

## FOTOSÍNTESIS

10 grupos de estudiantes

### 1. OBJETIVO DEL EXPERIMENTO

En este experimento, los estudiantes aprenderán cómo medir la tasa de fotosíntesis indirectamente utilizando el método del disco de hojas flotantes. También investigarán varios factores que pueden afectar el proceso de fotosíntesis.

### 2. COMPONENTES para 10 grupos de estudiantes

COMPONENTES	Conservación
Bicarbonato de sodio	T <sup>a</sup> ambiente
Jabón líquido	T <sup>a</sup> ambiente
Jeringas de plástico	T <sup>a</sup> ambiente
Vasos de plástico	T <sup>a</sup> ambiente
Pipetas de transferencia	T <sup>a</sup> ambiente

**NOTA:** Tras la recepción, almacenar los componentes a las temperaturas indicadas.

**NOTA:** ESTE EXPERIMENTO NO CONTIENE ADN HUMANO. Ninguno de los componentes de este kit se ha preparado a partir de material humano.

**NOTA:** Todos los componentes de este kit están destinados a la investigación educativa. No pueden ser utilizados con fines de diagnóstico o médicos, ni pueden ser administrados o consumidos por seres humanos o animales.

#### 2.1 Material requerido y no suministrado

- Hojas verdes (p.ej. espinaca, hiedra, lechuga)
- Vasos de precipitados
- Fuente de luz (se recomienda una bombilla de 60 vatios)
- Reloj (temporizador)
- Perforadora manual
- Guantes de laboratorio desechables

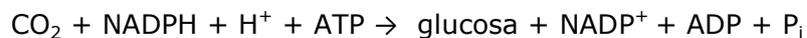
**NOTA:** Asegúrense que el material de vidrio esté limpio, seco y libre de residuos de jabón. Para mayor comodidad, se pueden comprar pipetas de transferencia desechables adicionales.

### 3. INTRODUCCIÓN

La **fotosíntesis** es el proceso mediante el cual las células de las plantas usan la energía de la luz para la biosíntesis de los componentes celulares. Los organismos fotosintéticos forman la base de la cadena alimentaria. Estas formas de vida incluyen plantas superiores, algas, dinoflagelados, euglenoides, diatomeas y ciertas bacterias. La fotosíntesis consiste en dos fases bioquímicas. La ecuación general para la primera fase es:



La primera fase depende de la luz.  $\text{NADP}^+$  y  $\text{NADPH}$  son formas oxidadas y reducidas, respectivamente, de nicotinamida adenina dinucleótido fosfato. La forma reducida es un cofactor esencial en la biosíntesis de muchos tipos de moléculas, como los carbohidratos. La energía química del ATP es necesaria para muchas reacciones bioquímicas y para el mantenimiento de la integridad y la función celular. El ATP se genera a partir de ADP y fosfato inorgánico ( $\text{P}_i$ ). La reacción también genera protones ( $\text{H}^+$ ) y oxígeno molecular a partir del agua. La segunda fase de la fotosíntesis se puede escribir generalmente como:



La segunda fase no depende de la luz. La reacción fija el dióxido de carbono atmosférico en un enlace orgánico (glucosa). Cada fase consiste en muchos pasos químicos por separado. Los pasos de la primera fase se llaman **reacciones de luz** y los pasos de la segunda fase se llaman **reacciones oscuras**.

Las reacciones de luz en las células eucarióticas ocurren en orgánulos llamados **cloroplastos**. Los cloroplastos contienen ADN y se autorreplican. Estos orgánulos consisten en una membrana externa y una membrana interna plegada. Las estructuras apiladas tipo disco llamadas **tilacoides** forman parte de la membrana interna y es aquí donde se encuentran los sistemas fotosintéticos dependientes de la luz.

Los pigmentos fotosintéticos primarios son clorofilas verdes. Los cloroplastos contienen complejos de clorofila 'a' y 'b', magnesio-porfirina, y se unen específicamente a las proteínas que se encuentran en y dentro de la membrana interna. La clorofila 'a' pura absorbe al máximo la luz a longitudes de onda de alrededor de 420 y 660 nm. La clorofila 'b' se absorbe principalmente a aproximadamente 480 y 640 nm.

El espectro de absorción de las clorofilas se puede cambiar dependiendo de con qué tipo de proteína están asociadas. Otros pigmentos que se encuentran en los cloroplastos incluyen  $\beta$ -caroteno y xantofilas. Estos pigmentos tienen una función accesoria de recolección de luz y absorben a longitudes de onda entre los máximos de las clorofilas. Todos ellos capturan la energía de la luz y la transfieren a la clorofila a en el centro de reacción. Todos estos pigmentos son sensibles a la luz y al oxígeno en estado purificado y finalmente se descomponen. Las preparaciones extremadamente puras requeridas para estudios químicos y biológicos se almacenan al vacío, en la oscuridad, a  $-20^\circ\text{C}$ .

#### **Sistema fotosintético**

Hay dos sistemas fotosintéticos en los cloroplastos, denominados **Fotosistema I** e **II**. Estos sistemas físicamente distintos contienen diferentes proteínas y proporciones de clorofilas y pigmentos accesorios. El **fotosistema I** no es responsable de la evolución del oxígeno y se activa con longitudes de onda de luz más largas. El **fotosistema II** se activa con longitudes de onda de luz más cortas y se requiere para la producción de oxígeno y ATP. Ambos sistemas aportan electrones de alta energía para la reducción de  $\text{NADP}^+$ . Ambos fotosistemas son necesarios para una actividad fotostática máxima. Cuando la luz es absorbida por el complejo clorofila-proteína del **fotosistema I**, la clorofila se excita y entra en un estado de mayor energía. Durante el retorno del

estado de alta energía al estado fundamental, un electrón se impulsa a un nivel de energía más alto y se transfiere secuencialmente, a través de varias moléculas de transporte de proteínas asociadas a la membrana, al aceptor de electrones final  $\text{NADP}^+$ . El  $\text{NADP}^+$  se reduce a  $\text{NADPH}$  a través de la acción de una enzima reductasa. Dado que esto normalmente no es una reacción espontánea (energéticamente favorable), se requiere la entrada de energía luminosa para convertir  $\text{NADP}^+$  a  $\text{NADPH}$ .

Las proteínas de transporte de electrones que contienen hierro y azufre se llaman **ferredoxinas**. Otros transportadores se llaman **citocromos**. Un electrón de alta energía generado por la absorción de luz en el fotosistema II se dona, a través de una secuencia específica de transportadores, al fotosistema I deficiente de electrones. El fotosistema II recibe un electrón a través de una serie de proteínas de transporte de  $\text{H}_2\text{O}$ . El agua se oxida a oxígeno molecular durante este proceso. El agua es el donador de electrones en la fotosíntesis. La conversión de agua, una molécula muy estable, en oxígeno es energéticamente desfavorable y no se produciría en gran medida sin la entrada de energía lumínica en el fotosistema II. La producción de ATP se produce a lo largo de la secuencia de pasos de transferencia de electrones. El ATP es un compuesto de alta energía y requiere energía para su síntesis. Esta energía se extrae de los electrones de alta energía a través de una compleja serie de eventos que involucran proteínas de membrana y la formación de gradientes de pH a través de las membranas de cloroplastos para impulsar la síntesis de ATP.

Las reacciones oscuras de la fotosíntesis ocurren simultáneamente con las reacciones de luz en las células vegetales. Las reacciones oscuras son un conjunto de siete pasos metabólicos catalizados por enzimas que sintetizan glucosa. El paso metabólico clave en la síntesis de glucosa de la planta es catalizado por la enzima abundante **ribulosa difosfato carboxilasa**. La mayoría de estas reacciones tienen lugar fuera del cloroplasto, en el citoplasma. La mayoría de la glucosa se polimeriza en almidón y celulosa. La reacción implica la fijación del dióxido de carbono.

Este experimento utiliza el ensayo de hoja de disco flotante para explorar el proceso de fotosíntesis en las plantas. Los discos foliares generalmente flotan debido a los muchos espacios intercelulares utilizados para el intercambio de gases. Cuando los espacios de aire están infiltrados con solución, la densidad general del disco de la hoja aumenta, lo que hace que los discos se hundan. La solución de infiltración incluye una pequeña cantidad de bicarbonato de sodio. El ion bicarbonato sirve como la fuente de carbono para la foto-síntesis. Al proporcionar los componentes necesarios para la fotosíntesis (luz,  $\text{CO}_2$  y  $\text{H}_2\text{O}$ ), se producirá oxígeno en la hoja. A medida que se lleva a cabo la fotosíntesis, se libera oxígeno en el interior de la hoja que cambia la flotabilidad y hace que los discos se eleven.

Como la respiración celular tiene lugar y también consume oxígeno, la velocidad a la que suben los discos es una medida indirecta de la tasa neta de fotosíntesis.

La respiración, que usa el oxígeno producido por la fotosíntesis, también se observa en el ensayo del disco foliar. Parte del oxígeno se usará en el proceso de respiración de la hoja. Los discos de hojas flotan, porque el resultado neto es que la fotosíntesis produce más oxígeno que el que se usa en la respiración. En esta investigación, la velocidad a la que se elevan los "discos" de las hojas se usará como una medida indirecta de la producción neta de oxígeno producida por la fotosíntesis.

## 4. DESCRIPCIÓN DEL EXPERIMENTO

**En este experimento, los estudiantes aprenderán cómo medir la tasa de fotosíntesis indirectamente utilizando el método del disco de hoja flotante. También investigarán varios factores que pueden afectar el proceso de fotosíntesis.**

### 4.1 Precauciones

1. Se deben usar los guantes y gafas de protección de forma rutinaria como buenas prácticas de laboratorio durante todo el procedimiento.
2. Deben tener mucho cuidado al trabajar con equipos que utilizan calor y/o fusión de los reactivos.
3. NO PIPETEAR LOS REACTIVOS CON LA BOCA - PIPETEAR CON PERAS DE SUCCIÓN.
4. Lavarse bien siempre las manos con agua y jabón después de manipular reactivos o materiales biológicos del laboratorio.
5. Tener cuidado al usar cualquier equipo eléctrico en el laboratorio.
6. Si no está seguro de algo, ¡PREGÚNTELE AL PROFESOR DE PRÁCTICAS!

### 4.2 Requisitos de tiempo (aproximado) de los procedimientos de la práctica

El horario de cada profesor y los requisitos de tiempo determinarán cuándo se deben preparar.

### 4.3 Preparaciones previas

#### **Notas a los preparativos del profesor de la práctica**

El tamaño de la clase, la duración de las clases de prácticas y la disponibilidad de los equipos son factores que deben ser considerados en la planificación e implementación de esta práctica con sus alumnos. Estas directrices pueden adaptarse para encajar en sus circunstancias específicas.

#### **Registro de las actividades de laboratorio**

Los científicos documentan todo lo que ocurre durante un experimento, incluyendo condiciones experimentales, pensamientos y observaciones durante la realización del experimento y, por supuesto, cualquier información recopilada. Hoy, los estudiantes documentarán su práctica en una libreta de laboratorio o en una hoja de trabajo separada.

Los alumnos deben registrar en su libreta de prácticas las actividades indicadas a continuación.

Antes de iniciar la práctica:

- Escribir una hipótesis que refleje la práctica.
- Predecir los resultados experimentales.

Durante la práctica:

- Registrar (dibujar) sus observaciones, o fotografiar los resultados.

Al finalizar la práctica:

- Formular una explicación de los resultados.
- Determinar lo que podría cambiar en la práctica si la repites.
- Escribir una hipótesis que refleje este cambio.

## **Instrucciones generales**

### **PREPARATIVOS ANTES DE LA PRÁCTICA**

#### **A. PREPARACIÓN DE LA SOLUCIÓN DE JABÓN LÍQUIDO DILUIDO**

1. Agregar todo el jabón líquido en un vaso de precipitados que contenga 2 L de agua del grifo. Déjalo remover suavemente para evitar espuma.
2. Dispensar 140 ml de la solución de jabón líquido diluido en 10 vasos de plástico.
3. Identificar los vasos como "Solución de control". Repartir un vaso por grupo.

#### **B. PREPARACIÓN DE LA SOLUCIÓN DE BICARBONATO**

1. Transferir la cantidad total de polvo de bicarbonato a un vaso de precipitados o matraz que contenga 2,5 l de agua del grifo. Mezclar bien.
2. Agregar 500 ml de solución de jabón líquido diluido (preparado anteriormente). Mezclar bien.
3. Dispensar 140 ml de la solución de jabón/bicarbonato en 20 vasos de plástico.
4. Identificar estos vasos como "Solución de CO<sub>2</sub>". Repartir dos vasos por grupo.

#### 4.4 Material que debe recibir cada grupo

Cada grupo de prácticas debe recibir los siguientes materiales antes de iniciar el procedimiento experimental:

<b>PARA CADA GRUPO</b>
1 vaso de plástico con solución de control (Jabón líquido diluido)
2 vasos de plástico con solución de CO <sub>2</sub> (jabón/bicarbonato diluido)
Hojas de las plantas a estudiar (espinacas, lechuga, hiedra, etc)

#### 4.5 Evitar los errores más comunes

1. Seguir las instrucciones cuidadosamente.

## 5. PRÁCTICA

### 5.1 Procedimientos

#### MÓDULO I: Observación de la fotosíntesis celular

##### Notas:

- Para el Módulo I, los alumnos recibirán 2 vasos de plástico: (1) vaso con agua/solución de jabón líquido y (1) vaso con solución de bicarbonato/jabón líquido.
- A lo largo de este módulo, se preparará el material para la "Solución de control de luz" y "Luz de 15 cm-Solución de CO<sub>2</sub>" simultáneamente. Seguir los pasos detallados a continuación para la preparación de materiales.

##### Procedimiento:

1. **ETIQUETAR** el vaso de plástico que contiene la solución de agua/jabón líquido proporcionada por el profesor de prácticas como "Solución de control de luz". Este es el vaso de control.
2. **ETIQUETAR** el vaso de plástico que contiene la solución de bicarbonato/jabón líquido proporcionada por el profesor de prácticas como "Luz de 15 cm-Solución de CO<sub>2</sub>". Esta es su taza de experimentación.
3. **PREPARAR** 10 discos de hoja uniformes para cada prueba usando el perforador. Intentar no incluir las venas principales de las hojas en los discos de hojas (Fig. 1).



(Fig. 1)

4. **RETIRAR** el émbolo de la jeringa y **TRANSFERIR** con cuidado los discos de las hojas al cuerpo o cilindro de la jeringa. **AGITAR** o tocar suavemente el cilindro de la jeringa en el banco de laboratorio para recoger los discos en la parte inferior (cerca de la abertura) del cilindro.

5. Volver a **COLOCAR** el émbolo en el cilindro de la jeringa. **EMPUJAR** el émbolo hasta que quede un pequeño volumen de aire y discos de hojas en el cilindro (Fig. 2). Se debe tener cuidado de no dañar los discos de hojas.



(Fig. 2)

6. Con la pipeta de transferencia suministrada, **INTRODUCIR** un pequeño volumen de solución de bicarbonato de sodio (4-5 ml) en la jeringa. **MOVER** o **GOLPEAR** suavemente la jeringa para suspender los discos de hojas en la solución.

7. Mientras se coloca un dedo sobre la abertura de la jeringa firmemente, **TIRAR** hacia atrás del émbolo lentamente para crear un vacío y mantenerlo así durante 10 segundos (Fig. 3).



(Fig. 3)

8. Mientras se mantiene el vacío, **AGITAR** los discos de hojas para suspenderlos en la solución. **GIRAR** la jeringa hasta dejarla en posición vertical y lentamente dejar que el émbolo retroceda para liberar la aspiradora.

9. Si los discos no se hunden, **REPETIR** los pasos 7-8. Es posible que se deba repetir este procedimiento dos o tres veces para que todos los discos se hundan en la parte inferior (cerca de la abertura) del cilindro de la jeringa (Fig. 4).



(Fig. 4)

10. Una vez que todos los discos se hayan hundido, **RETIRAR** el émbolo del cilindro de la jeringa. **AGITAR** y **VERTER** rápidamente los discos y la solución en el vaso etiquetado como "Luz de 15 cm-Solución de CO<sub>2</sub>" (Fig. 5).



(Fig. 5)

Si los discos se pegan al lateral de la jeringa, agregar una pequeña cantidad de solución de bicarbonato sódico en la jeringa. Agitar la jeringa lentamente para desalojar los discos y verterlos en el vaso de plástico (o vaso de precipitados).

11. **REPETIR** los pasos 3 a 9 para la copa con la etiqueta "Luz-Solución de control". Es importante **RECORDAR** reemplazar la solución de bicarbonato con la solución de jabón diluido en el émbolo.

12. **COLOCAR** ambos vasos debajo de la luz ubicada a unos 15 cm de distancia y comenzar a medir el tiempo (Fig. 6).



(Fig. 6).

13. **REGISTRAR** en la **Tabla 1** el número de discos que están flotando en el vaso "Solución Control de luz" al final de cada minuto (Fig. 7) (**Anexo 1**).



(Fig. 7)

14. **REGISTRAR** en la **Tabla 2** el número de discos que están flotando en el vaso "Luz de 15 cm-Solución de CO<sub>2</sub>" al final de cada minuto (**Anexo 1**).

15. **CONTINUAR** registrando el número de discos flotantes al final de cada minuto hasta que todos los discos estén flotando o haya alcanzado 30 minutos.

## MÓDULO II: Observación de la respiración de las plantas

### Notas:

- Para el Módulo II, los alumnos recibirán 1 vaso de plástico que contiene la solución de bicarbonato/jabón líquido.

### Pregunta:

- ¿Qué sucede si no se produce la fotosíntesis, pero la respiración celular continúa?

### Procedimiento:

1. **ETIQUETAR** el vaso de plástico que contiene solución de bicarbonato/jabón líquido proporcionada por el profesor de prácticas como "Luz 30 cm-Solución de CO<sub>2</sub>".
2. **PREPARAR** 10 discos de hojas uniformes usando el perforador. Deben recordar evitar las venas principales en la hoja cuando se hagan los discos de hojas.
3. **RETIRAR** el émbolo de la jeringa y **TRANSFERIR** con cuidado sus discos de hojas al cilindro de la jeringa. **AGITAR** o golpear suavemente el cilindro en el banco de laboratorio para recoger los discos en la parte inferior (cerca de la abertura) del cilindro.
4. Volver a **COLOCAR** el émbolo en la jeringa. **EMPUJAR** el émbolo hasta que quede un pequeño volumen de aire y disco de hojas en el barril. Tener cuidado de no dañar los discos de hojas.
5. Usando la pipeta de transferencia provista, **INTRODUCIR** un pequeño volumen de solución de bicarbonato de sodio (4-5 ml) en la jeringa. **MOVER** o **GOLPEAR** suavemente la jeringa para suspender los discos de hojas en la solución.
6. Mientras se coloca un dedo sobre la abertura de la jeringa firmemente, **TIRAR** hacia atrás lentamente sobre el émbolo para crear una aspiradora y mantenerlo así durante 10 segundos.
7. Mientras mantiene el vacío, **AGITAR** los discos de hojas para suspenderlos en la solución. **GIRAR** la jeringa hasta dejarla en posición vertical y lentamente dejar que el émbolo retroceda para liberar la aspiradora.
8. Si los discos no se hunden, **REPETIR** los pasos 7-8. Es posible que se deba repetir este procedimiento dos o tres veces para que todos los discos se hundan en la parte inferior.
9. Una vez que todos los discos se hayan hundido, **RETIRAR** el émbolo del cilindro. **AGITAR** y **VERTER** rápidamente los discos y la solución en el vaso que contiene solución de bicarbonato/jabón líquido.  
Si los discos se adhieren al lateral de la jeringa, agregar una pequeña cantidad de solución de bicarbonato de sodio en la jeringa. **AGITAR** la jeringa lentamente para desalojar los discos y verterlos en el vaso de plástico (o vaso de precipitados).
10. **COLOCAR** el vaso debajo de la luz ubicada a unos 30 cm de distancia y comenzar el cronometraje (Fig. 6).
11. **REGISTRAR** en la **Tabla 3** la cantidad de discos que están flotando al final de cada minuto hasta que todos los discos estén flotando o se hayan alcanzado 30 minutos (**ANEXO 2**).
12. Una vez que todos los discos de hojas estén flotando, **RETIRAR** el vaso de la fuente de luz y **COLOCARLO** en la oscuridad. Es aconsejable **CUBRIR** el vaso con una caja vacía o un trozo de papel de aluminio.

13. **REGISTRAR** en la **Tabla 4** cuántos discos que todavía están flotando al final de cada minuto durante los siguientes 15 minutos (**ANEXO 2**).

### 5.2 Recogida y análisis de datos

Dibujar los gráficos con los resultados obtenidos para cada uno de los ensayos en el papel cuadriculado provisto (**ANEXO 3**).

Dibujar los gráficos con el promedio de los resultados obtenidos por todos los grupos de la clase en el papel cuadriculado provisto (**ANEXO 3**).

- a. Indicar la variable independiente (eje x horizontal).
- b. Indicar la variable dependiente (eje y vertical).
- c. Identificar cada una de las gráficas
- d. ET50luz es el punto en el cual el 50% de los discos de hojas están flotando (la mediana). Encontrar el valor ET50luz de cada prueba (si corresponde).
- e. ET50resp es el tiempo en que el 50% de los discos se hunden después de que los discos de hojas se pasan a las condiciones de oscuridad. Determinar el valor de ET50resp.
- f. Debido a que la respiración ocurre tanto en la luz como en la oscuridad, la **tasa de fotosíntesis** (ETfs) es la suma de la **tasa en la luz** (ET50luz) más la **tasa de respiración** (ET50resp).

$$1/ET50fs = 1/ET50luz + 1/ET50resp$$

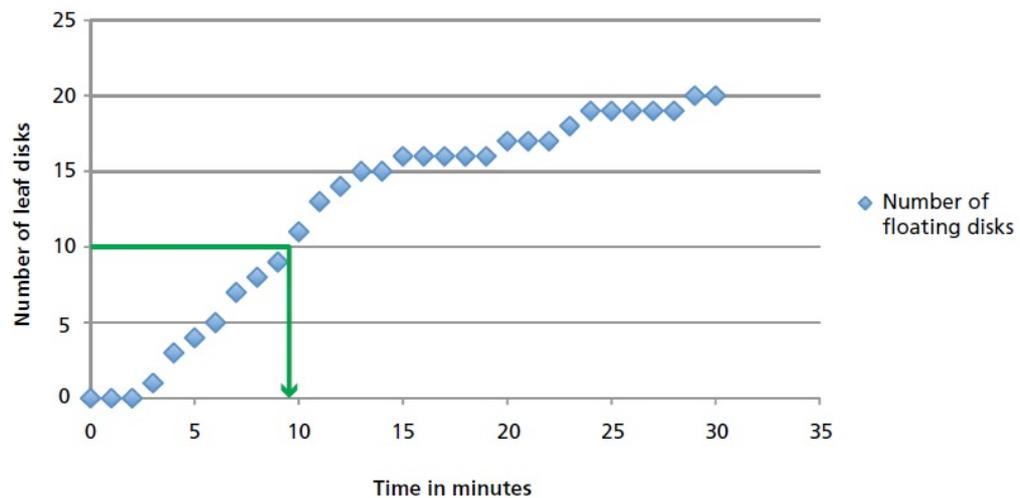
¿Cuál es la tasa de fotosíntesis para los experimentos realizados por cada grupo?

¿Cuál es la tasa de fotosíntesis con los valores promedios de todos los grupos?

## 6. RESULTADOS Y PREGUNTAS DE LA PRÁCTICA

### 6.1 Resultados

**Resultado del Gráfico 1:** en este gráfico, el vaso con sus discos flotantes se colocó debajo de la fuente de luz a 15 cm de distancia. La cantidad de discos flotantes se registró al final de cada minuto hasta que todos los discos flotaron.

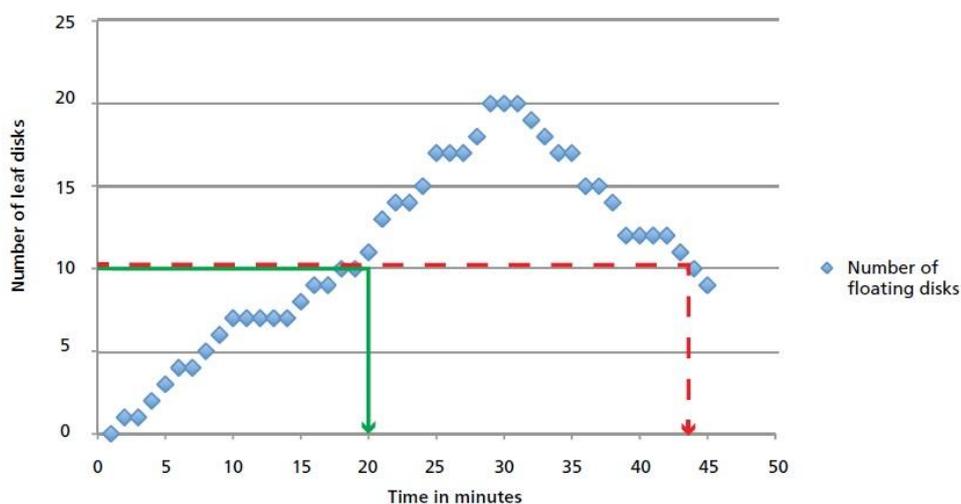


**Gráfico 1 - Discos flotando en el vaso Luz 15cm-Solución de CO<sub>2</sub> en 30'**

- Indicar la variable independiente (eje x horizontal): tiempo en minutos.
- Indicar la variable dependiente (eje y vertical): Número de discos de hojas flotantes.
- Título del gráfico: Discos flotando en el vaso Luz 15cm-Solución de CO<sub>2</sub> durante 30 minutos.

Al extrapolar el gráfico anterior, el valor de ET<sub>50</sub>luz es **9,5**. Esto significa que el 50% de los discos de hojas (o 10 discos de hojas) flotaban a los 9,5 minutos.

**Resultado del Gráfico 2:** en este gráfico, la luz se apagó después de que todos los discos de hojas han flotado tras 30 minutos bajo la luz. El vaso con sus discos flotantes se colocó en la oscuridad. Cada minuto, retirar la cubierta oscura y contar la cantidad de discos de hojas que todavía estaban flotando en los siguientes 15 minutos.



**Gráfico 2 - Número de discos flotantes**

- a. Indicar la variable independiente (eje x horizontal): tiempo en minutos.
- b. Indicar la variable dependiente (eje y vertical): Número de discos de hojas flotantes.
- c. Título del gráfico: Discos flotando en el vaso luz 30cm-Solución de CO<sub>2</sub> durante 30 minutos y los discos que se hunden en el vaso luz 30cm-Solución de CO<sub>2</sub> durante 15 minutos
- d. Al extrapolar el gráfico anterior, el valor de ET<sub>50</sub>luz es **20**. Esto significa que el 50% de los discos de hojas (o 10 discos de hojas) flotaban a los 20 minutos.
- e. Al extrapolar el gráfico anterior, el valor ET<sub>50</sub>resp es 44 - 30 = **14**. Esto significa que el 50% de los discos foliares se han hundido después de que los discos foliares se transfirieron a las condiciones de oscuridad.
- f. Debido a que la respiración ocurre tanto en la luz como en la oscuridad, la tasa de fotosíntesis (ET<sub>fs</sub>) es la suma de la tasa en la luz más la tasa de respiración. La tasa de fotosíntesis (ET<sub>fs</sub>) se calcula de la siguiente manera:

$$\mathbf{1/ET_{50fs} = 1/ET_{50luz} + 1/ET_{50resp}}$$

Tasa respiratorio:

$$ET_{50resp} = 44 \text{ min} - 30 \text{ minutos} = \mathbf{14 \text{ minutos}}$$

$$1/ET_{50resp} = 1/14\text{min} = \mathbf{0,07 \text{ min}^{-1}}$$

Tasa bajo la luz:

$$ET_{50luz} = \mathbf{20 \text{ min}}$$

$$1/ET_{50light} = 1/20 \text{ min} = \mathbf{0,05 \text{ min}^{-1}}$$

Tasa de fotosíntesis:

$$1/ET_{50fs} = 1/ET_{50luz} + 1/ET_{50resp}$$

$$1/ET_{50fs} = 0,05 \text{ min}^{-1} + 0,07 \text{ min}^{-1} = \mathbf{0,12 \text{ min}^{-1}}$$

$$\mathbf{\underline{Tasa de fotosíntesis: 1,2 \times 10^{-1} \text{ min}^{-1}}}$$

## 6.2 Preguntas

1. ¿Cuál es la función del bicarbonato de sodio en este experimento?
2. Explicar el proceso que hace que los discos de hojas se eleven.
3. Explicar el proceso que hace que los discos de hojas se hundan.
4. ¿Cuál es el propósito de usar agua/solución de jabón para uno de los ensayos?
5. ¿Cuál es el efecto de la oscuridad en la fotosíntesis? Explicarlo.
6. ¿Cómo afecta la intensidad de la luz a la tasa de fotosíntesis?

**Para cualquier duda o consulta adicional, por favor, contacte con nosotros [info@bioted.es](mailto:info@bioted.es)**

**ANEXO 1: Tabla 1: Solución Control luz y Tabla 2: Luz 15 cm-Solución CO<sub>2</sub>**

<b>Tabla 1: Sol. Control luz</b>	
<b>Minuto</b>	<b>Nº discos flotantes</b>
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	
21	
22	
23	
24	
25	
26	
27	
28	
29	
30	

<b>Tabla 2: Luz 15cm-Sol. CO<sub>2</sub></b>	
<b>Minuto</b>	<b>Nº discos flotantes</b>
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	
21	
22	
23	
24	
25	
26	
27	
28	
29	
30	

**ANEXO 2: Tabla 3: Luz 30 cm-Solución CO<sub>2</sub> y Tabla 4: Oscuridad-Solución CO<sub>2</sub>**

<b>Tabla 3: Luz 30cm- Sol. CO<sub>2</sub></b>	
<b>Minuto</b>	<b>Nº discos flotantes</b>
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	
21	
22	
23	
24	
25	
26	
27	
28	
29	
30	

<b>Tabla 4: Oscuridad- Sol. CO<sub>2</sub></b>	
<b>Minuto</b>	<b>Nº discos flotantes</b>
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	
21	
22	
23	
24	
25	
26	
27	
28	
29	
30	

**ANEXO 3: Cuadrículas para los gráficos 1 y 2.**

