



**DISEÑO E IMPLANTACIÓN DE ACTIVIDAD
COHORTE II**

UNIDAD 2 | Luz, colores, fotosíntesis y vida

GRADO: 10

MATERIA: Biología

Brenda Berríos

Escuela | Ore: San Juan

DE70126@miescuela.pr

junio 2024



GUIA DEL/ DE LA MAESTRO/A



INTRODUCCIÓN:

El presente módulo incluye actividades relacionadas con el espectro de luz visible, sus colores, cómo la energía lumínica es necesaria para los procesos de vida de los organismos vivos al ser transformada en energía química. Se enfatiza en el proceso de la fotosíntesis de las plantas y utilizando la cromatografía como método de identificación de los pigmentos fotosintéticos.

Se estudiará mediante el análisis de diagramas la fase lumínica y Ciclo de Calvin Benson y cómo el ojo humano capta los colores de los objetos, cuando pasa la luz hacia la retina.

Se presentan diversas actividades a ser realizadas por los estudiantes, que van desde definiciones de conceptos, búsqueda de información, actividades donde contestan preguntas cerradas y abiertas, observación e interpretación de gráficas, construir un mapa de conceptos y tablas, realización de cálculos matemáticos e integración de las materias básicas de las ciencias (biología, química, física, ciencias ambientales y matemáticas) junto con las artes. Esto con el propósito de lograr que el estudiante no solo adquiera información y conocimiento del tema, sino que pueda razonar y lograr entender procesos biológicos y de la metodología realizada en los laboratorios sugeridos.

Parte del módulo puede también implementarse en los cursos de Química, Física y Ciencias Ambientales a través de las unidades relacionadas, con los temas sugeridos. Puede ser necesario que cada maestro deba modificar las actividades para ser utilizadas de modo más apropiado para cada curso.



MATERIA

- Biología

NIVEL/GRADO

- Superior/10mo

CONCEPTOS PRINCIPALES

- colores, energía, espectro de luz visible, fotosíntesis, luz, ondas electromagnéticas.

CONCEPTOS SECUNDARIOS

- A. colores análogos, dispersión de luz, fotones, ondas lumínicas, prisma, reflexión, refracción, rueda de color de Newton.
- B. cloroplastos, complejo captador de luz, cromatografía, espectro de luz visible, factor de retención, fotosistemas, pigmentos fotosintéticos.
- C. bastones, cianopsinas, cloropsinas, conos, córnea, eriptosinas, mácula, rodopsina

OBJETIVOS GENERALES

Mediante la implantación de las actividades del módulo instruccional, laboratorios y discusiones en la sala de clases, todos los estudiantes:

- A. desarrollan destrezas en el uso y manejo de instrumentos de laboratorio.
- B. desarrollan destrezas de las ciencias y la metodología científica tales como: observación, inferencia, registro de datos, predicción, experimentación, análisis de datos, entre otras.
- C. explican el espectro de luz visible y relacionarán los colores con los diferentes largos de onda que los componen con la rueda de Newton.
- D. explican la importancia de los pigmentos fotosintéticos en el complejo captador de luz de los fotosistemas I y II durante la fotosíntesis.
- E. identifican cuál es el pigmento principal de las plantas, mediante el laboratorio de cromatografía.
- F. identificar las partes del cloroplasto y sus funciones.
- G. explican el rol de los pigmentos complementarios y del agua, en el fotosistema II.



ESTANDARES Y EXPECTATIVAS

Biología

ES. B1.16- Utiliza modelos y diagramas para ilustrar los procesos de transferencia y transformación de energía lumínica en los cloroplastos, en el proceso de fotosíntesis.

ES. B1.17- Diseña y lleva a cabo una investigación, utilizando las características particulares de las hojas (tipo de hojas, disposición de las venas y el borde, entre otras, identificar para reconocer su importancia en el proceso de la fotosíntesis.

ES. B1.18- Describe las reacciones dependientes de luz y las reacciones independientes de luz (Ciclo de Calvin) que ocurren durante el proceso de fotosíntesis.

Química:

ES. Q1.7- Diseña y experimenta con un procedimiento donde aplique los métodos adecuados para separar mezclas, considerando sus propiedades e identificando las sustancias presentes en estas.

ES. Q1.8- Provee ejemplos de la utilidad y las aplicaciones de los procesos de separación de mezclas (filtración, decantación, cromatografía, cristalización y destilación, entre otros) en el diario vivir, en la industria y otros ámbitos.

Física

8.CFF4.5- Explica el comportamiento de las ondas (reflexión, refracción, interferencia y dispersión), y provee ejemplos concretos.

TEMA I: COMPRENDIENDO LA LUZ A TRAVÉS DEL CÍRCULO DE NEWTON

La luz solar es la principal fuente de energía para los organismos vivos. La misma se forma de diferentes largos de ondas de colores del espectro de luz visible. El estudio de los colores nos puede ayudar a entender mejor los conceptos físicos, químicos y biológicos relacionados con esta fuente de energía.

Definición de conceptos:

1. Colores- El **color** es la impresión producida por un tono de luz en los órganos visuales, debido a una percepción visual que se genera en el cerebro de los humanos y otros animales al interpretar las señales nerviosas que le envían los fotorreceptores en la retina del ojo, que a su vez interpretan y distinguen las distintas longitudes de onda que captan de la parte visible del espectro electromagnético. Es estudiado por la ciencia del color. (Moreno, Luciano. Teoría del color. Propiedades de los colores. Consultado el 5 de julio de 2023.)
2. Colores análogos- Son los colores que forman un color secundario y los colores a los lados de los colores primarios, en la rueda de colores.
3. Dispersión de la luz- Separación de la luz en sus colores componentes por el efecto de refracción. (<https://recursos.tic.Educación.es>)
4. Espectro de luz visible- El grupo de ondas luminosas que podemos ver con nuestros ojos, provenientes del espectro electromagnético, entre 380-780 nm.
5. Espectrómetro electro magnético- Rango de ondas electromagnéticas que existe en función de longitud de onda. (<https://areaciencia.com>)
6. Fotones- Partículas elementales de la cual se compone la luz en forma de radiación electromagnética, emitido o absorbido por la materia. (<https://sveasolar.es>)
7. Luz solar- Propagación de energía y no materia a través del espacio. (<https://concepto.es>)

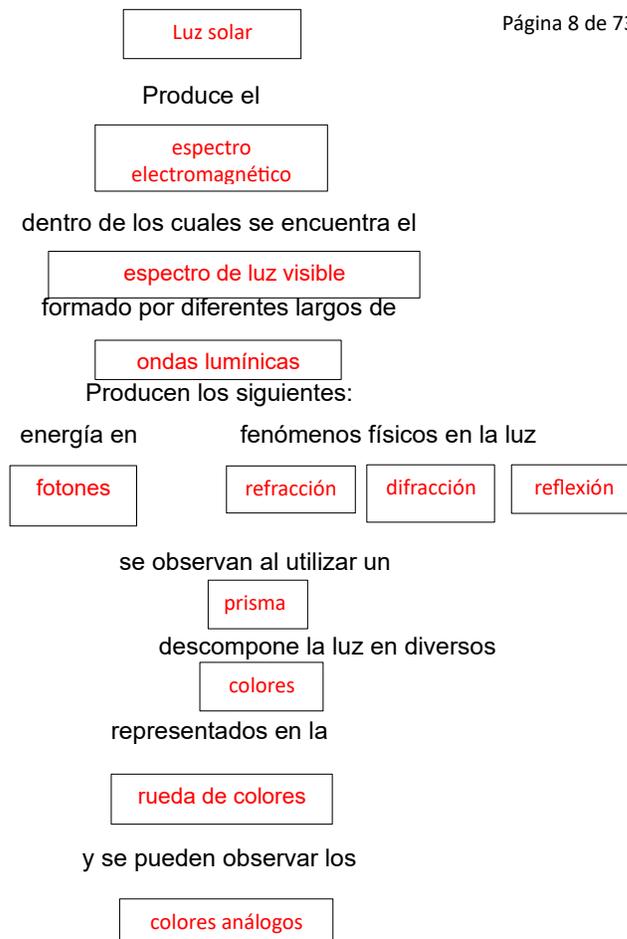


8. Onda lumínica- Ondas electromagnéticas y transversales en su mayoría que se propagarán en línea recta, no dependen, estrictamente, de una materia para su propagación. (<https://tendencias21.levante-emv.com>)
9. Prisma- Objeto transparente de base triangular que sirve para refractar, reflejar y descomponer la luz solar, en los colores del arcoiris. (Adaptado de Wikipedia)
10. Reflexión de la luz- Cambio de dirección de los rayos de luz que ocurren en un mismo medio luego de incidir sobre la superficie de un medio distinto.
11. Refracción de la luz- Cambio de dirección de los rayos de luz que ocurre tras pasar de un medio a otro en el que la luz se propaga a distinta velocidad (<https://fiscalab.com>)
12. Rueda de color- Gráfico que muestra las relaciones de los colores, identificado por Newton en 1666, cuando paso luz blanca a través de un prisma. (logogenio.es)

ACTIVIDAD #1 - LA LUZ: CONCEPTOS Y DEFINICIONES

Instrucciones:

1. Los estudiantes, en la Hoja de trabajo #1A, definirán los conceptos relacionados con el tema.
2. Una vez los estudiantes completen las definiciones el maestro fomentará la discusión de las mismas en grupos cooperativos (Hoja de trabajo #1B) y los estudiantes llegarán a consenso mediante análisis en torno a qué definición es la más completa, correcta y simple a presentar.
3. En la discusión grupal el maestro permitirá que cada subgrupo lea la definición aceptada por el grupo cooperativo y provea una explicación sencilla a cerca del por qué es la mejor definición para el concepto.
4. En la Hoja de trabajo #1C, construirán un mapa con los conceptos estudiados. No hay un mapa de concepto específico, pero a continuación se incluye uno posible.



Esto solo representa un posible mapa conceptual. Puede utilizarse como una actividad diagnóstica de comprensión de los conceptos definidos y como actividad final luego de ejecutarse las actividades aquí propuestas y discusiones de clases. Si se utilizan antes y después, puede observarse el aprendizaje obtenido luego de las actividades, el estudiante se puede auto evaluar y formar definiciones operacionales. Es una actividad de reto cognitivo que se les puede dificultar a algunos estudiantes, por lo que puede brindar una hoja con palabras conectoras que les sirvan de guía al estudiante (estrategia diferenciada).



HOJA DE TRABAJO # 1A

Nombre: _____ Fecha: _____ Salón hogar: _____

Actividad #1- La luz: conceptos y definiciones

Instrucciones: Buscar definiciones de los siguientes conceptos:

Concepto	Definición
Colores	
Colores análogos	
Dispersión de la luz	
Espectro de luz visible	
Espectro electro magnético	
Fotones	
Luz solar	
Onda lumínicas	
Prisma	
Refracción de luz	
Rueda de colores	
Reflexión de luz	



HOJA DE TRABAJO # 1B

Nombre del estudiante: _____ Fecha: _____

Salón hogar: _____

Actividad #1- La luz: conceptos y definiciones

Discusión grupal: La mesa redonda: conceptos de luz de Newton

Grupo Cooperativo # _____

Integrantes:

- | | |
|----|----|
| 1. | 3. |
| 2. | 4. |

Instrucciones:

1. Llegar a consenso mediante una discusión que fomente el análisis de las definiciones de los conceptos asignados. Deben formular entre todos los integrantes una definición formal para cada concepto basada en los siguientes criterios:
 - definición es acertada (precisa)
 - se formula en forma clara (no produce dudas razonables)
 - no representa una opinión, aunque se exprese en sus propias palabras
 - no posee sesgos (prejuicios)
 - es simple para poder entender el concepto (se entiende).
2. Escribir la definición del grupo en esta hoja.
 - a. Colores-
 - b. Colores análogos-



- c. Dispersión de la luz-
- d. Espectro de luz visible-
- e. Espectro electro magnético-
- f. Fotones-
- g. Luz solar-
- h. Onda lumínicas-
- i. Prisma-
- j. Reflexión de la luz-
- k. Refracción de la luz-
- l. Rueda de colores-



HOJA DE TRABAJO # 1C

Nombre del estudiante: _____ Fecha: _____

Salón hogar: _____

Actividad #1 - La luz: conceptos y definiciones

Mapa de conceptos (grupal)

Grupo Cooperativo # _____

Integrantes:

- | | |
|----|----|
| 1. | 3. |
| 2. | 4. |

Instrucciones: Crea un mapa de conceptos con los que acabas de definir y discutir en la Hoja de trabajo#1B.

Nota: Un mapa de conceptos tiene un concepto principal como base del mapa, los demás conceptos son parte del concepto principal o se relacionan con él, se utilizan palabras conectoras para establecer su relación.

Conceptos:

colores, colores análogos, dispersión de la luz, espectro de luz visible, espectro electro magnético, fotones, luz solar, ondas lumínicas, prisma, reflexión de la luz, refracción de la luz, rueda de colores.

ACTIVIDAD #2 - Y AQUÍ, ¿QUÉ RAYOS PASÓ?

Objetivo: Observar la descomposición de la luz solar a través de un prisma o vaso de cristal con agua.

HOJA DE TRABAJO #2

Nombre: _____ Fecha: _____

Actividad #2 - Y aquí, ¿qué rayos pasó?

Materiales

prisma triangular o vaso con agua

hoja de papel blanco de imprimir

Procedimiento:

1. Los estudiantes deben contestar estas preguntas a y b previo a la actividad de laboratorio.

a. ¿Qué es la luz solar?, ¿De qué color se ve la luz solar?

La luz solar es parte del espectro electromagnético que se le conoce como espectro de luz visible. Es la composición de todos los largos de ondas de los siete colores del arcoíris, que lo podemos ver como una luz blanca.

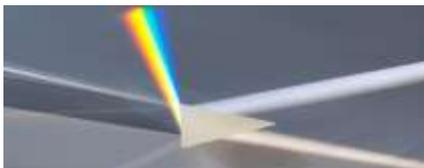


Imagen tomada de Amazon: Prisma triangular

b. ¿Qué sucedería si colocas un prisma entre medio de un haz de luz y un papel blanco?

El Prisma descompone la luz en los colores que la forman y se aprecian mejor los colores sobre un papel blanco, aún que el papel no es necesario para que la descomposición de la luz ocurra.

2. Para realizar la actividad, los estudiantes deben estar cerca de una ventana abierta, y tener un prisma o vaso con agua.
3. Coloca una hoja de papel blanco en un lugar plano como una mesa del laboratorio (*countertop*) o el piso.
4. Utiliza un prisma para capturar la luz del sol y observar que le sucede a la luz cuando pasa a través del prisma.
5. Observa si también se refleja en el papel blanco que colocaste en el lugar plano.
6. Revisa tus respuestas de la pregunta a y b, **pero no las debes de borrar**. Si deseas corregir o añadir algo puedes hacerlo al lado o detrás del papel.
7. Los estudiantes deben contestar las siguientes preguntas después de las actividades de definición de conceptos, mapa conceptual y actividad de laboratorio

a. ¿Qué fenómeno de la óptica es el que hace que la luz al pasar por el prisma de apariencia de que se dobla? Explícalo de forma sencilla.

El fenómeno es la refracción de la luz, cuando las ondas de luz atraviesan un objeto la velocidad baja y la dirección cambia, a la vez que se descompone la luz en largos de ondas que los componen.

b. ¿Qué fenómeno físico natural muestra la descomposición de la luz solar en colores?

El arcoíris que se forma con las gotas de la lluvia es el fenómeno físico natural que se observa descomponerse la luz solar.



Fotografía 1: Imagen que muestra los colores del arcoíris (Solo en el manual del maestro)



c. Menciona los colores que se pueden observar del fenómeno natural.

Los colores observados son rojo, anaranjado, amarillo, verde, cian, azul y violeta.

d. ¿Cuáles son los colores primarios?, ¿Cómo lo sabes?, ¿Cuáles son los secundarios y cómo se forman?

Los colores primarios son: amarillo, azul y rojo, porque son los colores que no son formados al ser mezclados con otros colores. Los colores secundarios son colores resultantes de la mezcla de dos colores primarios.

ACTIVIDAD #3: ¿DÓNDE ESTÁS QUE NO TE VEO?

Objetivos:

Mediante esta actividad todos los estudiantes:

1. Demostrarán que la luz visible se compone de diferentes largos de ondas de diferentes colores.
2. Mencionarán los colores primarios, los colores secundarios, los colores análogos de cada color y los colores complementarios utilizando la rueda de colores de Newton.

NOTA IMPORTANTE:

Debe sacar copia de la hoja del círculo de Newton a continuación y asignar los materiales para el laboratorio con anticipación.

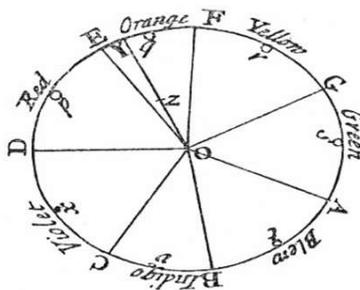
HOJA DE TRABAJO #3

Nombre: _____ Fecha: _____

Actividad #3: ¿Dónde estás que no te veo?Ilustración del círculo de Newton

Materiales:

1. cartulina o cartón (1)
2. delantal
3. elástico de 1cm de ancho y 60 cm de largo o motor de un carrito de juguete y baterías
4. envase con agua
5. guantes
6. hoja con dibujo del círculo de Newton.
7. lápiz
8. pega
9. pinceles
10. platos plásticos, pequeños
11. témpera de colores: azul, roja y amarilla



Procedimiento:

1. Asegúrate de tener todos los materiales a la mano. Utiliza los guantes y el delantal, como medida de seguridad.
2. Localiza en la hoja de Newton los colores primarios y pinta con témpera de cada color en el lugar que corresponde en la rueda, para cada uno.
3. Mezcla los colores necesarios para formar el color verde, y pinta el área que le corresponde en círculo de Newton de ese color.
4. Contesta las siguientes preguntas:
 - a. ¿Qué son colores análogos y colores complementarios?

Los colores análogos son los que aparecen a los lados de un color que es secundario y son el resultado de dos colores primarios. Mientras que el color complementario, sería el color que aparece en frente de cada color en la rueda de colores. (Cuc,G., ver referencias)

- b. ¿Qué color es análogo al verde?, ¿Cuál es el color complementario al verde?

Los colores azul y amarillo serían colores análogos del verde, mientras que el color complementario es el rojo.

- c. ¿Cómo este conocimiento te ayuda a comprender procesos relacionados con la luz y las plantas?

Contestaciones variadas de acuerdo a lo que el estudiante ha observado y entendido. Una posible contestación puede ser que le ayude a entender los largos de ondas que componen los pigmentos, la composición de colores de las hojas y pétalos, entre otras.

(La realidad es que los pigmentos absorben largos de ondas y reflejan los largos de ondas que no son absorbidos, por ejemplo: Vemos el color verde de las hojas porque se absorbieron los largos de ondas, rojo, azul, amarillo, cian, anaranjado y violeta del espectro de luz visible, pero se refleja la onda color verde y esa la captamos con nuestros ojos, con la proteína cloropsina en las células cono, de la fóvea. El fenómeno óptico es bastante complicado por lo que se debe estudiar con mayor profundidad)

5. Mezcla sucesivamente los colores necesarios para conseguir los colores anaranjado, cian y violeta, recuerda pintar el área que corresponde en el círculo de Newton para cada color. Y llena la siguiente tabla de acuerdo con lo observado. El color del ángulo Y es el resultante de la mezcla del rojo con el anaranjado que creaste. Por tanto, realiza la mezcla y también pinta esa área.



5. Llenar la siguiente tabla:

Colores	Colores análogos que lo forman	Colores complementarios
Rojo	Ninguno	Verde
Azul	Ninguno	Anaranjado
Amarillo	Ninguno	Violeta
Verde	Azul y rojo	Rojo
Anaranjado	Amarillo y rojo	Azul
Violeta	Azul y rojo	Amarillo
Cian	Azul y Violeta	Anaranjado

Cuc, G., *Colores análogos*, Slide share, Scripd <https://www.es.slide share.net>.

Dato: Las ondas de luz visible a travesan la atmósfera a una velocidad de 299792458 metros por segundo o $3 \cdot 10^8$ m/s. Recorren 150,000,000 Km desde el Sol a la Tierra en aproximadamente 8 min y 20s

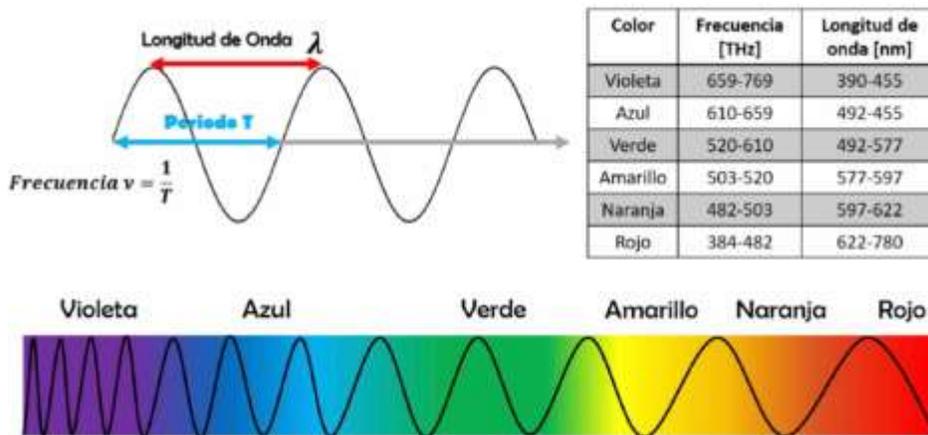


Figura 1. Representación del espectro electromagnético en la región de luz visible.

6. Contesta lo siguiente: ¿Qué largos de onda pueden reflejar la hoja y los pétalos de esta planta miramelinda?

Posible largo de onda reflejada por las hojas

Entre 492-577

Posible largo de onda reflejada por los pétalos

Entre 622-780



Fotografía 2: Planta *Patients walleriana*

Nota: Recuerde que solo se le pregunta largo de onda reflejada. El maestro puede aprovechar la oportunidad y explicar los fenómenos de reflejo y absorción de largos de ondas lumínicas de la materia y como los visualizamos. Los colores de ondas que no se absorben por una materia, son reflejados por lo que se observa el color no absorbido, si se absorben todas a las ondas lumínicas a la vez, se observará el objeto blanco. Si se reflejan todas a la misma vez se observará negro. (Ver fenómenos de óptica)

Rotación del círculo:

1. Utilizando una perforadora o la punta del lápiz realiza un hueco en el centro del círculo de colores de Newton.
2. Pase un elástico fino de aproximadamente 1 cm de grosor o menos y 18cm de largo (Si tienes un motor pequeño y baterías, pega el centro del círculo al motor).
3. Comienza a estirar el elástico hasta que el círculo comience a dar vueltas rápidamente y observa qué ocurre a los colores. (Si tienes un motor pequeño, colócalo en velocidad alta)
4. Contesta las siguientes preguntas:
 - a. ¿Qué color puedes observar cuando el círculo rota a gran velocidad?

No se observarán los colores pintados previamente en el círculo solo se verá blanco.



b. ¿Qué explicación puedes brindar a lo observado?

El blanco es la unión de todos los colores encontrados en el círculo de Newton. La aceleración de la rueda a alta velocidad no permite que cada color se muestre por separado.

c. Si tomamos como partida las observaciones anteriores que puedes decir de las ondas de luz que viajan a gran velocidad en la atmósfera y de su color.

Que los colores de los largos de onda que forman la luz visible a una gran velocidad producen una luz blanca por lo que el valor (color) blanco es el reflejo de todos los largos de ondas.

Al rotar el círculo a gran velocidad, el ojo no puede diferenciar ninguno y absorbe varios largos de ondas de forma simultánea.



TEMA II - RELACIÓN ENTRE EL ESPECTRO DE LA LUZ VISIBLE, LAS PLANTAS, ALGAS Y FOTOSÍNTESIS

ACTIVIDAD #4: MI IDEA DE LA FOTOSÍNTESIS

Objetivos:

1. Realizar un dibujo relacionado a las ideas o conocimientos previos que tienes a cerca de la fotosíntesis en las plantas.
2. Identificar las partes del cloroplasto y sus funciones, mediante el uso de un diagrama o dibujo que contengan cada parte enumerada.
3. Describir los pigmentos fotosintéticos en el complejo captador de luz de los fotosistemas I y II durante la fotosíntesis.
4. Explicar la importancia de los pigmentos fotosintéticos en el complejo captador de luz de los fotosistemas I y II durante la fotosíntesis.
5. Explicar el espectro de luz visible, al relacionar los colores a diferentes largos de ondas que los componen.
6. Explicar el rol de los pigmentos complementarios y del agua, al pasar electrones excitados.

Introducción:

Las plantas, y protistas como las algas y bacterias fotosintéticas, son conocidas como productores debido a que son organismos que crean su propio alimento, utilizando la luz solar como fuente de energía. En las reacciones fotosintéticas y el proceso de respiración se producen los reactantes necesarios para su sostenimiento y supervivencia.

En las comunidades ecológicas, tanto terrestres como acuáticas, la energía se transfiere de unos organismos a otros y parte de esta se pierde en forma de calor. Por lo que las plantas forman la base de las pirámides de energía, pirámides de biomasa, pirámides tróficas y de organismos, denominadas en general como pirámides ecológicas, García, 2020. (García, A. 22 enero 2020, *Pirámides ecológicas*, Ecología verde Recuperado en 18 de julio de 2023.



<https://www.ecologiaverde.com/que-son-las-pirámides-ecológicas-y-sus-tipos-1450.html>

Todo esto merece que conozcamos los principios de la producción de alimentos por organismos fotosintéticos en especial de las plantas superiores.

Conceptos a discutir durante el tema de fotosíntesis

1. Cloroplastos- **organelo encargado de la fotosíntesis en la célula vegetal.**
2. Complejo captador de luz- **grupo de pigmentos fotosintéticos que captan diversos largos de ondas lumínicas y traspasan la energía a la clorofila A, centro de reacción.**
3. Fotosistemas II (acíclico)- **es parte de la fase lumínica en donde el centro de reacción es la clorofila A, P680, en donde se forma ATP y NAPH₂, cuando los electrones pasan a través de la cadena de transporte de electrones.**
4. Fotosistema I (cíclico)- **parte de la fotosíntesis lumínica en donde el centro de reacción es la clorofila A, P700, que pasa el electrón a ferroso una y lo lleva a la molécula de NADP reductasa. Se puede mantener de forma cíclica realizando NADPH₂.**
5. Fotosíntesis- **proceso mediante el cual los organismos fotosintéticos crean su alimento a partir de moléculas de CO₂, H₂O, SO₃, en algunas bacterias fotosintéticas y luz solar.**
6. Pigmentos fotosintéticos- **pigmentos que utilizan los organismos fotosintéticos para captar la energía de la luz solar.**



HOJA DE TRABAJO #4

Nombre: _____ Fecha: _____

Salon Hogar: _____

Actividad #4: Mi idea de la fotosíntesis

Instrucciones: En el recuadro, realiza un dibujo relacionado a las ideas o conocimientos previos que tienes a cerca de la fotosíntesis en las plantas. Incluye las moléculas necesarias para que ocurra, moléculas resultantes, factores del ambiente necesarios, etc.

El estudiante realizará un dibujo relacionado a la idea previa que tiene del proceso de fotosíntesis.

No dirija a los estudiantes, en esta actividad. Ya que la finalidad de la misma es obtener información que le permita evaluar el conocimiento previo de los estudiantes a cerca del proceso de la fotosíntesis. Dado que el concepto de moléculas para algunos no puede estar claro, puede definirlo o explicarlo de forma sencilla, dar ejemplos de moléculas comunes que no estén involucradas en el proceso de fotosíntesis, por ejemplo, NaCl, sal, es una molécula compuesta de dos átomos diferentes, Na representa a sodio y Cl a cloro, juntos forman un cristal llamado cloruro de sodio. (Sal de mesa comúnmente conocido).

Una definición de moléculas que puede ayudarle es:

Una molécula es la parte más pequeña de cualquier sustancia química formada por dos átomos o más y posee las propiedades de dicha sustancia.

([HTTPS://ec.europa.eu/health/scientific_commitees/glosario/mno/molecula.htm#](https://ec.europa.eu/health/scientific_commitees/glosario/mno/molecula.htm#))

NO marcar aquí
Solo para uso del
maestro
Ideas
___ antes
___ durante
___ después

ACTIVIDAD #5: PARTES DE LAS HOJAS, ESTOMAS Y CLOROPLASTOS

Instrucciones: En la Hoja de trabajo #5, observa los diagramas 1, 2 y 3, y contesta sus preguntas.

HOJA DE TRABAJO #5

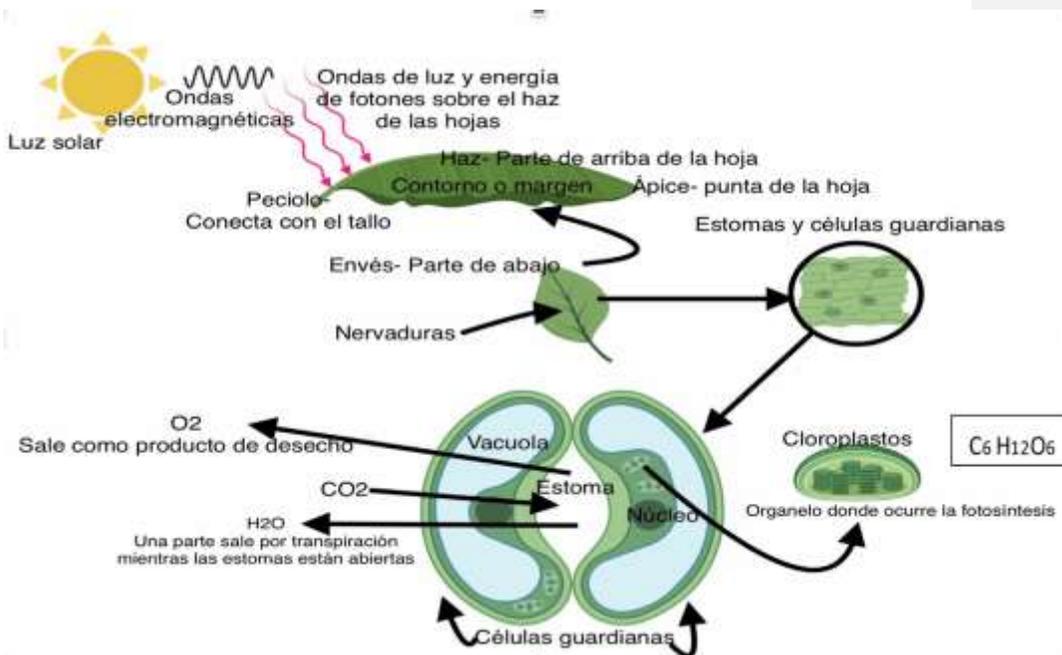
Nombre: _____ Fecha: _____

Salon Hogar: _____

Actividad #5: Partes de las hojas, estomas y cloroplastos

Diagrama 1: Energía de la luz solar al irradiar la hoja de una planta.

(Modelo creado en Biorender, editado por B. Berríos)



1. Contesta las siguientes preguntas:

- a. ¿Qué parte de la hoja recibe la radiación directa de las ondas electromagnéticas?, ¿Qué crees que sucedería si se recibiera por debajo de la hoja? **El haz de las hojas es la parte de la hoja que recibe la radiación directa del espectro de luz visible como energía radiante y algunas otras ondas.**

Si el envés de las hojas estaría en la parte superior, **sucedría que todas las hojas tuvieran que tener un mecanismo de adaptación parecido a las plantas CAM, debido a que se evaporaría el agua de la planta con mayor rapidez al abrir las estomas y sufrirán un estrés hídrico.**

- b. ¿Cuál es la función de las estomas?

Las estomas permiten el intercambio de gases tales como O₂, CO₂ y H₂O gaseoso desde interior hacia el exterior de la célula vegetal y viceversa.

- c. Tomando en cuenta de que el agua es necesaria para el proceso de fotosíntesis, utiliza las moléculas de gases que salen y entran por las estomas y la molécula que está en los cloroplastos del diagrama anterior y realiza la fórmula química del proceso de fotosíntesis, no tiene que estar balanceada.

Ecuación química de la reacción en el proceso de fotosíntesis:



- d. ¿Qué sucedería si la planta no mantiene un intercambio de los gases necesarios con el ambiente y cierra sus estomas por tiempo de al menos dos semanas? Recuerda que la planta sigue expuesta a la energía del sol y la entrada de agua por sus raíces, con el consecuente aumento de oxígeno dentro de ella, ¿será beneficioso o desfavorable?

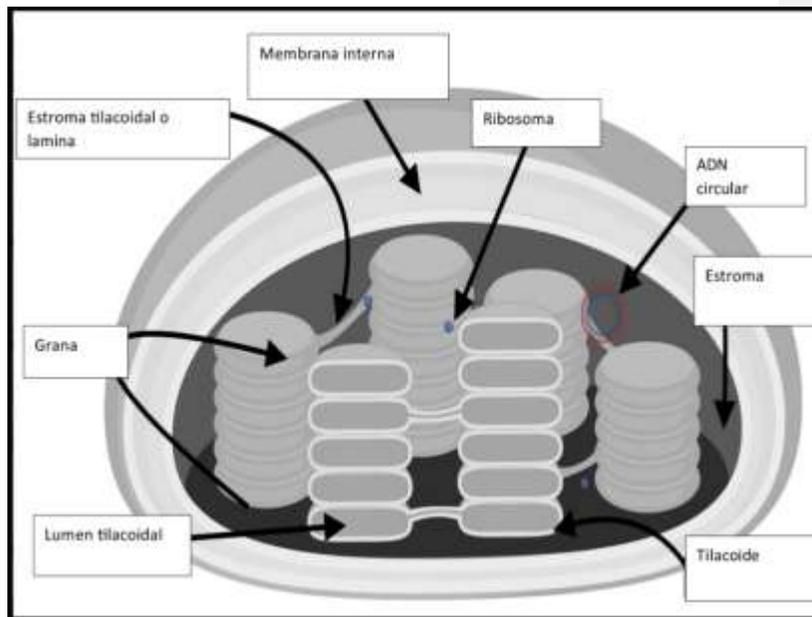
El proceso de la fotosíntesis se detendría en algún momento, mientras que, si la planta sigue recibiendo energía de fotones y agua por las raíces, al

detenerse el proceso ocurren formaciones de oxígeno de alta toxicidad (o singlete y otros) Por lo que es desfavorable para la planta.

- e. Identifica y menciona las funciones cada parte de los cloroplastos.

Utiliza las palabras que aparecen en la columna de la tabla, partes del cloroplasto, para identificar cada parte del diagrama de los cloroplastos, los estudiantes pueden consultar otros diagramas o modelos online, de ser necesario.

Diagrama 2: Partes del cloroplasto



Modelo creado en Biorender y editado

Indica en la siguiente tabla la función de cada parte de los cloroplastos

Partes del cloroplasto	Función
ADN circular	Contiene la información genética para las proteínas de los plastorribosomas, proteínas que funcionan en la fotosíntesis y de RNA polimerasa.
Estroma	Espacio central del cloroplasto que contiene el ADN circular, los polirribosomas y enzimas de dos tipos: (1) las de información del ADN (ADN polimerasa, ARN polimerasa y (2) RubisCO.
Estroma tilacoidal o lámina	Interconectan las granas.
Grana	Serie de sacos apilados que contiene los tilacoides.
Lumen tilacoidal	Se realiza la fotohidrólisis acumulan iones de H ⁺ para crear un gradiente energético que activa a la ATP sintetiza para producir ATP.
Membrana interna	Regular el paso de sustancias, es poco permeable.
Plastorribosoma	Se conocen como plastorribosoma. Sintetizan proteínas necesarias para la fotosíntesis.
Tilacoide	Es donde se realizan las moléculas de energía NADPH y ATP en la fase lumínica de la fotosíntesis.

Lectura recomendada: *Cloroplastos*, Material didáctico, Biología y Geología, Valencia, España.

<https://www.socalluna.com/2o-bachillerato/2obach/bloque-iii-estructura-y-fisiología-celular/ud03-la-celula-sus-estructuras-y-orgánicos/orgánicos-de-doble-membrana/chloroplasts/>

Diagrama 3: Complejo captador de luz

El complejo captador de luz está formado por al menos 200 pigmentos que laboran unidos cada vez que son excitados por los fotones de luz solar. Cada uno de ellos tiene una molécula antena que capta diferentes largos de ondas del espectro de luz visible. Al captar la energía del largo de onda de luz, los electrones se excitan dentro de su órbita y pasan la energía a la molécula de pigmento más cercana, sin perder el electrón.

De esa manera los pigmentos siguen pasado la energía, de una molécula a otra, como si fuese un juego de papa caliente, hacia el centro de la reacción a donde se encuentra la clorofila A.

En el Fotosistema I, se encuentra la clorofila A P700, rodeada de un complejo captador de luz (pigmentos fotosintéticos al menos 100), formando la parte cíclica de las reacciones de fotosíntesis lumínica.

Mientras que el Fotosistema II contiene a la clorofila A P680 y su complejo captador de luz forma la parte acíclica de las reacciones de luz. (Jordan,2001).

Una molécula de agua se rompe por fotólisis, y cede 2 electrones a Clorofila A P680, de este rompimiento se producen 2 iones de Hidrógeno (H^+) y de Oxígeno (O^{2-}). Estos iones se acumularán en el estroma de los cloroplastos, hasta ser utilizados.

Si se rompe otra molécula de agua, los Oxígenos se unen y comparten los electrones, formándose (O_2) el cual es liberado a través de las estomas, parte debajo de las hojas. Los iones de H^+ , se mantienen en el lumen tilacoidal y forman un gradiente de concentración necesario para el proceso de fosforilación del ADP.

Commented [M1]: Hay que revisar este diagrama porque esta confuso

Diagrama 3: Complejo captador de luz

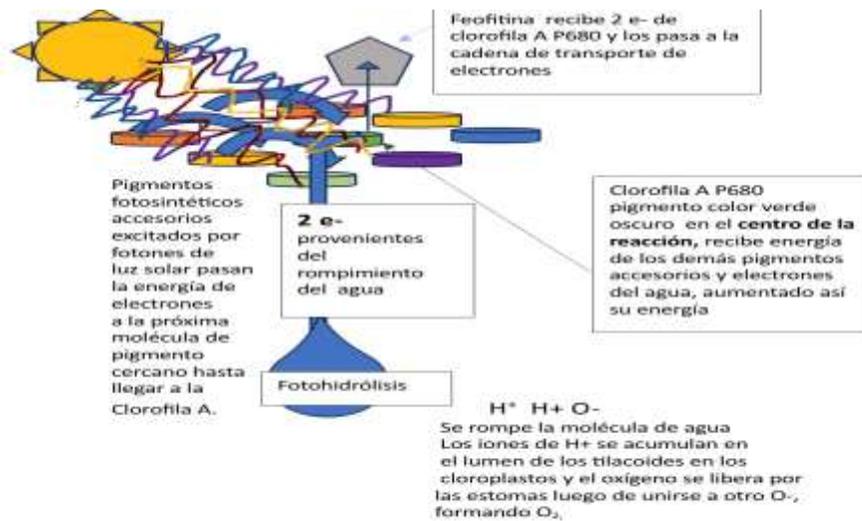


Diagrama explicativo del complejo cantador de luz del fotosistema II
Por: B. Berrios

Observa el diagrama 3 y contesta las siguientes preguntas

- a. La luz solar y el rol de los pigmentos fotosintéticos

La luz solar es la fuente de energía que contiene diversos largos de ondas que transmiten la energía lumínica a través de fotones son capturados o atrapados por los pigmentos fotosintéticos que pasan la energía a otras moléculas de pigmentos cercanos hasta el centro de la reacción.

- b. El rol de la molécula de agua en la fotosíntesis.

La molécula de agua al romperse pasa 2 electrones al centro de la reacción.

- c. ¿Cuál es el pigmento principal de la fotosíntesis en el fotosistema II?

El pigmento principal en este diagrama es la Clorofila A P680, ya que se encuentra en el centro de la reacción y recibe la energía de los demás pigmentos accesorios y electrones de la molécula de agua.

- d. ¿Cuál es el rol de Feofitina?

Feofitina es la primera molécula aceptadora de electrones de la clorofila A P680 y pasa los electrones (se oxida) a la cadena de transporte de electrones.

- e. Luego de analizar el diagrama y contestar las preguntas: ¿Cuál es la función del espectro de luz visible en el complejo captador de luz en los fotosistemas de las plantas?

El estudiante debe emitir una explicación estructurada que demuestre el aprendizaje del tema aumentado sus conocimientos previos y al aplicar las primeras actividades de la guía.

ACTIVIDAD #6: ¿QUÉ DICE LA GRÁFICA?

Objetivos:

1. Aplicar la teoría de colores de Newton a las ondas formadas por el espectro de luz visible y a los pigmentos fotosintéticos.
2. Comparar los pigmentos fotosintéticos de acuerdo a los colores que refleja y la absorbancia de las ondas de luz en nanómetros.

Instrucciones: Completa la Hoja de trabajo #6.

HOJA DE TRABAJO #6

Nombre: _____ **Fecha:** _____ **Salón Hogar:** _____

Observa la siguiente gráfica correspondiente a la absorbancia de largos de ondas de diferentes pigmentos fotosintéticos. Los altos picos de cada pigmento registrado en la gráfica representan los largos de ondas que absorben en nanómetros, cuando la curva baja llegando casi al eje de X representa el color que refleja cada pigmento. Completa la tabla 1. (www.recursos.cnice.mec.es)

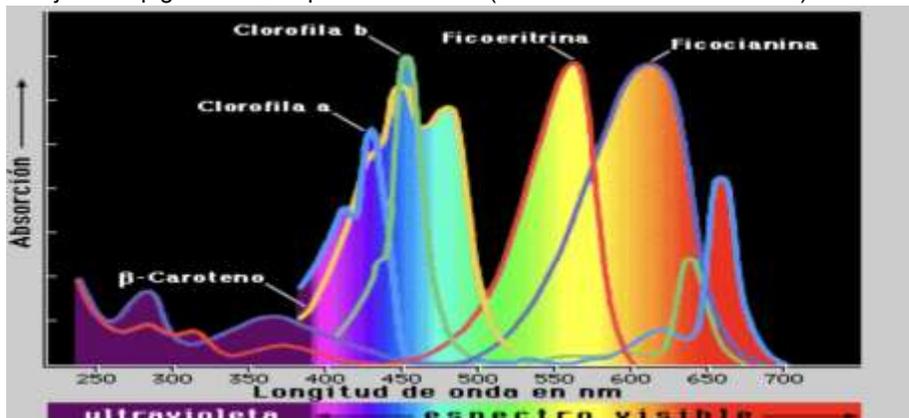


Tabla 1 – Resultados

Pigmento Fotosintéticos	Picos de largo de ondas (nm)	Color reflejado
Beta caroteno	450nm- 500nm	anaranjado
Clorofila A	420-450 nm y 680-700nm	verde
Clorofila B	400-500 nm Y 640-660 nm	verde claro
Ficoeritrina	550-600 nm	rojo
Ficocianina	630-650nm	violetas
Xantofila	450-500nm	amarillo



TEMA III - TÉCNICAS DE CROMATOGRAFÍA (INFORMACIÓN AMPLIADA PARA EL MAESTRO)

Objetivos: Los estudiantes:

1. desarrollarán destrezas en el uso y manejo de instrumentos de laboratorio
2. desarrollarán destrezas de la metodología científica tales como: observación, inferencia, registro de datos, predicción, experimentación, análisis de datos, entre otras.
3. explicarán el espectro de luz visible y relacionarán colores con los diferentes largos de ondas que los componen, al observar diagrama, tablas y contestando preguntas guías.
4. utilizarán diversas técnicas de separación mediante el método de cromatografía de partición para la separación de pigmentos fotosintéticos.
5. compararán diferentes solventes en las separaciones por cromatografía utilizadas para investigar cuál solvente separa la mayor cantidad de pigmentos encontrados en algunas plantas y en algas, y producen marcas más definidas, comparar la velocidad en que se producen y el reconocimiento por color observado de los diferentes pigmentos fotosintéticos
6. separarán los pigmentos mediante cromatografía de columna para realizar un análisis de la curva producida por cada pigmento, para su identificación, utilizando instrumento llamado espectrofotómetro o colorímetro que mide la onda producida en nm.
7. compararán los pigmentos fotosintéticos identificados en cada una de las muestras de extractos de hojas de diferentes plantas y algas, comparados con las ondas lumínicas del espectro de luz visible en respecto a reflexión y absorbancia de los mismos.
8. calcularán los R_f y velocidad de desplazamiento de cada pigmento, producidos en cada tira de papel de celulosa y TLC.
9. explicarán la importancia de los pigmentos fotosintéticos en el complejo captador de luz de los fotosistemas I y II durante la fotosíntesis e

Commented [M2]: define

identificarán cuál de ellos es el pigmento principal, al contestar preguntas guías.

10. explicarán el rol de los pigmentos complementarios y del agua, en el fotosistema II y el paso de electrones hacia la clorofila A P680.

Conceptos y definiciones:

1. Clorofila- pigmento responsable de la coloración verde característica de los tejidos vegetales. Cloroplastos- Almacenan clorofila y constituyen la organera en la que se lleva a cabo la fotosíntesis.
(Equipo editorial, 22 de noviembre de 2021, *Célula vegetal*, Concepto.de., Argentina. Consultado en 4 de julio de 2023. <https://concepto.de/celula-vegetal/#ixzz86VxJLMRu>)
2. Complejo captador de luz o LHC- complejo de proteínas de pigmento que captan la energía de la luz (fotones) y la convierte en energía que puede migrar al centro de reacción fotosintética donde ocurre la fotosíntesis. La luz es absorbida por moléculas del pigmento (ej. clorofila, bacterio clorofilo, carotenoides, ficobilina) que se adhieren a la proteína.
(tesauro 2013 de la Biblioteca Agrícola Nacional de los Estados Unidos)
3. Cromatografía- técnica de separación de mezclas complejas que no pueden separarse por otros métodos de separación, utiliza la capilaridad como parte principal del proceso. Produce en gráfico de color o separaciones observables y cuantificables entre los componentes de la mezcla, lo cual depende de la afinidad con la fase móvil (disolvente o eluyente) y la fase estacionaria (medio).
4. Cromatografía de capa fina de sílice (TLC)- método de afinidad que se utiliza para separar los compuestos de una mezcla. Se utiliza ampliamente para el análisis cualitativo y cuantitativo, prácticamente de cualquier clase de sustancia, el material absorbente en este caso es el sílice, el cual se adhiere a una placa de vidrio o aluminio, principalmente.
5. Cromatografía de columna- técnica de separación de mezclas que consiste de un material sólido absorbente se utiliza para rellenar una columna de vidrio o metal, un eluyente que permite la separación por afinidad, los

componentes de la mezcla bajan por la columna por gravedad y pueden ser recolectados individualmente para analizarlos. Una variación de la técnica de columna, puede ser colocar la fase estacionaria que contiene el absorbente en una jeringuilla, a la cual se le introduce el eluyente y se coloca en una bomba de presión al vacío para separar las mezclas.

6. Cromatografía de papel- método de separación de mezclas donde se utiliza un papel de celulosa para separar sus componentes. Posee una fase móvil que es un disolvente y la fase estacionaria es el papel.
7. Disolución- es una mezcla homogénea formada por dos o más sustancias puras que no reaccionan químicamente entre sí. Es la sustancia en la que se disuelve el soluto, generalmente es la más predominante. También se le conoce como solvente, dispersante o medio de dispersión.
(Ondarse, E. 15 de julio de 2021. *Disolución*. Concepto.de., Argentina.
Consultado en 4 de julio de 2023
<https://concepto.de/disolucion/#ixzz86W3HCg9F>)
8. Espectro de la luz visible-Diferentes largos de onda que forman parte de la ventana visible del espectro electromagnético, entre 380 nm a 750 nm que conforma la luz blanca los cuales se dividen por refracción en varios colores tales como: violeta, azul, cian, verde, amarillo, anaranjado y rojo que son reflejados.
9. Estados de agregación de la materia- formas en que es posible encontrar la materia los que dependen del tipo e intensidad de las fuerzas de atracción entre partículas, y poseen características físicas diferentes tales como volumen, fluidez o resistencia.
10. Fase estacionaria- es una sustancia absorbente que se mantiene inmóvil cuando se realiza la técnica de cromatografía.
11. Fase móvil- es una sustancia que actúa como disolvente o acarreador. Puede ser líquido o gaseoso.
12. Fotones (hv)- el fotón es la partícula de luz portadora la interacción electromagnética. Un fotón se caracteriza por su energía o, equivalentemente, por su frecuencia. El fotón se desplaza con velocidad

- constante en el vacío, 299792.5 km/s, independientemente de la velocidad de quien lo observe. Al moverse a la velocidad de la luz, es luz y tiene masa nula. (Sociedad española de astronomía)
13. Fotosíntesis- la fotosíntesis es el proceso bioquímico mediante el cual las plantas, las algas y las bacterias fotosintéticas convierten materia inorgánica (dióxido de carbono y agua) en materia orgánica (azúcares), aprovechando la energía proveniente de la luz solar (Equipo editorial, *Fotosíntesis*, Concepto, de., Argentina. Consultado 4 de julio de 2023 <https://concepto.de/fotosintesis/#ixzz86WArq3x6>)
 14. Mezclas heterogéneas- es un material compuesto por la unión de dos o más sustancias no vinculadas químicamente. Su característica fundamental es que sus componentes suelen distinguirse fácilmente entre sí. Este tipo de mezcla no es producto de una reacción química, aunque la mezcla en sí misma luego puede dar lugar a algún tipo de reacción. Una mezcla heterogénea puede estar compuesta por sólidos, líquidos, gases, o combinaciones entre ellos. Se separan mediante métodos mecánicos. (Ondarse, E. 29 de noviembre de 2021, *Mezclas heterogéneas*, *concepto de*, Argentina. Consultado en: 4 de julio de 2023. <https://concepto.de/mezcla-heterogenea/#ixzz86WFutyf8>)
 15. Mezclas homogéneas- es el resultante de una unión de dos o más sustancias en la que no se pueden distinguir las sustancias originales. Los elementos que componen la mezcla homogénea no pueden diferenciarse a simple vista, pero son separables físicamente pues entre ellos no tiene lugar una reacción química (<https://concepto.de/mezcla-homogenea/#ixzz86WEGa87n>)
 16. Ondas- en física se conoce como onda a la propagación de energía (no de la masa) en el espacio debido a una perturbación de algunas de sus propiedades tales como densidad, presión, campo electromagnético o electrónico, puede darse en un espacio vacío o a través de una materia como aire, agua, tierra, entre otros. Se producen por oscilaciones y vibraciones. Tienen propiedades físicas y diferentes frecuencias, las cuales

en ocasiones dependerán del medio de propagación y de la energía que transportan.

(Coluccio, E., 15 de julio de 2021, *Onda*, Concepto.de., última edición, Argentina Consultado: 4 de julio de 2023, <https://concepto.de./onda-2/>).

17. Pigmentos fotosintéticos- son moléculas que actúan como antenas captando la luz solar en forma de fotones y absorben diferentes largos de ondas del espectro de luz, reflejan colores de largos de ondas del espectro no absorbidas.
18. Reacciones dependientes de luz- son aquella secuencia de reacciones que utilizan luz solar y H₂O para convertir la energía lumínica en energía química, elaborando moléculas que almacenan energía tales como NADPH y ATP.
19. Silica- palabra que procedente del vocablo latino *silix*, hace referencia a un mineral que se compone de oxígeno y silicio. Cuando la sílice se encuentra hidratada, forma el ópalo, mientras que si el mineral es anhídrido da lugar al cuarzo.
(Pérez Porto, J., Gardey, A. (3 de junio de 2020). *Sílice - Qué es, definición y concepto*. Última actualización el 1 de diciembre de 2022. Recuperado el 4 de julio de 2023 de <https://definicion.de/silice/>)
20. Sólido- es la parte de una mezcla que se disuelve en el solvente. Puede ser un sólido, un líquido o un gas, que se encuentra generalmente en menores proporciones que el solvente y que, una vez mezclado, deja de ser perceptible a simple vista, porque se disuelve.
(<https://concepto.de/soluto-y-solvente/#ixzz86WHNc8xp>)
21. Solvente- sustancia que disuelve a la otra, es la sustancia mayoritaria de la mezcla. Por lo general, se trata de un líquido (para formar soluciones líquidas) en el que se disuelve un sólido, líquido o gas.
(<https://concepto.de/soluto-y-solvente/#ixzz86WlvUusr>)

Información general sobre las plantas elegidas:

- *Impatiens walleriana* (miramelindas)

Planta vascular, herbácea y con ciclo de vida anual o perenne, nativa del este de África, naturalizada en varios países del trópico, con una altura de 30 a 70 cm, florecencias en forma de racimos de 1 a 5 flores con tendencia a aglomerarse en la parte superior de la planta, con colores rosa, rojo, anaranjado, blanco y moradas. Floreciendo grandemente entre enero a junio y con menos flores durante el resto del año, debajo de la flor se encuentra un espolón nectarífero filiforme y curvado, de 1.5 a 2.5 cm de largo. Usos ornamentales y como pigmentos en la elaboración de materiales colorantes.



Rzedowski, G. & J. Rzedowski (eds) 1998. Balsaminidae*: Flora de Bajío y de regiones adyacentes. Fascículo 68. Instituto de Ecología, A.C.. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Patzcuaro, Michoacán, Mexico. Recuperado en 23 de junio de 2023 <https://www.1.inexplicable.edu.mx> Resistentes al sol y humedad Hook.f. Familia: Balsaminaceae

- *Transdescantia zebrina* (cucaracha)
Se le reconoce como una planta medicinal para tratamientos de diabetes, disentería, problemas menstruales, quemaduras, hemorragias nasales y inflamaciones por golpes, dolores de oído, de cabeza, problemas de la piel y otros. Dentro de sus cualidades curativas están diuréticas, antiinflamatorias, anti asmáticas, anti cancerígenas, anti bacteria les, depuratorias, dermatológicas y galactógenas. Las partes de la planta que se utilizan son las hojas, el tallo y su salvia debido al contenido de un flavonoide mono de afeitado llamado zebrinpin. Se reproduce por esquejes en poca humedad y con poco sustrato, enraizando en unos cuantos días. Su nombre científico se deriva al naturalista que la describió John Transdescant y zebrina se refiere a que sus hojas tienen rayas.

- *Chlophytum comosum* (Hawaiian spider plant)
Se le conoce como Ocean, spider plant o mala madre, Familia: Asparagaceae. Vista por primera vez en 1970. Se le reconocen usos tales como purificación del aire de contaminantes orgánicos volátiles (VOC) tales como benceno, formaldehído y tricloroetileno, en estudios realizados por NASA (*Clean air study*) y por *Associate Landscape contractor of America* (ALCA) llevados a cabo en 1989. Remueve CO₂ durante la absorción a través del proceso de la fotosíntesis, al igual que las demás plantas. (www, pumpkin Beth)
- Sargazo spp
Alga parda, se acumula cerca de los arrecifes de coral, en playas costeras y costas rocosas, se clasifican como Sargazo pelágico, debido a sus vesículas flotantes, sirven de refugio a especies marinas tales como algunas plantas, crustáceos, peces, tortugas, entre otros.
Suele duplicar su volumen en menos de 20 días, por lo cual puede crear “Mareas marrones”, cuando se concentra cerca de las costas, provocando con esto contaminación estética afectando la industria del turismo (Cast 2015), reducción de luz y oxígeno, acidificación de terrenos por la producción de ácido sulfúrico (H₂S), muerte y daño a los corales, aumento en las concentraciones de nitrógeno y fósforo (eutrofización), aumento de materia orgánica particulada (POM), pérdida de vegetación marina), afectaciones a la salud por emanaciones de gases tales como H₂S, CO₂ y metano) los cuales provocan olores desagradables (Atkin 2018; Langin 2018) , Clase- Phaeophyceae, familia Sargassaceae. (Agargh,C., 1820). (Surialink, Plantas de mar- Sargassum, Factsheet for Brown Seaweeds (phylum Phaeophyta) www.web. archive.org, Trent, Blare, Afeefa A, Gonzalez, E. & et al. Costos estimados en la producción de compost de Sargazo, IFAS Extension: askIFAS. Recuperado en: 20 de junio de 2023, [https:// www. Esos.ifasupl.edu](https://www.Esos.ifasupl.edu), Atkin,E,A. (2018, August 29). Human Have Created a New Natural Disaster. The New Republic.

Recuperado, 24 de junio de 2023. <https://newrepublic.com/article/150775/human-created-new-disaster>, Langin, K 2018, June 11). Mysterious masses of seaweed assault Caribbean island Science. Recuperado en 20 de junio de 2023 de <https://www.science.org/content/article/mysterious-masses-seaweed-assault-caribbean-islands>.]

Materiales a utilizarse para las técnicas de cromatografía

I. Equipo:

- buretas pequeñas (## mL) o columnas para cromatografía
- base de metal con sujetador para bureta
- cucharilla de metal
- coladores de metal
- colorímetro
- espectrofotómetro
- luz uv
- micro vials con base sujetadora
- morteros de porcelana
- palos de pinchos, sorbetos de café y tape en sustitución
- pinzas
- sensor de humedad y temperatura del ambiente interno de lab
- tubos capilares (75mm x 0.5-0.9 mm)
- vaso precipitado (beaker) de 50 y 150 mL o más, para crear una cámara que evite la liberación de los gases del disolvente orgánico.
- vials o botellas pequeñas de cristal con tapas
- vidrio de reloj

II. Material vegetativo:

- hojas de diferentes tipos de plantas
- hojas de la macro alga sargazo spp.

III. Solventes utilizados:

- alcohol etílico al 99%

- acetona al 100%
- agua

IV. Materiales escolares y otros

- computadora
- libreta
- lápiz
- papel de aluminio
- papel de maquinilla blanco
- papel engomado para rotular
- papel toalla
- pinches de madera pequeños, clips u otro tipo de sostén
- regla
- tijera

V. Materiales utilizados como medio de fijación o sólido para la fase estacionaria

- filtros de café
- papel de cromatografía
- TLC de silicagel fijado a base de aluminio
- silica granulada

Metodología a utilizarse:

Se utilizará la técnica de cromatografía de partición en diferentes medios que sirvieran de fase estacionaria, tales como papel de cromatografía, papel de filtro de café, TLC, (contiene silica en gel como absorbente fijada en hoja de aluminio y cromatografía de columna)

Diferentes tipos de solventes (agua, solvente universal), alcohol al 99% y acetona al 100% (ambos disolventes orgánicos polares) elegidos por su conocida afinidad con pigmentos. Con el propósito de separar los pigmentos fotosintéticos que se encuentran en hojas de diferentes plantas.

Se deben elegir plantas que se puedan conseguir con facilidad, que no estén dentro de listados de estado crítico de conservación. Las plantas que se utilizaron para un muestreo previo fueron: *Impatiens walleriana* o mejor conocidas en Puerto Rico y algunos países como miramelindas, *Transdescantia zebrina*, conocida

como cohite morado o cucaracha, planta nativa de México y Sudamérica. (www.el-mundo-forestal.com/cucaracha), *Chlophytum comosum* o Hawaii spider plant y Sargazo spp.

Se utiliza un mortero y diferentes solventes, arriba mencionados para crear cada extracto de las plantas. Por ejemplo: un extracto puede contener el producto de la maceración de las hojas de miramelindas y 2 mL de agua, otro el producto de la maceración de hojas de miramelindas y 2 mL de alcohol al 99% y otro el producto de la maceración de hojas de miramelindas y acetona al 100%, de esta misma forma se realizarán tres extractos con los mismos disolventes mencionados en el ejemplo con la misma cantidad del disolvente, pero con diferentes hojas de plantas y Sargazo spp. (mencionadas arriba u otras que el estudiante pueda conseguir, solo que debe conocer cuál fue la planta y tirar una fotografía para su clasificación) Los mismos disolventes se utilizan individualmente para la fase móvil en muestreos por separado de acuerdo con los siguientes: diferente disolvente, diferente medio o fase estacionaria de modo que la muestra aplicada a cada fase estacionaria coincida con el disolvente de la fase móvil, e.g., el extracto que se produce con acetona y hojas de una planta en particular debe ser colocado en un beaker de 150 mL con el mismo disolvente, en este caso acetona al 100% y así sucesivamente con cada una de las cromatografías para cada muestra.

Figura 1

Muestra el líquido producido por la maceración de las hojas de miramelinda, añadiendo 3 mL de acetona al 100% y con el uso de un mortero de porcelana para su producción.

Para maximizar el tiempo en que se realiza la experimentación para cada una de las muestras y los materiales a utilizar.



1

Procedimiento:

1. Se colocará una alícuota de cada extracto de planta, que fuese preparado con el mismo disolvente, en una tira de papel de cromatografía, tira de filtro de papel, del alto necesario para sobresalir del envase en que se realizaría el

experimento. La placa de TLC de 3 cm de ancho y puede tener menos cm de alto, siempre y cuando los pigmentos a separarse puedan correr la fase móvil y separar todos los pigmentos encontrados en la muestra de los extractos, a separar.

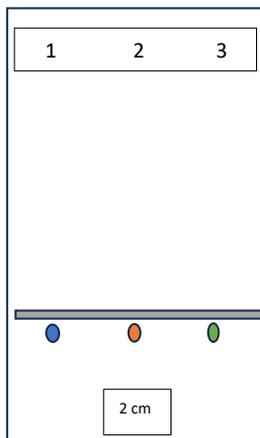
2. Se echa en el envase donde se realizaría el experimento el disolvente con el cual se realizó el extracto, a modo de fase móvil, ej., las muestras del extracto de cada planta que se realizaron con acetona al 100%, se colocarán en una misma tira papel, cuidando de enumerar en la parte superior de la tira de papel y TLC, la muestra de la cual se tomó la alícuota, se deja secar a temperatura ambiente durante unos minutos y se coloca en un envase que contiene acetona al 100%, como la fase móvil.
3. Para ello en la cromatografía de papel y TLC se mide desde el borde inferior del papel hasta 2 cm hacia arriba, se marca con un lápiz para crear una línea de contacto con el pigmento para evitar que cada muestra tuviera contacto directo con el disolvente.

IMPORTANTE: La línea de origen se escribe en lápiz ya que si se utiliza tinta de bolígrafo los pigmentos de este también se desplazarán a través de la tira y se mezclarán con los demás dañando la cromatografía de la planta o alga.

4. Al colocar la muestra se utiliza un tubo de cristal capilar, se tomará una alícuota de la muestra y se realiza un toque en el papel produciendo un punto de la muestra, se deja secar por evaporación de 1 a 2 min, antes de colocar otra cantidad de la muestra. La mancha producida es parecida a un punto de muestra de no mayor de 3 mm, para cada muestra colocada en el papel de cromatografía, de filtro de café y TLC de silicio.

El siguiente diagrama muestra cómo se deben colocar muestras de diferentes extractos en un mismo papel de filtro para la cromatografía por partición

Números que identifican
la muestra



Línea de origen y alícuotas de extractos
de plantas

Distancia del borde inferior
hasta la línea de origen

5. Se vierte cada disolvente en beakers de 150 mL, por separado, con la cantidad necesaria. Desde el fondo del envase hasta aproximadamente 1.5 a 2 cm, se sumerge el papel de cromatografía y de filtro de café en el disolvente. Utilizando cinta adhesiva y una presilla que se coloca desde el borde superior de la tira de papel a la pared lateral exterior del envase más próxima a la tira de papel.



Figura 2

Observe que los pigmentos suben por capilaridad y afinidad con las fases. La cantidad de disolvente en el fondo del envase es poca y el contacto directo con el disolvente solo es en el extremo de la tira inferior, sin sumergir la línea de origen.



Figura 3

Modo en que se sujetó la tira y se fijó con cinta adhesiva a la pared lateral exterior del envase.

La placa de TLC se dejará descansar en un lateral del envase con alguna inclinación, todas ellas se colocarán de modo tal que se evitara que las tiras de papel y placa tuvieran contacto directo con el disolvente.

6. Se observa la corrida de la fase móvil (disolventes) y la muestra del extracto colocada en un medio sólido, en este caso, papel de celulosa, placa de aluminio con silica gel fijado a esta. (Fase estacionaria) y se mide el tiempo de la corrida, se puede registrar el tiempo de aparición de cada una de las manchas, t_1 , y la separación de cada pigmento por separado, t_2 , t_3 y así sucesivamente hasta que el solvente llegue hasta arriba y se separen todos los pigmentos por afinidad de la fase estacionaria y de la fase móvil, evidenciado por las diferentes velocidades de desplazamiento del pigmento.

Figura 4

Se observa el tiempo en que se comenzó a separar el primer pigmento de la muestra en ambas tiras: tira de cromatografía (izquierda) y tira de filtro de café (derecha). En miramelindas y Spider plant se produjeron a la misma vez



Se puede calcular la velocidad de desplazamiento de cada uno de los pigmentos fotosintéticos encontrados en la muestra si utilizamos la siguiente fórmula

(V = velocidad D = distancia T = tiempo)

$$V = d/t$$

7. Se coloca una línea con un lápiz hasta dónde llegó la fase móvil o disolvente, se deja secar la tira de papel y la placa de TLC a temperatura ambiente. Para calcular el R_f , se mide la distancia de recorrido de la fase móvil tomando como punto de partida la línea de 2 cm desde el borde inferior de las tiras de papel y placas de TLC, donde se colocaron las alícuotas de cada extracto, hasta la línea donde llegó el disolvente, se registra el valor.

8. Luego se miden por separado las manchas de pigmentos producidas en las tiras de papel, desde la línea de origen (encontrada a 2 cm del borde inferior) hasta cada mancha (elusión de la muestra).

Se calcula el **Rf** de cada pigmento utilizando la siguiente fórmula.

$$Rf = \frac{\text{Distancia de las manchas}}{\text{Distancia del eluyente}}$$

Debido a que cada pigmento que se produce es arrastrando a diferente velocidad, según su afinidad con las fases estacionarias y móvil (por solubilidad y polaridad). Se calcula el Rf de cada analito (producto, evidenciado por su mancha en el papel, en este caso pigmentos fotosintéticos), por separado.

Este es un tipo de cromatografía de partición la cual separa los productos encontrados en una muestra, en dos fases líquidas diferentes en donde una de las fases líquidas es una mezcla a separar, fijada en un componente sólido la cual formará parte de la fase estacionaria, y la otra fase líquida es el disolvente utilizado para la separación, utilizado como fase móvil.

La finalidad es poder ser analizados por comparación directa o indirecta. Este tipo de cromatografía se utiliza en la separación de moléculas polares y no polares, proteínas, ácidos nucleicos, y otras biomoléculas.

Las ventajas de este método, al ser comparados con otras cromatografías, se deben a que el análisis es sencillo de realizar, económico con resultados de separación relativamente rápidos y eficaces, utilizadas para diversos usos entre los cuales están: farmacéuticos, alimenticios (detectando productos y algunos posibles contaminantes), entre otros.

(Principio y aplicación de la cromatografía de particiones, 23/09/22. Recuperado en 3 de julio de 2023. [https:// www.cienciaydato.org](https://www.cienciaydato.org))

Cromatografía de columna

En la cromatografía de columna se utilizarán varias columnas de cristal para esta técnica, parecidas a una bureta, pero no están calibradas, antes de su uso se limpia bien la columna con detergente liviano y agua destilada, se purifica utilizando el mismo disolvente en la última limpieza para evitar mezclar con

residuos de agua destilada, en cada una de las columnas. Luego de separar los pigmentos, según bajan de la columna, se analizan utilizando un espectro fotómetro.

Procedimiento:

1. Se rotulan las columnas con el nombre del disolvente a utilizarse.
2. Se rellena la columna con sílice en polvo que se ha disuelto previamente con una cantidad del disolvente hasta la parte superior permitiendo solo un pequeño espacio para verter 1 mL del extracto o muestra a separar. En el caso de la disolución de sílice es mejor utilizar agua para disolverla ya que los demás disolventes son volátiles y se secarán con mayor rapidez. (Los disolventes a utilizarse son: agua, acetona al 100% y etanol al 99%).



Figura 5: Muestra las columnas de cromatografía con sílice en la fase estacionaria

3. Se espera a que cada mancha de pigmento baje por separado al fondo de la columna, es necesario seguir rellenando con el disolvente la columna hasta casi la parte superior de la esta, mientras ocurre este paso, evitando que la sílice se seque y compacte dentro de la columna, es un proceso lento, pero efectivo de separación.

4. Se recolecta por separado cada uno de los pigmentos fotosintéticos encontrados en la muestra en vials o tubos colectores con tapas, evitando que el disolvente orgánico se convierta en gas ya que es volátil, y se secará fácilmente el extracto del pigmento recolectado.

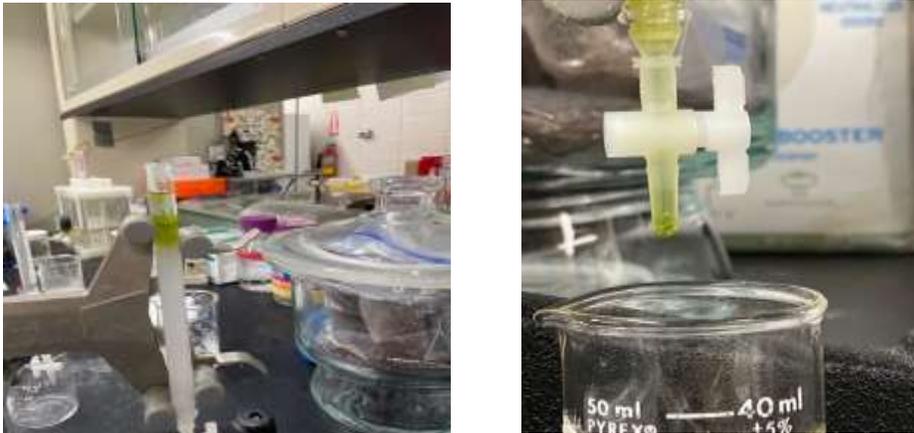


Figura 6: Muestra la recolección de un pigmento de las hojas de miramelindas

5. Se analiza la muestra mediante la utilización de un espectrofotómetro (mejor instrumento de observación del espectro de ondas producidas) o un colorímetro (solo puede registrar algunas de las ondas), estos instrumentos producen unos largos de ondas que son registrados en una gráfica, cada pigmento realizará una curva por separado, en nm, la cual se analizará para el reconocimiento del pigmento.



ACTIVIDAD #7: DETECTIVES DE COLORES EN LAS HOJAS

Objetivos: Los estudiantes:

1. Separarán los pigmentos fotosintéticos encontrados en varias hojas de plantas utilizando diferentes técnicas de cromatografía en papel y TLC, utilizando diferentes solventes.
2. Identificarán los pigmentos fotosintéticos encontrados comparándolos con la tabla de colores, largos de ondas y pigmentos fotosintéticos.
3. Investigarán en la literatura acerca de los pigmentos fotosintéticos y dividirlos entre pigmento principal y pigmentos complementarios.

Materiales:

- colorímetro o espectrofotómetro
- luz uv
- morteros de porcelana o cerámica
- pinches de madera pequeños, clips u otro tipo de sostén (palos de pinchos, sorbetos de café y cinta adhesiva en sustitución de los encontrados)
- pinzas
- vials (envases de plástico con tapas, conocidas también como tubos falcon) o botellas pequeñas de cristal con tapas
- vaso precipitado (beaker) de 50 y 100 mL
- vidrio de reloj

Materiales escolares y otros

- coladores de metal
- cucharas plásticas
- filtros de café
- hojas de aluminio
- lápiz
- papel de cromatografía
- papel de maquinilla blanco
- papel para rotular
- regla
- tijera



- tlc de silica

Solventes a utilizar:

- acetona al 100%
- alcohol al 99%
- agua destilada

Equipo de seguridad y otros

- delantar o bata de laboratorio
- gafas de seguridad
- guantes
- hojas del uso y manejo de los disolventes volátiles

Materiales vegetativos a utilizar:

- Varias hojas de cuatro plantas diferentes, si las hojas de las plantas son pequeñas recolecta la cantidad suficiente para producir tres extractos diferentes para la planta, un buen ejemplo sería, tener al menos 6 a 7 hojas para cada extracto de tamaño similar ($7 \times 3 = 21$ hojas de esa misma planta), si la hoja es mediana con 3 a 4 hojas por solvente, serian suficiente y si es grande al menos 1 a 2 hojas por solvente para la mezcla son suficiente.
(De ser posible, conseguir dos tipos de algas entre de ellas Sargazo y añadir o sustituir por dos de las plantas)

Los estudiantes:

1. Buscarán información general acerca de cada una de las plantas a realizarle cromatografía, de las técnicas de cromatografía y guardarán sus referencias.
2. Completarán la Hoja de trabajo #7 mientras realizan el laboratorio.



HOJA DE TRABAJO #7

Nombre: _____ Fecha: _____ Salón Hogar: _____

Actividad #7: Detectives de colores en las hojas

Define los siguientes conceptos:

Este trabajo puede ser grupal de modo que se dividen los conceptos a definir de acuerdo con los integrantes de cada grupo, esto ayudará a minimizar el tiempo en esta actividad y se pueda discutir los mismos.

1. alícuota
2. clorofila
3. complejo captado de luz
4. cromatografía
5. cromatografía de papel
6. cromatografía en capa fina (tlc) de sílice
7. disolución
8. espectro fotómetro
9. factor de retención (rf)
10. fase estacionaria
11. fase móvil
12. fluorescencia
13. fotosíntesis
14. mezclas homogéneas
15. mezclas heterogéneas
16. pigmento complementario
17. pigmentos fotosintéticos
18. reacciones dependientes de luz
19. soluto
20. solventes

Procedimiento:

- Preparación y acomodo de las áreas de experimentación



1. Recolecta las hojas de las plantas y de algas para realizar extractos.
 2. Tápalas con papel toalla y aluminio
 3. Colócalas dentro de una bolsa de plástico hermética y mételas en la nevera o refrigerador, para trabajar con ellas lo más frescas posible.
 4. Colócate tu equipo de seguridad.
 - a. Contesta la pregunta:
¿Qué seguridad te brindarán cada uno de los siguientes?
 - Bata de laboratorio- **Cuidado de la vestimenta y de la piel de las extremidades superiores.**
 - Gafas de seguridad- **Cuidado de los ojos.**
 - Guantes- **Cuidado de las manos, evitar contaminación y que penetren sustancias a través de la piel.**
 5. Limpiar y preparar tu mesa de laboratorio.
 6. Acomoda todos tus materiales de forma que evites accidentes en el laboratorio y los puedas acceder fácilmente cuando los necesites.
 7. Mantén cerca, pero a una distancia prudente, tu libreta de anotaciones y reportes.
- Preparación del extracto de las hojas
 1. Divide las hojas de las plantas y pésalas, deben tener el mismo peso, o un aproximado del peso de más o menos 1g de diferencia, de modo que puedas mantener cierta uniformidad al preparar un extracto con cada uno de los solventes para cada tipo de planta.
 2. Contesta en la siguiente tabla la pregunta ¿Qué colores de pigmentos fotosintéticos esperas encontrar?

Hoja de planta y de algas	Pigmentos que esperas encontrar
Planta 1	
Planta 2	
Alga 1	
Alga 2	

3. Echa las hojas en el mortero.
4. Macera las hojas realizando presión la maceta en las paredes del mortero.

Puedes picar las hojas con una tijera en pequeños trozos.

5. Contesta la pregunta: ¿Por qué se debe realizar la presión a las hojas?

Se debe presionar las hojas y no machacarlas para extraer mejor los pigmentos sin que se degraden por causas mecánicas.

6. Una vez que observes que las hojas están en pedazos pequeños y comenzó a formarse como una pasta le añades 1 mL del solvente y maceras nuevamente las hojas hasta que adquiera una consistencia de una pasta, le sigues añadiendo el solvente hasta un máximo de 3 mL, de ser necesario.



7. Contesta la pregunta: ¿Por qué no se puede realizar la mezcla del extracto con demasiado solvente?

No se debe utilizar demasiado solvente ya se diluyen los pigmentos y se dificultaría ver la separación de ellos en la cromatografía.

8. Utiliza un colador de metal pequeño y un envase de cristal, cuela el extracto, realiza un poco de presión con una cuchara plástica, de ser necesario para obtener la mayor cantidad de extracto.
9. Luego el líquido obtenido filtralo utilizando un filtro de café, hasta ver que no queda parte vegetativa. OJO: debes de cerrar el filtro y torcer hasta que salga el líquido, no realices mucha presión porque se puede romper y vaciar su contenido dentro del vaso con el extracto.
10. Vacía el extracto en tubos de plástico (Falcon) o en envase de cristal con tapa y envuélvelo en una hoja de aluminio. Mantenlo en un área fresca o en nevera.
11. Contesta la pregunta: ¿Por qué debes colocar el extracto en un envase con tapa y envolverlo en aluminio?



La clorofila es un pigmento fotosensitivo y suele degradarse por diversas causas, en cuanto a taparlos para evitar se evaporen sus disolventes ya que son volátiles.

Realiza los pasos para cada extracto a preparar recuerda para cada planta y alga debes de realizar un extracto con cada uno de los solventes: agua, etanol y acetona 100%

12. Mide el envase de cristal donde realizarás la cromatografía. Corta las hojas de cromatografía de papel y de filtro de café unos dos a tres cm más grandes, y de 2 pulgadas de ancho, y las de placa TLC, si las tienes disponible.
13. Utilizando una regla y lápiz, mide en el extremo inferior de cada tira preparada, 2cm del borde de la tira hacia arriba y realiza una línea, en la parte de arriba de cada tira de papel escribes la cantidad de extractos de plantas y de algas a los cuales realizarás la cromatografía, se recomiendan, 2 por cada tira de papel, para observaciones más precisas, del tiempo de aparición de las manchas en forma de banda de los pigmentos.

Ilustra cómo debe verse la tira de papel preparada para el muestreo.

Escribes en la parte superior el nombre del solvente
ej. Acetona 100% y muestras ej. Plantas 1 y 2

Línea de origen donde colocarás las alícuotas de cada extracto de plantas o de algas

Recuerda que se escribe en lápiz sobre la tira de papel



Explica brevemente: ¿Por qué crees que se recomienda utilizar lápiz y no bolígrafos con tinta? **Ver las anotaciones anteriores con respecto a esta pregunta.**

14. Sobre la tira de papel de cromatografía, filtro de café y placa de TLC, coloca una alícuota de cada muestra de los extractos de las plantas y en otras 3 tiras, según se indicaron arriba, una alícuota de cada extracto de alga, solo debes realizar un pequeño punto en la tira con un tono capilar, de ser posible. Deja secar las muestras por al menos 1 a 2 minutos y coloca otra alícuota de cada extracto sobre la muestra ya colocada, repite el mismo procedimiento, dejando secar entre muestras al menos unas 5 a 7 veces, hasta que el punto de la muestra producido se vea algo oscuro, o con la cantidad suficiente de la muestra. El punto de cada muestra debe ser de 3 cm o menos. Deja secar las tiras por 3 minutos antes de proseguir.

Contesta las preguntas:

¿Qué sucedería si ...?

A. No añadiras la cantidad suficiente de muestra del extracto a la tira.

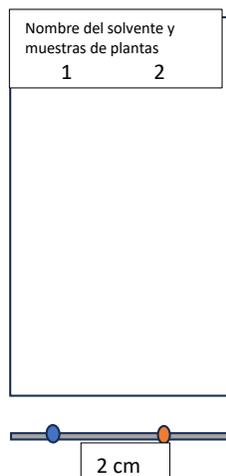
Los pigmentos pueden disolverse con facilidad y no verse en la tira.

B. Si realizas puntos muy grandes de muestras en la tira.

Se mezclarán los pigmentos de las muestras.

C. Si añades alícuotas de la muestra sin dejar secar entre alícuotas del extracto.

Se puede romper la tira o expandirse el Punto de la muestra demasiado.



15. Utilizando dos envases de 150 mL, vierte al menos una cantidad del solvente que cubra el fondo del envase hasta al menos 1.5 cm de altura.



En ambos envases colocarás agua, y luego repetirás este procedimiento con alcohol etanol o isopropílico de 75% o más y finalmente con acetona 100%.

16. Colocas una tira de papel de cromatografía en uno y la de filtro de café, de tener la tira de placa TLC, Fíjala con cinta adhesiva a un palito de madera, o a la parte externa del envase. Luego tapa con un cristal de reloj. Anota la hora en que colocaste la tira en el solvente. Observa y anota el desplazamiento de los pigmentos, anota la hora en que observaste que se formó una marca en la tira con el pigmento en una tabla, de igual forma anotarás, la hora en que se producen cada uno de los pigmentos en las tiras. (Realiza lo mismo con los demás solventes por separado, si utilizas el mismo envase debes de lavarlo y colocarlo sobre papel toalla para que seque bien, esto puede tardar mucho tiempo)

Nota: se recomienda que la observación sea realizada por un estudiante por cada tira observada a la misma vez, para que las observaciones sean precisas, por lo que esta actividad debe ser trabajada en pares o equipo, según asignado.

Para calcular el tiempo de desplazamiento de cada mancha o pigmento por separado, utiliza la siguiente fórmula:

Dato: T= tiempo en que se produjo, n= mancha o pigmento producido)

$$T_n = \frac{\text{Tiempo en que se produjo la mancha}}{\text{Tiempo de inicio del experimento}}$$

Para calcular la velocidad de desplazamiento de cada uno de los pigmentos fotosintéticos encontrados en la muestra si utilizamos la siguiente fórmula

(Vn= velocidad de arrastre del pigmento D= distancia T= tiempo)

$$V_n = d/t$$

Se calcula el **Rf** de cada pigmento utilizando la siguiente fórmula.

$$R_f = \frac{\text{Distancia de las manchas}}{\text{Distancia del eluyente}}$$



➤ Observaciones del muestreo realizado con técnica de cromatografía de partición (Solvente agua)

Se realizaron los puntos del extracto de cada muestra colocada en cada medio con ____ (cantidad) alícuotas, utilizando _____ (tubo capilar, sorbeto de café u otro)

La planta 1 es: _____. La planta 2 es: _____

El alga 1 es: _____. El alga 2 es _____

____ mL (cantidad) de agua (solvente) en el vaso precipitado de 150 mL

A las ____ (hora) comenzaron a subir los pigmentos de la muestra

Muestras y medio de fase estacionaria	SOLVENTE UTILIZADO: Agua					
	Hora de inicio	Hora en que apareció la mancha (Pigmento) , cantidad en tiempo, color y Rf				Hora de terminación
		Mancha 1	Mancha 2	Mancha 3	Mancha 4	
Planta 1						
Fitro de café						
Papel de cromatografía						
Placa TLC						
Planta 2						
Fitro de café						
Papel de cromatografía						
Placa TLC						

Muestras y medio de fase estacionaria	SOLVENTE UTILIZADO: Agua					
	Hora de inicio	Hora en que apareció la mancha (Pigmento) , cantidad en tiempo, color y Rf				Hora de terminación
		Mancha 1	Mancha 2	Mancha 3	Mancha 4	
Alga 1						
Filtro de café						
Papel de cromatografía						
Placa TLC						
Alga 2						
Filtro de café						
Papel de cromatografía						
Placa TLC						

➤ Observaciones del muestreo realizado con técnica de cromatografía de partición (solvente alcohol)

Se realizaron los puntos del extracto de cada muestra colocada en cada medio con ____ (cantidad) alícuotas, utilizando _____ (tubo capilar, sorbeto de café u otro)

La planta 1 es: _____. La planta 2 es: _____

El alga 1 es: _____. El alga 2 es _____

____ mL (cantidad) de alcohol al ____% (solvente) en el vaso precipitado de 150 mL

A las _____ (hora) comenzaron a subir los pigmentos de la muestra

Muestras y medio de fase estacionaria	SOLVENTE UTILIZADO: Alcohol _____ al _____%					
	Hora de inicio	Hora en que apareció la mancha (Pigmento), cantidad en tiempo, color y Rf				Hora de terminación
		Mancha 1	Mancha 2	Mancha 3	Mancha 4	
Planta 1						
Fitro de café						
Papel de cromatografía						
Placa TLC						
Planta 2						
Fitro de café						
Papel de cromatografía						
Placa TLC						
Alga 1						
Fitro de café						
Papel de cromatografía						
Placa TLC						

Muestras y medio de fase estacionaria	SOLVENTE UTILIZADO: Alcohol _____ al _____%					
	Hora de inicio	Hora en que apareció la mancha (Pigmento), cantidad en tiempo, color y Rf				Hora de terminación
		Mancha 1	Mancha 2	Mancha 3	Mancha 4	
Alga 2						
Filtro de café						
Papel de cromatografía						
Placa TLC						

➤ Observaciones del muestreo realizado con técnica de cromatografía de partición (solvente acetona)

Se realizaron los puntos del extracto de cada muestra colocada en cada medio con _____ (cantidad) alícuotas, utilizando _____ (tubo capilar, sorbeto de café u otro)

La planta 1 es: _____. La planta 2 es: _____

El alga 1 es: _____. El alga 2 es _____

_____ mL (cantidad) de acetona al 100% (solvente) en el beaker de 150 mL

A las _____ (hora) comenzaron a subir los pigmentos de la muestra

Muestras y medio de fase estacionaria	SOLVENTE UTILIZADO: Acetona 100%					
	Hora de inicio	Hora en que apareció la mancha (Pigmento) , cantidad en tiempo, color y Rf				Hora de terminación
		Mancha 1	Mancha 2	Mancha 3	Mancha 4	
Planta 1						

Muestras y medio de fase estacionaria	SOLVENTE UTILIZADO: Acetona 100%					
	Hora de inicio	Hora en que apareció la mancha (Pigmento) , cantidad en tiempo, color y Rf				Hora de terminación
		Mancha 1	Mancha 2	Mancha 3	Mancha 4	
Fitro de café						
Papel de cromatografía						
Placa TLC						
Planta 2						
Fitro de café						
Papel de cromatografía						
Placa TLC						
Alga 1						
Fitro de café						
Papel de cromatografía						
Placa TLC						

Muestras y medio de fase estacionaria	SOLVENTE UTILIZADO: Acetona 100%					
	Hora de inicio	Hora en que apareció la mancha (Pigmento) , cantidad en tiempo, color y Rf				Hora de terminación
		Mancha 1	Mancha 2	Mancha 3	Mancha 4	
Alga 2						
Filtro de café						
Papel de cromatografía						
Placa TLC						

TEMA IV: CADENA DE TRANSPORTE DE ELECTRONES DE LA FOTOSÍNTESIS

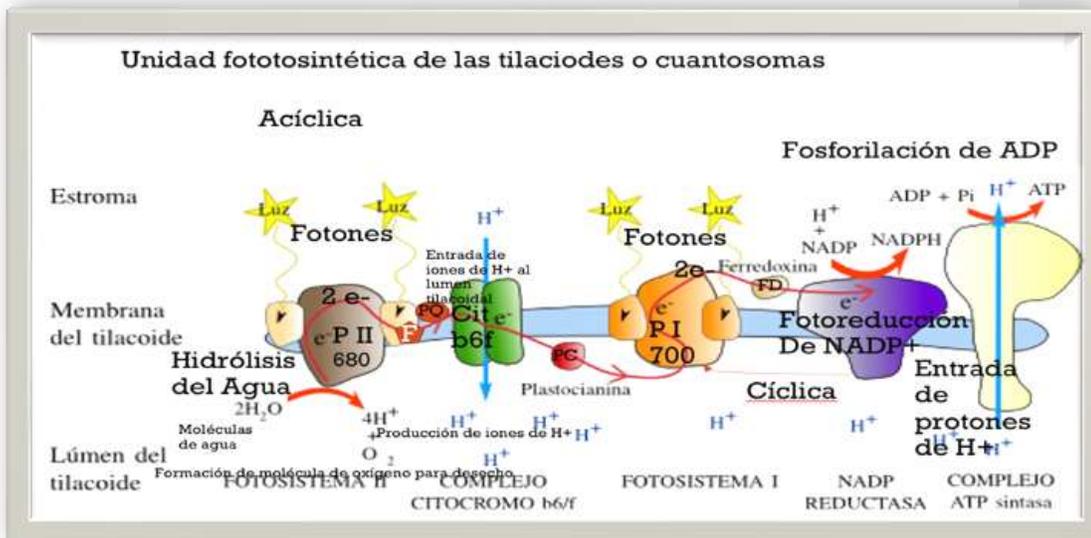


Imagen adaptada de wikipedia: Diagrama de las reacciones de oxidación-reducción de la fase lumínica de la fotosíntesis.

Estructuras moleculares involucradas en la membrana de los tilacoides

Moléculas transportadoras de electrones de la cadena de electrones

- *F- Feofitina* (Primer aceptador de electrones de P680, cede electrones hacia la cadena de transporte de electrones pasándolos a PQ.)
- *Pq- Plastoquinonas* (Feofitina le pasa los electrones y mientras transcurre en la cadena de transporte de electrones el electrón cedido pierde energía, mientras que PQ adquiere un H al acercarse a la membrana del tilacoide, el cual perderá más tarde durante una reacción.)
- *Cit b6f*- Complejo citocromo (Recibe electrones de PQ, además permite la entrada de H^+ que se encuentran en el estroma y en serán

almacenados en el lumen tilacoidal. Se oxida al ceder electrones a PC.)

- *Pc- Plastocianinas*-(Recibe electrones del citocromo y los cede a P700, del fotosistema I.)
- *Fed-Ferredoxina*- (Se reduce al ganar electrones de Clorofila A P700 y los cede a NADP reductasa para la formación de NADPH.)

Proteínas formadoras de moléculas de energía

- *NADP reductasa* (Proteína que integra a H, es una molécula alta en energía)
- *ATP sintetasa* (complejo proteico que forma el ATP cuando integra un P_i al ADP por el proceso de fosforilación, el complejo molecular de ATP sintasa, es energizado por el gradiente de protones H^+ del lumen tilacoidal.)

Pigmentos involucrados en los fotosistemas

Fotosistema I- *Clorofila A 680* nm y complejos accesorios del complejo captador de luz cercano a la molécula.

Fotosistema II- *Clorofila A 700* nm y complejos accesorios del complejo captador de luz cercano a la molécula.

Tarea 1 - Define los siguientes:

1. Fosforilación -**La fosforilación es la adición química de un grupo fosforilo (PO_3) a una molécula orgánica.**
(<https://www.Greelane.com/es/ciencia-tecnología-Matematicas>)
2. Foto reducción- **Proceso por el cual los fotones de luz al incidir sobre una molécula hace que la molécula gane electrones cedidos por otra molécula.**
3. Electrones- **Partícula subatómica con carga eléctrica negativa, representado por el símbolo e- (wikipedia)**
4. Moléculas- **Unidad mínima de una sustancia que conserva sus propiedades**

químicas y puede estar formada por átomos iguales o diferentes (Real Academia Española)

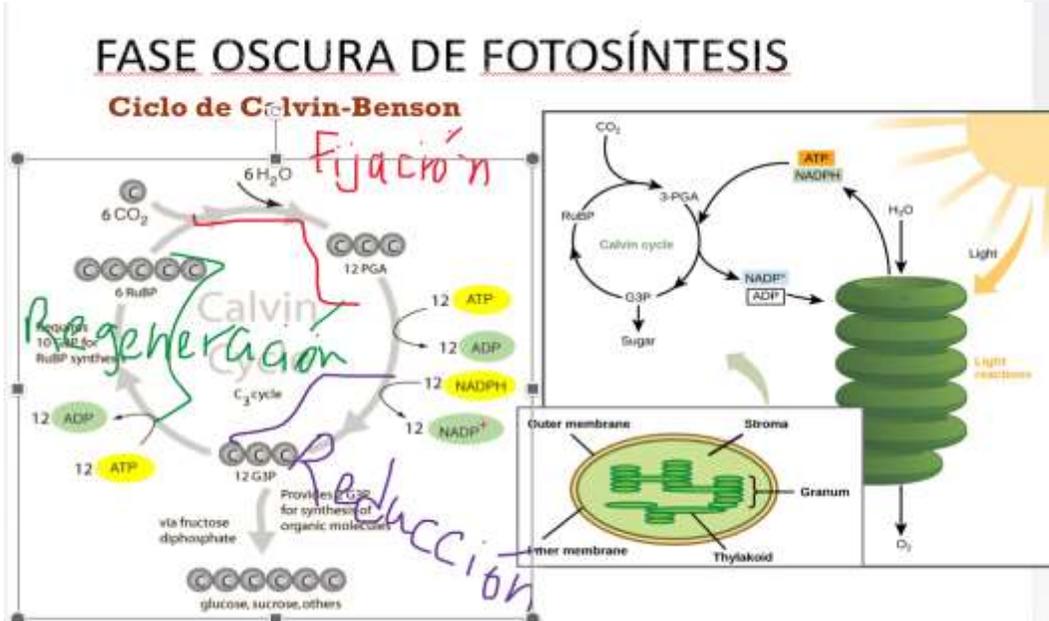
5. Oxidación- Reacción química donde un compuesto cede electrones a otra molécula. [HTTPS://www.quimica.es/enciclopedia/oxidación.html](https://www.quimica.es/enciclopedia/oxidación.html))
6. Protones- Partícula subatómica con carga eléctrica positiva. (Wikipedia)
7. Reducción- Reacción química donde una molécula gana electrones cedidos por otra molécula. (<https://química.es/enciclopedia/oxidacion.html>)

Tarea II - Contesta las siguientes preguntas

1. ¿Con qué finalidad se utiliza la luz solar? **La luz solar se utiliza con la finalidad de transformar energía lumínica en energía química.**
2. ¿Qué moléculas captan los diferentes largos de ondas lumínicas? **Los pigmentos que captan diferentes largos de ondas lumínicas y transmiten la energía hacia el centro de la reacción donde se encuentra la clorofila A.**
3. ¿Cuál es el pigmento principal de la fotosíntesis? **El pigmento principal es la clorofila A**
4. ¿Menciona varios pigmentos accesorios comunes de la fotosíntesis?
Beta caroteno, xantofilas como luteína, antocianinas, clorofila B, clorofila C1, C2 y C3 y clorofila D.
5. En el Fotosistema II o fotosíntesis acíclica Feofitina es el pigmento producto de la degradación de clorofila A y el primero en aceptar electrones. Nombra en orden de reacciones de oxidación- reducción de la cadena de transporte de electrones hasta completar el transporte de electrones. Recuerda que termina con la aceptación de electrones de la molécula NADP. **Plastoquinona, Citocromo b6f, plastocianina, Clorofila A P700, Ferrofitina y NADP reductasa.**
6. ¿En qué parte del cloroplasto ocurren estas reacciones?
Las reacciones ocurren en las membranas de los tilacoides.
7. De la fase de fotosíntesis lumínica se forman dos moléculas altas en energía, ¿Cuáles son? **Las moléculas altas en energía son ATP y NADPH2**

TEMA V: FASE OSCURA DE LA FOTOSÍNTESIS; CICLO DE CALVIN- BENSON

Commented [M3]: Trabajar la figura



Las moléculas de energía formadas en la fase lumínica serán utilizadas junto con el CO₂ y moléculas de agua para formar una molécula de azúcar C₆H₁₂O₆, durante reacciones del Ciclo de Calvin-Benson. La fase oscura, no necesariamente ocurre en ausencia de luz, más bien es la fase siguiente una vez formadas las moléculas de energía necesarias para completar el proceso de sintetizar alimento para los organismos fotosintéticos.

Los procesos de formación se pueden dividir en tres para una mejor comprensión del ciclo:

A. Proceso de fijación

En el proceso de fijación se une el **CO₂**, a la molécula de azúcar de cinco carbonos **RuBP** (Ribulosa 1-5 bifosfato). Esta reacción está mediada por una enzima llamada **Rubisco** que cataliza (provoca a que la reacción se realice, aumentando la velocidad de la reacción química). De esta reacción

Commented [M4]: Oración incompleta



se forma una molécula inestable de 6 carbonos que se parte en dos moléculas de 3 carbonos llamada **PGA** (3-fosfoglicerato).

B. Reducción

Se necesita energía para la formación de glucosa, la cual es aportada por moléculas de ATP y NADPH₂. Al reducir la molécula forma a 3 GPA (Gliceraldehido 3 fosfato) y moléculas de menor energía ADP y NADP⁺, que eventualmente pasarán a la fase de fotosíntesis lumínica para ser cargadas de energía nuevamente al ADP unirse a un grupo PO₃ por fosforilación y NADP⁺ reducirse y unirse a 2H. Dos moléculas de G3P forman la molécula de 6 carbonos de C₆H₁₂O₆, que es la molécula necesaria para que los organismos realicen trabajo relacionados con el mantenimiento de la vida.

C. Regeneración

Las demás moléculas de G3P que no fueron utilizadas se re acomodan para formar la molécula de RuBP (molécula de 5 carbonos), para eso necesitan energía aportada por moléculas de ATP.

Una vez completado el ciclo, se repite nuevamente hasta formar la cantidad de moléculas de azúcar necesarias para los procesos de vida del organismo. Parte de las moléculas realizadas se almacenan en vacuolas, en formas de moléculas más grandes como el almidón, en las plantas.

Tarea 1: Contesta las siguientes preguntas:

1. ¿Qué moléculas son necesarias para que el ciclo de Calvin- Benson continúe? **Se necesita CO₂, H₂O, la enzima Rubisco, ATP y NADPH₂**
2. ¿Qué molécula necesaria para los procesos de vida del organismo se forma en el ciclo de Calvin- Benson? **Se forma la molécula de azúcar C₆H₁₂O₆.**
3. ¿En qué macromolécula se almacena en las plantas las moléculas de C₆H₁₂O₆? **Se almacena en forma de almidón**

ACTIVIDAD #8: FOTOSÍNTESIS EN LAS HOJAS VARIEGADAS DE LA PLANTA DE COLEUS

Las hojas de la planta Coleus exhiben una gran variación de colores (son variegadas). Algunas partes de las hojas tienen clorofila mientras otras partes tienen pigmentos no-fotosintéticos.



Objetivo:

En este experimento se determinará en qué parte de la hoja de Coleus ocurre fotosíntesis mediante la identificación de depósitos de almidón..

Problema:

De los pigmentos/colores que tiene la hoja, ¿cuáles de ellos la hoja utiliza para el proceso de fotosíntesis?

Hipótesis:

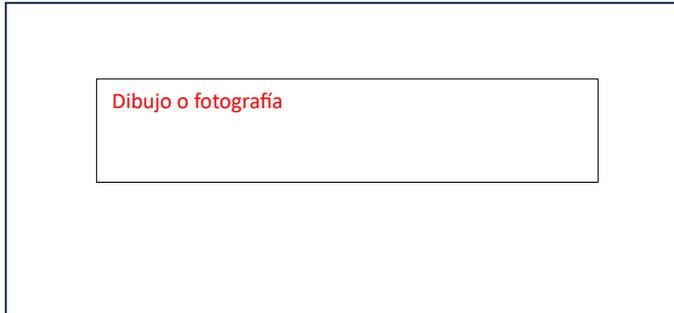
Los estudiantes pueden proveer variedad de respuestas a esta pregunta para sus hipótesis. El rol del maestro será enfatizar en cómo se debe formular una hipótesis, ya que no es una mera contestación a una pregunta.

Materiales

- agua destilada
- alcohol etílico
- pinzas
- placas petri al menos 3
- plancha o plataforma caliente (hotplate)
- planta coleus
- vaso de precipitado de 200 mL
- yodo

Procedimiento:

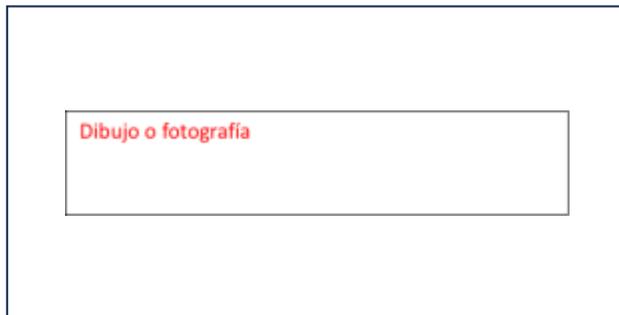
1. Elija una hoja de Coleus, fotografíela y dibújela con el fin de identificar la variación en los colores de la misma.



2. Utilice un vaso de precipitado de 200 mL para crear un baño de María, (llenar el vaso precipitado con agua y dejar hervir el agua.
3. Llene varios tubos de ensayos con alcohol y sumérgalos dentro del envase con agua hirviendo por 15 minutos.

No debe utilizar un mechero para esto; debe utilizar una plancha (*hot plate*) y estar pendiente. Recuerde que el alcohol es flamable.

4. Sumerje la hoja en el alcohol que se encontraba hasta que blanquee.
5. Saque la hoja del alcohol y colóquela en un plato petri con agua
6. Añade varias gotas de tintura de yodo hasta que cubra toda la hoja.
7. Observe y dibuja los cambios de color de la hoja. El yodo tiñe el almidón en los lugares donde se produjo la fotosíntesis.



Contesta las siguientes preguntas:

1. ¿En cuántos lugares se produjo fotosíntesis? (los lugares corresponden a los pigmentos de colores)



Se espera actividad fotosintética en las áreas de la planta de color verde, los pigmentos rojos, blancos o cremas, corresponden a otros tipos de pigmentos no fotosintéticos procedentes de cromoplastos.

2. ¿Qué relación tienen los diferentes pigmentos con la fotosíntesis?

Los diferentes pigmentos que se encuentran en la planta se dividen entre fotosintéticos y no fotosintéticos. Normalmente se encuentran ayudando en el proceso de fotosíntesis varios pigmentos accesorios, tales como: carotenoides, xantofilas, ficoeritinas, antocianinas, clorofilas A y B, entre otras. Los carotenoides se encuentran junto con las xantofilas y proveen protección a la planta de los rayos lumínicos, todos ellos trabajan para la clorofila A, pigmento principal.

Se espera diferentes y variadas contestaciones de los estudiantes, pero de forma simple o ampliada deben coincidir en que los pigmentos accesorios trabajan juntos para enviar energía a la clorofila A.

3. ¿Por qué algunos pigmentos no realizaron fotosíntesis?

En algunas áreas donde no se percibe actividad fotosintética, se debe a que el pigmento no es fotosintético, son pigmentos de cromoplastos, parecidos a los de los pétalos de las flores en donde no hay actividad fotosintética ya que no se encuentran dentro de los cloroplastos.

ACTIVIDAD #9: EL EFECTO DEL LARGO DE ONDA DE LUZ EN LA FOTOSÍNTESIS

En este laboratorio se utilizarán filtros que bloquean y transmiten ciertos colores o largos de onda de la luz; por ejemplo, el filtro amarillo sólo dejará pasar el largo de onda de luz amarilla y el filtro azul sólo dejará pasar el largo de onda de luz azul. Luego de una semana se determinará qué largos de ondas utilizan las plantas de hojas verdes en la fotosíntesis observando dónde en la hoja se produjo almidón.

Objetivos: Demostrar que largo o largos de ondas son más favorables para la fotosíntesis en una planta de hoja verde.



Problema: ¿Cuál color de onda será necesaria para la fotosíntesis en una planta de hoja color verde?

Hipótesis: **Los estudiantes pueden proveer variedad de respuestas a esta pregunta para sus hipótesis, el rol del maestro será enfatizar la forma en que se debe realizar una hipótesis, ya que no es una mera contestación a una pregunta.**

Materiales

- alcohol etílico
- filtros de colores de 3 cm x 3 cm de acetato (rojo, azul, verde, amarillo y anaranjado)
- papel de aluminio o papel negro
- plancha o plataforma caliente (hot plate)
- planta de hoja verde ancha
- presillas de papel (clips)
- tintura de yodo

Procedimiento

1. Utilizando láminas de acetato de colores: verde, azul, rojo, amarillo y anaranjado. Corte pedazos rectangulares de 3cm x 2 cm y cree un pequeño filtro.
2. Cubra parte de una hoja de planta color verde con los filtros de colores por ambos lados de la hoja (arriba y debajo de la hoja), sujétalos con presillas (clips).
3. Corta un pedazo rectangular del mismo tamaño de papel de aluminio o papel de construcción negro para cubrir parte de la hoja.
4. Rotule la planta con la fecha.
5. Coloque la planta por una semana en un lugar donde pueda recibir luz solar, en el laboratorio.
6. Separe las hojas preparadas con los filtros del tallo de la planta.
7. Tire una fotografía o realice un dibujo de la hoja identificando la posición de los filtros de colores y del filtro de aluminio u hoja de papel de construcción de color negro.



8. Remueve las presillas y los filtros de la hoja.
9. Utilice un vaso precipitado de 200 ml para crear un baño de María, (llenar el vaso precipitado con agua y dejar hervir el agua.
10. Llene varios tubos de ensayos con alcohol y sumérjalos dentro del envase con agua hirviendo por 15 minutos.

***No debe utilizar un mechero para esto debe utilizar una plancha calentadora y estar pendiente. Recuerde que el alcohol es flamable.

11. Sumerja la hoja en alcohol que se encontraba hasta que blanquee.
12. Saque la hoja del alcohol y colóquela en un plato Petri con agua, luego añada varias gotas de tintura de yodo hasta que cubra toda la hoja.
13. Enjuague un poco la hoja con agua destilada (clarificación)
14. Observe, fotografíe y registre los cambios de color en la hoja por las según las zonas en donde estaban los filtros. Sólo las partes de la hoja que tenían filtros azules, naranjados y rojos deben producir almidón.
15. Conteste la pregunta:

¿Por qué no se produjo almidón en el área con el filtro color verde, si las plantas son verdes?

Tabla: Observaciones de cambios en una hoja.

Tratamiento realizado a la hoja	Observaciones	Cambios
Hoja con filtros una semana después de estar expuesta al sol		
Hoja después del blanqueado con alcohol		
Hoja con tintura de yodo		
Hoja enjuagada con agua destilada		

Incluya una hoja de Word con las fotografías identificando cada una.

Conteste las siguientes preguntas:



1. De acuerdo con los resultados obtenidos, ¿Qué indican los resultados sobre los largos de ondas utilizados por las plantas de hojas verdes durante el proceso de la fotosíntesis?

Puede haber variedad de resultados, no obstante, se espera que en la parte de la hoja donde se encuentre el filtro verde, y es posible que, en parte del filtro amarillo, el proceso de fotosíntesis, **no se observe**, recordado el tema de los largos de ondas que se reflejan y se absorben, el color verde de una hoja es el reflejado por lo que **el largo de onda verde no será absorbido por la planta**.

2. ¿Cómo se relacionan estos resultados con el espectro de luz y la captación de los pigmentos fotosintéticos, estudiados?

Todos los pigmentos trabajan junto a la clorofila A, captando diferentes largos de ondas de energía lumínica y producen una molécula que almacena la energía lumínica en energía química, necesaria para la realización de los trabajos de las plantas.

ACTIVIDAD #10: RESUMEN DE LA FOTOSÍNTESIS

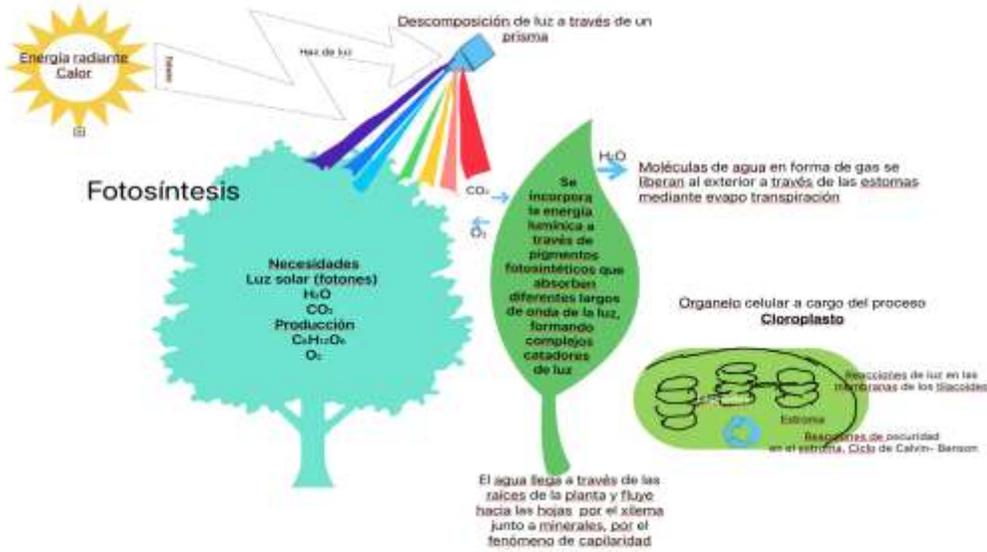


Diagrama: Resumen de la fotosíntesis

Realiza un resumen con al menos cinco párrafos detallando lo aprendido durante el tema de la fotosíntesis, puedes utilizar el diagrama para repasar algunos subtemas estudiados y elaborar tu resumen.