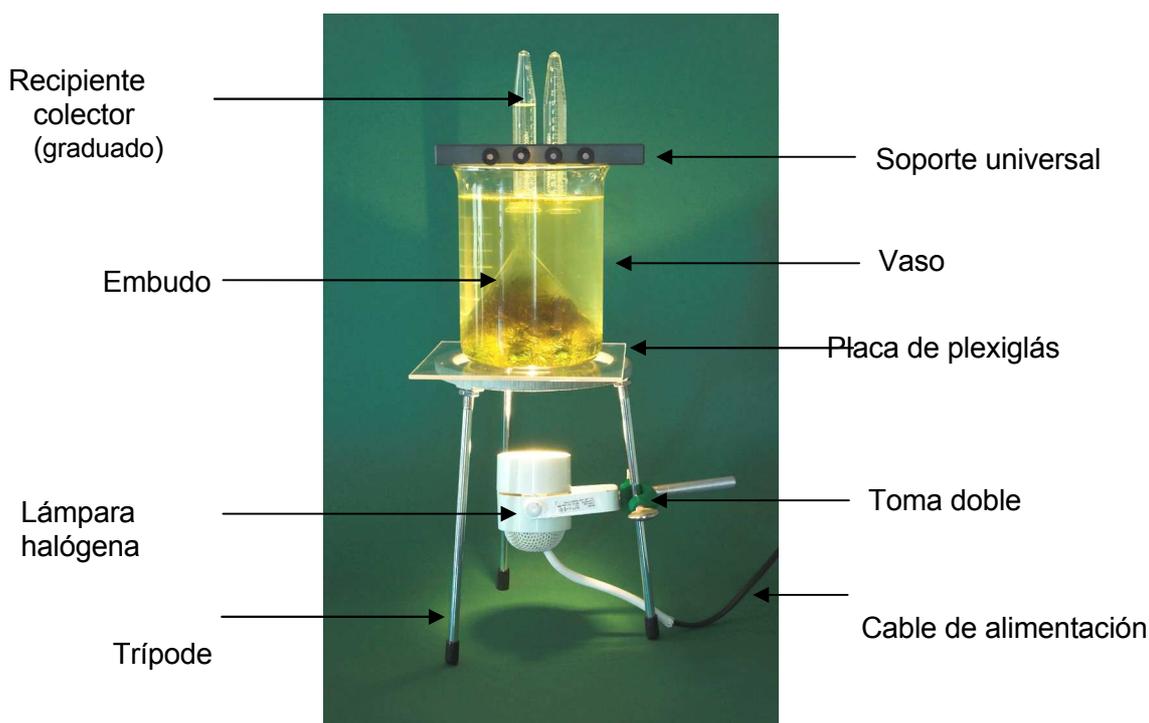
Los resultados de la producción de oxígeno de la planta pueden variar mucho en función de la especie vegetal, la época del año en que se recolecta, la edad de la planta y el tiempo transcurrido entre la recolección y la prueba. No obstante, se recomienda utilizar únicamente plantas recién recolectadas. Por lo tanto, los valores de producción de oxígeno que figuran en las tablas de los distintos experimentos sólo pueden utilizarse a título orientativo.

Para cada experimento de los alumnos se proporciona una hoja de evaluación (hoja del alumno, protocolo) que deben rellenar los alumnos. Esta hoja de evaluación contiene siempre las instrucciones del experimento, un área en la que deben introducirse las observaciones durante el experimento y una tabla para introducir los valores medidos.

En cada caso se describen de 3 a 4 variantes experimentales sobre un tema básico, que los alumnos deben trabajar en paralelo en 4 grupos de trabajo en una clase. Los resultados de los experimentos deben ser presentados por los distintos grupos de trabajo en una breve exposición una vez finalizados los experimentos. De este modo, todos los alumnos pueden hacerse una idea general de los resultados de las distintas condiciones experimentales.

Para los experimentos se necesita el siguiente equipo por grupo de trabajo:

1. Juego de material "Fotosíntesis" (42150)
2. Dispositivo de iluminación para el equipo "Fotosíntesis" (42151)  
(alternativamente: otro dispositivo de transiluminación, por ejemplo, retroproyector)

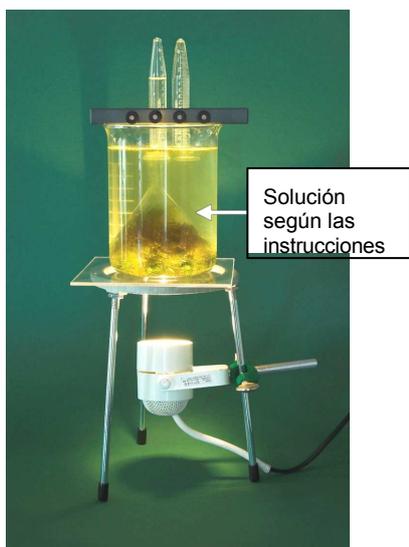


Montaje básico de los experimentos de fotosíntesis

1. Serie de pruebas con 4 pruebas sobre el:

### 3.1 Investigación de la actividad fotosintética con diferentes contenidos de dióxido de carbono del agua

#### Grupo de trabajo 1: Investigación de la actividad fotosintética con agua del grifo



1. Prepara el experimento como se muestra en la ilustración y, a continuación, llena el vaso de precipitados con agua del grifo a 18 - 20 °C hasta unos 2 cm por debajo del borde superior.
2. Secciones de una planta acuática en el vaso de precipitados lleno de agua, por ejemplo, Elodea densa. Para ello, utilice una cuchilla de afeitar afilada o un bisturí para cortar con cuidado la planta acuática en secciones de 1,5 cm de longitud sin ejercer demasiada presión. Coloque doce de estas secciones en el vaso de precipitados.
3. Coloque ahora el embudo de cristal sobre las secciones de plantas acuáticas de forma que las 12 secciones queden debajo del embudo.
4. A continuación, coloca el recipiente colector graduado lleno de agua sobre el tubo de vidrio del embudo con la abertura hacia abajo. Fija el recipiente de recogida en el vaso de precipitados utilizando el soporte universal. Asegúrate de que no entre aire en el recipiente de recogida.
5. Coloque la lámpara 5 cm por debajo del panel de plexiglás para que la planta acuática reciba luz suficiente. Encienda la lámpara e ilumine las secciones de plantas acuáticas durante unos 30 minutos.
6. Introduzca en la tabla siguiente la cantidad de gas producida a intervalos de 5 minutos.

minutos	cantidad de gas formado en ml
después de 5 minutos	0
después de 10 minutos	0,1
después de 15 minutos	0,2
después de 20 minutos	0,3
después de 25 minutos	0,4
después de 30 minutos	0,5

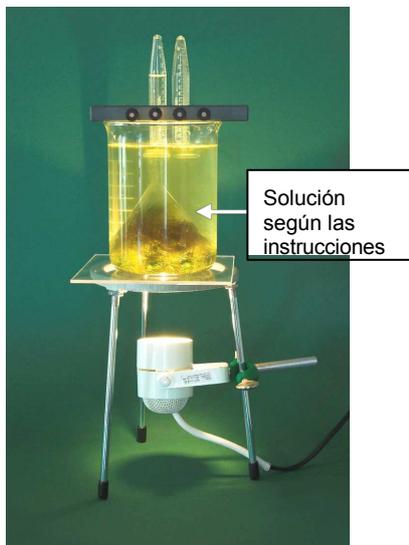
#### **Observación y evaluación:**

Se puede observar que después de unos 5 minutos se forman las primeras burbujas de gas en los extremos cortados, que suben y se acumulan en el recipiente colector. Las burbujas de gas se liberan principalmente en los extremos cortados, sólo muy pocas a través de las hojas, ya que la resistencia para el gas que se forma es mucho menor en los extremos cortados que en las hojas. Al cabo de 30 minutos, se han formado 0,5 ml de

gas.

## Investigación de la actividad fotosintética al variar el contenido de dióxido de carbono del agua

### Grupo de trabajo 1: Investigación de la actividad fotosintética con agua del grifo



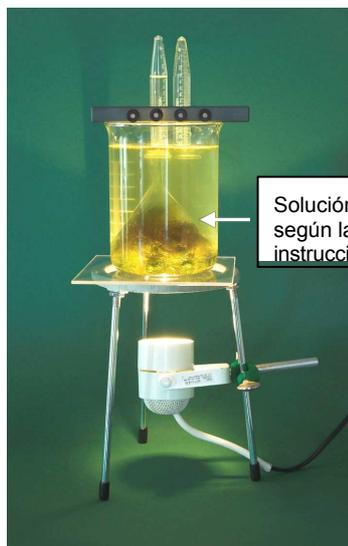
1. Prepara el experimento como se muestra en la ilustración y, a continuación, llena el vaso de precipitados con agua del grifo a 18 - 20 °C hasta unos 2 cm por debajo del borde superior.
2. Secciones de una planta acuática en el vaso de precipitados lleno de agua, por ejemplo, Elodea densa. Para ello, utilice una cuchilla de afeitar afilada o un bisturí para cortar con cuidado la planta acuática en secciones de 1,5 cm de longitud sin ejercer demasiada presión. Coloque doce de estas secciones en el vaso de precipitados.
3. Coloque ahora el embudo de cristal sobre las secciones de plantas acuáticas de forma que las 12 secciones queden debajo del embudo.
4. A continuación, coloca el recipiente colector graduado lleno de agua sobre el tubo de vidrio del embudo con la abertura hacia abajo. Fija el recipiente de recogida en el vaso de precipitados utilizando el soporte universal. Asegúrate de que no entre aire en el recipiente de recogida.
5. Coloque la lámpara 5 cm por debajo del panel de plexiglás para que la planta acuática reciba luz suficiente. Encienda la lámpara e ilumine las secciones de plantas acuáticas durante unos 30 minutos.
6. Introduzca en la tabla siguiente la cantidad de gas producida a intervalos de 5 minutos.

minutos	cantidad de gas formado en ml
después de 5 minutos	
después de 10 minutos	
después de 15 minutos	
después de 20 minutos	
después de 25 minutos	
después de 30 minutos	

**Observación y evaluación:**

## Investigación de la actividad fotosintética al variar el contenido de dióxido de carbono del agua

### Grupo de trabajo 2: Investigación de la actividad fotosintética con agua hervida



1. Prepara el experimento como se muestra en la ilustración y llena el vaso de precipitados con agua hervida hasta unos 2 cm por debajo del borde superior. El agua debe tener una temperatura de 18 - 20 °C.
2. Añada secciones de una planta acuática, por ejemplo Elodea densa, al vaso de precipitados lleno de agua hervida. Para ello, utilice una cuchilla de afeitar afilada o un bisturí para cortar con cuidado la planta acuática en secciones de 1,5 cm de longitud sin aplicar demasiada presión. Coloque doce de estas secciones en el vaso de precipitados.
3. Coloque ahora el embudo de cristal sobre las secciones de plantas acuáticas de forma que las 12 secciones queden debajo del embudo.
4. A continuación, coloque el recipiente colector graduado lleno de agua hervida sobre el tubo de vidrio del embudo con la abertura hacia abajo. Fija el recipiente de recogida en el vaso de precipitados utilizando el soporte universal. Asegúrate de que no entre aire en el recipiente de recogida.
5. Coloque la lámpara 5 cm por debajo del panel de plexiglás para que la planta acuática reciba luz suficiente. Encienda la lámpara e ilumine las secciones de planta acuática durante unos 30 minutos.
6. Introduzca en la tabla siguiente la cantidad de gas producida a intervalos de 5 minutos.

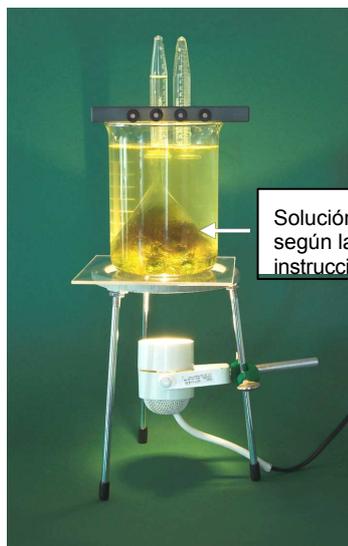
minutos	cantidad de gas formado en ml
después de 5 minutos	0
después de 10 minutos	0
después de 15 minutos	0
después de 20 minutos	0
después de 25 minutos	0
después de 30 minutos	0

#### **Observación y evaluación:**

Se puede observar que no se produce formación de gas. Al hervir el agua, el dióxido de carbono presente se elimina del agua. Sin embargo, como una planta sin dióxido de carbono no es capaz de asimilarlo, no puede formarse oxígeno. La planta moriría en ese tipo de agua.

## Investigación de la actividad fotosintética al variar el contenido de dióxido de carbono del agua

### Grupo de trabajo 2: Investigación de la actividad fotosintética con agua hervida



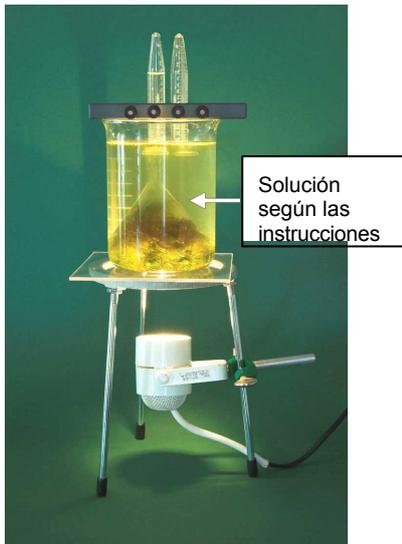
1. Prepara el experimento como se muestra en la ilustración y llena el vaso de precipitados con agua hervida hasta unos 2 cm por debajo del borde superior. El agua debe tener una temperatura de 18 - 20 °C.
2. Añada secciones de una planta acuática, por ejemplo Elodea densa, al vaso de precipitados lleno de agua hervida. Para ello, utilice una cuchilla de afeitar afilada o un bisturí para cortar con cuidado la planta acuática en secciones de 1,5 cm de longitud sin aplicar demasiada presión. Coloque doce de estas secciones en el vaso de precipitados.
3. Coloque ahora el embudo de cristal sobre las secciones de plantas acuáticas de forma que las 12 secciones queden debajo del embudo.
4. A continuación, coloque el recipiente colector graduado lleno de agua hervida sobre el tubo de vidrio del embudo con la abertura hacia abajo. Fija el recipiente de recogida en el vaso de precipitados utilizando el soporte universal. Asegúrate de que no entre aire en el recipiente de recogida.
5. Coloque la lámpara 5 cm por debajo del panel de plexiglás para que la planta acuática reciba luz suficiente. Encienda la lámpara e ilumine las secciones de planta acuática durante unos 30 minutos.
6. Introduzca en la tabla siguiente la cantidad de gas producida a intervalos de 5 minutos.

minutos	cantidad de gas formado en ml
después de 5 minutos	
después de 10 minutos	
después de 15 minutos	
después de 20 minutos	
después de 25 minutos	
después de 30 minutos	

**Observación y evaluación:**

## Investigación de la actividad fotosintética al variar el contenido de dióxido de carbono del agua

### Grupo de trabajo 3: Investigación de la actividad fotosintética con agua a la que se ha añadido agua con gas.



1. Monta el experimento como se muestra en la ilustración.
2. Vierte primero 90 ml de agua con gas en el vaso y, a continuación, llena el vaso con 900 ml de agua del grifo. **¡Atención!** Es imprescindible asegurarse de que el dióxido de carbono no se libere durante el experimento y suba al vaso colector.
3. La mezcla de agua debe tener una temperatura de 18 - 20 °C.
4. Coloque secciones de una planta acuática, por ejemplo Elodea densa, en el vaso de precipitados lleno de la mezcla de agua. Para ello, utilice una cuchilla de afeitado afilada o un bisturí para cortar con cuidado la planta acuática en secciones de 1,5 cm de longitud sin ejercer demasiada presión. Coloque doce de estas secciones en el vaso de precipitados.
5. Coloque ahora el embudo de cristal sobre las secciones de plantas acuáticas de forma que las 12 secciones queden debajo del embudo.
6. A continuación, coloca el recipiente colector graduado lleno de agua sobre el tubo de vidrio del embudo con la abertura hacia abajo. Fija el recipiente de recogida en el vaso de precipitados utilizando el soporte universal. Asegúrate de que no entre aire en el recipiente de recogida.
7. Coloque la lámpara 5 cm por debajo del panel de plexiglás para que la planta acuática reciba luz suficiente. Encienda la lámpara e ilumine las secciones de plantas acuáticas durante unos 30 minutos.
8. Introduzca en la tabla siguiente la cantidad de gas producida a intervalos de 5 minutos.

minutos	cantidad de gas formado en ml
después de 5 minutos	0
después de 10 minutos	0
después de 15 minutos	0,05
después de 20 minutos	0,1
después de 25 minutos	0,15
después de 30 minutos	0,2

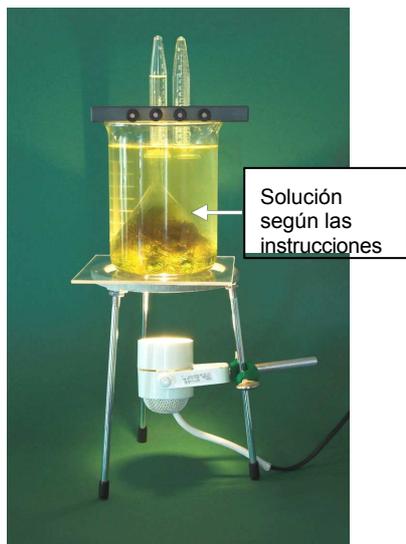
#### **Observación y evaluación:**

Puede observarse que la adición de agua con gas no provoca un aumento de la producción de gas, como cabría esperar. La producción de oxígeno sólo comienza lentamente después de 10 minutos. Las burbujas de gas ascendentes no empiezan a acumularse en el recipiente colector hasta pasados 15 minutos. Sin embargo, la cantidad de oxígeno producida es tan pequeña que sólo pueden medirse unas pocas burbujas de gas en el recipiente colector. La razón de ello es probablemente el dióxido de carbono, que está presente en el agua en estado gaseoso y, por tanto, no puede ser absorbido por la planta acuática. El dióxido de carbono que se

deposita en las hojas reduce en gran medida la absorción por parte de la planta del  $\text{CO}_2$  disuelto en el agua.

## Investigación de la actividad fotosintética al variar el contenido de dióxido de carbono del agua

### Grupo de trabajo 3: Investigación de la actividad fotosintética con agua a la que se ha añadido agua con gas.



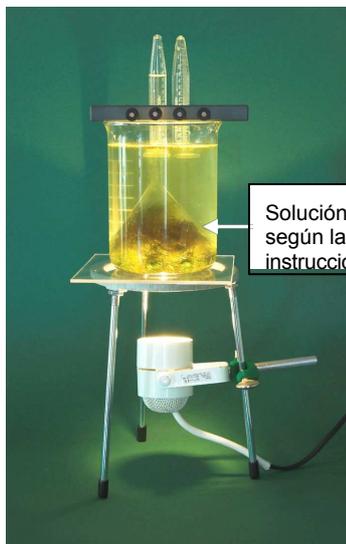
1. Monta el experimento como se muestra en la ilustración.
2. Vierte primero 90 ml de agua con gas en el vaso y, a continuación, llena el vaso con 900 ml de agua del grifo. **¡Atención!** Es imprescindible asegurarse de que el dióxido de carbono no se libere durante el experimento y suba al vaso colector.
3. La mezcla de agua debe tener una temperatura de 18 - 20 °C.
4. Coloque secciones de una planta acuática, por ejemplo Elodea densa, en el vaso de precipitados lleno de la mezcla de agua. Para ello, utilice una cuchilla de afeitar afilada o un bisturí para cortar con cuidado la planta acuática en secciones de 1,5 cm de longitud sin ejercer demasiada presión. Coloque doce de estas secciones en el vaso de precipitados.
5. Coloque ahora el embudo de cristal sobre las secciones de plantas acuáticas de forma que las 12 secciones queden debajo del embudo.
6. A continuación, coloca el recipiente colector graduado lleno de agua sobre el tubo de vidrio del embudo con la abertura hacia abajo. Fija el recipiente de recogida en el vaso de precipitados utilizando el soporte universal. Asegúrate de que no entre aire en el recipiente de recogida.
7. Coloque la lámpara 5 cm por debajo del panel de plexiglás para que la planta acuática reciba luz suficiente. Encienda la lámpara e ilumine las secciones de plantas acuáticas durante unos 30 minutos.
8. Introduzca en la tabla siguiente la cantidad de gas producida a intervalos de 5 minutos.

minutos	cantidad de gas formado en ml
después de 5 minutos	
después de 10 minutos	
después de 15 minutos	
después de 20 minutos	
después de 25 minutos	
después de 30 minutos	

**Observación y evaluación:**

## Investigación de la actividad fotosintética al variar el contenido de dióxido de carbono del agua

### Grupo de trabajo 4: Investigación de la actividad fotosintética con agua a la que se han añadido 2 g de hidrogenocarbonato sódico ( $\text{NaHCO}_3$ ).



1. Prepare el experimento como se muestra en la ilustración y, a continuación, llene el vaso de precipitados con agua del grifo a la que se hayan añadido 2 g de hidrogenocarbonato sódico para aumentar el contenido de dióxido de carbono, hasta unos 2 cm por debajo del borde superior. El agua con el  $\text{NaHCO}_3$  debe tener una temperatura de 18 - 20 °C.
2. Añada secciones de una planta acuática, por ejemplo Elodea densa, al vaso de precipitados lleno de esta agua preparada. Para ello, utilice una cuchilla de afeitar afilada o un bisturí para cortar con cuidado la planta acuática en secciones de 1,5 cm de longitud sin ejercer demasiada presión. Coloque doce de estas secciones en el vaso de precipitados.
3. Coloque ahora el embudo de vidrio sobre las secciones de plantas acuáticas de forma que las 12 secciones queden debajo del embudo. A continuación, coloca el recipiente colector graduado lleno de agua sobre el tubo de vidrio del embudo con la abertura hacia abajo.
4. Fije el recipiente colector al vaso de precipitados utilizando el soporte universal. Asegúrese de que no entre aire en el recipiente de recogida.
5. Coloque la lámpara 5 cm por debajo del panel de plexiglás para que la planta acuática reciba luz suficiente. Encienda la lámpara e ilumine las secciones de plantas acuáticas durante unos 30 minutos.
6. Introduzca en la tabla siguiente la cantidad de gas producida a intervalos de 5 minutos.

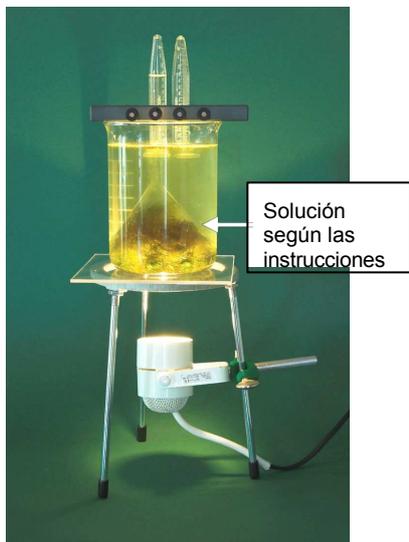
	cantidad de gas formado en ml
después de 5 minutos	0
después de 10 minutos	0,2
después de 15 minutos	0,3
después de 20 minutos	0,4
después de 25 minutos	0,55
después de 30 minutos	0,7

#### **Observación y evaluación:**

Puede observarse que, debido a la adición de hidrogenocarbonato sódico, la producción de gas aumenta cada vez más con el tiempo, lo que se debe a la cantidad de dióxido de carbono aportada por el hidrogenocarbonato sódico. Como la fotosíntesis depende de la concentración de dióxido de carbono, se observa una producción de gas ligeramente superior a la del agua del grifo. Sin embargo, cuando se añade más hidrogenocarbonato sódico, la formación de gas de la planta vuelve a disminuir, lo que puede explicarse por el valor cada vez más alcalino del pH y, por tanto, por el fuerte aumento de dióxido de carbono en el agua.

## Investigación de la actividad fotosintética al variar el contenido de dióxido de carbono del agua

### Grupo de trabajo 4: Investigación de la actividad fotosintética con agua a la que se han añadido 2 g de hidrogenocarbonato sódico ( $\text{NaHCO}_3$ ).



1. Prepare el experimento como se muestra en la ilustración y, a continuación, llene el vaso de precipitados con agua del grifo a la que se hayan añadido 2 g de hidrogenocarbonato sódico para aumentar el contenido de dióxido de carbono, hasta unos 2 cm por debajo del borde superior. El agua con el  $\text{NaHCO}_3$  debe tener una temperatura de 18 - 20 °C.
2. Añada secciones de una planta acuática, por ejemplo Elodea densa, al vaso de precipitados lleno de esta agua preparada. Para ello, utilice una cuchilla de afeitar afilada o un bisturí para cortar con cuidado la planta acuática en secciones de 1,5 cm de longitud sin ejercer demasiada presión. Coloque doce de estas secciones en el vaso de precipitados.
3. Coloque ahora el embudo de vidrio sobre las secciones de plantas acuáticas de forma que las 12 secciones queden debajo del embudo. A continuación, coloca el recipiente colector graduado lleno de agua sobre el tubo de vidrio del embudo con la abertura hacia abajo.
4. Fije el recipiente colector al vaso de precipitados utilizando el soporte universal. Asegúrese de que no entre aire en el recipiente de recogida.
5. Coloque la lámpara 5 cm por debajo del panel de plexiglás para que la planta acuática reciba luz suficiente. Encienda la lámpara e ilumine las secciones de plantas acuáticas durante unos 30 minutos.
6. Introduzca en la tabla siguiente la cantidad de gas producida a intervalos de 5 minutos.

	cantidad de gas formado en ml
después de 5 minutos	
después de 10 minutos	
después de 15 minutos	
después de 20 minutos	
después de 25 minutos	
después de 30 minutos	

**Observación y evaluación:**

2. Serie de pruebas con 3 experimentos en el:

### 3.2 Investigación de la actividad fotosintética a diferentes intensidades de luz

#### Grupo de trabajo 1: Investigación de la actividad fotosintética sin filtro gris



1. Monta el experimento como se muestra en la ilustración.
2. Llenar el vaso de precipitados con agua del grifo a 18 - 20 °C que contenga 2 g de  $\text{NaHCO}_3$  hasta unos 2 cm por debajo del borde superior.
3. Secciones de una planta acuática en el vaso de precipitados lleno de agua, por ejemplo, Elodea densa. Para ello, utilice una cuchilla de afeitar afilada o un bisturí para cortar con cuidado la planta acuática en secciones de 1,5 cm de longitud sin ejercer demasiada presión. Coloque doce de estas secciones en el vaso de precipitados.
4. Coloque ahora el embudo de vidrio sobre las secciones de plantas acuáticas de forma que las 12 secciones queden debajo del embudo. A continuación, coloca el recipiente colector graduado lleno de agua sobre el tubo de vidrio del embudo con la abertura hacia abajo.
5. Fije el recipiente colector al vaso de precipitados utilizando el soporte universal. Asegúrese de que no entre aire en el recipiente de recogida.
6. Coloque la lámpara 5 cm por debajo del panel de plexiglás para que la planta acuática reciba luz suficiente. Encienda la lámpara e ilumine las secciones de plantas acuáticas durante unos 30 minutos.
7. Introduzca en la tabla siguiente la cantidad de gas producida a intervalos de 5 minutos.

minutos	cantidad de gas formado en ml
después de 5 minutos	0
después de 10 minutos	0,1
después de 15 minutos	0,1
después de 20 minutos	0,2
después de 25 minutos	0,3
después de 30 minutos	0,4

#### **Observación y evaluación:**

Se puede observar que después de unos 5 minutos se forman las primeras burbujas de gas en los extremos cortados, que suben y se acumulan en el recipiente colector. Las burbujas de gas se liberan principalmente en los extremos cortados, sólo muy pocas a través de las hojas, ya que la resistencia para el gas que se forma es mucho menor en los extremos cortados que en las hojas. Al cabo de 30 minutos, se han formado 0,4 ml de gas.

## Investigación de la actividad fotosintética a diferentes intensidades de luz

### Grupo de trabajo 1: Investigación de la actividad fotosintética sin filtro gris



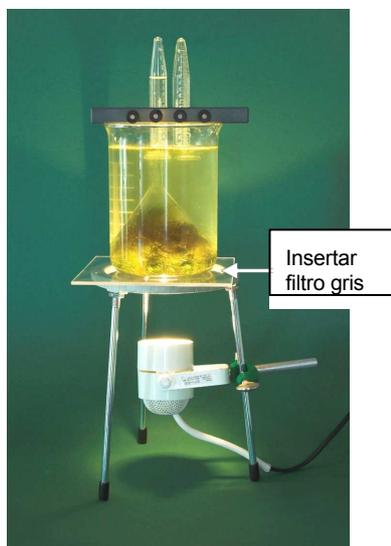
1. Monta el experimento como se muestra en la ilustración.
2. Llenar el vaso de precipitados con agua del grifo a 18 - 20 °C que contenga 2 g de  $\text{NaHCO}_3$  hasta unos 2 cm por debajo del borde superior.
3. Secciones de una planta acuática en el vaso de precipitados lleno de agua, por ejemplo, Elodea densa. Para ello, utilice una cuchilla de afeitar afilada o un bisturí para cortar con cuidado la planta acuática en secciones de 1,5 cm de longitud sin ejercer demasiada presión. Coloque doce de estas secciones en el vaso de precipitados.
4. Coloque ahora el embudo de vidrio sobre las secciones de plantas acuáticas de forma que las 12 secciones queden debajo del embudo. A continuación, coloca el recipiente colector graduado lleno de agua sobre el tubo de vidrio del embudo con la abertura hacia abajo.
5. Fije el recipiente colector al vaso de precipitados utilizando el soporte universal. Asegúrese de que no entre aire en el recipiente de recogida.
6. Coloque la lámpara 5 cm por debajo del panel de plexiglás para que la planta acuática reciba luz suficiente. Encienda la lámpara e ilumine las secciones de plantas acuáticas durante unos 30 minutos.
7. Introduzca en la tabla siguiente la cantidad de gas producida a intervalos de 5 minutos.

minutos	cantidad de gas formado en ml
después de 5 minutos	
después de 10 minutos	
después de 15 minutos	
después de 20 minutos	
después de 25 minutos	
después de 30 minutos	

**Observación y evaluación:**

## Investigación de la actividad fotosintética a diferentes intensidades de luz

### Grupo de trabajo 2: Investigación de la actividad fotosintética con un filtro gris



1. Monta el experimento como se muestra en la ilustración. Coloca un filtro gris debajo del vaso de precipitados para atenuar la luz.
2. Llene ahora el vaso de precipitados con agua del grifo a 18 - 20 °C que contenga 2 g de  $\text{NaHCO}_3$  hasta unos 2 cm por debajo del borde superior.
3. Secciones de una planta acuática en el vaso de precipitados lleno de agua, por ejemplo, Elodea densa. Para ello, utilice una cuchilla de afeitar afilada o un bisturí para cortar con cuidado la planta acuática en secciones de 1,5 cm de longitud sin ejercer demasiada presión. Coloque doce de estas secciones en el vaso de precipitados.
4. Coloque ahora el embudo de vidrio sobre las secciones de plantas acuáticas de forma que las 12 secciones queden debajo del embudo. A continuación, coloca el recipiente colector graduado lleno de agua sobre el tubo de vidrio del embudo con la abertura hacia abajo.
5. Fije el recipiente colector al vaso de precipitados utilizando el soporte universal. Asegúrese de que no entre aire en el recipiente de recogida.
6. Coloque la lámpara 5 cm por debajo del panel de plexiglás para que la planta acuática reciba luz suficiente. Encienda la lámpara e ilumine las secciones de plantas acuáticas durante unos 30 minutos.
7. Introduzca en la tabla siguiente la cantidad de gas producida a intervalos de 5 minutos.

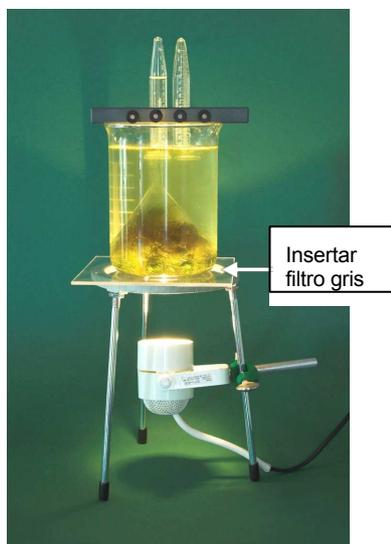
minutos	cantidad de gas formado en ml
después de 5 minutos	0
después de 10 minutos	0
después de 15 minutos	0
después de 20 minutos	0
después de 25 minutos	0,1
después de 30 minutos	0,15

### **Observación y evaluación:**

Se puede observar que en los extremos cortados de los brotes de las plantas se forman unas pocas burbujas de gas al cabo de 15 minutos, pero son tan pequeñas que sólo unas pocas suben al recipiente colector. Esto demuestra que, además del dióxido de carbono, la intensidad de la luz tiene una importancia decisiva para las plantas acuáticas. Incluso con una luz ligeramente reducida, la planta ya no es capaz de realizar la fotosíntesis en una medida suficiente. También hay que señalar aquí que la cantidad de producción de oxígeno depende del tipo de planta acuática utilizada.

## Investigación de la actividad fotosintética a diferentes intensidades de luz

### Grupo de trabajo 2: Investigación de la actividad fotosintética con un filtro gris



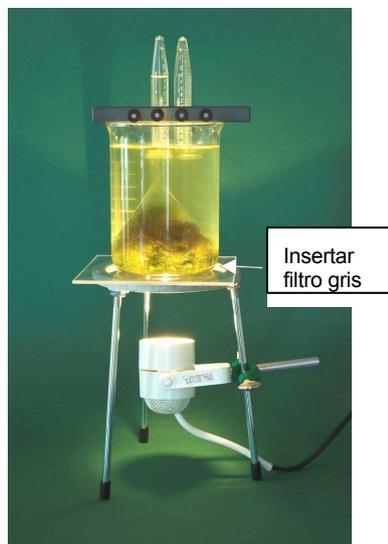
1. Monta el experimento como se muestra en la ilustración. Coloca un filtro gris debajo del vaso de precipitados para atenuar la luz.
2. Llene ahora el vaso de precipitados con agua del grifo a 18 - 20 °C que contenga 2 g de  $\text{NaHCO}_3$  hasta unos 2 cm por debajo del borde superior.
3. Secciones de una planta acuática en el vaso de precipitados lleno de agua, por ejemplo, Elodea densa. Para ello, utilice una cuchilla de afeitar afilada o un bisturí para cortar con cuidado la planta acuática en secciones de 1,5 cm de longitud sin ejercer demasiada presión. Coloque doce de estas secciones en el vaso de precipitados.
4. Coloque ahora el embudo de vidrio sobre las secciones de plantas acuáticas de forma que las 12 secciones queden debajo del embudo. A continuación, coloca el recipiente colector graduado lleno de agua sobre el tubo de vidrio del embudo con la abertura hacia abajo.
5. Fije el recipiente colector al vaso de precipitados utilizando el soporte universal. Asegúrese de que no entre aire en el recipiente de recogida.
6. Coloque la lámpara 5 cm por debajo del panel de plexiglás para que la planta acuática reciba luz suficiente. Encienda la lámpara e ilumine las secciones de plantas acuáticas durante unos 30 minutos.
7. Introduzca en la tabla siguiente la cantidad de gas producida a intervalos de 5 minutos.

minutos	cantidad de gas formado en ml
después de 5 minutos	
después de 10 minutos	
después de 15 minutos	
después de 20 minutos	
después de 25 minutos	
después de 30 minutos	

**Observación y evaluación:**

## Investigación de la actividad fotosintética a diferentes intensidades de luz

### Grupo de trabajo 3: Investigación de la actividad fotosintética con dos filtros grises



1. Monta el experimento como se muestra en la ilustración. Coloca dos filtros grises debajo del vaso de precipitados para atenuar la luz.
2. Llene ahora el vaso de precipitados con agua del grifo a 18 - 20 °C que contenga 2 g de  $\text{NaHCO}_3$  hasta unos 2 cm por debajo del borde superior.
3. Secciones de una planta acuática en el vaso de precipitados lleno de agua, por ejemplo, Elodea densa. Para ello, utilice una cuchilla de afeitar afilada o un bisturí para cortar con cuidado la planta acuática en secciones de 1,5 cm de longitud sin ejercer demasiada presión.
4. Coloca doce de estas secciones en el vaso de precipitados. Ahora coloca el embudo de cristal sobre las secciones de plantas acuáticas de forma que las 12 secciones queden debajo del embudo.
5. A continuación, coloca el recipiente colector graduado lleno de agua sobre el tubo de vidrio del embudo con la abertura hacia abajo. Fija el recipiente de recogida en el vaso de precipitados utilizando el soporte universal. Asegúrate de que no entre aire en el recipiente de recogida.
6. Coloque la lámpara 5 cm por debajo del panel de plexiglás para que la planta acuática reciba luz suficiente. Encienda la lámpara e ilumine las secciones de planta acuática durante unos 30 minutos.
7. Introduzca en la tabla siguiente la cantidad de gas producida a intervalos de 5 minutos.

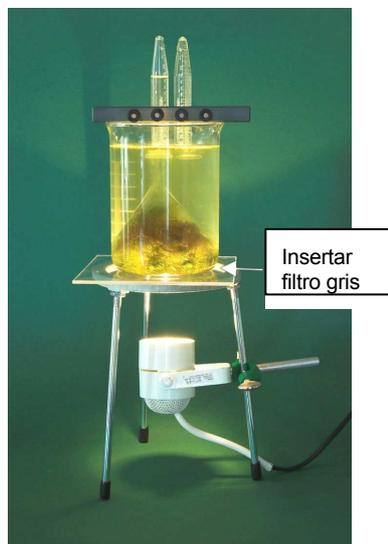
minutos	cantidad de gas formado en ml
después de 5 minutos	0
después de 10 minutos	0
después de 15 minutos	0
después de 20 minutos	0
después de 25 minutos	0
después de 30 minutos	0

### **Observación y evaluación:**

Se puede observar que ya no se forman burbujas de gas en los extremos cortados, que pueden subir y acumularse en el recipiente colector. La atenuación de la luz con dos filtros grises es tan fuerte que la planta ya no muestra actividad fotosintética.

## Investigación de la actividad fotosintética a diferentes intensidades de luz

### Grupo de trabajo 3: Investigación de la actividad fotosintética con dos filtros grises



1. Monta el experimento como se muestra en la ilustración. Coloca dos filtros grises debajo del vaso de precipitados para atenuar la luz.
2. Llene ahora el vaso de precipitados con agua del grifo a 18 - 20 °C que contenga 2 g de  $\text{NaHCO}_3$  hasta unos 2 cm por debajo del borde superior.
3. Secciones de una planta acuática en el vaso de precipitados lleno de agua, por ejemplo, Elodea densa. Para ello, utilice una cuchilla de afeitar afilada o un bisturí para cortar con cuidado la planta acuática en secciones de 1,5 cm de longitud sin ejercer demasiada presión.
4. Coloca doce de estas secciones en el vaso de precipitados. Ahora coloca el embudo de cristal sobre las secciones de plantas acuáticas de forma que las 12 secciones queden debajo del embudo.
5. A continuación, coloca el recipiente colector graduado lleno de agua sobre el tubo de vidrio del embudo con la abertura hacia abajo. Fija el recipiente de recogida en el vaso de precipitados utilizando el soporte universal. Asegúrate de que no entre aire en el recipiente de recogida.
6. Coloque la lámpara 5 cm por debajo del panel de plexiglás para que la planta acuática reciba luz suficiente. Encienda la lámpara e ilumine las secciones de planta acuática durante unos 30 minutos.
7. Introduzca en la tabla siguiente la cantidad de gas producida a intervalos de 5 minutos.

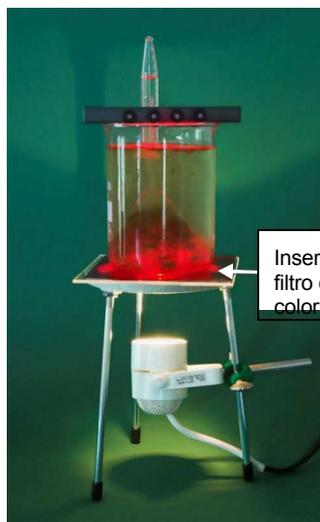
minutos	cantidad de gas formado en ml
después de 5 minutos	
después de 10 minutos	
después de 15 minutos	
después de 20 minutos	
después de 25 minutos	
después de 30 minutos	

**Observación y evaluación:**

3. Serie de pruebas con 4 experimentos en el:

### 3.3 Investigación de la actividad fotosintética con cuatro filtros de color diferentes

#### Grupo de trabajo 1: Investigación de la actividad fotosintética con un filtro de color rojo



1. Prepara el experimento como se muestra en la ilustración. Coloca un filtro de color rojo (aprox. 665 nm) debajo del vaso de precipitados.
2. Llene ahora el vaso de precipitados con agua del grifo a 18 - 20 °C que contenga 2 g de  $\text{NaHCO}_3$  hasta unos 2 cm por debajo del borde superior.
3. Secciona de una planta acuática en el vaso de precipitados lleno de agua, por ejemplo, Elodea densa. Para ello, utilice una cuchilla de afeitar afilada o un bisturí para cortar con cuidado la planta acuática en secciones de 1,5 cm de longitud sin ejercer demasiada presión.
4. Coloca doce de estas secciones en el vaso de precipitados. A continuación, coloca el embudo de cristal sobre las secciones de plantas acuáticas de forma que las 12 secciones queden debajo del embudo. A continuación, coloca el recipiente colector graduado lleno de agua sobre el tubo de cristal del embudo con la abertura hacia abajo.
5. Fije el recipiente colector al vaso de precipitados utilizando el soporte universal. Asegúrese de que no entre aire en el recipiente de recogida.
6. Coloque la lámpara 5 cm por debajo del panel de plexiglás para que la planta acuática reciba luz suficiente. Encienda la lámpara e ilumine las secciones de plantas acuáticas durante unos 30 minutos.
7. Introduzca en la tabla siguiente la cantidad de gas producida a intervalos de 5 minutos.

minutos	cantidad de gas formado en ml
después de 5 minutos	0
después de 10 minutos	0,1
después de 15 minutos	0,2
después de 20 minutos	0,4
después de 25 minutos	0,5
después de 30 minutos	0,6

#### **Observación y evaluación:**

Se puede observar que cuando se utiliza un filtro rojo, las primeras burbujas de gas se forman en los extremos cortados después de aprox. 4 minutos, que pueden subir y acumularse en el recipiente colector. El filtro rojo con una longitud de onda de aprox. 665 nm se encuentra en un rango que es importante para la fotosíntesis. Ya en 1881, ENGELMANN, que investigó el efecto de los colores espectrales sobre la actividad fotosintética de la Elodea en relación con la producción de oxígeno, reconoció que el componente rojo tiene una importancia decisiva para la fotosíntesis en las plantas verdes. Sin embargo, hay que decir que la luz de la gama espectral roja sólo es realmente eficaz si también se dispone de luz con longitudes de onda más cortas de la gama espectral. Esta es la razón por la que los volúmenes medidos de producción de oxígeno son menores cuando

---

se utiliza un filtro de color rojo que cuando se utiliza la luz sin ningún filtro.

### 3.3 Investigación de la actividad fotosintética con cuatro filtros de color diferentes

#### Grupo de trabajo 1: Investigación de la actividad fotosintética con un filtro de color rojo



1. Prepara el experimento como se muestra en la ilustración. Coloca un filtro de color rojo (aprox. 665 nm) debajo del vaso de precipitados.
2. Llène ahora el vaso de precipitados con agua del grifo a 18 - 20 °C que contenga 2 g de  $\text{NaHCO}_3$  hasta unos 2 cm por debajo del borde superior.
3. Secciones de una planta acuática en el vaso de precipitados lleno de agua, por ejemplo, Elodea densa. Para ello, utilice una cuchilla de afeitar afilada o un bisturí para cortar con cuidado la planta acuática en secciones de 1,5 cm de longitud sin ejercer demasiada presión.
4. Coloca doce de estas secciones en el vaso de precipitados. A continuación, coloca el embudo de cristal sobre las secciones de plantas acuáticas de forma que las 12 secciones queden debajo del embudo. A continuación, coloca el recipiente colector graduado lleno de agua sobre el tubo de cristal del embudo con la abertura hacia abajo.
5. Fije el recipiente colector al vaso de precipitados utilizando el soporte universal. Asegúrese de que no entre aire en el recipiente de recogida.
6. Coloque la lámpara 5 cm por debajo del panel de plexiglás para que la planta acuática reciba luz suficiente. Encienda la lámpara e ilumine las secciones de plantas acuáticas durante unos 30 minutos.
7. Introduzca en la tabla siguiente la cantidad de gas producida a intervalos de 5 minutos.

minutos	cantidad de gas formado en ml
después de 5 minutos	
después de 10 minutos	
después de 15 minutos	
después de 20 minutos	
después de 25 minutos	
después de 30 minutos	

**Observación y evaluación:**

## Investigación de la actividad fotosintética con cuatro filtros de color diferentes

### Grupo de trabajo 2: Investigación de la actividad fotosintética con un filtro de color amarillo



1. Monta el experimento como se muestra en la ilustración. Coloca un filtro de color amarillo (aprox. 600 nm) debajo del vaso de precipitados.
2. Llene ahora el vaso de precipitados con agua del grifo a 18 - 20 °C que contenga 2 g de  $\text{NaHCO}_3$  hasta unos 2 cm por debajo del borde superior.
3. Secciones de una planta acuática en el vaso de precipitados lleno de agua, por ejemplo, Elodea densa. Para ello, utilice una cuchilla de afeitador afilada o un bisturí para cortar con cuidado la planta acuática en secciones de 1,5 cm de longitud sin ejercer demasiada presión.
4. Coloca doce de estas secciones en el vaso de precipitados. Ahora coloca el embudo de cristal sobre las secciones de plantas acuáticas de forma que las 12 secciones queden debajo del embudo.
5. A continuación, coloca el recipiente colector graduado lleno de agua sobre el tubo de vidrio del embudo con la abertura hacia abajo. Fija el recipiente de recogida en el vaso de precipitados utilizando el soporte universal. Asegúrate de que no entre aire en el recipiente de recogida.
6. Coloque la lámpara 5 cm por debajo del panel de plexiglás para que la planta acuática reciba luz suficiente. Encienda la lámpara e ilumine las secciones de plantas acuáticas durante unos 30 minutos.
7. Introduzca en la tabla siguiente la cantidad de gas producida a intervalos de 5 minutos.

minutos	cantidad de gas formado en ml
después de 5 minutos	0,0
después de 10 minutos	0,0
después de 15 minutos	0,1
después de 20 minutos	0,2
después de 25 minutos	0,3
después de 30 minutos	0,4

#### **Observación y evaluación:**

Se puede observar que al utilizar un filtro amarillo se forman casi tantas burbujas de gas en los extremos cortados, que pueden subir y acumularse en el recipiente colector como con el filtro rojo. El filtro amarillo, con una longitud de onda de aprox. 600 nm, se encuentra en un rango que sigue siendo favorable para la fotosíntesis. Sin embargo, aquí ya se puede observar que la actividad fotosintética de las plantas disminuye inicialmente a medida que disminuye la longitud de onda del filtro de color utilizado.

## Investigación de la actividad fotosintética con cuatro filtros de color diferentes

### Grupo de trabajo 2: Investigación de la actividad fotosintética con un filtro de color amarillo



1. Monta el experimento como se muestra en la ilustración. Coloca un filtro de color amarillo (aprox. 600 nm) debajo del vaso de precipitados.
2. Llene ahora el vaso de precipitados con agua del grifo a 18 - 20 °C que contenga 2 g de  $\text{NaHCO}_3$  hasta unos 2 cm por debajo del borde superior.
3. Secciones de una planta acuática en el vaso de precipitados lleno de agua, por ejemplo, Elodea densa. Para ello, utilice una cuchilla de afeitar afilada o un bisturí para cortar con cuidado la planta acuática en secciones de 1,5 cm de longitud sin ejercer demasiada presión.
4. Coloca doce de estas secciones en el vaso de precipitados. Ahora coloca el embudo de cristal sobre las secciones de plantas acuáticas de forma que las 12 secciones queden debajo del embudo.
5. A continuación, coloca el recipiente colector graduado lleno de agua sobre el tubo de vidrio del embudo con la abertura hacia abajo. Fija el recipiente de recogida en el vaso de precipitados utilizando el soporte universal. Asegúrate de que no entre aire en el recipiente de recogida.
6. Coloque la lámpara 5 cm por debajo del panel de plexiglás para que la planta acuática reciba luz suficiente. Encienda la lámpara e ilumine las secciones de plantas acuáticas durante unos 30 minutos.
7. Introduzca en la tabla siguiente la cantidad de gas producida a intervalos de 5 minutos.

minutos	cantidad de gas formado en ml
después de 5 minutos	
después de 10 minutos	
después de 15 minutos	
después de 20 minutos	
después de 25 minutos	
después de 30 minutos	

**Observación y evaluación:**

## Investigación de la actividad fotosintética con cuatro filtros de color diferentes

### Grupo de trabajo 3: Investigación de la actividad fotosintética con un filtro de color verde



1. Prepara el experimento como se muestra en la ilustración. Coloca un filtro de color verde (aprox. 540 nm) debajo del vaso de precipitados.
2. Llene ahora el vaso de precipitados con agua del grifo a 18 - 20 °C que contenga 2 g de  $\text{NaHCO}_3$  hasta unos 2 cm por debajo del borde superior.
3. Secciona una planta acuática en el vaso de precipitados lleno de agua, por ejemplo, *Elodea densa*. Para ello, utilice una cuchilla de afeitar afilada o un bisturí para cortar con cuidado la planta acuática en secciones de 1,5 cm de longitud sin ejercer demasiada presión.
4. Coloca doce de estas secciones en el vaso de precipitados. Ahora coloca el embudo de cristal sobre las secciones de plantas acuáticas de forma que las 12 secciones queden debajo del embudo.
5. A continuación, coloca el recipiente colector graduado lleno de agua sobre el tubo de vidrio del embudo con la abertura hacia abajo. Fije el recipiente de recogida en el vaso de precipitados utilizando el soporte universal. Asegúrate de que no entre aire en el recipiente de recogida.
6. Coloque la lámpara 5 cm por debajo del panel de plexiglás para que la planta acuática reciba luz suficiente. Encienda la lámpara e ilumine las secciones de plantas acuáticas durante unos 30 minutos.
7. Introduzca en la tabla siguiente la cantidad de gas producida a intervalos de 5 minutos.

minutos	cantidad de gas formado en ml
después de 5 minutos	0,0
después de 10 minutos	0,0
después de 15 minutos	0,0
después de 20 minutos	0,0
después de 25 minutos	0,0
después de 30 minutos	0,1

#### **Observación y evaluación:**

Puede observarse que prácticamente no se forman burbujas de gas en los extremos cortados cuando se utiliza un filtro verde. El filtro verde con una longitud de onda de aprox. 540 nm se encuentra en un rango irrelevante para la fotosíntesis (brecha verde). El hecho de que las plantas nos parezcan verdes se debe a que el componente verde de la luz solar blanca se refleja casi por completo. Por el contrario, los componentes situados en el borde del espectro son absorbidos: el rojo y el azul.

## Investigación de la actividad fotosintética con cuatro filtros de color diferentes

### Grupo de trabajo 3: Investigación de la actividad fotosintética con un filtro de color verde



1. Prepara el experimento como se muestra en la ilustración. Coloca un filtro de color verde (aprox. 540 nm) debajo del vaso de precipitados.
2. Llène ahora el vaso de precipitados con agua del grifo a 18 - 20 °C que contenga 2 g de  $\text{NaHCO}_3$  hasta unos 2 cm por debajo del borde superior.
3. Secciones de una planta acuática en el vaso de precipitados lleno de agua, por ejemplo, Elodea densa. Para ello, utilice una cuchilla de afeitar afilada o un bisturí para cortar con cuidado la planta acuática en secciones de 1,5 cm de longitud sin ejercer demasiada presión.
4. Coloca doce de estas secciones en el vaso de precipitados. Ahora coloca el embudo de cristal sobre las secciones de plantas acuáticas de forma que las 12 secciones queden debajo del embudo.
5. A continuación, coloca el recipiente colector graduado lleno de agua sobre el tubo de vidrio del embudo con la abertura hacia abajo. Fije el recipiente de recogida en el vaso de precipitados utilizando el soporte universal. Asegúrate de que no entre aire en el recipiente de recogida.
6. Coloque la lámpara 5 cm por debajo del panel de plexiglás para que la planta acuática reciba luz suficiente. Encienda la lámpara e ilumine las secciones de plantas acuáticas durante unos 30 minutos.
7. Introduzca en la tabla siguiente la cantidad de gas producida a intervalos de 5 minutos.

minutos	cantidad de gas formado en ml
después de 5 minutos	
después de 10 minutos	
después de 15 minutos	
después de 20 minutos	
después de 25 minutos	
después de 30 minutos	

**Observación y evaluación:**

## Investigación de la actividad fotosintética con cuatro filtros de color diferentes

### Grupo de trabajo 4: Investigación de la actividad fotosintética con un filtro de color azul



1. Monta el experimento como se muestra en la ilustración. Coloca un filtro de color azul debajo del vaso de precipitados.
2. Llene ahora el vaso de precipitados con agua del grifo a 18 - 20 °C que contenga 2 g de  $\text{NaHCO}_3$  hasta unos 2 cm por debajo del borde superior.
3. Secciones de una planta acuática en el vaso de precipitados lleno de agua, por ejemplo, Elodea densa. Para ello, utilice una cuchilla de afeitar afilada o un bisturí para cortar con cuidado la planta acuática en secciones de 1,5 cm de longitud sin ejercer demasiada presión.
4. Coloca doce de estas secciones en el vaso de precipitados. Ahora coloca el embudo de cristal sobre las secciones de plantas acuáticas de forma que las 12 secciones queden debajo del embudo.
5. A continuación, coloca el recipiente colector graduado lleno de agua sobre el tubo de vidrio del embudo con la abertura hacia abajo. Fije el recipiente de recogida en el vaso de precipitados utilizando el soporte universal. Asegúrate de que no entre aire en el recipiente de recogida.
6. Coloque la lámpara 5 cm por debajo del panel de plexiglás para que la planta acuática reciba luz suficiente. Encienda la lámpara e ilumine las secciones de plantas acuáticas durante unos 30 minutos.
7. Introduzca en la tabla siguiente la cantidad de gas producida a intervalos de 5 minutos.

minutos	cantidad de gas formado en ml
después de 5 minutos	0,0
después de 10 minutos	0,1
después de 15 minutos	0,2
después de 20 minutos	0,25
después de 25 minutos	0,3
después de 30 minutos	0,4

#### **Observación y evaluación:**

Puede observarse que cuando se utiliza un filtro azul se forman más burbujas de gas en los extremos cortados, que pueden ascender y acumularse en el recipiente colector. El filtro azul con una longitud de onda de aprox. 480 nm se encuentra en el rango de un segundo máximo de absorción (junto al rojo), que también es importante para la fotosíntesis.

## Investigación de la actividad fotosintética con cuatro filtros de color diferentes

### Grupo de trabajo 4: Investigación de la actividad fotosintética con un filtro de color azul



1. Monta el experimento como se muestra en la ilustración. Coloca un filtro de color azul debajo del vaso de precipitados.
2. Llene ahora el vaso de precipitados con agua del grifo a 18 - 20 °C que contenga 2 g de  $\text{NaHCO}_3$  hasta unos 2 cm por debajo del borde superior.
3. Secciones de una planta acuática en el vaso de precipitados lleno de agua, por ejemplo, Elodea densa. Para ello, utilice una cuchilla de afeitador afilada o un bisturí para cortar con cuidado la planta acuática en secciones de 1,5 cm de longitud sin ejercer demasiada presión.
4. Coloca doce de estas secciones en el vaso de precipitados. Ahora coloca el embudo de cristal sobre las secciones de plantas acuáticas de forma que las 12 secciones queden debajo del embudo.
5. A continuación, coloca el recipiente colector graduado lleno de agua sobre el tubo de vidrio del embudo con la abertura hacia abajo. Fije el recipiente de recogida en el vaso de precipitados utilizando el soporte universal. Asegúrate de que no entre aire en el recipiente de recogida.
6. Coloque la lámpara 5 cm por debajo del panel de plexiglás para que la planta acuática reciba luz suficiente. Encienda la lámpara e ilumine las secciones de plantas acuáticas durante unos 30 minutos.
7. Introduzca en la tabla siguiente la cantidad de gas producida a intervalos de 5 minutos.

minutos	cantidad de gas formado en ml
después de 5 minutos	
después de 10 minutos	
después de 15 minutos	
después de 20 minutos	
después de 25 minutos	
después de 30 minutos	

**Observación y evaluación:**

4. Serie de pruebas con 4 experimentos en el:

### 3.4 Investigación de la actividad fotosintética a diferentes temperaturas del agua

#### Grupo de trabajo 1: Investigación de la actividad fotosintética con agua caliente a 18 °C



1. Prepare el experimento como se indica en el diagrama y, a continuación, llene el vaso de precipitados con agua del grifo a 18 °C que contenga 2 g de NaHCO<sub>3</sub> hasta unos 2 cm por debajo del borde superior.
2. Secciones de una planta acuática en el vaso de precipitados lleno de agua, por ejemplo, Elodea densa. Para ello, utilice una cuchilla de afeitar afilada o un bisturí para cortar con cuidado la planta acuática en secciones de 1,5 cm de longitud sin ejercer demasiada presión.
3. Coloque doce de estas secciones en el vaso de precipitados. Ahora coloca el embudo de cristal sobre las secciones de plantas acuáticas de forma que las 12 secciones queden debajo del embudo.
4. A continuación, coloca el recipiente colector graduado lleno de agua sobre el tubo de vidrio del embudo con la abertura hacia abajo. Fije el recipiente de recogida en el vaso de precipitados utilizando el soporte universal. Asegúrate de que no entre aire en el recipiente de recogida.
5. Coloque la lámpara 5 cm por debajo del panel de plexiglás para que la planta acuática reciba luz suficiente. Encienda la lámpara e ilumine las secciones de plantas acuáticas durante unos 30 minutos.
6. Introduzca en la tabla siguiente la cantidad de gas producida a intervalos de 5 minutos.

minutos	cantidad de gas formado en ml
después de 5 minutos	0
después de 10 minutos	0,2
después de 15 minutos	0,3
después de 20 minutos	0,4
después de 25 minutos	0,55
después de 30 minutos	0,7

#### **Observación y evaluación:**

Se observa que al cabo de unos minutos se forman burbujas de gas en los extremos cortados, que suben y se acumulan en el recipiente colector. La formación de gas es fuerte y uniforme. La temperatura del agua fijada para el experimento corresponde a la que se encuentra en las masas de agua naturales en verano. En esta época del año y a esta temperatura, la actividad fotosintética de la planta es máxima.

## Investigación de la actividad fotosintética a diferentes temperaturas del agua

### Grupo de trabajo 1: Investigación de la actividad fotosintética con agua caliente a 18 °C



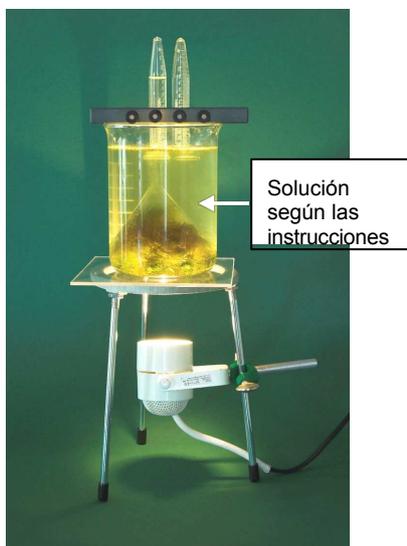
1. Prepare el experimento como se indica en el diagrama y, a continuación, llene el vaso de precipitados con agua del grifo a 18 °C que contenga 2 g de  $\text{NaHCO}_3$  hasta unos 2 cm por debajo del borde superior.
2. Secciones de una planta acuática en el vaso de precipitados lleno de agua, por ejemplo, Elodea densa. Para ello, utilice una cuchilla de afeitar afilada o un bisturí para cortar con cuidado la planta acuática en secciones de 1,5 cm de longitud sin ejercer demasiada presión.
3. Coloque doce de estas secciones en el vaso de precipitados. Ahora coloca el embudo de cristal sobre las secciones de plantas acuáticas de forma que las 12 secciones queden debajo del embudo.
4. A continuación, coloca el recipiente colector graduado lleno de agua sobre el tubo de vidrio del embudo con la abertura hacia abajo. Fija el recipiente de recogida en el vaso de precipitados utilizando el soporte universal. Asegúrate de que no entre aire en el recipiente de recogida.
5. Coloque la lámpara 5 cm por debajo del panel de plexiglás para que la planta acuática reciba luz suficiente. Encienda la lámpara e ilumine las secciones de plantas acuáticas durante unos 30 minutos.
6. Introduzca en la tabla siguiente la cantidad de gas producida a intervalos de 5 minutos.

minutos	cantidad de gas formado en ml
después de 5 minutos	
después de 10 minutos	
después de 15 minutos	
después de 20 minutos	
después de 25 minutos	
después de 30 minutos	

**Observación y evaluación:**

## Investigación de la actividad fotosintética a diferentes temperaturas del agua

### Grupo de trabajo 2: Investigación de la actividad fotosintética con agua caliente a 25 °C



1. Prepare el experimento como se indica en el diagrama y, a continuación, llene el vaso de precipitados con agua del grifo a 25 °C que contenga 2 g de  $\text{NaHCO}_3$  hasta unos 2 cm por debajo del borde superior.
2. Secciones de una planta acuática en el vaso de precipitados lleno de agua, por ejemplo, Elodea densa. Para ello, utilice una cuchilla de afeitar afilada o un bisturí para cortar con cuidado la planta acuática en secciones de 1,5 cm de longitud sin ejercer demasiada presión.
3. Coloque doce de estas secciones en el vaso de precipitados. Ahora coloca el embudo de cristal sobre las secciones de plantas acuáticas de forma que las 12 secciones queden debajo del embudo.
4. A continuación, coloca el recipiente colector graduado lleno de agua sobre el tubo de vidrio del embudo con la abertura hacia abajo. Fija el recipiente de recogida en el vaso de precipitados utilizando el soporte universal. Asegúrate de que no entre aire en el recipiente de recogida.
5. Coloque la lámpara 5 cm por debajo del panel de plexiglás para que la planta acuática reciba luz suficiente. Encienda la lámpara e ilumine las secciones de plantas acuáticas durante unos 30 minutos.
6. Introduzca en la tabla siguiente la cantidad de gas producida a intervalos de 5 minutos.

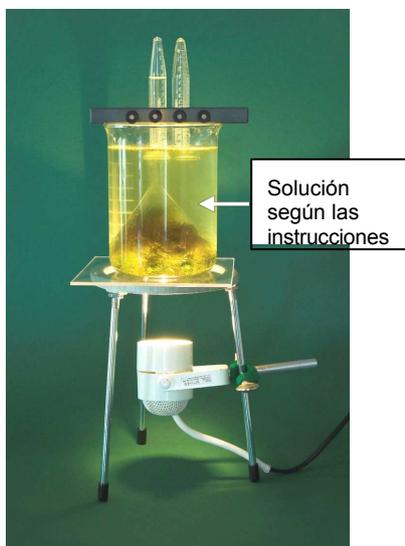
minutos	cantidad de gas formado en ml
después de 5 minutos	0,05
después de 10 minutos	0,3
después de 15 minutos	0,5
después de 20 minutos	0,65
después de 25 minutos	0,8
después de 30 minutos	1,0

#### **Observación y evaluación:**

Se puede observar que en los extremos cortados se forman burbujas de gas al cabo de unos 2 - 3 minutos, que suben y se acumulan en el recipiente colector. La formación de gas es significativamente mayor que a una temperatura de 18 °C. Esto significa que, al aumentar la temperatura del agua, también aumenta la actividad fotosintética de la planta, ya que las condiciones de temperatura han mejorado.

## Investigación de la actividad fotosintética a diferentes temperaturas del agua

### Grupo de trabajo 2: Investigación de la actividad fotosintética con agua caliente a 25 °C



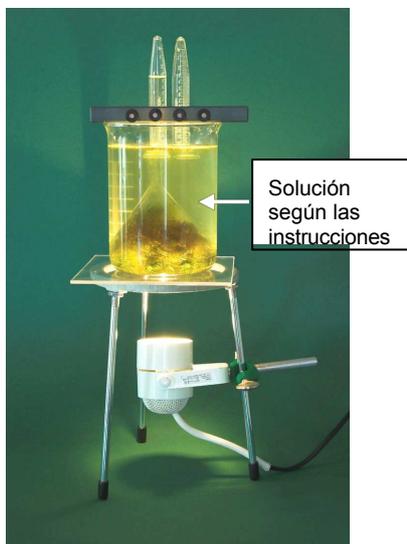
1. Prepare el experimento como se indica en el diagrama y, a continuación, llene el vaso de precipitados con agua del grifo a 25 °C que contenga 2 g de  $\text{NaHCO}_3$  hasta unos 2 cm por debajo del borde superior.
2. Secciones de una planta acuática en el vaso de precipitados lleno de agua, por ejemplo, Elodea densa. Para ello, utilice una cuchilla de afeitar afilada o un bisturí para cortar con cuidado la planta acuática en secciones de 1,5 cm de longitud sin ejercer demasiada presión.
3. Coloque doce de estas secciones en el vaso de precipitados. Ahora coloca el embudo de cristal sobre las secciones de plantas acuáticas de forma que las 12 secciones queden debajo del embudo.
4. A continuación, coloque el recipiente colector graduado lleno de agua sobre el tubo de vidrio del embudo con la abertura hacia abajo. Fija el recipiente de recogida en el vaso de precipitados utilizando el soporte universal. Asegúrate de que no entre aire en el recipiente de recogida.
5. Coloque la lámpara 5 cm por debajo del panel de plexiglás para que la planta acuática reciba luz suficiente. Encienda la lámpara e ilumine las secciones de plantas acuáticas durante unos 30 minutos.
6. Introduzca en la tabla siguiente la cantidad de gas producida a intervalos de 5 minutos.

minutos	cantidad de gas formado en ml
después de 5 minutos	
después de 10 minutos	
después de 15 minutos	
después de 20 minutos	
después de 25 minutos	
después de 30 minutos	

**Observación y evaluación:**

## Investigación de la actividad fotosintética a diferentes temperaturas del agua

### Grupo de trabajo 3: Investigación de la actividad fotosintética con agua caliente a 30 °C



1. Prepare el experimento como se indica en el diagrama y, a continuación, llene el vaso de precipitados con agua del grifo a 30 °C que contenga 2 g de  $\text{NaHCO}_3$  hasta unos 2 cm por debajo del borde superior.
2. Secciones de una planta acuática en el vaso de precipitados lleno de agua, por ejemplo, Elodea densa. Para ello, utilice una cuchilla de afeitar afilada o un bisturí para cortar con cuidado la planta acuática en secciones de 1,5 cm de longitud sin ejercer demasiada presión.
3. Coloque doce de estas secciones en el vaso de precipitados. Ahora coloca el embudo de cristal sobre las secciones de plantas acuáticas de forma que las 12 secciones queden debajo del embudo.
4. A continuación, coloca el recipiente colector graduado lleno de agua sobre el tubo de vidrio del embudo con la abertura hacia abajo. Fija el recipiente de recogida en el vaso de precipitados utilizando el soporte universal. Asegúrate de que no entre aire en el recipiente de recogida.
5. Coloque la lámpara 5 cm por debajo del panel de plexiglás para que la planta acuática reciba luz suficiente. Encienda la lámpara e ilumine las secciones de plantas acuáticas durante unos 30 minutos.
6. Introduzca en la tabla siguiente la cantidad de gas producida a intervalos de 5 minutos.

minutos	cantidad de gas formado en ml
después de 5 minutos	0,1
después de 10 minutos	0,3
después de 15 minutos	0,5
después de 20 minutos	0,8
después de 25 minutos	1,0
después de 30 minutos	1,4

#### **Observación y evaluación:**

Se puede observar que la producción de oxígeno es muy importante y que se forman muchas burbujas de gas en los extremos cortados, que suben y se acumulan en el recipiente colector. La producción de gas es muy fuerte incluso en agua calentada a 30 °C. Esto significa que el rendimiento fotosintético de la planta sigue mostrando muy buenos resultados con el aumento de la temperatura, incluso a una temperatura del agua de 30 °C. Una temperatura del agua de 30 °C parece ser la condición óptima para la actividad fotosintética de las plantas acuáticas.

## Investigación de la actividad fotosintética a diferentes temperaturas del agua

### Grupo de trabajo 3: Investigación de la actividad fotosintética con agua caliente a 30 °C



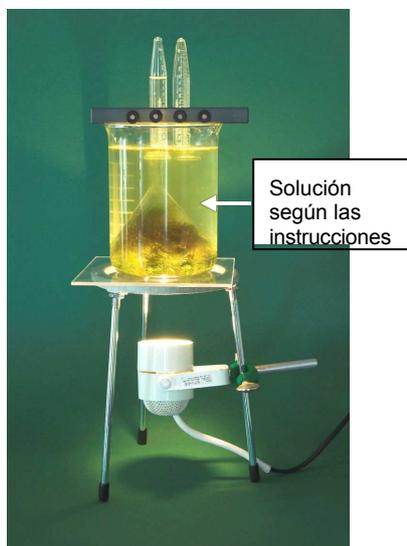
1. Prepare el experimento como se indica en el diagrama y, a continuación, llene el vaso de precipitados con agua del grifo a 30 °C que contenga 2 g de  $\text{NaHCO}_3$  hasta unos 2 cm por debajo del borde superior.
2. Secciones de una planta acuática en el vaso de precipitados lleno de agua, por ejemplo, Elodea densa. Para ello, utilice una cuchilla de afeitar afilada o un bisturí para cortar con cuidado la planta acuática en secciones de 1,5 cm de longitud sin ejercer demasiada presión.
3. Coloque doce de estas secciones en el vaso de precipitados. Ahora coloca el embudo de cristal sobre las secciones de plantas acuáticas de forma que las 12 secciones queden debajo del embudo.
4. A continuación, coloca el recipiente colector graduado lleno de agua sobre el tubo de vidrio del embudo con la abertura hacia abajo. Fija el recipiente de recogida en el vaso de precipitados utilizando el soporte universal. Asegúrate de que no entre aire en el recipiente de recogida.
5. Coloque la lámpara 5 cm por debajo del panel de plexiglás para que la planta acuática reciba luz suficiente. Encienda la lámpara e ilumine las secciones de plantas acuáticas durante unos 30 minutos.
6. Introduzca en la tabla siguiente la cantidad de gas producida a intervalos de 5 minutos.

minutos	cantidad de gas formado en ml
después de 5 minutos	
después de 10 minutos	
después de 15 minutos	
después de 20 minutos	
después de 25 minutos	
después de 30 minutos	

**Observación y evaluación:**

## Investigación de la actividad fotosintética a diferentes temperaturas del agua

### Grupo de trabajo 4: Investigación de la actividad fotosintética con agua caliente a 35 °C



1. Prepare el experimento como se indica en el diagrama y, a continuación, llene el vaso de precipitados con agua del grifo a 35 °C que contenga 2 g de  $\text{NaHCO}_3$  hasta unos 2 cm por debajo del borde superior.
2. Secciones de una planta acuática en el vaso de precipitados lleno de agua, por ejemplo, Elodea densa. Para ello, utilice una cuchilla de afeitar afilada o un bisturí para cortar con cuidado la planta acuática en secciones de 1,5 cm de longitud sin ejercer demasiada presión.
3. Coloque doce de estas secciones en el vaso de precipitados. Ahora coloca el embudo de cristal sobre las secciones de plantas acuáticas de forma que las 12 secciones queden debajo del embudo.
4. A continuación, coloca el recipiente colector graduado lleno de agua sobre el tubo de vidrio del embudo con la abertura hacia abajo. Fija el recipiente de recogida en el vaso de precipitados utilizando el soporte universal. Asegúrate de que no entre aire en el recipiente de recogida.
5. Coloque la lámpara 5 cm por debajo del panel de plexiglás para que la planta acuática reciba luz suficiente. Encienda la lámpara e ilumine las secciones de plantas acuáticas durante unos 30 minutos.
6. Introduzca en la tabla siguiente la cantidad de gas producida a intervalos de 5 minutos.

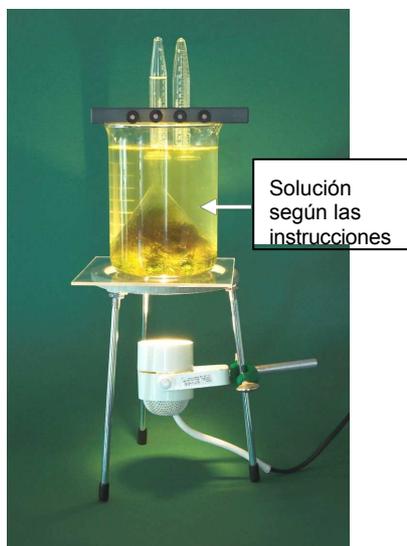
minutos	cantidad de gas formado en ml
después de 5 minutos	0,1
después de 10 minutos	0,3
después de 15 minutos	0,4
después de 20 minutos	0,5
después de 25 minutos	0,6
después de 30 minutos	0,65

#### **Observación y evaluación:**

Se puede observar que ya casi no se forman burbujas de gas en los extremos cortados, que suben y se acumulan en el recipiente colector. La formación de gas se detiene casi por completo. La actividad fotosintética de la planta a una temperatura del agua de 35 °C apenas es visible, lo que lleva a la conclusión de que una planta acuática morirá gradualmente a estas temperaturas, ya que se pueden formar muy pocos de los asimilados necesarios para la vida.

## Investigación de la actividad fotosintética a diferentes temperaturas del agua

### Grupo de trabajo 4: Investigación de la actividad fotosintética con agua caliente a 35 °C



1. Prepare el experimento como se indica en el diagrama y, a continuación, llene el vaso de precipitados con agua del grifo a 35 °C que contenga 2 g de  $\text{NaHCO}_3$  hasta unos 2 cm por debajo del borde superior.
2. Secciones de una planta acuática en el vaso de precipitados lleno de agua, por ejemplo, Elodea densa. Para ello, utilice una cuchilla de afeitar afilada o un bisturí para cortar con cuidado la planta acuática en secciones de 1,5 cm de longitud sin ejercer demasiada presión.
3. Coloque doce de estas secciones en el vaso de precipitados. Ahora coloca el embudo de cristal sobre las secciones de plantas acuáticas de forma que las 12 secciones queden debajo del embudo.
4. A continuación, coloca el recipiente colector graduado lleno de agua sobre el tubo de vidrio del embudo con la abertura hacia abajo. Fija el recipiente de recogida en el vaso de precipitados utilizando el soporte universal. Asegúrate de que no entre aire en el recipiente de recogida.
5. Coloque la lámpara 5 cm por debajo del panel de plexiglás para que la planta acuática reciba luz suficiente. Encienda la lámpara e ilumine las secciones de plantas acuáticas durante unos 30 minutos.
6. Introduzca en la tabla siguiente la cantidad de gas producida a intervalos de 5 minutos.

minutos	cantidad de gas formado en ml
después de 5 minutos	
después de 10 minutos	
después de 15 minutos	
después de 20 minutos	
después de 25 minutos	
después de 30 minutos	

**Observación y evaluación:**

5. Serie de pruebas con 4 pruebas sobre el:

### 3.5 Investigación de la actividad fotosintética con diferentes números de secciones de brotes

#### Grupo de trabajo 1: Investigación de la actividad fotosintética con 12 secciones de brotes



1. Prepare el experimento como se indica en el diagrama y, a continuación, llene el vaso de precipitados con agua del grifo a 18 - 20 °C que contenga 2 g de  $\text{NaHCO}_3$  hasta unos 2 cm por debajo del borde superior.
2. Coloque siete secciones de una planta acuática, por ejemplo Elodea densa, en el vaso de precipitados lleno de agua y córtelas con cuidado en secciones de 1,5 cm utilizando una cuchilla de afeitar o un bisturí sin aplicar demasiada presión.
3. Coloca doce de estas secciones en el vaso de precipitados. Ahora coloca el embudo de cristal sobre las secciones de plantas acuáticas de forma que las 12 secciones queden debajo del embudo.
4. A continuación, coloca el recipiente colector graduado lleno de agua sobre el tubo de vidrio del embudo con la abertura hacia abajo. Fija el recipiente de recogida en el vaso de precipitados utilizando el soporte universal. Asegúrate de que no entre aire en el recipiente de recogida.
5. Coloque la lámpara 5 cm por debajo del panel de plexiglás para que la planta acuática reciba luz suficiente. Encienda la lámpara e ilumine las secciones de planta acuática durante unos 30 minutos.
6. Introduzca en la tabla siguiente la cantidad de gas producida a intervalos de 5 minutos.

minutos	cantidad de gas formado en ml
después de 5 minutos	0
después de 10 minutos	0,2
después de 15 minutos	0,4
después de 20 minutos	0,6
después de 25 minutos	0,8
después de 30 minutos	0,9

#### **Observación y evaluación:**

Se puede observar que al cabo de 5 minutos se forman burbujas de gas en los extremos cortados, que suben y se acumulan en el recipiente colector. La formación de gas de la planta se hace cada vez más intensa hasta que libera oxígeno de forma intensa y uniforme. Con 7 secciones se forman 0,9 ml de oxígeno al cabo de 30 minutos.

## Investigación de la actividad fotosintética con diferentes números de secciones de brotes

### Grupo de trabajo 1: Investigación de la actividad fotosintética con 12 secciones de brotes



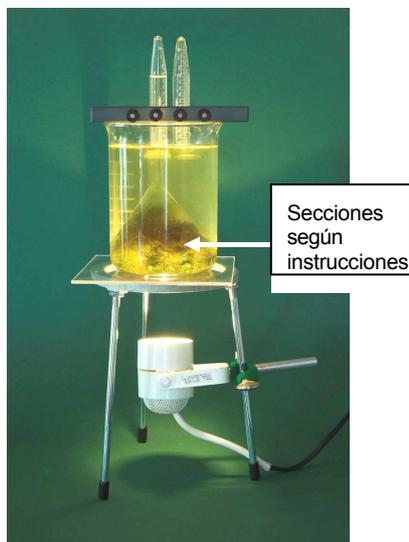
1. Prepare el experimento como se indica en el diagrama y, a continuación, llene el vaso de precipitados con agua del grifo a 18 - 20 °C que contenga 2 g de  $\text{NaHCO}_3$  hasta unos 2 cm por debajo del borde superior.
2. Coloque siete secciones de una planta acuática, por ejemplo Elodea densa, en el vaso de precipitados lleno de agua y córtelas con cuidado en secciones de 1,5 cm utilizando una cuchilla de afeitar o un bisturí sin aplicar demasiada presión.
3. Coloque doce de estas secciones en el vaso de precipitados. Ahora coloca el embudo de cristal sobre las secciones de plantas acuáticas de forma que las 12 secciones queden debajo del embudo.
4. A continuación, coloca el recipiente colector graduado lleno de agua sobre el tubo de vidrio del embudo con la abertura hacia abajo. Fija el recipiente de recogida en el vaso de precipitados utilizando el soporte universal. Asegúrate de que no entre aire en el recipiente de recogida.
5. Coloque la lámpara 5 cm por debajo del panel de plexiglás para que la planta acuática reciba luz suficiente. Encienda la lámpara e ilumine las secciones de planta acuática durante unos 30 minutos.
6. Introduzca en la tabla siguiente la cantidad de gas producida a intervalos de 5 minutos.

minutos	cantidad de gas formado en ml
después de 5 minutos	
después de 10 minutos	
después de 15 minutos	
después de 20 minutos	
después de 25 minutos	
después de 30 minutos	

**Observación y evaluación:**

## Investigación de la actividad fotosintética con diferentes números de secciones de brotes

### Grupo de trabajo 2: Investigación de la actividad fotosintética con 14 secciones de brotes



1. Prepare el experimento como se indica en el diagrama y, a continuación, llene el vaso de precipitados con agua del grifo a 18 - 20 °C que contenga 2 g de  $\text{NaHCO}_3$  hasta unos 2 cm por debajo del borde superior.
2. Coloque ocho secciones de una planta acuática, por ejemplo Elodea densa, en el vaso de precipitados lleno de agua y córtelas con cuidado en secciones de 1,5 cm utilizando una cuchilla de afeitar o un bisturí sin aplicar demasiada presión.
3. Coloca catorce de estas secciones en el vaso de precipitados. Ahora coloca el embudo de cristal sobre las secciones de plantas acuáticas de forma que las 14 secciones queden debajo del embudo.
4. A continuación, coloca el recipiente colector graduado lleno de agua sobre el tubo de vidrio del embudo con la abertura hacia abajo. Fija el recipiente de recogida en el vaso de precipitados utilizando el soporte universal. Asegúrate de que no entre aire en el recipiente de recogida.
5. Coloque la lámpara 5 cm por debajo del panel de plexiglás para que la planta acuática reciba luz suficiente. Encienda la lámpara e ilumine las secciones de planta acuática durante unos 30 minutos.
6. Introduzca en la tabla siguiente la cantidad de gas producida a intervalos de 5 minutos.

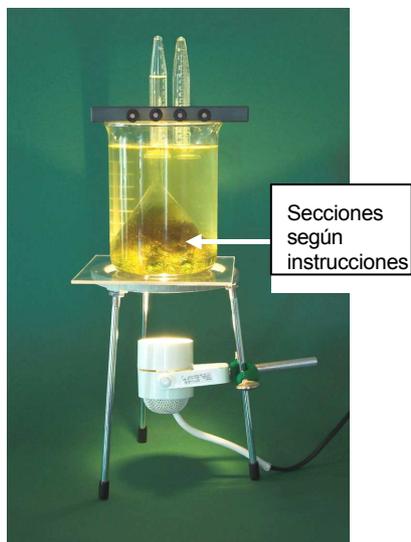
minutos	cantidad de gas formado en ml
después de 5 minutos	0
después de 10 minutos	0,2
después de 15 minutos	0,4
después de 20 minutos	0,6
después de 25 minutos	0,8
después de 30 minutos	1,0

#### **Observación y evaluación:**

Se puede observar que al cabo de 5 minutos se forman burbujas de gas en los extremos cortados, que suben y se acumulan en el recipiente colector. La formación de gas de la planta se hace cada vez más intensa hasta que libera oxígeno de forma intensa y uniforme. Con 8 secciones, se forman 1,0 ml de oxígeno al cabo de 30 minutos.

## Investigación de la actividad fotosintética con diferentes números de secciones de brotes

### Grupo de trabajo 2: Investigación de la actividad fotosintética con 14 secciones de brotes



1. Prepare el experimento como se indica en el diagrama y, a continuación, llene el vaso de precipitados con agua del grifo a 18 - 20 °C que contenga 2 g de  $\text{NaHCO}_3$  hasta unos 2 cm por debajo del borde superior.
2. Coloque ocho secciones de una planta acuática, por ejemplo Elodea densa, en el vaso de precipitados lleno de agua y córtelas con cuidado en secciones de 1,5 cm utilizando una cuchilla de afeitar o un bisturí sin aplicar demasiada presión.
3. Coloca catorce de estas secciones en el vaso de precipitados. Ahora coloca el embudo de cristal sobre las secciones de plantas acuáticas de forma que las 14 secciones queden debajo del embudo.
4. A continuación, coloca el recipiente colector graduado lleno de agua sobre el tubo de vidrio del embudo con la abertura hacia abajo. Fija el recipiente de recogida en el vaso de precipitados utilizando el soporte universal. Asegúrate de que no entre aire en el recipiente de recogida.
5. Coloque la lámpara 5 cm por debajo del panel de plexiglás para que la planta acuática reciba luz suficiente. Encienda la lámpara e ilumine las secciones de planta acuática durante unos 30 minutos.
6. Introduzca en la tabla siguiente la cantidad de gas producida a intervalos de 5 minutos.

minutos	cantidad de gas formado en ml
después de 5 minutos	
después de 10 minutos	
después de 15 minutos	
después de 20 minutos	
después de 25 minutos	
después de 30 minutos	

**Observación y evaluación:**

## Investigación de la actividad fotosintética con diferentes números de secciones de brotes

### Grupo de trabajo 3: Investigación de la actividad fotosintética con 16 secciones de brotes



1. Prepare el experimento como se muestra en la ilustración y, a continuación, llene el vaso de precipitados con agua del grifo a 18 - 20 °C que contenga 2 g de  $\text{NaHCO}_3$  hasta unos 2 cm por debajo del borde superior.
2. Coloque nueve secciones de una planta acuática, por ejemplo Elodea densa, en el vaso de precipitados lleno de agua y córtelas con cuidado en secciones de 1,5 cm utilizando una cuchilla de afeitarse o un bisturí sin aplicar demasiada presión.
3. Coloque 16 de estas secciones en el vaso de precipitados. Ahora coloca el embudo de cristal sobre las secciones de plantas acuáticas de forma que las 16 secciones queden debajo del embudo.
4. A continuación, coloca el recipiente colector graduado lleno de agua sobre el tubo de vidrio del embudo con la abertura hacia abajo. Fija el recipiente de recogida en el vaso de precipitados utilizando el soporte universal. Asegúrate de que no entre aire en el recipiente de recogida.
5. Coloque la lámpara 5 cm por debajo del panel de plexiglás para que la planta acuática reciba luz suficiente. Encienda la lámpara e ilumine las secciones de plantas acuáticas durante unos 30 minutos.
6. Introduzca en la tabla siguiente la cantidad de gas producida a intervalos de 5 minutos.

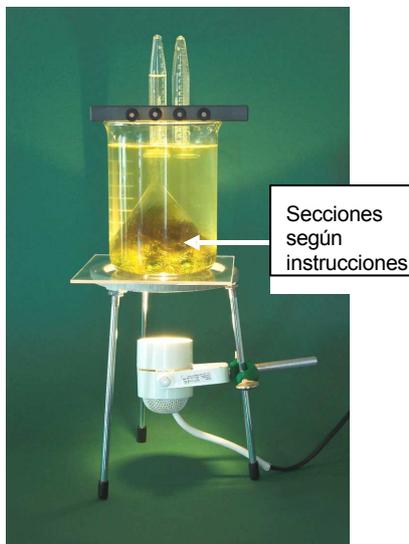
minutos	cantidad de gas formado en ml
después de 5 minutos	0,1
después de 10 minutos	0,3
después de 15 minutos	0,5
después de 20 minutos	0,7
después de 25 minutos	0,9
después de 30 minutos	1,1

#### **Observación y evaluación:**

Se observa que al cabo de unos minutos se forman burbujas de gas en los extremos cortados, que suben y se acumulan en el recipiente colector. La formación de gas es fuerte y uniforme. En 9 secciones se forman 1,1 ml de oxígeno al cabo de 30 minutos. Parte del gas formado queda retenido en las plantas y, por tanto, no asciende al recipiente colector.

## Investigación de la actividad fotosintética con diferentes números de secciones de brotes

### Grupo de trabajo 3: Investigación de la actividad fotosintética con 16 secciones de brotes



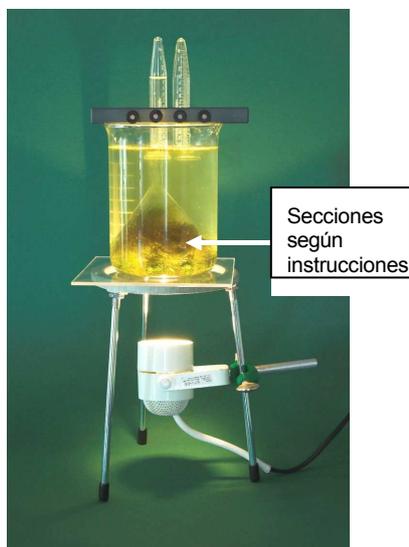
1. Prepare el experimento como se indica en el diagrama y, a continuación, llene el vaso de precipitados con agua del grifo a 18 - 20 °C que contenga 2 g de  $\text{NaHCO}_3$  hasta unos 2 cm por debajo del borde superior.
2. Coloque nueve secciones de una planta acuática, por ejemplo Elodea densa, en el vaso de precipitados lleno de agua y córtelas con cuidado en secciones de 1,5 cm utilizando una cuchilla de afeitar o un bisturí sin aplicar demasiada presión.
3. Coloca 16 de estas secciones en el vaso de precipitados. Ahora coloca el embudo de cristal sobre las secciones de plantas acuáticas de forma que las 16 secciones queden debajo del embudo.
4. A continuación, coloca el recipiente colector graduado lleno de agua sobre el tubo de vidrio del embudo con la abertura hacia abajo. Fija el recipiente de recogida en el vaso de precipitados utilizando el soporte universal. Asegúrate de que no entre aire en el recipiente de recogida.
5. Coloque la lámpara 5 cm por debajo del panel de plexiglás para que la planta acuática reciba luz suficiente. Encienda la lámpara e ilumine las secciones de plantas acuáticas durante unos 30 minutos.
6. Introduzca en la tabla siguiente la cantidad de gas producida a intervalos de 5 minutos.

minutos	cantidad de gas formado en ml
después de 5 minutos	
después de 10 minutos	
después de 15 minutos	
después de 20 minutos	
después de 25 minutos	
después de 30 minutos	

**Observación y evaluación:**

## Investigación de la actividad fotosintética con diferentes números de secciones de brotes

### Grupo de trabajo 4: Investigación de la actividad fotosintética con 18 secciones de brotes



1. Prepare el experimento como se muestra en la ilustración y, a continuación, llene el vaso de precipitados con agua del grifo a 18 - 20 °C que contenga 2 g de  $\text{NaHCO}_3$  hasta unos 2 cm por debajo del borde superior.
2. Coloque diez secciones de una planta acuática, por ejemplo Elodea densa, en el vaso de precipitados lleno de agua y córtelas cuidadosamente en secciones de 1,5 cm utilizando una cuchilla de afeitar o un bisturí sin aplicar demasiada presión.
3. Coloca dieciocho de estas secciones en el vaso de precipitados. Ahora coloca el embudo de cristal sobre las secciones de plantas acuáticas, de forma que las 18 secciones queden debajo del embudo.
4. A continuación, coloca el recipiente colector graduado lleno de agua sobre el tubo de vidrio del embudo con la abertura hacia abajo. Fija el recipiente de recogida en el vaso de precipitados utilizando el soporte universal. Asegúrate de que no entre aire en el recipiente de recogida.
5. Coloque la lámpara 5 cm por debajo del panel de plexiglás para que la planta acuática reciba luz suficiente. Encienda la lámpara e ilumine las secciones de planta acuática durante unos 30 minutos.
6. Introduzca en la tabla siguiente la cantidad de gas producida a intervalos de 5 minutos.

minutos	cantidad de gas formado en ml
después de 5 minutos	0,1
después de 10 minutos	0,3
después de 15 minutos	0,5
después de 20 minutos	0,7
después de 25 minutos	0,9
después de 30 minutos	1,1

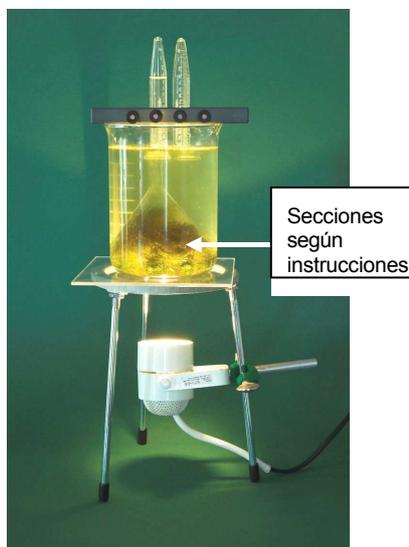
#### **Observación y evaluación:**

Se observa que al cabo de 5 minutos se forman burbujas de gas en los extremos cortados, que suben y se acumulan en el recipiente colector. La formación de gas es fuerte y uniforme. Con 10 secciones, se forman 1,1 ml de oxígeno al cabo de 30 minutos.

El resultado de la serie de ensayos muestra que, como era de esperar, el número de secciones de brotes presentes en el recipiente de ensayo es responsable de la cantidad de oxígeno producida. Dado que la cantidad de oxígeno no aumenta con 10 secciones de brotes en el vaso de precipitados en comparación con 9 secciones de brotes, esto se debe al hecho de que las secciones de plantas se hacen sombra unas a otras y, por lo tanto, no se observa una mayor producción de oxígeno.

## Investigación de la actividad fotosintética con diferentes números de secciones de brotes

### Grupo de trabajo 4: Investigación de la actividad fotosintética con 18 secciones de brotes



1. Prepare el experimento como se indica en el diagrama y, a continuación, llene el vaso de precipitados con agua del grifo a 18 - 20 °C que contenga 2 g de  $\text{NaHCO}_3$  hasta unos 2 cm por debajo del borde superior.
2. Coloque diez secciones de una planta acuática, por ejemplo Elodea densa, en el vaso de precipitados lleno de agua y córtelas cuidadosamente en secciones de 1,5 cm utilizando una cuchilla de afeitar o un bisturí sin aplicar demasiada presión.
3. Coloca dieciocho de estas secciones en el vaso de precipitados. Ahora coloca el embudo de cristal sobre las secciones de plantas acuáticas, de forma que las 18 secciones queden debajo del embudo.
4. A continuación, coloca el recipiente colector graduado lleno de agua sobre el tubo de vidrio del embudo con la abertura hacia abajo. Fija el recipiente de recogida en el vaso de precipitados utilizando el soporte universal. Asegúrate de que no entre aire en el recipiente de recogida.
5. Coloque la lámpara 5 cm por debajo del panel de plexiglás para que la planta acuática reciba luz suficiente. Encienda la lámpara e ilumine las secciones de planta acuática durante unos 30 minutos.
6. Introduzca en la tabla siguiente la cantidad de gas producida a intervalos de 5 minutos.

minutos	cantidad de gas formado en ml
después de 5 minutos	
después de 10 minutos	
después de 15 minutos	
después de 20 minutos	
después de 25 minutos	
después de 30 minutos	

**Observación y evaluación:**

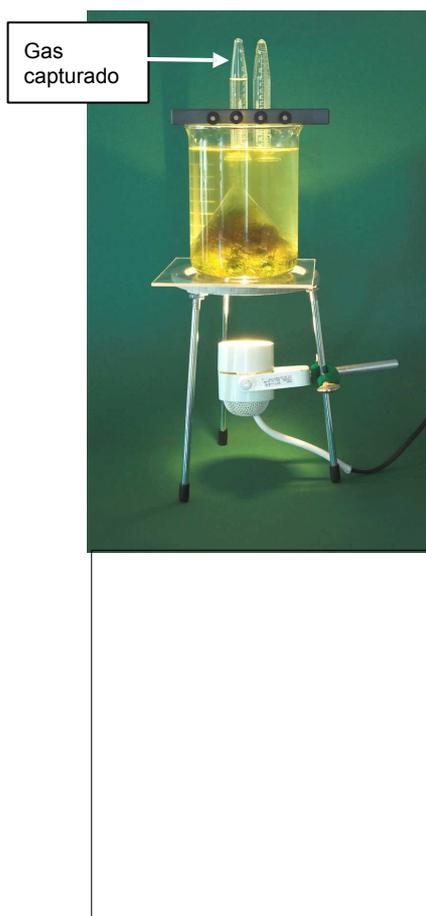
### 3.6 Detección del oxígeno formado durante la fotosíntesis

Recomendamos realizar este experimento como demostración para el profesor, ya que requiere experiencia experimental.

El experimento requiere suficiente oxígeno (al menos 2 ml) para llevar a cabo la detección de oxígeno, que sólo está suficientemente disponible después de unos 60 minutos. Por lo tanto, el experimento debe iniciarse antes de la clase.

#### Se necesitan dispositivos adicionales:

- 1 quemador
- 1 astilla de madera



1. Prepara el experimento como se muestra en la figura y, a continuación, llena el vaso de precipitados con agua del grifo a 18 - 20 °C, a la que se habrán añadido 2 g de hidrogenocarbonato sódico, hasta unos 2 cm por debajo del borde superior.
2. En el vaso de precipitados lleno de esta solución, se colocan catorce secciones de una planta acuática, por ejemplo Elodea densa, que se cortan cuidadosamente en secciones de 1,5 cm con una cuchilla de afeitar o un bisturí, sin aplicar demasiada presión.
3. Una vez colocadas las secciones en el vaso de precipitados, coloque el embudo de cristal sobre las secciones de plantas acuáticas de forma que las 14 secciones queden debajo del embudo.
4. A continuación, coloca el recipiente colector graduado lleno de agua sobre el tubo de vidrio del embudo con la abertura hacia abajo. Fija el recipiente de recogida en el vaso de precipitados utilizando el soporte universal. Asegúrate de que no entre aire en el recipiente de recogida.
5. Coloque la lámpara 5 cm por debajo del panel de plexiglás para que la planta acuática reciba luz suficiente. Encienda la lámpara e ilumine las secciones de planta acuática durante unos 30 minutos. Para el experimento de demostración del profesor, el montaje experimental también puede colocarse sobre un retroproyector para proporcionar luz.
6. Separe ahora el recipiente colector del soporte universal y colóquelo sobre el embudo. Retire el soporte universal y cierre el recipiente colector con un pequeño tapón mientras esté todavía bajo el agua y, a continuación, sáquelo del agua. **Atención. Asegúrese de que no entre aire en el recipiente colector.**
7. Enciende una astilla de madera sobre una llama, deja que arda un momento y apaga la llama. La astilla arderá. Retira el tapón del recipiente colector y sumerge rápidamente la viruta de madera humeante en el gas del recipiente colector.

#### Observación y evaluación:

La viruta de madera humeante arde en el gas emitido por la planta durante la fotosíntesis. Esta evidencia es la prueba del oxígeno. Se puede afirmar claramente que siempre se produce oxígeno durante la fotosíntesis.

Así pues, las plantas producen el oxígeno necesario para la vida de todas las formas de vida animal.

Esto demuestra la conexión entre los organismos vivos. Sin plantas no habría oxígeno para la existencia de vida animal y sin vida animal no habría dióxido de carbono, que es sumamente importante para la asimilación de las plantas.

## Gebrauchsanweisung

### Laborlampe

Art.-Nr.: 46100



### Descripción de la

La lámpara de laboratorio es adecuada para todos los experimentos de las clases de física, biología y química.

Además, la lámpara de laboratorio es especialmente adecuada para experimentos con células solares y plantas. Otras ventajas son las buenas propiedades de manejo gracias a la varilla de soporte acoplada, que también sirve para fijar la lámpara a un soporte. La lámpara de laboratorio se puede girar y pivotar en todas las direcciones y está equipada con un Fuente de luz LED.

### Instrucciones de seguridad



La lámpara de laboratorio y la fuente de alimentación enchufable están diseñadas para su uso en espacios secos y cumplen todas las normas de seguridad necesarias. Probados por TÜV/GS con la marca CE.

Si ya no es posible un funcionamiento seguro (por ejemplo, en caso de daños visibles), la fuente de alimentación debe ponerse fuera de servicio inmediatamente y asegurarse contra una inserción involuntaria.

La seguridad ya no está garantizada en caso de uso inadecuado o negligente. y la garantía ha expirado. En caso de avería, devuelva la unidad completa para que la reparen. La fuente de alimentación enchufable está dimensionada para fuentes de luz LED con una potencia de hasta 6 vatios, por lo que no utilice nunca una fuente de luz de más de 6 vatios. Sustituya la fuente de luz únicamente después de desconectarla de la red eléctrica (desenchufando la fuente de alimentación enchufable).

### Limpieza

Limpie el aparato sólo con un paño suave y seco después de desconectarlo de la red eléctrica (desenchufe la fuente de alimentación) y no utilice productos de limpieza que contengan disolventes.

### Instrucciones generales de uso

La lámpara de laboratorio se suministra con una fuente de alimentación enchufable ya conectada y está lista para funcionar tras enchufar la fuente de alimentación a una toma de corriente.

### Datos técnicos

Fuente de alimentación: primaria 100 - 240 V CA / 50 - 60 Hz  
Secundario: 12 V CC / 0,5 A  
Clase de protección II, para espacios secos, a prueba de cortocircuitos Probado por TÜV/GS y VDE

Lámpara: Carcasa metálica orientable con varilla de soporte Longitud del cable hasta la fuente de alimentación enchufable aprox. 1,5 m  
Enchufe GU 5.3

Fuente de luz: LED MR16, 50 mm, 36° flood, 12V 3.8W

### Disposal



No tire el aparato a la basura doméstica. Los aparatos eléctricos y electrónicos deben eliminarse de acuerdo con la directiva sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos a través de los centros locales de recogida de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.