



# Descubriendo mi Talento

D.A.R. 2021. *Descubriendo mi Talento*. Fanny Margarita de Gante Ayora, Miguel Ángel Herrera-Alamillo, Miguel Gibrán Román Canto y Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C. (CICY).

Esta obra debe citarse de la siguiente forma:

De Gante Ayora, F. M., Herrera-Alamillo, M. A., y Román Canto, M. G. (Eds.). (2021). *Descubriendo mi Talento*. Mérida, Yucatán, México: Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C.

En el caso de capítulos:

Apellidos, Inicial del Autor/es del capítulo. (2021). Título del capítulo. De Gante Ayora, F. M., Herrera-Alamillo, M. A., y Román Canto, M. G. (Eds.), *Descubriendo mi Talento* (pp. xx-xx). Mérida, Yucatán, México: Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C.

La reproducción o traducción de esta obra requiere el permiso escrito de la institución que lo edita. Pueden reproducirse sin autorización pequeños fragmentos del texto y figuras aisladas, siempre que se den los créditos correspondientes.

© Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C.  
Calle 43 #130, Col. Chuburná de Hidalgo.  
C.P. 97200, Mérida, Yucatán, México. Tel. (999) 942-8358

Centro Público de Investigación del Sistema Conacyt.

ISBN: 978-607-7823-46-9

Primera edición: diciembre de 2021.  
Coordinador editorial: Julio César Domínguez Orta.  
Cuidado editorial: Miguel Gibrán Román Canto.  
Diseño editorial: Norma Marmolejo Quintero.

Hecho en México.



# Descubriendo mi Talento

**Fanny Margarita de Gante Ayora**

**Miguel Ángel Herrera-Alamillo**

**Miguel Gibrán Román Canto**

Editores





# Agradecimientos

Dr. Pedro Iván González Chi  
Director General del CICY

## **Comité Organizador Talento CICY**

M. S. C. Rosaura Lorena Martín Caro  
Directora de Planeación y Gestión

L. C. C. Julio César Domínguez Orta

L. D. P. Norma Marmolejo Quintero

M. C. M. Fanny Margarita de Gante Ayora

M. C. Miguel Ángel Herrera-Alamillo

L. C. C. Erika Cano León

L. C. C. Miguel Gibrán Román Canto

Ing. Cinthia Mariana Madera González

Ing. Luis Alberto Puc Canul

## **Grupo Académico de Evaluadores Externos**

Dr. Luis Ignacio Hernández Chávez  
Profesor investigador  
Instituto Tecnológico Superior de  
Felipe Carrillo Puerto

MTE. Noemí Guadalupe Castillo Sosa  
Profesora investigadora  
Instituto Tecnológico Superior de  
Felipe Carrillo Puerto

Dr. Alejandro Pereira Santana  
Profesor investigador  
Centro de Investigación y Asistencia en  
Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco



## **Autores de los capítulos**

Dr. Antonio Almazán-Becerril

Dr. Jesús Alvarado Flores

I. Q. I. Silvia Beatriz Andrade Canto

Ing. Juan Andrés Mauricio

Lic. Juan Manuel Arana-Ravell

M. C. Alejandra Barraza Morales

Q. B. A. Ileana Cecilia Borges Argáez

Dra. Rocío de Lourdes Borges Argáez

Dr. José Adán Caballero Vázquez

Q. B. B. Mirbella del Rosario Cáceres Farfán

L. C. C. Erika Gabriela Cano León

Dra. Blondy Beatriz Canto Canché

M. C. Gerardo Carrillo Niquete

Dr. José Manuel Cervantes Uc

M. C. Bartolomé Humberto Chi Manzanero

M. C. Benjamín Delgado-Pech

L. C. C. Julio César Domínguez Orta

Ing. Alfredo Dorantes Euán

M. E. D. Fabiola Escalante Erosa

Dra. Celene Espadas Manrique

Ing. Jocelyne Dayanna Frías-Hernández

M. C. Francisco Javier García Villalobos

M. C. José Rufino Gómez Tah

Dr. Pedro Iván González Chí

Q. F. B. Rosa Grijalva Arango

Ing. Eunice Arely Hernández-De la O

Dr. José Luis Hernández Stefanoni

M. C. Miguel Ángel Herrera-Alamillo

Dr. Ignacio Rodrigo Islas Flores

Biól. Verónica Limones Briones

Mtro. César Martín Barrera

Lic. Damián Alberto Mayo Ruíz

Q. I. Leticia Medina Baizabal

M. C. María Verónica Moreno Chulim

I. B. Noemí Iraís Pat Vázquez

M. C. Jorge C. Peniche Pérez

Dra. Leticia Peraza Echeverría

Dr. Jorge Adrián Perera Burgos

M. C. Rosa Pérez Hernández

I. B. Cielo Guadalupe Poot Bote

Biól. Uri Yael Ramírez Vázquez

M. C. Gabriela Reyes Palomeque

Dra. Nayeli Rodríguez Fuentes

Ing. Omar Yamil Rodríguez Gamboa

M. C. José de los Ángeles Rodríguez Laviada

M. C. Lucila Aurelia Sánchez Cach

Dra. María del Carmen Silverio Gómez

Q. I. Tanit Toledano Thompson

M. C. Fernando Jesús Tun Dzul

M. C. Miguel Alonso Tzec Simá

Dr. Jorge Alonso Uribe Calderón

Dra. Ruby Alejandra Valdez Ojeda

Dra. Blanca Marina Vera Kú



# Contenido

4 **Agradecimientos**

8 **Prólogo**

## 9 PREPARATORIA

10 **1P**  
**¿Es fácil aislar el ADN de mi entorno?**

M. C. Miguel Ángel Herrera Alamillo  
Q. B. A. Ileana Borges Argáez  
Dra. Leticia Peraza Echeverría

23 **2P**  
**Las microalgas en tu vida diaria**

Dra. Ruby Alejandra Valdez Ojeda  
Q. I. Tanit Toledano Thompson

51 **3P**  
**Los habitantes invisibles, ¿amigos o enemigos?**

Dra. Blondy Beatriz Canto Canché  
M. C. Bartolomé Humberto Chi Manzanero  
M. C. José Rufino Gómez Tah

66 **4P**  
**La pandemia y la biotecnología**

Biól. Verónica Limones Briones  
Dra. María del Carmen Silverio Gómez

79 **5P**  
**Observando las mascarillas empleadas en la pandemia de la Covid-19**

I. Q. I. Silvia Beatriz Andrade Canto  
M. C. Maria Verónica Moreno Chulim  
M. C. José de los Angeles Rodríguez Laviada

91 **6P**  
**Nanomateriales regeneradores de hueso**

Dr. José Manuel Cervantes Uc  
I. B. Noemí Iraís Pat Vázquez  
I. B. Cielo Guadalupe Poot Bote  
Dra. Nayeli Rodríguez Fuentes  
Dr. Jorge Alonso Uribe Calderón

109 **7P**  
**Ciencia y Propiedad Intelectual**

M. C. Alejandra Barraza Morales  
M. C. Francisco Javier García Villalobos

## 122 SECUNDARIA

123 **1S**  
**Estudio del movimiento uniforme, caótico y turbulento de microorganismos acuáticos**

Dr. Jesús Alvarado Flores  
Dr. Jorge Adrián Perera Burgos



**142 2S**  
**Glu, glu. ¿Quién vive allí?**  
**La vida de los peces**  
**en el arrecife**

Dr. José Adán Caballero Vázquez  
M. C. Jorge C. Peniche Pérez

**163 3S**  
**Los misterios del agua verde**

Lic. Juan Manuel Arana-Ravell  
Ing. Eunice Arely Hernández-De la O  
Ing. Jocelyne Dayanna Frías-Hernández  
M. C. Benjamín Delgado-Pech  
Dr. Antonio Almazán-Becerril

**186 4S**  
**Nunca estoy solo,**  
**mi microbiota me acompaña**

M. C. Miguel Alonso Tzec Simá  
Dr. Ignacio Rodrigo Islas Flores  
Lic. Damián Alberto Mayo Ruíz

**210 5S**  
**Cultivando plantas**  
**in vitro en casa**

Q. B. A. Ileana Cecilia Borges Argáez  
Dra. Leticia Peraza Echeverría  
M. C. Miguel Ángel Herrera Alamillo

**225 6S**  
**¡Las plantas tomaron mi casa!**

Dr. Pedro Iván González Chí  
Mtro. César Martín Barrera  
Ing. Omar Yamil Rodríguez Gamboa

**259 7S**  
**Planta vs. Planta**

Dra. Rocío de Lourdes Borges Argáez  
M. E. D. Fabiola Escalante Erosa  
M. C. Lucila Aurelia Sánchez Cach  
Ing. Alfredo Dorantes Euán  
Q. F. B. Rosa Grijalva Arango  
Q. I. Leticia Medina Baizabal  
Q. B. B. Mirbella del Rosario Cáceres Farfán

**283 8S**  
**Árboles vivos,**  
**árboles amigos**

Dra. Celene Espadas Manrique  
M. C. Gerardo Carrillo Niquete  
M. C. Rosa Pérez Hernández  
Biól. Uri Yael Ramírez

**309 9S**  
**El tiempo pasa y la ciudad**  
**crece, ¿cómo podemos**  
**medir este crecimiento?**

M. C. Fernando Jesús Tun Dzul  
Dr. José Luis Hernández Stefanoni  
M. C. Gabriela Reyes Palomeque  
Ing. Juan Andrés Mauricio

**328 10S**  
**El mosquito amenaza,**  
**la comunicación salva.**

Dra. Blanca Marina Vera Kú  
LCC. Julio César Domínguez Orta  
LCC. Erika Gabriela Cano León



# Prólogo

## Descubriendo mi Talento

Este libro, además de ser tu guía, también será tu aliado para descubrir que la ciencia, sin excepción, está en todos lados. A lo largo de la lectura de cada uno de los capítulos te adentrarás a conceptos novedosos y prácticos que te permitirán experimentar lo que es ser un científico o una científica.

El contenido de este libro digital didáctico fue compilado de proyectos científicos de la vida real, con la experiencia de personal científico y técnico. En este espacio obtendrás respuestas a preguntas que quizá pensabas que no tenían solución y, también se generará otra ola de dudas por resolver, tal como lo hacen los científicos y científicas en su labor cotidiana al interior del laboratorio.

La historia de la humanidad ha atestiguado grandes aportes que han revolucionado la forma de ver el mundo, todos ellos basados en la ciencia: se ha conseguido conocer acerca de la evolución humana, se descubrió cómo producir electricidad y, más recientemente, se creó la vacuna contra el coronavirus, entre muchas otras más que

han permitido ofrecer soluciones a los problemas ambientales, sociales y económicos que se viven día a día.

El planeta Tierra está en constante cambio, necesitamos de la ciencia como una aliada que nos ofrezca mejores alternativas para aminorar el calentamiento global, la extinción de especies de plantas y animales, minimizar el impacto cada vez más constante de fenómenos naturales como terremotos o huracanes, entre otras problemáticas.

Y es por ello que, hoy más que nunca, necesitamos nuevas personas que se quieran aventurar a salvar el mundo a través de la ciencia, descubriendo su talento; ya sea en la robótica, las matemáticas, la biología, el arte, la historia, la química o cualquier otra ciencia. Todas son importantes y válidas, ya que tienen como fundamento el método científico.

Déjate sorprender y permítete disfrutar a través de este libro lo que la ciencia tiene para ti y **Descubre tu Talento**.

**Comité organizador  
Talento CICY 2021**

Este libro es producto del programa de fomento a las vocaciones científicas **Talento CICY 2021**, del Centro de Investigación Científica de Yucatán A.C., un centro público de investigación del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt).

Descubriendo mi Talento



# Preparatoria

Talento   
CICY





# 1P

## ¿Es fácil aislar el ADN de mi entorno?

**M. C. Miguel Ángel Herrera Alamillo**

**Q. B. A. Ileana Borges Argáez**

**Dra. Leticia Peraza Echeverría**

Unidad de Biotecnología

### Descripción

Se estudiará el **ADN** (ácido desoxirribonucleico), su importancia en la ciencia y las aplicaciones más actuales que se han desarrollado.

Los estudiantes conocerán tres procedimientos básicos de extracción, empleando material vegetal de una planta, de un fruto y de su propio ADN. Se utilizará un protocolo casero y uno estandarizado.

### Objetivo

Fomentar en el estudiante el cuestionamiento, el pensamiento crítico-analítico, la discusión y comunicación de ideas en forma oral y escrita, sobre temas relacionados con el ADN y las ciencias biológicas en general.



## ¿Qué vas a aprender?

- Propósitos específicos: el alumno será capaz de realizar la extracción de ADN a partir de tejido vegetal (hoja, raíz, flor o fruto) y de su propia saliva, mediante un protocolo casero. Además, se le proporcionarán los conocimientos para que pueda comprender la teoría relacionada con el material genético.
- Contenidos conceptuales: extracción, biotecnología, genética, herencia, genes, biología molecular.
- Contenidos procedimentales: observación, análisis, experimentación, discusión, expresión oral, trabajo en equipo.
- Contenidos actitudinales: consideración de las plantas como fuente de alternativas para el beneficio del ser humano conforme a los valores culturales, respeto, compromiso, equidad, reparto equitativo de beneficios, trabajo en equipo.

## Materia afín

- Ciencias experimentales/Ciencias de la Vida/Biología  
([www.sems.gob.mx/curriculoems/implementacion-planes-y-programas-de-estudios](http://www.sems.gob.mx/curriculoems/implementacion-planes-y-programas-de-estudios))



### Pregunta inicial

El aislamiento del ADN mediante la extracción, ¿sería el punto de partida para posteriormente identificarlo o manipularlo?

¿Es posible extraer ADN de vegetales utilizando un protocolo casero?



## Panorama general del tema

Existen más de 10 000 enfermedades genéticas descritas en el mundo y que afectan a alrededor del 7 % de la población mundial, causando alta morbilidad y costos para los sistemas de salud pública. Representan un reto su diagnóstico por la variabilidad clínica y la necesidad de pruebas diagnósticas moleculares.

En México, las enfermedades congénitas, que abarcan una amplia variedad de padecimientos, afectan del 2 al 3 % de recién nacidos en el país, valor que aumenta al 7 % durante el primer año de vida (Kudo, 2021).

La extracción de **ADN** se realiza como un paso previo para purificar el material genético y así poder realizar, posteriormente, estudios de análisis molecular y aplicarlos en pruebas forenses, diagnóstico de paternidad y de enfermedades, entre otros (Marcos-Merino, J. M. et al., 2019).

El ADN, llamada la "molécula de la vida", son las siglas del ácido desoxirribonucleico. Esta se encuentra contenida en el núcleo de la gran mayoría de las células, así como en algunos organelos como las mitocondrias (en los animales y vegetales) y los cloroplastos (en los vegetales).



El porqué es importante estudiarla, radica en que nos permite conocer mejor el funcionamiento de nuestra propia existencia y las distintas formas de vida que nos rodean; así como afrontar problemas como el surgimiento de nuevas enfermedades en

humanos (Covid-19) o en plantas (amarillamiento letal en el cocotero). Así se podrán crear nuevas herramientas que favorezcan una detección temprana de enfermedades emergentes y conservar las diferentes especies de seres vivos del planeta.



## Presentación

El objetivo de este proyecto es fomentar en el estudiante, el cuestionamiento, el pensamiento crítico-analítico, la discusión y comunicación de ideas en forma oral y escrita sobre temas relacionados con el ADN y las ciencias biológicas en general.

Durante su desarrollo estudiaremos el ADN, su importancia en la ciencia y las aplicaciones más actuales registradas con base a su estudio.

Los estudiantes conocerán tres tipos de protocolos básicos de extracción de ADN, empleando material vegetal de una planta, de un fruto y de su saliva.

Asimismo, conocerán algunos conceptos básicos de la biología molecular, genética y biotecnología.



## Desarrollo

Estas son las actividades que deberás realizar día a día con el objetivo de reforzar tus conocimientos en biología, genética y conocer la biotecnología.

Estas prácticas son apropiadas para alumnos y alumnas que cursan actualmente del nivel bachillerato a la universidad, como una primera introducción al conocimiento del ADN, o como una rápida y sencilla actividad complementaria a la enseñanza de la existencia del material genético.

El manual de instrucción incluye contenidos, tanto para un nivel intermedio, como para un nivel básico.

Las prácticas se pueden realizar en cualquier momento durante un curso de Biología o Ciencias Naturales, pero es particularmente apropiada cuando se están tratando los siguientes temas:

- Biomoléculas.
- Estructura celular.
- Mitosis y meiosis.
- Genética.
- Tecnología del ADN.



### NOTA

Se debe tener un conocimiento general de la estructura y función del ADN antes de comenzar esta actividad.



## Extracción y aislamiento de ADN: ¿cómo se realiza?

Los alumnos comenzarán las actividades cortando en pedazos pequeños el tejido del vegetal y del fruto. En el caso del ADN humano, haciendo un raspado de las células del interior de su boca y depositándolas en un recipiente de vidrio con solución **tampón de lisis**.

Esta contendrá en todos los casos, un detergente que rompe las membranas celular y nuclear, dejando libre al ADN. También contiene sal (bicarbonato de sodio), que asegura una mayor recolección y cantidad de material genético intacto.

El ADN y otros componentes celulares, como lípidos, azúcares y proteínas se disuelven en la solución. El ácido desoxirribonucleico tiene carga negativa debido a los grupos fosfato de su

estructura, lo que hace soluble a esta molécula. Cuando se añade sal a la muestra, los iones de sodio con carga positiva son atraídos por las cargas negativas del ADN, provocando una neutralización.

Esto permite a las moléculas unirse en vez de repelerse entre sí. El extracto celular se incubaba a 50°C, la temperatura óptima para la actividad proteasa. La adición de alcohol frío precipita el ADN, dado que es insoluble en altas concentraciones de sal y alcohol.

El material precipitado forma unas finas hebras blancas y visibles en el límite de separación de la fase de alcohol, mientras que el resto de las sustancias permanecen disueltas (BIO-RAD, 2021).



### Práctica 1. Extracción de ADN de un fruto.

#### Objetivo

Utilizar unas sencillas técnicas caseras para poder extraer el ADN de un tejido vegetal.

#### Fundamento

La extracción de ADN se realiza como un paso previo para purificar el material genético, y así, realizar estudios de análisis molecular (pruebas forenses, diagnóstico de paternidad y de enfermedades, caracterización molecular, etcétera).

El ADN de las frutas o verduras que comemos, lo utilizamos, por ejemplo, para identificar inequívocamente la especie o la variedad de que se trata. En la industria alimentaria se emplea para detectar posibles fraudes, en el caso de que se trate de zumos o de mezclas de carnes o pescado.

La extracción de ADN se puede realizar de varios tejidos; en nuestro caso lo haremos de la pulpa de un plátano, pero se puede repetir con otras frutas o verduras. Para el aislamiento se requiere una serie de materiales y etapas que a continuación enlistaremos:



## Materiales

- Plátano.
- Tenedor.
- Goteros de medicinas.
- Tazón de vidrio o cerámica.
- Sal de mesa y/o ablandador de carne.
- Bicarbonato de sodio (se consigue en las farmacias).
- Cucharas de plástico (2 piezas).
- Jabón líquido de trastes (de preferencia de color transparente y que no sea antibacteriano).
- Un vaso de plástico transparente de 250 ml (puede ser reciclado limpio y seco).
- 1 litro de agua purificada.
- Filtros para café.
- Embudo o colador de plástico.
- Alcohol de curación (previamente enfriado en el congelador por 8 horas a  $-20^{\circ}\text{C}$ ).
- Jeringas de 20 ml.
- Vaso o frasco de cristal de 50 ml.



## Método

### 1. Preparación de la solución de lisis:

Añadir en un vaso de plástico o cristal transparente de 250 ml, las cantidades que a continuación se indican:

- 100 ml de agua purificada (medir con la jeringa de 20 ml).
- Una cucharada de sal de mesa (de las que se emplean para café).
- 3 cucharadas de bicarbonato de sodio.

Agitar lentamente con la cuchara hasta disolver las sales.

Por último, agregar dos cucharadas de jabón para trastes evitando que forme burbujas y agitar lentamente hasta que sea homogénea la solución.

2. Seleccionar el plátano a emplear (de preferencia que no esté muy maduro).
3. Quitar la corteza del fruto y cortarlo en rodajas.
4. Colocar la mitad de un plátano (de preferencia que haya estado en el refrigerador por lo menos 30 minutos antes de ser utilizado) en un tazón de vidrio. Añadir un poco de agua purificada y triturar hasta obtener una mezcla tipo puré con la ayuda del tenedor.
5. En otro tazón de vidrio, adicionar 10 ml de la papilla del plátano (5 cucharadas aproximadamente). Agregar 20 ml de la solución de lisis y agitar lentamente con una cuchara (durante 5 minutos), hasta que la mezcla se homogenice, evitando formar burbujas.
6. Colocar un filtro para café en un embudo y éste a su vez, en un vaso de plástico o cristal. Descartar la pulpa del fruto, ya que se trabajará con el filtrado colectado (líquido espeso). En este paso colectamos 5 ml del filtrado en otro frasco de cristal o plástico pequeño de 100 ml con tapa.
7. Adicionar lentamente y deslizando por la pared del frasco, 10 ml de alcohol puro frío; posteriormente cerrar muy bien el tubo (el alcohol debe estar por lo menos 8 horas en el congelador del refrigerador previo a comenzar el experimento).
8. Invertir 5 veces el frasco lentamente para que se mezcle el filtrado con el alcohol. Dejar reposar 5 minutos y observar.
9. En la interfase agua-alcohol debe aparecer la hebra enrollada de ADN (ácidos nucleicos). Suele emerger a la superficie.



10. Con la ayuda de un gotero de medicina o un agitador de vidrio, tomar el ADN formado en el vaso y lo traspasamos a un frasco pequeño.

11. Anotar y dibujar en la bitácora cómo se observan las hebras de ADN (qué forma tienen, qué color, la cantidad, si fue fácil recuperar las hebras de ADN).



## Práctica 2. Extracción de ADN de una verdura.

### Objetivo

Utilizar sencillas técnicas para poder extraer el ADN de un tejido vegetal.

### Fundamento

A continuación, se describe un método simple para aislar el ADN de un tejido vegetal. En primer lugar, el tejido se rompe mediante un procedimiento mecánico. A continuación, las paredes celulares y las que rodean el núcleo se degradan empleando detergente doméstico. Los fragmentos de la célula se separan por filtración. Los ácidos nucleicos y las proteínas solubles permanecen en la solución. Las proteínas se degradan mediante un enzima y los ácidos nucleicos se extraen en alcohol frío.



### Materiales

- Cebolla, tomate y/o chile dulce.
- Bolsa con cierre hermético (tipo Ziploc).
- Goteros de medicina.
- Jeringas de 20 ml.
- Sal de mesa y/o ablandador de carne.
- Bicarbonato de sodio (se consigue en las farmacias).
- Cucharas de plástico (2 piezas).
- Jabón líquido de trastes (de preferencia de color transparente y que no sea antibacteriano).

- Vaso de vidrio (del tipo mole Doña María).
- Vaso de plástico transparente de 250 ml (puede ser reciclado limpio y seco).
- 1 litro de agua purificada.
- Filtro para café.
- Embudo o colador de plástico.
- Termómetro.
- Alcohol de curación (previamente enfriado en el congelador por 8 horas).
- 2 frascos pequeños de vidrio.
- Tazón de plástico con capacidad de 1 litro.
- Hielo en cubos.
- Olla de cocina de medio litro.
- Cuchillo.
- Tabla para cortar



### Método

1. Preparación de la solución de lisis:

Añadir en un vaso de plástico o cristal transparente de 250 ml, las cantidades que a continuación se indican:

- 100 ml de agua purificada (medir con la jeringa de 20 ml).
- Una cucharada de sal de mesa (de las que se emplean para café).
- 3 cucharadas de bicarbonato de sodio.

Agitar lentamente con la cuchara hasta disolver las sales.

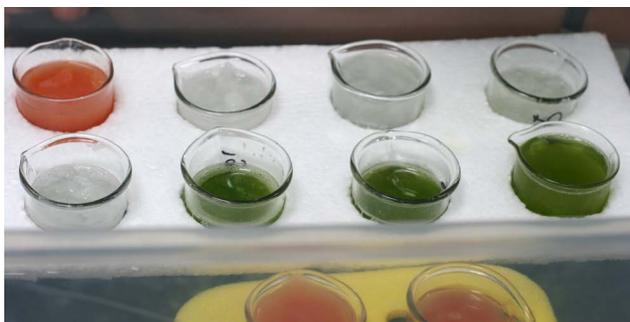


Por último, agregar dos cucharadas de jabón para trastes evitando que forme burbujas y agitar lentamente hasta que sea homogénea la solución.

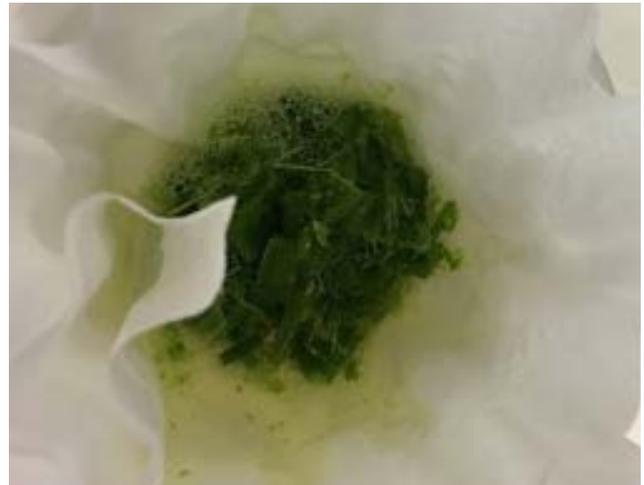
2. Seleccionar el vegetal a emplear.
3. Si es la cebolla, usar la mitad de ésta y quitar la corteza exterior. Si es el tomate, quitar el centro, el jugo y las semillas. En caso de que se opte por el chile dulce, de igual modo se eliminan las nervaduras internas y las semillas. Todos se cortan en cuadritos pequeños.



4. Colocar el vegetal picado dentro de la bolsa con cierre hermético. Añadir 100 ml de la solución de lisis y macerar el tejido con la ayuda de un vaso de vidrio, aplastando gentilmente la pulpa del vegetal hasta obtener una papilla o puré. La proporción entre el tejido vegetal y la solución de lisis debe de estar 1 a 2.



5. Colocar un filtro para café en un embudo sobre un frasco de vidrio, para realizar una separación física de la pared celular y de todo el tejido que pudiera contaminar la muestra. Se trabajará con la fracción colectada (50 ml del filtrado), la cual se traspasa a otro frasco de vidrio limpio.



6. En una olla de metal, se coloca en baño María a 50°C durante 10 minutos. Se mide la temperatura con un termómetro y en caso de ser necesario, se puede añadir agua fría para mantener constante.
7. Se detiene la reacción colocando el frasco de vidrio con la papilla en un tazón de plástico lleno de hielo (5 minutos).
8. Posteriormente, a la muestra se le adiciona lentamente y deslizando por la pared frasco, 10 ml de alcohol puro frío (por lo menos debe de estar 8 horas en el congelador del refrigerador).
9. Invertir 5 veces el frasco lentamente para que se mezclen el filtrado con el alcohol. Se deja reposar 5 minutos.
10. En la interfase agua-alcohol, aparece la hebra enrollada de ADN (ácidos nucleicos). Suele emerger a la superficie.



11. Con la ayuda de un gotero de medicina se colecta el ADN formado en el frasco y lo traspasamos uno más pequeño.

12. Anotar y dibujar en la bitácora cómo se observan las hebras de ADN (qué forma tienen, qué color, la cantidad, si fue fácil recuperarlas).



### Práctica 3. ¿Extraer mi propio ADN?

#### Objetivo

Extraer el ADN de la saliva del alumno.

#### Fundamento

A continuación, se describe un método sencillo para aislar el ADN de la saliva. En primer lugar, las células de las mejillas de cada alumno se obtendrán realizando masaje circular en la zona; así se desprenderán y se integrarán a la saliva, la cual debe ser recuperada.

Las membranas celulares y las que rodean el núcleo se degradan empleando una solución de lisis. Los ácidos nucleicos y las proteínas solubles permanecen en la solución. Las proteínas se degradan mediante un enzima y los ácidos nucleicos se extraen en alcohol frío.

En la composición de la saliva humana encontramos un contenido del 99.40 % de agua. No todas las glándulas salivales producen el mismo tipo de saliva, pero en general ésta contiene albúmina, mucina, cloruros de sodio, potasio, tialina y células epiteliales. Recientes estudios han demostrado que, en la saliva, hasta un 74 % de las células provienen de células blancas sanguíneas (leucocitos), haciendo de la secreción una fuente alternativa muy atractiva para la extracción de ADN y ARN (Smith, 2019).

A partir de las muestras se pueden estudiar marcadores importantes para el diagnóstico de distintas patologías, específicamente para la parte clínica. Además de su empleo en protocolos de investigación de enfermedades hereditarias, el ADN de saliva también es útil para el diagnóstico de diferentes padecimientos como el cáncer de vejiga, adenomas de próstata, entre otros.

Lo destacable es que, con la utilización de muestras de saliva, la obtención del material es inocua y no invasiva, lo que hace que el paciente esté más dispuesto que a una extracción de sangre (Di Stefano, 2010).



#### Materiales

- Goteros de medicina.
- Jeringas de 20 ml.
- Sal de mesa.
- Jabón líquido de trastes (de preferencia de color transparente y que no sea antibacteriano).
- 2 vasos de vidrio.
- Un vaso de plástico transparente de 250 ml (puede ser reciclado limpio y seco).
- 1 litro de agua purificada.
- Termómetro.
- Alcohol de curación (previamente enfriado en el congelador por 8 horas).
- Frasco de vidrio pequeño.
- Tazón de plástico con capacidad de 1 litro.
- Hielo en cubos
- Olla de cocina de medio litro.



## Método de extracción del ADN de mi saliva

1. Preparar la solución de lisis: agregar en un vaso de vidrio 100 ml de agua purificada con la ayuda de una jeringa de 20 ml. Agregar dos cucharadas de sal de mesa. Agitar con una varilla de vidrio hasta disolverla y que quede una solución transparente, agregar 10 ml de detergente con la ayuda de una jeringa y adicionarlo lentamente a las paredes del vaso de vidrio. Una vez añadido, se procede a agitar lentamente sin ocasionar burbujas.
2. En otro vaso de vidrio, agregar 5 ml de agua purificada con la ayuda de una jeringa de 20 ml. Se procede a beber los 5 ml de agua sin ingerirlos, generosamente masticar dentro de las mejillas durante 45 segundos (evitando el sangrado). Se recomienda tener la boca limpia para hacer la toma de muestra.
3. Cuidadosamente devuelva el líquido al vaso de vidrio.
4. Con la ayuda de una jeringa adicionar 5 ml de la solución de lisis preparada en el paso 1.
5. Agitar suavemente el vaso de vidrio hasta mezclar ambas soluciones, evitando formar burbujas.
6. El vaso se coloca dentro de la olla de metal en un baño María a 50°C durante 10 minutos. Se mide la temperatura con un termómetro y en caso de ser necesario, se puede añadir agua fría para mantener constante el valor.
7. Se detiene la reacción colocando el vaso de vidrio con la solución en un tazón de plástico lleno de hielo; se deja reposar por 5 minutos.
8. Posteriormente, al vaso de vidrio con la muestra se le adiciona lentamente y deslizándolo por la pared del tubo, 10 ml de alcohol puro frío (por lo menos debe de estar 8 horas en el congelador del refrigerador).
9. Agitar lentamente veces el vaso para que se mezcle la solución con el alcohol; se deja reposar 5 minutos.
10. Con la ayuda de un palillo de dientes o una varilla de vidrio, se puede colocar el ADN obtenido en un frasco de vidrio limpio y se suspende en alcohol frío para conservarlo.
11. Anota los cambios que notaste en cada uno de los pasos del protocolo de extracción.





## Resumen

¿Qué te parecieron estos experimentos? Esperamos que, para ti, como para nosotros, la ciencia sea divertida, apasionante, retadora, sorprendente y útil.



## Sobre los autores

La Q. B. A. **Ileana Cecilia Borges Argáez**, ha participado en diferentes programas de divulgación de la ciencia para niños de primaria y jóvenes de secundaria y preparatoria por más de 10 años, en colaboración con el M. C. Miguel A. Herrera Alamillo, y la Dra. Leticia Peraza Echeverría. Su área de conocimiento es el cultivo de tejidos vegetales, en especial lo referente a la embriogénesis somática y la propagación *in vitro*. Además, cuenta con experiencia en Histología Vegetal, y en lo referente a la producción de semillas artificiales.

En la última década ha trabajado en el área de Biología Molecular aplicada al cultivo de microalgas con el fin de utilizarlas como biofábricas de productos de interés biotecnológico, así como el uso de la metodología de transformación por Biobalística. Es responsable del mantenimiento *in vitro* de la colección de diferentes microalgas y de plantas de plátano de diferentes variedades obtenidas por embriogénesis somática.

La Dra. **Leticia Peraza Echeverría**, lleva aproximadamente 9 años participando en cursos para jóvenes estudiantes de primaria, secundaria, preparatoria; y más de

21 años asesorando tesis a estudiantes de licenciatura y posgrado, todos relacionados con el quehacer de la ciencia, principalmente en el área de la Biotecnología Vegetal. Las áreas que domina son el cultivo de tejidos vegetales, biología molecular, obtención de extractos acuosos vegetales. El trabajo científico que ha realizado ha sido con el objetivo de buscar alternativas de combate a hongos que atacan los cultivos de importancia comercial, ya sea a través de la búsqueda de genes de resistencia o extractos acuosos de plantas de la región, que también puedan ser usados para atacar a dichos hongos patógenos.

El M. C. **Miguel Ángel Herrera Alamillo**, tiene más de 25 años participando e impartiendo cursos y talleres formativos a jóvenes con interés en la ciencia, desde grado de primaria hasta nivel de posgrado. Su área de experiencia es la Biotecnología Vegetal y la aplicación de todas las ramas que derivan de éste enorme campo de trabajo, enfocado en el mejoramiento genético de plantas para hacerlas más productivas y más resistentes a enfermedades o ataques de patógenos, y de igual modo el rescate de aquellas que se encuentran en peligro en extinción.



## Glosario

**ADN:** abreviación de ácido desoxirribonucleico. Es la forma de almacenamiento de nuestro material genético. Todas las instrucciones para la producción de nuestras proteínas están codificadas en nuestro ADN.

**Alelo:** una de las diversas formas de un gen en un *locus* o de un marcador articular en un cromosoma. Diferentes alelos de un gen producen variaciones en las características hereditarias.

**Amplificación:** copias repetidas de un fragmento del ADN.

**Apoptosis:** también conocida como "muerte celular programada". Mecanismo activo de muerte celular en el que la degradación del ADN y la destrucción nuclear preceden a la pérdida de la integridad de la membrana plasmática y la necrosis celular.

**Cariotipo:** Un cariotipo es la colección de cromosomas de un individuo. El término también se refiere a una técnica de laboratorio que produce una imagen de los cromosomas de un individuo. El cariotipo es utilizado para buscar números o estructuras anormales de los cromosomas.

**Centrómero:** la porción de un cromosoma que separa los brazos cortos y largos del mismo.

**Checkpoint:** elemento regulador de las transiciones de cada fase del ciclo celular.

**Citogenética:** análisis de la estructura, función y alteraciones de un cromosoma.

**Clonación:** aislamiento de una secuencia específica del ADN.

**Codón:** un triplete de nucleótidos que codifican para un aminoácido.

**Congénito:** presente desde el nacimiento.

**Constitucional:** presente en cada célula del organismo.

**Cromatina:** las proteínas y otros materiales que componen la estructura de los cromosomas junto con el ADN.

**Cromosoma:** una cadena larga de ADN que contiene información genética. Nuestros cromosomas (46 en los humanos) residen en el núcleo dentro de cada una de nuestras células.

**Deleción:** un tipo especial de mutación que consiste en la pérdida de un fragmento de ADN de un cromosoma. La deleción de un gen o de parte de un gen puede ocasionar una enfermedad o una anomalía.

**Disomía:** dos copias de un cromosoma, también aplicable a una copia (monosomía) y a tres copias (trisomía).

**Dominante:** una alteración en la que solo se necesita un alelo en un *locus* para un efecto fenotípico.

**Esporádico:** por ejemplo, un cáncer que aparece en una persona que no es portadora de una mutación germinal.

**Exón:** región del ADN de un gen que codifica para una parte de la proteína. Están intercalados entre secuencias no codificantes o intrones.

**Fenocopia:** un individuo que padece la enfermedad, pero que no tiene la mutación que la predispone (caso esporádico).



**Fenotipo:** rasgos o características visibles de un organismo. Los rasgos fenotípicos no son necesariamente genéticos.

**Gameto:** huevo o espermatozoide.

**Gen:** la unidad física y funcional de la herencia, que se pasa de padres a hijos. Los genes están compuestos por ADN y la mayoría de ellos contiene la información para elaborar una proteína específica.

**Gen supresor:** gen cuya pérdida de función induce un fenotipo tumoral.

**Genoma:** componente genético de una célula.

**Genómica:** estudio de grupos de genes y sus interacciones funcionales.

**Genotipo:** la información hereditaria codificada por el ADN. La identidad genética de un individuo que no se muestra como características externas.

**Germinal (mutación):** en el ADN de cada célula y heredado de los padres.

**Heterocigoto:** que posee dos formas diferentes de un gen en particular; cada una heredada de cada uno de los progenitores.

**Hereditario:** transmitido a través de los genes, de padres a hijos.

**Homocigoto:** que posee dos formas idénticas de un gen específico heredadas de cada uno de los progenitores.

**Intrón:** es una secuencia no codificadora de DNA que separa a dos exones.

**Locus (Loci):** posición específica de un gen en un cromosoma.

**Microsatélite:** secuencias de ADN de longitud variable formada por repeticiones de una secuencia corta de nucleótidos.

**Mosaico:** presencia de diferentes genotipos.

**Nucleótido:** uno de los componentes estructurales o unidades constituyentes del ADN o del ARN. Un nucleótido consta de una base (adenina, timina, guanina, uracilo o citosina), más una molécula de azúcar y una de ácido fosfórico.

**Oligonucleótido:** secuencia de ADN de cadena simple de longitud corta.

**PCR (Polymerase Chain Reaction):** proceso de amplificación de secuencias específicas de ADN mediante una técnica específica.

**Pedigree:** árbol familiar.

**Poligénico:** determinado por múltiples genes y en general también por factores no genéticos.

**Polimorfismos:** es la existencia de dos o más alelos de un gen presentes en una población, en una frecuencia significativa. Se pueden emplear para evaluar patrones de herencia familiar.

**Proteína:** una molécula compuesta por una o más cadenas de aminoácidos. Las proteínas desempeñan una amplia gama de actividades vitales en la célula.

**Proteómica:** el proteoma de un organismo se refiere a todas las proteínas codificadas por el genoma del organismo. Debido al hecho de que un gen puede llevar a la producción de varias proteínas diferentes, este número es mayor que el número de genes presentes.



**Recesivo:** un desorden en el que el gen solo puede ejercer un efecto fenotípico si ambos alelos están alterados.

**Reordenamiento:** eliminación, transferencia o multiplicación de segmentos de ADN.

**Replicación:** proceso de duplicación del material genético, llevado a cabo por el ADN polimerasa.

**Telómero:** la estructura presente al final de un cromosoma.

**Transcripción:** proceso de síntesis de una cadena de ARN, a partir de una cadena de ADN y llevado a cabo por ARN polimerasa.

**Translación:** conversión del ARN en proteína.

**Translocación:** ruptura y reunión de un segmento de ADN de un cromosoma a otro.

**Trisomía:** la presencia de tres copias de un cromosoma específico.



## Imágenes

Todas las fotos empleadas en este capítulo del libro son de la autoría del M. C. Miguel Ángel Herrera Alamillo.



## Bibliografía

BIO-RAD (s.f.). *Kit de genes en una botella. Módulo de extracción de ADN*. Consultado el 29 de Junio de 2021: [www.bio-rad.com/webroot/web/pdf/lse/literature/4110034ES.pdf](http://www.bio-rad.com/webroot/web/pdf/lse/literature/4110034ES.pdf).

Di Stefano, S. (2010). *Muestras de saliva para extraer ADN y diagnosticar enfermedades*. Consultado el 29 de junio de 2021: [argentinainvestiga.edu.ar/noticia.php?titulo=muestras\\_de\\_saliva\\_para\\_extraer\\_adn\\_y\\_diagnosticar\\_enfermedades&id=1086](http://argentinainvestiga.edu.ar/noticia.php?titulo=muestras_de_saliva_para_extraer_adn_y_diagnosticar_enfermedades&id=1086).

Kudo, E. (2017). *En México 1 de cada 33 niños nace con alteraciones Genéticas*. Consultado el 29 de junio de 2021 en: [www.percepcion.org/post/2017/07/12/en-m%C3%A9xico-1-de-cada-33-ni%C3%B1os-nace-con-alteraciones-gen%C3%A9ticas](http://www.percepcion.org/post/2017/07/12/en-m%C3%A9xico-1-de-cada-33-ni%C3%B1os-nace-con-alteraciones-gen%C3%A9ticas).

Marcos-Merino, J. M., Gallego, R. E., y Ochoa de Alda, J. G. (2019). *Extracción de ADN con material cotidiano: desarrollo de una estrategia interdisciplinar a partir de sus fundamentos científicos*. Consultado el 29 de junio de 2021 en: [doi.org/10.22201/fq.18708404e.2019.1.65732](https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2019.1.65732).

Smith, B. (2019). *Rinse, Swab or Spit -- What's the real source of DNA in saliva?* Consultado el 29 de junio de 2021 en: [blog.dnagenotek.com/blogdnagenotek.com/bid/35944/Rinse-Swab-or-Spit-What-s-the-Real-Source-of-DNA-in-Saliva](http://blog.dnagenotek.com/blogdnagenotek.com/bid/35944/Rinse-Swab-or-Spit-What-s-the-Real-Source-of-DNA-in-Saliva)



# 2P

## Las microalgas en tu vida diaria

**Dra. Ruby Alejandra Valdez Ojeda**

**Q. I. Tanit Toledano Thompson**

Unidad de Energía Renovable

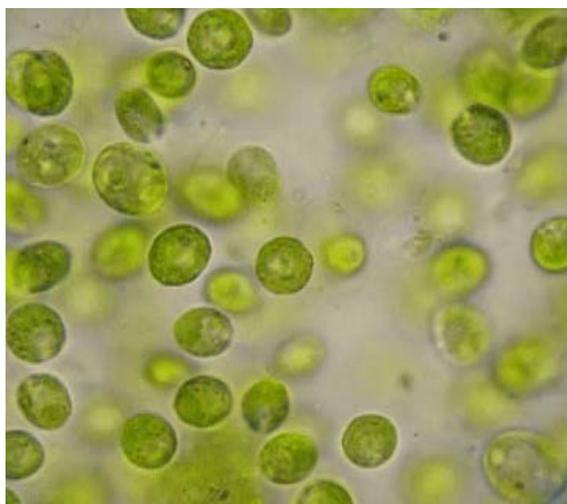
### Descripción

Estudiaremos a las microalgas desde su constitución, su relevancia en el ámbito de la investigación y su impacto en el medio ambiente.

Los y las participantes conocerán algunas especies de microalgas y sus requerimientos nutricionales para cultivarlas siguiendo un protocolo y usando materiales de su entorno.

### Objetivo

Que los y las participantes adquieran conocimientos básicos sobre las microalgas y su importancia en el cuidado del medio ambiente, mediante sus aplicaciones como fuente de energía renovable.



### Materia afín

Ciencias experimentales/Ciencias de la Vida/Biología

(Currícula en: [www.sems.gob.mx/curriculoems/implementacion-planes-y-programas-de-estudios](http://www.sems.gob.mx/curriculoems/implementacion-planes-y-programas-de-estudios))



## ¿Qué vas a aprender?

- Que los y las participantes sean capaces de comprender los conocimientos vinculados con el concepto de ciencia, la aplicación del método científico y posteriormente, relacionar estos con los de la biología como ciencia.
- Adquirirán los conceptos básicos para la caracterización de los distintos grupos de microalgas, así como de las condiciones idóneas para su reproducción, su importancia en la producción de biocombustibles y finalmente, su aplicación en los diferentes campos de las energías renovables.
- Los y las participantes serán capaces de realizar un cultivo de microalgas a partir de un reservorio de agua de su entorno, usando materiales de uso cotidiano.



### Pregunta inicial

- ¿La microalga será capaz de crecer en condiciones diferentes a las de un laboratorio?
- ¿Crees que es posible cultivar microalgas a partir de un reservorio de agua de tu entorno?
- ¿Crees que las microalgas puedan ayudar a la disminución del calentamiento global?



## Panorama general del tema

Las microalgas son organismos autótrofos unicelulares, coloniales y filamentosos que habitan diversos ambientes acuáticos en todas las latitudes y ecosistemas del planeta. A partir de las microalgas se obtienen biomoléculas y metabolitos de gran importancia económica y constituyen una fuente directa de alimento, medicamentos, forraje, fertilizante y combustible, e incluso, son indicadoras de contaminación [1].

En la actualidad, la principal actividad que demanda energía en México es el transporte, generada de la combustión de gasolina y diésel, según el *Balance Nacional de Energía 2015* de la Secretaría de Energía (SENER) [2]. El petróleo es la principal fuente de generación eléctrica. Sin embargo, su uso ha causado aumento de gases de efecto invernadero (CO<sub>2</sub>), provocando el incremento de la temperatura y, por ende, el calentamiento global.

Esta problemática ha incentivado distintas investigaciones para aprovechar la biomasa microalgal como materia prima para obtener biocombustibles líquidos y gaseosos (biodiésel, bioetanol, biometano, biohidrógeno, etcétera) [3]. Físicoquímicamente, el biodiésel presenta propiedades que lo hacen adecuado para reemplazar al petrodiesel o diésel de petróleo. La obtención de biodiésel a partir de microalgas lleva más de 20 años de investigación y, en la última década, este tema ha retomado vital importancia, especialmente en los sectores privado y académico.

Actualmente, investigadores de todo el mundo han demostrado el potencial de varias especies de microalgas (p. ej. *Chlorella minutissima*, *Thalassiosira pseudonana*, etcétera) como materia prima para producir biodiésel [4].



## Presentación

El objetivo de este proyecto es que los y las participantes adquieran conocimientos básicos sobre las microalgas y su importancia como fuente de energía renovable.

Durante este proyecto documentaremos y aprenderemos acerca del estudio de las microalgas, así como la caracterización de los distintos grupos de estos microorganismos y sus requerimientos nutricionales para su crecimiento. De igual forma se llevará a

cabo la realización de cultivos microalgales y se investigará sobre la importancia de la producción de biocombustibles a partir de microalgas y sus aplicaciones.

Este proyecto fue creado por académicos expertos en la materia, quienes te guiarán en el proyecto durante sesiones de trabajo a distancia, y al finalizar desarrollarás una presentación de tu proyecto para el programa **Talento CICY 2021**.



## Desarrollo

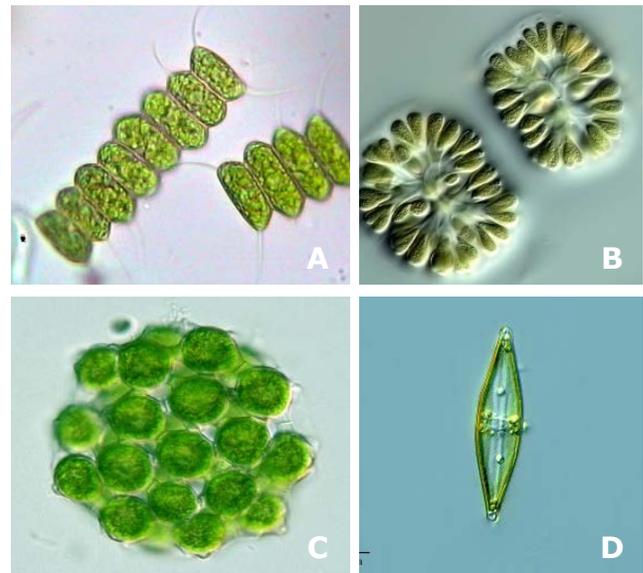


### Actividad 1: ¿Que son las microalgas?

Las microalgas son microorganismos unicelulares que realizan la fotosíntesis; utilizan la luz como energía y el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) como fuente de carbono. Generan biomasa orgánica a partir de este y la luz, usando agua como donador de electrones y convirtiéndola en oxígeno, el cual utilizamos para respirar [5].

Pero seguro has escuchado de las microalgas, puesto que, debido al calentamiento global, se ha dado a conocer que pueden ser capaces de disminuir las emisiones de CO<sub>2</sub>, ya que pueden asimilarlo de la atmósfera para sus funciones vitales y liberar oxígeno, el cual usamos para respirar.

Además, por su composición bioquímica, las microalgas han sido utilizadas para crear biocombustibles como el biodiesel y bioetanol debido a la capacidad de acumu-



**Figura 1.** Especies de microalgas: A) *Scendesmus* sp., B) *Gomphosphaeria* sp., C) *Coelastrum* sp., D) *Navicula* sp.



lar grandes cantidades de lípidos y carbohidratos respectivamente. De igual forma pueden llegar a producir diversas sustancias de interés comercial, alimenticio, farmacéutico, entre otros [6].

Veamos en el siguiente apartado, más a detalle, la estructura y composición general de las microalgas y la función de cada uno de ellas.

### Estructura y composición de una microalga

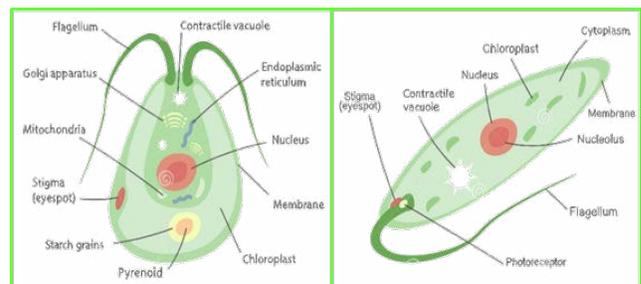
Las microalgas presentan una composición muy atractiva de interés comercial, ecológico y alimenticio, ya que poseen grandes cantidades de proteínas, lípidos, carbohidratos, vitaminas y minerales, carotenoides, ácidos grasos poliinsaturados esenciales como omega 3 y omega 6. La composición varía según la especie y las condiciones de crecimiento (que se revisarán en secciones posteriores). Mencionaremos solo algunas estructuras y compuestos de las microalgas [7].

Como se puede observar en la Figura 1, las microalgas presentan en su mayoría una coloración verdosa, algunas especies un verde-azul, cafés y rojas. La mayoría de las microalgas poseen **clorofila a** y **b**, lo que les otorga el color verde característico.

La clorofila es el pigmento básico para la transformación de la energía del sol en energía química mediante la fotosíntesis. Otro pigmento que pueden llegar a tener algunas especies de microalgas son los carotenoides, cuya función principal es deshacerse del exceso de energía luminosa y evitar el daño celular. Poseen cloroplastos, donde se lleva a cabo la fotosíntesis [8].

La pared celular de las microalgas está compuesta por **celulosa**; algunas especies

pueden presentar otros polímeros estructurales. Estos le aportan protección a la célula [9]. Además, están compuestas de **proteínas, lípidos y carbohidratos** de reserva como el **almidón**, la principal reserva de energía y de carbono en las microalgas. Un **pirenoide**, donde se almacenan los carbohidratos de reserva. Algunas especies de microalgas pueden llegar a presentar estructuras externas como los flagelos, que le ayudan a la movilidad, y espinas, que les sirve como defensa ante sus depredadores (Figura 2) [8].



**Figura 2.** Estructura de la microalga: A) *Chlamydomonas* sp. y B) *Euglena* sp.

### Tarea

Conforme a lo expuesto con anterioridad y como retroalimentación de esta sección, elige 4 estructuras o compuestos de las microalgas que más te hayan llamado la atención y escribe el nombre o dibújalo en la columna de la izquierda. Así mismo, explica con tus propias palabras (en la columna de la derecha) la función de la estructura o composición que hayas elegido. Si es posible, apóyate de la web y argumenta la información para conocer la diversidad de estructuras que pueden llegar a presentar las microalgas.



Estructura o compuesto	Función



### Actividad 2. ¿Cómo crecen y se alimentan las microalgas?

En la sección anterior vimos la estructura y composición de las microalgas, descubrimos que tienen cloroplastos donde se lleva a cabo la fotosíntesis, proceso indispensable para generar energía que se queda almacenada en el interior de la microalga y que podría ser aprovechada por otros seres vivos. Además, con la fotosíntesis, las microalgas producen azúcares para sus funciones metabólicas, y aceites vegetales que pueden ser aprovechados para la producción de biocombustibles.

Las microalgas para su crecimiento necesitan de luz para proveer electrones, agua (nutriente que suministra los electrones necesarios para la reducción del  $CO_2$ ), sales

minerales (como nitrógeno en forma de nitrato o amonio para la formación de las proteínas y nucleótidos de la biomasa) y también una fuente de fósforo (que forma parte importante de intermediarios metabólicos, lípidos y enzimas) [6].

Las microalgas en estado silvestre o natural tienen lo necesario para vivir; sin embargo, al llevarlos y cultivarlos en laboratorio tendremos que igualar las condiciones a las que ellas puedan sobrevivir. Por ello es necesario cultivarlas en un medio que cumpla con los requerimientos necesarios y aclimatarlas a las condiciones óptimas de crecimiento [6].



**Tarea** \_\_\_\_\_ 

Une las imágenes de la izquierda (correspondientes a las condiciones silvestres o naturales de los requerimientos de crecimiento de las microalgas) con las de la derecha (condiciones del laboratorio). Escribe brevemente la similitud de las condiciones.



---

---

---

---

---

---



---

---

---

---

---

---



---

---

---

---

---

---



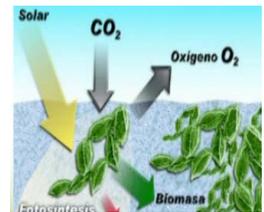
### Actividad 3. Función biológica.

En secciones anteriores se ha mencionado la importancia biológica de las microalgas. En esta, platicaremos sobre tres de sus participaciones en la naturaleza [10].

**CADENA TRÓFICA: ¿sabías que las microalgas son las que sostienen a la comunidad de herbívoros?** Las microalgas representan del 29 al 98 % de la biomasa útil para los consumidores que habitan los ambientes acuáticos. La abundancia de estos microorganismos hace que sean la parte más significativa de consumo, suelen encontrarse en mayor abundancia en los bentos (fondo de un cuerpo de agua). Además, son muy atractivos debido a que no poseen una estructura rígida, lo que las hace más accesibles que las plantas vasculares, y de fácil digestión para los invertebrados y peces.



**SUMINISTRO DE OXÍGENO:** Las microalgas realizan la fotosíntesis (proceso indispensable para la vida en el planeta) permitiendo fijar CO<sub>2</sub> y liberando el oxígeno necesario para la respiración. Al igual que las plantas, llegan a producir el gas. Sin embargo, la abundancia, su rápida duplicación y extensa producción de biomasa las convierten en la fracción más relevante de producción de oxígeno.



**CALENTAMIENTO GLOBAL:** Las microalgas son eficientes en la fijación del CO<sub>2</sub>, por lo que llegan a ser una eficaz alternativa para mitigar el calentamiento global. Hoy en día, uno de los objetivos de la utilización de las microalgas está en la reducción del uso de combustibles fósiles y reemplazarlos por biocombustibles como biodiesel, bioetanol y biohidrógeno. Por esta razón se han desarrollado proyectos en búsqueda de microalgas con atractivos contenidos de aceites, carbohidratos y una resistente adaptación a los cambios en las condiciones de crecimiento.



#### Tarea



Realiza un esquema con el que expliques la importancia y funciones biológicas de las microalgas en la naturaleza e incluyas la cadena trófica, la fotosíntesis y el calentamiento global; además, platicanos si conoces o has escuchado otras funciones biológicas de las microalgas.



### Actividad 4. El hábitat de las microalgas.

**¿Te has preguntado dónde podemos encontrar microalgas?** En esta sección se abordará los distintos sitios donde logramos hallar a estos microorganismos.

Las microalgas están presentes en todos los cuerpos de agua como lagos, mares y ríos, pero no están limitadas solo al líquido. Se encuentran presentes en el suelo y la mayoría de los ambientes terrestres, incluso en los más extremos, lo cual permite encontrarlas adaptadas a una gran cantidad de condiciones y ampliamente distribuidas en la biósfera [13].

En el estado de Yucatán las podemos encontrar en los cenotes. Inclusive, en nuestra comunidad hasta en un simple charco o estanque, el cual contenga las condiciones y nutrientes óptimos para su crecimiento, como se muestra en la Figura 3.



Figura 3. Distintos cuerpos de agua.



Figura 4. Diagrama básico del proceso de eutrofización.

**¿Y cómo sabemos que en estos cuerpos de agua y sitios están presentes las microalgas?** Respondiendo a la pregunta anterior, uno de los indicativos es el cambio de coloración del agua, donde esta comienza a tornarse de color verdoso.

**¿Te has preguntado por qué cambia de color el agua?** Este fenómeno en determinados cuerpos de agua es muy común en la naturaleza, el cual se ilustra en la Figura 4 y se trata de la **eutrofización del agua**. Este concepto hace referencia a la proliferación masiva de organismos, debido a un aumento en la concentración de nutrientes. Es decir, se produce un aumento de los alimentos y, por tanto, también de los organismos (en su mayoría microalgas) que condicionan las características del agua como el color, la turbulencia, etcétera.

En los cuerpos de agua cerrados (lagos, piscinas, estanques) es mucho más sencillo que ocurra este fenómeno. Aun así, en mar abierto también se dan estas explosiones de microorganismos (sobre todo de fitoplancton) [14].



Un ejemplo de este fenómeno se produjo el 10 de agosto del 2016, en pleno desarrollo de los Juegos Olímpicos de Rio de Janeiro, Brasil (Figura 5). Los medios de comunicación dieron a conocer una curiosa noticia: “La piscina de trampolines ha cambiado de color”. El agua había perdido su tono azulado y presentaba un color verde. En este ejemplo de la piscina de Rio de Janeiro, se muestra una de las etapas iniciales de la aparición de microalgas [14].



**Figura 5.** Piscina de clavados en los Juegos Olímpicos de Rio de Janeiro 2016. Se volvió verde debido a la proliferación de algas.

## Tarea



Se llevarán a cabo los experimentos 1 y 2 que son la práctica de campo y cultivo en casa, los cuales consisten en recolectar una muestra de algún cuerpo de agua que se ubique en tu comunidad y preparar un cultivo en casa con la misma muestra recolectada en el experimento 1. Para esta actividad, comunicarse con el asesor para su realización. Lee cuidadosamente las siguientes instrucciones:



## Experimento 1: práctica de campo (muestreo).



### Materiales para cultivo #1

- 1 par de guantes de látex\*.
- 2 vasos recolectores\*.
- 1 recipiente de plástico de boca ancha y de 200 ml aproximadamente\*\*.
- 1 red de muestreo (colador chico y paño de limpieza tipo Magitel)\*\*.
- 2 ligas chicas \*\*\*.
- 1 cubrebocas\*.
- 1 bitácora (cuaderno)\*\*\*.

Se pueden conseguir en:

\* Farmacias

\*\* Supermercados

\*\*\* Papelerías

### Instrucciones

1. Localiza un cuerpo de agua. Antes de salir, colócate tu cubrebocas. Una vez en el sitio de muestreo, ponte los guantes.
2. Con la ayuda de los vasos recolectores toma una muestra del agua (aproximadamente 120 ml), de preferencia de la superficie (Figura 6). De esta, 100 ml se usarán para tu cultivo de campo y 20 ml para tu cultivo en casa.
3. A continuación, con la ayuda de un colador, al cual le colocarás un pedazo del paño de limpieza tipo Magitel (Figura 7),



filtrarás poco a poco 100 ml aproximadamente de tu muestra en el recipiente (Figura 8). Al término, etiquétalo como el #1. El colador y paño de limpieza fungirán como una red de muestreo; esto se realiza para eliminar de tu muestra a los organismos no deseados y que pueden intervenir en el crecimiento de las microalgas.

- Una vez que hayas terminado de filtrar, tapas tu recipiente y lo colocarás en un sitio de tu casa donde le dé luz solar (no directa). Por ejemplo, a través de una ventana. Así permanecerá por un periodo de 12 horas y después de ese tiempo, colocar tu cultivo (recipiente) en un lugar fresco y oscuro por 12 horas adicionales.

- En tu bitácora (cuaderno) irás registrando, a partir de este momento y hasta el noveno día de tu estancia de investigación, lo que va sucediendo con tu cultivo; es decir, todos los cambios que vayas observando.



**Figura 6.** Vaso recolector y forma de muestreo de la superficie.



**Figura 7.** Elaboración de red de muestro usando el colador y paño de limpieza tipo Magitel™.



**Figura 8.** Recipiente de boca ancha con capacidad de 200 ml.



## Experimento 2: preparación de cultivo en casa.



### Material para cultivo #2

- 1 par de guantes de látex\*.
- 1 recipiente de plástico de boca ancha y de 200 ml aproximadamente\*\*.
- 1 red de muestreo (colador chico y paño de limpieza tipo Magitel) \*\*.
- 2 ligas chicas \*\*\*.
- 1 cubrebocas\*.
- 20 ml de la muestra previamente recolectada (experimento 1).
- 80 ml de agua purificada\*\*.

Se pueden conseguir en:

\* Farmacias.

\*\* Supermercados.

\*\*\* Papelerías.



### NOTAS

- Puedes ir documentando tu experimentación tomando fotografías para que puedas realizar tu cuadro comparativo (opcional).
- Al término de la experimentación (noveno día), a los recipientes #1 y #2 se les agregará un poco de cloro (aproximadamente 2 ml), para matar todo microorganismo presente.
- Es importante desechar en el bote de basura, los recipientes y material usado en las experimentaciones.

### Instrucciones

1. Designa un lugar en tu casa donde puedas llevar a cabo la preparación de tu cultivo. Colócate tu cubrebocas y guantes.
2. Nuevamente, con ayuda del colador y un nuevo paño de limpieza nuevo tipo Magitel (red de muestreo), filtra los 20 ml de muestra recolectada en tu salida de campo dentro tu recipiente #2 (etiquetar). Posteriormente, agrégale aproximadamente 80 ml de agua purificada.
3. Una vez que hayas terminado, lo colocarás en el mismo sitio de tu casa donde situaste el recipiente #1. Así, ambos tendrán las mismas condiciones de crecimiento, es decir, recibirán luz solar (no directa) por un periodo de 12 horas y después, 12 horas de oscuridad en un lugar fresco.
4. En tu bitácora irás registrando, a partir de este momento y hasta el noveno día de tu estancia de investigación, lo que va sucediendo con tu cultivo #2, es decir, todos los cambios que se vayan observando.
5. Además, anotarás las observaciones entre tu cultivo #1 y el #2, por lo que elaborarás un cuadro comparativo entre ambos ejercicios.



## Actividad 5. Repaso y resumen.

Hasta este momento ya hemos abordado qué son las microalgas, cómo crecen y se alimentan, su función biológica y su hábitat. Por lo tanto, realizaremos un repaso que consistirá en realizar un resumen (una cuartilla) de los temas anteriores. Para esta actividad, te daremos unos consejos para lograr un buen ejercicio (Figura 9).

Recuerda que un resumen es una técnica de estudio, cuyo objetivo es transmitir de forma global y resumida el contenido del texto. Debe de estar cohesionado, estructurado, organizado y debe ser claro y fiel al texto que hemos resumido. Si está bien hecho, será una herramienta indispensable para facilitarte el aprendizaje y el repaso [15, 16].

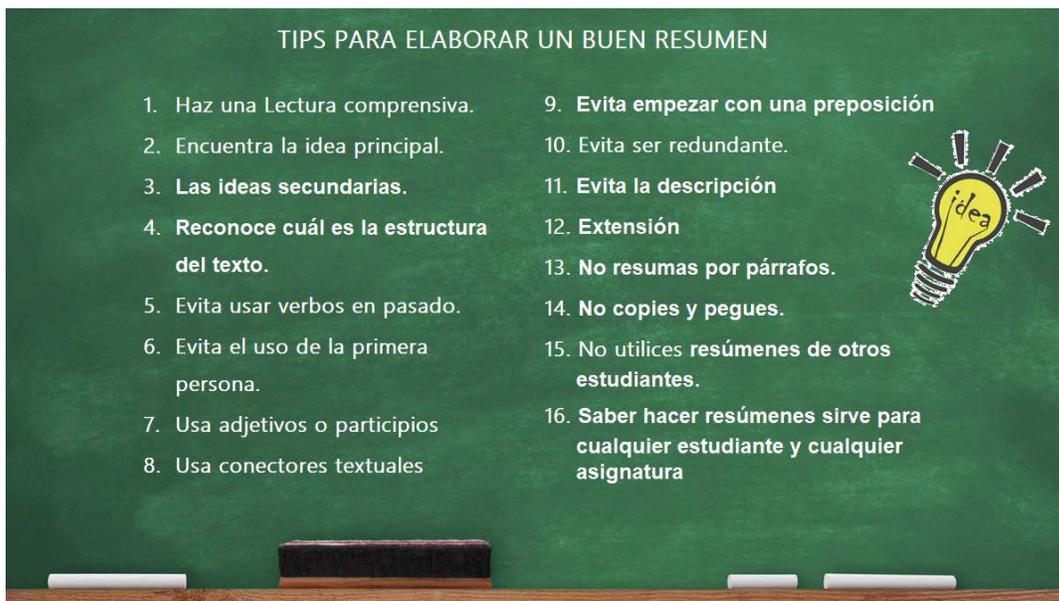
- **Haz una lectura comprensiva.** Es necesaria para tener una idea global y objetiva del contenido del texto. Recuerda utilizar siempre un diccionario, por si encuentras alguna palabra que no entiendas. No pases nunca nada por alto.
- **Encuentra la idea principal.** Es la columna vertebral del texto, la que estructura y cohesiona la lectura que debemos resumir. La idea principal expresa el contenido fundamental del texto.
- **Las ideas secundarias.** Expresan detalles o aspectos que complementan y matizan la idea principal. Son importantes también y es necesario no confundirlas con la idea principal, porque son subtemas, pero no el tema principal.
- **Reconoce la estructura del texto.** Si se trata de un texto narrativo, un texto expositivo o si es argumentativo. Un resumen también tiene que estar perfectamente estructurado.
- **Evita usar verbos en pasado.** Es un error muy común querer contar o narrar un resumen en lugar de explicarlo. Los resúmenes no se narran, se explican.
- **Evita el uso de la primera persona.** Otro error muy frecuente es confundir la opinión con la información. En un resumen no se pide la opinión del texto que se ha leído, sino una explicación. Se debe evitar el uso de la primera persona (Yo) y usar exclusivamente la tercera persona del singular.
- **Usa adjetivos o participios.** Aquí se pueden sustituir palabras por un adjetivo o por un participio. Por lo tanto, el resumen se hace más ameno y la comprensión se hace más fácil.
- **Usa conectores textuales.** El uso de conectores textuales en un resumen es fundamental para dar una mayor coherencia y cohesión al texto que se resume. Un resumen sin conectores textuales en muchas ocasiones carece de sentido completo y dificulta la comprensión de este. Algunos ejemplos: *también, además, por último, y, por otra parte.*
- **Evita empezar con una preposición.** Otro error muy fácil de evitar cuando se escribe un resumen es empezar con una preposición, sobre todo, la



preposición «en». De esta manera el resumen es mucho más natural y nos será más fácil continuarlo. En muchas ocasiones lo más difícil de un resumen es la primera oración.

- **Evita ser redundante.** Después de usar el sujeto en la primera oración, se trata de evitar en lo posible la redundancia y repetir ideas o palabras aparecidas anteriormente.
- **Evita la descripción.** Con frecuencia, el alumno en lugar de explicar un texto lo describe y eso es un error. Además, si describe es muy posible que use el verbo en pasado, concretamente en pretérito imperfecto y volverá a caer en el error de describir en lugar de explicar.
- **Extensión.** No olvides que solo tienes que escribir lo relevante, hay que ser breve y conciso.

- **No resumas por párrafos.** Ese es uno de los errores más comunes. Lo que debes hacer es reformular la idea principal y las secundarias para que contenga la información relevante.
- **No copies y pegues.** A la hora de redactar el resumen, intenta utilizar palabras **tuyas**, que te faciliten la comprensión y memorización de los conceptos que tengas que estudiar.
- **No utilices resúmenes de otros estudiantes.** Ya sé que es más cómodo, y más que te pasen un resumen, pero pierde su efectividad. Recuerda, un resumen solo le sirve a quién lo hace.
- **Saber hacer resúmenes sirve para cualquier estudiante y cualquier asignatura.** Si no sabes hacer resúmenes, aprende. No importa el curso en el que estés, es algo imprescindible y aplicable a cualquier asignatura.



**Figura 9.** Consejos para elaborar un buen resumen.



### Actividad 6. Grupos de microalgas.

La clasificación morfológica de los grupos de microalgas está basada en las particularidades bioquímicas como son la pigmentación, productos de almacenamiento, composición de la pared celular y características citológi-

cas. Sin embargo, debido a las condiciones de crecimiento que estén expuestas, crean en las microalgas una variación morfológica y bioquímica. Existen 5 grupos como se muestra en la Figura 10 [11, 12].

Las **cyanophytas** Las cyanophytas son el único grupo procarionta de las microalgas y, en contraste a las demás divisiones, se encuentran en el dominio Bacteria. Pueden tener una organización unicelular, formar agrupaciones celulares y algunas especies llegan a formar filamentos. Algunas veces la abundancia de estos microorganismos (floraciones) llega a formar grandes y densas capas sobre la superficie del agua, creando una apariencia poco estética y olores extraños, pero proporcionan al agua una buena oxigenación. Por otro lado, algunas especies de este grupo llegan a secretar una sustancia mucilaginososa transparente que les sirve como defensa ante sus depredadores y puede llegar a ser tóxica. Este grupo posee clorofila a y pigmento accesorio como ficocianina, responsable de la coloración azul que participa como un pigmento accesorio en la fotosíntesis. Su sustancia de reserva es el almidón cianobacteriano.



Las **chlorophytas** son algas verdes debido a la presencia de clorofila a y b, también llegan a presentar pigmentos accesorios como carotenos y antofilas, pero no llegan a enmascarar el verde de la clorofila a y b. La sustancia de reserva es el almidón, que se encuentra alrededor del pirenoide. Son un grupo conformado con mayor diversidad de especies y variación morfológica, de organización tanto unicelular, colonial, canobial y filamentosa. Una particularidad de este grupo es la presencia del pirenoide, aunque no es el único grupo de algas que la presenta.



Las **bacillariophytas**, conocidas como algas pardas unicelulares, se subdivide en varias clases. La más representativa es la de las diatomeas. Estas microalgas son las que conforman la mayor parte del fitoplancton. Presentan clorofila a y c, y xantófilas como pigmento accesorio responsable de la coloración amarillenta, marrón o dorada. Su sustancia de reserva es la laminarina y crisolaminarina.



Dentro de las **euglenophytas**, la mayoría de las especies de este grupo son unicelulares con un solo género colonial, poseen clorofila a y b. El carbohidrato de reserva es el paramilo, acumulado en el citoplasma. Poseen la capacidad de degradar la materia orgánica y asimilan carbono orgánico. Son resistentes a cambios ambientales, permanecen en quistes como resultados a cambios ambientales desfavorables regresando a su estado normal cuando las condiciones sean favorables.



Los **dinophytas** son microorganismos unicelulares con dos flagelos de diferente tamaño que le permiten movilidad. Los pigmentos fotosintéticos son la clorofila a y c, tienen carotenoide peridina como pigmento accesorio, lo que les da el color amarillo-oro. Algunas especies de este grupo llegan a formar florecimientos tóxicos, como la marea roja.



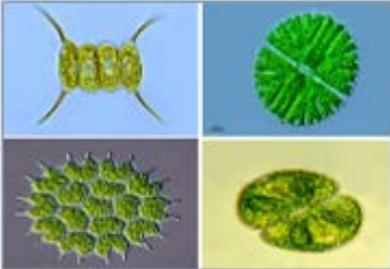
Figura 10. Grupos de microalgas.



**Tarea** \_\_\_\_\_ 

Con base a las imágenes, llena las siguientes fichas con la información correspondiente de cada grupo.

**Grupo:**



**Pigmentos:**

**Particulares del grupo:**

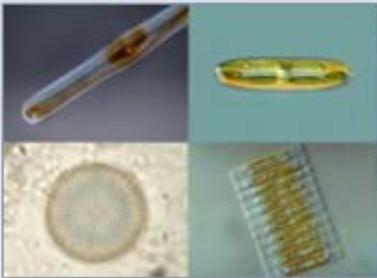
**Grupo:**



**Pigmentos:**

**Particulares del grupo:**

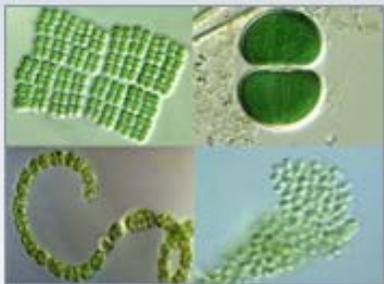
**Grupo:**



**Pigmentos:**

**Particulares del grupo:**

**Grupo:**



**Pigmentos:**

**Particulares del grupo:**



## Actividad 7. Aplicaciones de las microalgas.

### ¿Sabes cuáles son algunas de las aplicaciones de las microalgas? ¿Cuál es su interés en el ámbito de energía?

Pues bien, en los últimos años se han logrado avances importantes en la utilización de las microalgas para diversos fines como la salud humana, cosmética, purificación de aguas residuales, prevención de la contaminación acuática, industria farmacéutica, acuicultura, producción de pigmentos y en energía renovable, entre otros. [17]

El uso de microalgas está proporcionando a los científicos numerosas líneas de investigación, y a los empresarios, posibilidades de negocio, debido a la cantidad de aplicaciones que tienen, como es la producción de energía, ya sea en forma de hidrógeno o biocombustibles [17]. Estas investigaciones son de suma importancia ya que el uso de combustibles derivados del petróleo se traduce en la emisión de gases de efecto invernadero, sobre todo, de dióxido de carbono. Con la finalidad de reducir las emisiones de estos gases y mitigar los efectos del cambio climático, se han realizado distintas investigaciones para aprovechar la biomasa de las microalgas como materia prima para obtener biocombustibles [18].

**¿Pero cómo se obtienen los biocombustibles de las microalgas?** Las microalgas generan un elevado contenido de lípidos, eficiencia fotosintética, capacidad de crecer en diferentes tipos de agua con una velocidad de crecimiento alta, igualmente posibilitan la captura de CO<sub>2</sub>. Los principales problemas que hay en los procesos implicados en la obtención de aceite a partir de la biomasa de microalgas, es la

concentración de biomasa, el rompimiento celular y la extracción de lípidos [19, 20].

El proceso de extracción de lípidos de microalgas en el laboratorio se lleva a cabo de la siguiente manera:

#### 1. Cultivo de las microalgas

Utilizando un medio de cultivo, se inocula la cepa de la microalga de interés y se deja crecer en las condiciones óptimas (25°C), en agitación y con periodos de luz y sombra establecidos.



#### 2. Recuperación de la biomasa

Se realiza utilizando el proceso de centrifugación, donde se desecha el medio de cultivo y finalmente se obtiene una pastilla (biomasa).





### 3. Liofilización

Se lleva a cabo la deshidratación de la biomasa algal recuperada mediante la técnica de liofilización, proceso de conservación que consiste en congelar y evaporar el agua de la muestra a baja temperatura y presión atmosférica reducida. El resultado es una biomasa deshidratada, sin agua, que se puede conservar durante mucho tiempo.



### 4. Extracción de lípidos

El proceso de extracción de lípidos se realiza en un matraz Erlenmeyer, agregando a la biomasa liofilizada dos tipos de solventes diferentes: cloroformo y metanol (extracción química). Posteriormente, se coloca en agitación durante 30 minutos a una velocidad de 1250 rpm, finalmente se realiza el proceso de separación de fases con ayuda de un embudo de separación, donde después de 24 horas se separa el extracto lipídico de la biomasa residual.



#### Tarea

Describe cuál de estos métodos de extracción fue usado para la obtención del extracto lipídico, y el por qué.

- A. Método continuo
- B. Método discontinuo



### Actividad 8. ¿Cómo se produce biodiesel?

Una vez obtenido el aceite de las microalgas (extracto lipídico), el siguiente paso es producir el biodiesel a partir de este. La reacción de transesterificación es uno de los métodos más estudiados y, por lo tanto, más utilizados en la producción del biocombustible.

La obtención de biodiesel y de glicerina como producto secundario, se produce gracias a la reacción de transesterificación a partir de un aceite vegetal (triglicéridos), en nuestro caso el extracto de microalga con un alcohol de cadena corta (metanol principalmente, aunque puede ser realizado también con etanol, propanol o butanol) y mediante la presencia de un catalizador ácido o alcalino (hidróxido de sodio, potasio o ácido sulfúrico). Dicha reacción se muestra en la Figura 11 [21].

¿Pero cómo sabemos si obtuvimos biodiesel? Debido a que es una reacción química, no siempre se obtiene el porcentaje deseado;

una manera de cerciorarnos de que la reacción se llevó a cabo, es mediante la técnica de cromatografía de capa fina (CCF).

Esta técnica cromatográfica consiste en utilizar una placa inmersa verticalmente en una fase móvil (eluyente) y en una fase estacionaria polar (comúnmente se utiliza sílica gel) adherida a una superficie sólida, la cual puede ser de vidrio, aluminio u otro soporte [22].

La CCF es una técnica analítica y tiene como objetivo el análisis de una mezcla de componentes; es por eso que es una técnica estándar en el laboratorio. Debido a su simplicidad y velocidad, la CCF se utiliza a menudo para monitorear las reacciones químicas y también para el análisis cualitativo de los productos de una reacción, puesto que permite conocer de manera rápida y sencilla cuántos componentes hay en una mezcla [23].

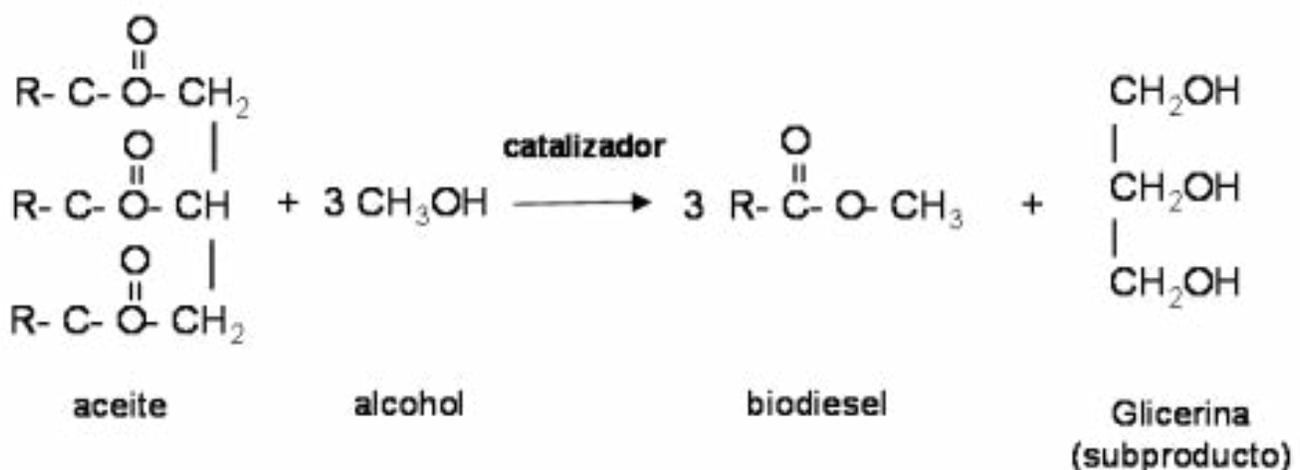


Figura 11. Reacción de transesterificación.



### Procedimiento

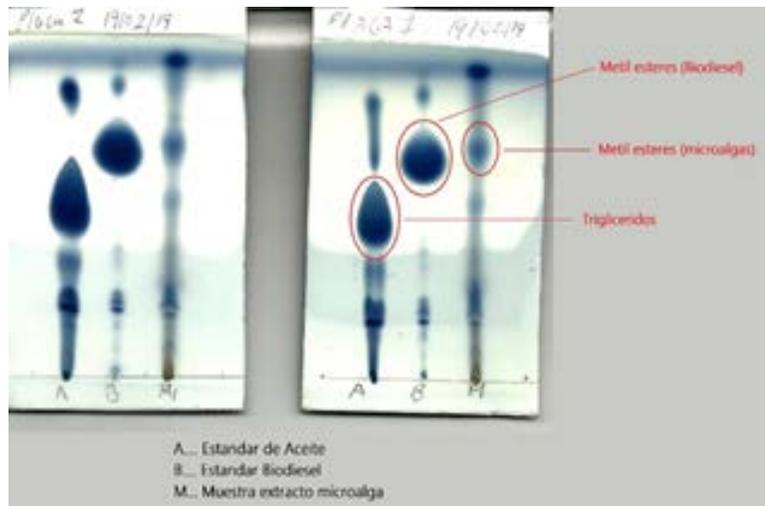
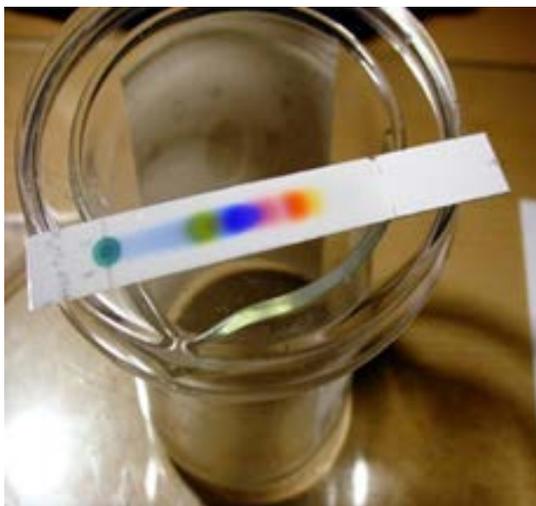
En una placa de CCF se deposita una pequeña cantidad de estándar que se usa como referencia, así como la muestra problema en disolución en un punto en la parte inferior. Esta se introduce en una cubeta cromatográfica, de forma que solo la parte inferior de la placa queda sumergida en el líquido. Este, también conocido como eluyente, es la fase móvil y asciende por la placa de CCF por capilaridad.

A medida que el eluyente pasa por el lugar donde está la mancha de la mezcla problema, se establece un equilibrio entre las moléculas de cada uno de los componentes en la mezcla que son adsorbidas y las que se encuentran en disolución. En principio, los componentes se diferenciarán en solubilidad y en la fuerza de su adsorción, de forma que unos componentes se desplazarán más que otros. Cuando el eluyente llega a la parte superior de la placa, esta se saca de la cubeta, se seca y los componentes separados de la mezcla se visualizan (Figura 12) [23].

### Visualización de las manchas

Si los compuestos son coloreados, se pueden observar las manchas a simple vista. Si no es así, hay varios métodos para visualizar las manchas correspondientes a cada componente de la mezcla.

1. Utilizar luz ultravioleta (UV 254 nm) para observar la placa. Normalmente se adiciona un colorante fluorescente al adsorbente, de forma que la placa sea fluorescente en todas partes excepto donde haya una mancha correspondiente a un compuesto orgánico.
2. Utilizar reveladores. Por ejemplo, vapores de yodo, que es un reactivo inespecífico.
3. Emplear reactivos específicos para desarrollar coloración en las manchas. Esto se puede hacer sumergiendo la placa de CCF en una disolución que los contenga o en forma de spray.

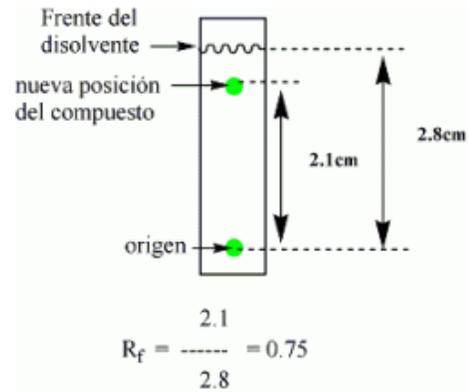


**Figura 12.** Placa de CCF (A) y placa CCF de extracto de microalgas (B).



### Cálculo del factor de retención $R_f$

Cuando son visibles, se puede determinar para cada una de las manchas el valor de  $R_f$  (factor de retención), o la distancia que cada compuesto se desplaza en la placa. Cada compuesto tiene un  $R_f$  característico que depende de su interacción con el disolvente empleado y del tipo de placa de CCF utilizada, pero es independiente del recorrido del disolvente. De esta manera se puede ayudar a identificar un compuesto en una mezcla al comparar su  $R_f$  con el de un compuesto conocido (preferiblemente cuando se hacen fluir en la misma placa de CCF) [23].

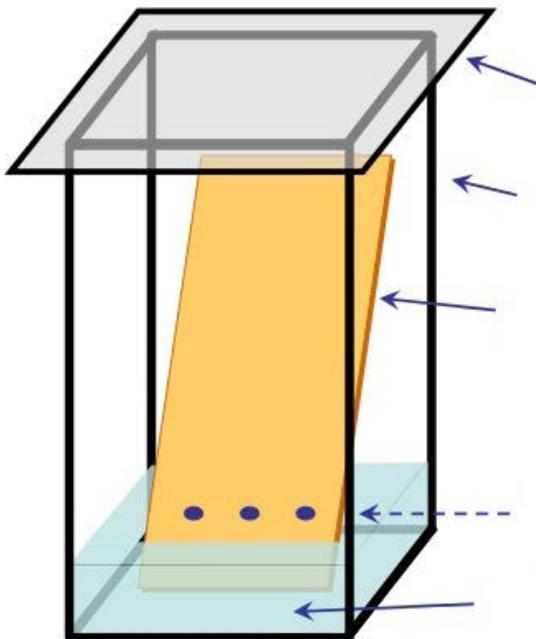


$$R_f = \frac{\text{distancia recorrida por el compuesto}}{\text{distancia recorrida por el disolvente}}$$

### Tarea



De acuerdo con lo aprendido en esta sección, en la siguiente figura une la columna derecha con la parte que le corresponda de la parte izquierda.



Placa recubierta con una capa delgada de la fase estacionaria absorbente.

Fase móvil (disolvente).

Cubeta de vidrio (cubeta cromatográfica).

Tapa.

Puntos de aplicación de las muestras.



## Actividad 9. ¿Cómo verifico la calidad del biodiesel?

### BIOCOMBUSTIBLES

#### ¿Por qué es importante saber la calidad del biodiesel?

El biodiesel, para ser comercializado como combustible y usado en máquinas automotoras, debe cumplir los requerimientos establecidos en las distintas normas establecidas por los diferentes organismos internacionales de estandarización y certificación.

Dentro de los principales organismos internacionales de normalización se encuentran la Comisión Europea de Normalización (CEN, por sus siglas en inglés) y la Sociedad Americana para el Ensayo de Materiales (ASTM), los cuales han publicado las normas **EN 14214** (europea) y la **ASTM D6751** (americana), en las cuales se establecen los requisitos y métodos de ensayo mediante los cuales se basa la calidad del biocombustible.

Estas normas están basadas en una gran variedad de factores que pueden cambiar según la región, de acuerdo con la disponibilidad de las materias primas empleadas en la producción del biodiesel, las características del combustible diésel en cada país, el tipo de motores usualmente utilizados y las regulaciones en cuanto a las emisiones de los mismos [24].

Es por ello que la calidad del biodiesel ha de ser controlada con mucho rigor, ya que la presencia de determinados contaminantes puede provocar diversos problemas, tanto en su obtención, como en su uso como combustible en los motores diésel. Uno de estos parámetros por controlar es la glicerina, que en exceso puede causar pro-

blemas durante el almacenamiento o en el sistema de alimentación, pudiendo ensuciar los inyectores o propiciar la formación de mayores emisiones de aldehídos, así como a la corrosión del sistema de inyección. Por estos motivos, la normativa europea sobre biodiesel **EN 14214** ha establecido unos valores máximos para limitar la presencia de determinados contaminantes, entre los que se encuentra la glicerina [25].

El análisis de los contaminantes del biodiesel se suele llevar a cabo mediante técnicas analíticas cuantitativas como la cromatografía de gases (GC) y la cromatografía de alta resolución de líquidos (HPLC). En este sentido, se ha diseñado un método para analizar mono, di y triacilglicéridos a la par que ésteres metílicos mediante cromatografía de gases.

Por otro lado, los métodos espectroscópicos han ido aumentando su utilización para el control de calidad de procesos. La espectroscopía en el infrarrojo cercano (NIRS) se encuentra entre los métodos de creciente aplicación. Los principales motivos de su desarrollo son su facilidad de uso, rapidez en la medida y ser un procedimiento no destructivo, junto a su fiabilidad y precisión. Los equipos usados para estas técnicas se pueden observar en la Figura 13 [25].



**Figura 13.** Equipos para caracterizar la calidad del biodiesel.



La viscosidad, la densidad y el número de cetano son propiedades muy importantes del biodiésel. Este último es un indicador de la calidad de los combustibles y mide la facilidad del encendido después de que estos han sido inyectados al motor diésel. Un adecuado número de cetano es necesario para el buen rendimiento del motor [26].

El biodiesel y los combustibles están compuestos por una mezcla compleja de hidrocarburos que, en su mayoría, no tienen una absorción característica en el infrarrojo (IR). Sin embargo, las olefinas, los aromáticos y los diversos aditivos utilizados en los combustibles, exhiben bandas de absorción utilizadas para caracterizarlo en un analizador de combustible IR. Cuando se trata de biodiesel, se agrega un mejorador de índice cetano. Debido a que los enlaces químicos entre los átomos de carbono y oxígeno pueden ser identificados fácilmente con radiación IR, la espectroscopía IR ha resultado ser el método de preferencia para detectar tales sustancias, pues posee un sistema de detección automática del tipo de combustible para la determinación del índice de octano en la gasolina o el índice de cetano en el biodiesel (Figura 14) [27].

Por último, cabe destacar que el Laboratorio de Emisiones Vehiculares y Ensayo de Motores del Instituto Mexicano del Petróleo (IMP), está dotado de equipos de muestreo (Figura 15). Su objetivo principal es conocer el desempeño combustible-motor, tanto en emisiones como en su comportamiento, lo cual conlleva a hacer estudios sobre reformulación de combustibles, análisis en mezclas de biocombustibles (biodiésel y bioetanol), así como su reformulación [28].



**Figura 14.** Equipo de infrarrojo (IR) OptiFuel.



**Figura 15.** Motor para pruebas de desempeño de combustible.

### Tarea



Con base a lo anterior, ¿consideras que el biodiesel es un biocombustible que tiene relevancia en un futuro? Justifica tu respuesta.



## Actividad 10. Resumen y reporte final.

Hasta ahora hemos descubierto como se agrupan las microalgas, sus principales aplicaciones, cómo se produce el biodiesel y la manera en que se verifica su calidad.

Por lo tanto, realizaremos un repaso consistente en realizar un **resumen** de estos temas en una cuartilla, usando los consejos antes descritos en la sección 5. También elaboraremos un **reporte final** de lo aprendido en la estancia.

A continuación, se mencionan los elementos que deberá contener [29]:

### 1. Portada

Incluye el título de la investigación, el nombre del autor o autores, y el nombre de la institución donde se realiza el estudio, así como la fecha de presentación del reporte.

### 1. Índice

### 2. Resumen

Consta del contenido esencial del reporte de la investigación.

### 3. Introducción

Incluye el planteamiento del problema, el contexto general de la investigación y las limitaciones de la misma.

### 4. Marco teórico

En él se desarrollan los estudios e investigaciones antecedentes y las teorías a manejar.

### 5. Método

- Hipótesis.
- Objetivo.
- Materiales y muestra.
- Procedimiento.

### 6. Resultados

Análisis de la experimentación (práctica). Describa brevemente la idea principal que resume los descubrimientos. Puedes ilustrar con dibujos o fotos.

### 7. Conclusiones

Deben ser precisas y pueden ser cortas o largas. Deja el mensaje final sobre la investigación. Esta debe enfocarse en los objetivos.

### 8. Recomendaciones

Aquí sí se puede recomendar, sugerir **qué se puede mejorar** de la parte experimental, así como **lo que más te gustó** y **lo que menos te agrado**. Es muy importante que en este apartado se comente sobre el cumplimiento de las expectativas de este capítulo.



## Sobre las autoras

La Dra. **Ruby Valdez Ojeda** realiza investigación básica y aplicada sobre el potencial que poseen las microalgas (dulceacuícolas y marinas) para producir ácidos grasos útiles para generar biodiesel, hidrocarburos, etcétera. También se evalúa su capacidad para generar biohidrógeno en condiciones de anaerobiosis; lo anterior, bajo condiciones nutrimentales específicas. Actualmente labora como investigador asociado en la Unidad de Energía Renovable en el Centro de Investigación Científica de Yucatán (CICY).

La Q. I. **Tanit Toledano Thompson**, cuenta con experiencia en el área de bioenergía, así como en las técnicas de cromatografía de líquido de alta resolución (HPLC), microscopía óptica y microscopía electrónica de barrido (MEB). Actualmente labora como técnico académico en el laboratorio de Microbiología de la Unidad de Energía Renovable en el Centro de Investigación Científica de Yucatán (CICY).



## Glosario

**Biocombustible:** combustible no fósil obtenido a partir del tratamiento de biomasa vegetal, incluso de materias orgánicas y excrementos animales. Es mucho menos contaminante que los combustibles de origen fósil.

**Biomasa:** cantidad o masa de materia [orgánica](#) procedente de organismos vivos que se puede encontrar en un lugar y un momento determinados. En el contexto energético se emplea el término para designar a la materia orgánica como los subproductos de la madera y los residuos agrícolas, que pueden quemarse para producir energía o ser transformados en gas y utilizados como combustible.

**Biósfera:** es el [sistema](#) formado por el conjunto de los [seres vivos](#) del [planeta Tierra](#) y sus interrelaciones (influyen tanto los organismos en el medio, como el medio sobre los organismos). Está constituida por una

capa de agua, tierra y una masa delgada de aire; comprende desde unos 10 km de altitud en la atmósfera hasta los fondos oceánicos.

**Cadena trófica:** describe el proceso de transferencia de sustancias nutritivas a través de las diferentes especies de una [comunidad biológica](#), en la que cada una se alimenta de la precedente y es alimento de la siguiente. También conocida como cadena alimenticia o cadena alimentaria, es la corriente de [energía](#) y [nutrientes](#) que se establece entre las distintas [especies](#) de un [ecosistema](#) en relación con su [nutrición](#).

**Calentamiento global:** es el aumento a largo plazo de la temperatura media del [sistema climático](#) de la [Tierra](#). Es un aspecto primordial del [cambio climático](#) actual, demostrado por la [medición directa de la temperatura](#) y de varios efectos del calentamiento.



**Celulosa:** sustancia sólida, blanca, amorfa, inodora y sin sabor, e insoluble en agua, alcohol y éter, que constituye la membrana celular de muchos hongos y vegetales. La celulosa es la [biomolécula](#) orgánica más abundante, ya que forma la mayor parte de la [biomasa](#) terrestre.

**Clorofila:** familia de [pigmentos](#) de color verde que se encuentran en las [cianobacterias](#) y en todos aquellos organismos que contienen [cloroplastos](#) o membranas tilacoidales en sus [células](#), lo que incluye a las [plantas](#) y diversas [algas](#). La clorofila es una [biomolécula](#) sumamente indispensable, crítica en la [fotosíntesis](#), ya que es un proceso que permite a las plantas y algas producir [energía](#) a partir de la [luz solar](#).

**Cromatografía:** método químico que permite separar los componentes que integran una mezcla, distribuyéndolos en dos fases. Una es estacionaria, mientras que la otra es móvil. Este método de análisis que permite la separación de gases o líquidos de una mezcla por adsorción selectiva, está basado en la diferente velocidad con la que se mueve cada fluido a través de una sustancia porosa.

**Cultivo:** método de estudio de los microorganismos que consiste en colocar alguno de ellos en un medio determinado para que se produzca fácilmente y forme colonias que permitan su examen detenido.

**Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>):** es un compuesto de carbono y oxígeno que existe como [gas](#) incoloro en condiciones de temperatura y presión estándar (TPS). Está íntimamente relacionado con el [efecto invernadero](#).

**Electrón:** partícula que se encuentra alrededor del núcleo del átomo y que tiene carga eléctrica negativa.

**Enzima:** proteína que cataliza las reacciones bioquímicas del metabolismo; actúan

sobre las moléculas conocidas como sustratos y permiten el desarrollo de los diversos procesos celulares.

**Eutrofización:** enriquecimiento excesivo en [nutrientes](#) de un [ecosistema acuático](#), es decir, la acumulación de residuos orgánicos en el litoral marino o en un lago, laguna, o cualquier cuerpo de agua, que causa la proliferación de ciertas algas.

**Extracción:** en [química](#), es un procedimiento de separación de una [sustancia](#) que puede disolverse en dos [disolventes](#) no miscibles entre sí, con distinto grado de [solubilidad](#) y que están en contacto a través de una [interfaz](#).

**Fotosíntesis:** proceso metabólico por el que las plantas verdes convierten sustancias inorgánicas (dióxido de carbono y agua) en sustancias orgánicas (hidratos de carbono), desprendiendo oxígeno debido a la transformación de energía luminosa en energía química.

**Liofilización:** método de conservación que consiste en deshidratar (separar el agua de una sustancia), sometiéndola a una rápida congelación y eliminando el hielo posteriormente mediante un ligero calentamiento al vacío que lo transforma en vapor, para dar lugar a un material esponjoso que se disuelve posteriormente con facilidad. Se utiliza en la deshidratación de los alimentos, materiales biológicos y otros productos sensibles al calor.

**Lípidos:** macro [biomolécula](#) soluble en solventes no polares; es decir, es una sustancia orgánica insoluble en agua que se encuentra en el tejido adiposo y en otras partes del cuerpo de los animales, así como en los vegetales, microalgas y especialmente en las semillas de ciertas plantas. Está constituida por una mezcla de ácidos grasos y ésteres de glicerina, y sirve como reserva de energía.



**Medio de cultivo:** es un conjunto de nutrientes, factores de crecimiento y otros componentes que crean las condiciones necesarias para el desarrollo de los microorganismos.

**Metabolismo:** proceso por el cual se transforman en el organismo los hidratos de carbono, las proteínas, las grasas, y otras sustancias.

**Microalga:** son microorganismos microscópicos (2-200  $\mu\text{m}$ ) fotosintéticos, también son polifiléticos y eucariotas que pueden crecer de manera autotrófica o heterotrófica.

**Mililitro (ml):** una unidad de [volumen](#) equivalente a la milésima parte de un [litro](#), representado por el símbolo ml.

**Morfología:** en biología, es el área especializada centrada en la forma de los seres vivos. Estudia la estructura y las características de los organismos, tanto a nivel interno como externo.

**Muestreo:** procedimiento mediante el cual se toman a ciertos individuos que pertenecen a una población que está siendo sujeta de un análisis.

**Nutrientes:** es utilizado para cualquier sustancia útil para los procesos metabólicos de un organismo.

**Pirenoide:** masa fundamentalmente de proteína incluida en los [plastos](#) de las algas, generalmente rodeado de un depósito de almidón.

**Proteína:** moléculas formadas por [aminoácidos](#) que están unidos por un tipo de enlaces conocidos como peptídicos. Son sustancias químicas que forman parte de la estructura de las membranas celulares y es el constituyente esencial de las células vivas; su función biológica principal es la de actuar como biocatalizador del metabolismo.

**Sp.:** abreviatura latina usada en Biología, quiere decir especie o especie de.

**Técnica de infrarrojo:** permite la identificación de los grupos funcionales de un compuesto. Esto debido a que cuando una molécula absorbe radiación infrarroja, la vibración intramolecular con frecuencia igual a la de la radiación, aumenta en intensidad, lo que genera señales con frecuencias que corresponden a la vibración de un enlace específico. La región infrarroja se divide en tres: infrarrojo cercano (NIR), infrarrojo medio (MIR) e infrarrojo lejano (FIR). El espectrómetro de IR con transformada de Fourier permite la obtención de espectros de forma rápida, precisa y con relaciones Señal/Ruido (S/N) elevadas.



## Referencias

- [1] Colorado Gómez, M. A., Moreno Tirado, D. A., y Pérez Posada, J. L. (2013). Desarrollo, producción y beneficio ambiental de la producción de microalgas. En *La experiencia en La Guajira, Colombia. Ambiente y Desarrollo*. Bogotá, Colombia.
- [2] Luna Medina, N. (2017). *Las microalgas como fuente de energía y para procesos de biorremediación*. México: Instituto de Energías Renovables (IER-UNAM).
- [3] CICY (Boletín de prensa). (2019). *Urge mitigar el cambio climático para frenar escenarios críticos: Dr. Maser*. Disponible en: [www.cicy.mx/noticias-y-eventos/boletin-67-urge-mitigar-el-cambio-climatico-para-frenar-escenarios-criticos-dr-masera](http://www.cicy.mx/noticias-y-eventos/boletin-67-urge-mitigar-el-cambio-climatico-para-frenar-escenarios-criticos-dr-masera).
- [4] Castillo, O. S., Torres-Badajoz, S. G., Núñez-Colín, C. A., Peña-Caballero, V., Herrera Méndez, C. H., y Rodríguez-Núñez, J. R. (2017). *Producción de biodiésel a partir de microalgas: avances y perspectivas biotecnológicas*. Hidrobiológica.
- [5] González Céspedes, A. (2015). *¿Qué son las microalgas? Interés y uso*. Consultado en: [www.cajamar.es/pdf/bd/agroalimentario/innovacion/investigacion/documentos-y-programas/microalgas-1444391623.pdf](http://www.cajamar.es/pdf/bd/agroalimentario/innovacion/investigacion/documentos-y-programas/microalgas-1444391623.pdf). Fundación Cajamar.
- [6] Hernández-Pérez, A. y Labbé, J. (2014). Microalgas, cultivo y beneficios. En *Revista de Biología Marina y Oceanografía*. 49(2): 157-173.
- [7] Plancton Marino (s/f). *Todo lo que necesitas saber sobre microalgas*. Consultado el 9 de octubre de 2020 en: [www.planctonmarino.com/2016/10/27/microalgas/](http://www.planctonmarino.com/2016/10/27/microalgas/).
- [8] Kahn Academy. (s/f). *Luz y pigmentos fotosintéticos*. Consultado el 9 de octubre de 2020 en: [es.khanacademy.org/science/biology/photosynthesis-in-plants/the-light-dependent-reactions-of-photosynthesis/a/light-and-photosynthetic-pigments](https://es.khanacademy.org/science/biology/photosynthesis-in-plants/the-light-dependent-reactions-of-photosynthesis/a/light-and-photosynthetic-pigments).
- [9] Dreckmann, K. M., Senties, A., y Núñez, M. L. (2013). *Manual de prácticas de laboratorio. Biología de algas*. Consultado el 10 de octubre de 2020 en: [publicacionescsbs.izt.uam.mx/DOCS/biologiadealgas.pdf](http://publicacionescsbs.izt.uam.mx/DOCS/biologiadealgas.pdf). México: UAM.
- [10] Bojorge-García, M., y Cantoral Uriza, E. (2016). *La importancia ecológica de las algas en los ríos*. Hidrobiológica. 26 (1): 1-8.
- [11] Polanco Zambrano, D. A. (2017). *Algas verdes, Chlorophytas (clorófitas)*. Consultado el 10 de octubre de 2020 en: [naturaleza.paradis-sphynx.com/algas/algas-verdes-chlorophytas.htm](http://naturaleza.paradis-sphynx.com/algas/algas-verdes-chlorophytas.htm).
- [12] Guamán-Burneo, M., y González-Romero, N. (2016). *Catálogo de microalgas y cianobacterias de agua dulce del Ecuador*. Quito, Ecuador: Corporación para la Investigación Energética, Laboratorio de Biotecnología Energética.
- [13] Wikipedia. (s/f). *Microalga*. Consultado en: [es.wikipedia.org/wiki/Microalga](https://es.wikipedia.org/wiki/Microalga).
- [14] Sancho Martínez, M. (2016). *¿Por qué cambian de color las algas?* Consultado en: [allyouneedisbiology.wordpress.com/2016/10/09/por-que-cambian-de-color-las-aguas/](http://allyouneedisbiology.wordpress.com/2016/10/09/por-que-cambian-de-color-las-aguas/).
- [15] Tus clases. (s/f). *Técnicas para hacer un resumen efectivo*. Consultado en: [www.tus-clases.mx/blog/tecnicas-hacer-resumen](http://www.tus-clases.mx/blog/tecnicas-hacer-resumen).



- [16] Moll, S. (2013). *10 útiles consejos para elaborar con éxito un resumen*. Consultado en: [justificaturespuesta.com/10-utiles-consejos-para-elaborar-con-exito-un-resumen/](http://justificaturespuesta.com/10-utiles-consejos-para-elaborar-con-exito-un-resumen/).
- [17] González Céspedes, A. (2015). *¿Qué son las microalgas? Interés y uso*. Consultado en: [www.cajamar.es/pdf/bd/agroalimentario/innovacion/investigacion/documentos-y-programas/microalgas-1444391623.pdf](http://www.cajamar.es/pdf/bd/agroalimentario/innovacion/investigacion/documentos-y-programas/microalgas-1444391623.pdf). Fundación Cajamar.
- [18] Petroquimex. (2017). *Las microalgas como fuente de energía y para procesos de bioremediación*. Consultado en: [petroquimex.com/las-microalgas-como-fuente-de-energia-y-para-procesos-de-bioremediacion/](http://petroquimex.com/las-microalgas-como-fuente-de-energia-y-para-procesos-de-bioremediacion/).
- [19] <https://knepublishing.com/index.php/KnE-Engineering/article/view/1408/3420>.
- [20] S/A. (2019). *Método de separación de mezclas*. Consultado en: [metodosdeseparaciondemezclas.win/extraccion/](http://metodosdeseparaciondemezclas.win/extraccion/).
- [21] Ceupe Magazine. (s/f). *¿Qué es la transesterificación?* Consultado en: [www.ceupe.com/blog/que-es-la-transesterificacion.html](http://www.ceupe.com/blog/que-es-la-transesterificacion.html).
- [22] Wikipedia (s/f). *Cromatografía en capa fina*. Consultado en: [es.wikipedia.org/wiki/Cromatograf%C3%ADa\\_en\\_capa\\_fina](http://es.wikipedia.org/wiki/Cromatograf%C3%ADa_en_capa_fina).
- [23] Universitat de Barcelona. (s/f). *Cromatografía en capa fina y columna*. Consultado en: [www.ub.edu/oblq/oblq%20castellano/cromatografia\\_tipus.html](http://www.ub.edu/oblq/oblq%20castellano/cromatografia_tipus.html).
- [24] Ávila Orozco, D. A. (2015). *Biodiesel: estudios analíticos y desarrollo de métodos de análisis para el control de calidad*. Argentina: Universidad Nacional del Sur (Tesis de Doctor en Química).
- [25] Dorado, M. del P., y Font, R. (s/f). *Determinación de la calidad del biodiesel procedente de aceite de oliva*. España: I Congreso de cultura del Olivo. 551-559.
- [26] Montenegro Mier, M. A., Sierra Varga, F. E., y Guerrero Fajardo, C. A. (2012). *Production and characterization of biodiesel from chicken fat*. Colombia: Informador Técnico.
- [27] SICA. (2020). *Analizador de combustible (octano y cetano) con tecnología FTIR*. Consultado en: [www.sicamedicion.com.mx/blog/tecnologias/analizador-combustible-tecnologia-ftir/](http://www.sicamedicion.com.mx/blog/tecnologias/analizador-combustible-tecnologia-ftir/).
- [28] Casas Pérez, L. (2013). *El laboratorio de emisiones vehiculares y ensayo de motores, un valioso apoyo para la solución de problemas ambientales*. Consultado en: [petroquimex.com/el-laboratorio-de-emisiones-vehiculares-y-ensayo-de-motores-un-valioso-apoyo-para-la-solucion-de-problemas-ambientales/](http://petroquimex.com/el-laboratorio-de-emisiones-vehiculares-y-ensayo-de-motores-un-valioso-apoyo-para-la-solucion-de-problemas-ambientales/). Petroquimex.
- [29] Taller Investigación ITNL. (2009). *Elementos para un reporte de investigación*. Consultado en: [tallerinvestigacionitnl.blogspot.com/2009/05/elementos-para-un-reporte-de.html](http://tallerinvestigacionitnl.blogspot.com/2009/05/elementos-para-un-reporte-de.html).



# 3P

## Los habitantes invisibles, ¿amigos o enemigos?

**Dra. Blondy Beatriz Canto Canché**  
**M. C. Bartolomé Humberto Chi Manzanero**  
**M. C. José Rufino Gómez Tah**

Unidad de Biotecnología  
 (Laboratorio de Biotecnología Microbiana)

### Descripción

En este proyecto, los alumnos y alumnas conocerán que los organismos son diversos y que bajo las circunstancias ambientales comunes, algunos son imperceptibles a la vista. Para estos existen condiciones que favorecen su crecimiento hasta volverse visibles, permitiendo conocer la variedad de colores, formas y estructuras que presentan.

En el proyecto se abordará el papel vital que los microorganismos desempeñan en el reciclaje de los elementos. También las inte-

racciones con otros organismos, comprendiendo que algunos son nocivos, pero otros son útiles para beneficio del ser humano.

### Objetivo

Los alumnos y alumnas conocerán la diversidad de microorganismos presentes en diferentes fuentes orgánicas e inorgánicas, así como su función en los ecosistemas. Aprenderán algunas de sus aplicaciones para beneficio de la sociedad.



## Materia afín

Ciencias Naturales (Los seres vivos y su diversidad/tercer semestre, UADY) ([www.csems.uady.mx/media/MallaCurricularPrepa1y2.pdf](http://www.csems.uady.mx/media/MallaCurricularPrepa1y2.pdf))

Módulo Universo Natural Prepa en Línea SEP ([prepaenlinea.sep.gob.mx/wp-content/uploads/2020/03/Acuerdo090914-3.pdf](http://prepaenlinea.sep.gob.mx/wp-content/uploads/2020/03/Acuerdo090914-3.pdf))

## ¿Qué vas a aprender?

- Elementos del método científico: observación, hipótesis, experimentación y análisis.
- Trabajo grupal a distancia.
- Características de los microorganismos: unicelulares, multicelulares, procariotas y eucariotas.
- Papel de los microorganismos en el ecosistema: descomponedores, reciclaje de elementos, interacción con otros organismos.
- Microorganismos como patógenos potenciales: enfermedades en humanos, plantas, animales, epidemias, pandemias, etcétera.
- Microorganismos como fuente de compuestos de utilidad para la sociedad: antibióticos, alimentos, enzimas y bioprocesos.
- Lenguaje académico-técnico.



## Pregunta inicial

¿Cuál es la función de los microorganismos en la naturaleza?

¿Cómo pueden ser aprovechados por el ser humano?



## Panorama general del tema

El ambiente, tal y como lo percibimos, está integrado por elementos biológicos como las plantas, los animales y los elementos no biológicos como el agua, el aire y el suelo. Sin embargo, existe una gran cantidad de especies de organismos que no son visibles a simple vista, por lo que se requiere el uso de instrumentos y métodos especiales para su observación.

Por esta característica, se les llama de manera general como **microorganismos** y podemos encontrarlos en los elementos antes mencionados.

Estos son capaces de desarrollarse y vivir en el suelo, en el aire y en los cuerpos de agua; en lugares templados o tropicales, y otros cuantos en ambientes extremos, muy calientes o muy fríos (en ese caso son clasificados como extremófilos).

Existen diversos métodos de cuantificación de los microorganismos presentes en dichos ambientes (la llamada biomasa microbiana). Se calcula que algunos suelos contienen 15 toneladas de biomasa microbiana por hectárea y en el aire de espacios cerrados se ha reportado la presencia de



$10^5$  partículas bacterianas y virales por  $m^3$ . En los cuerpos de agua se han encontrado hasta  $1.679 \times 10^9$  células por litro (Props *et al.*, 2017; Dobrovol'skaya *et al.*, 2015).

La enorme diversidad de microorganismos cumple una serie de importantes funciones en los ecosistemas: contribuyen a la degradación de materia orgánica, promueven el buen funcionamiento de los ciclos biogeoquímicos e interactúan entre sí para el

control de poblaciones de otros organismos que podrían alterar el equilibrio trófico (Gibbons y Gilbert, 2017).

Desde el punto de vista humano, los microorganismos tienen importante valor, pues son aprovechables para obtener productos de interés biotecnológico, desde productos sencillos como la composta, hasta productos de alta tecnología como enzimas, antibióticos y otros fármacos.



## Presentación

Con este proyecto se espera que los y las jóvenes participantes conozcan el método científico y mediante su aplicación, comprendan la enorme diversidad de microorganismos y su importancia en el ecosistema.

Conocerán conceptos tales como: bacterias, hongos, virus y algunas de sus características. También se tiene como objetivo que comprendan el papel de estos microorganismos en el funcionamiento de los diversos tipos de sistemas biológicos y cómo su alteración o extinción conlleva riesgos que afectan a todas las poblaciones, incluyendo a la sociedad humana.

Además de resaltar la importancia biológica, también se abordan aspectos como el valor comercial y el potencial de estos microorganismos para la obtención de productos de interés como alimentos, bebidas, fármacos y enzimas; también se reconoce el daño potencial que algunos

pueden causar, por la capacidad de producir enfermedades.

El objetivo es concientizar a las y los estudiantes sobre la importancia de los microorganismos en el funcionamiento del ambiente que nos rodea, los múltiples beneficios que nos proporcionan y cómo el desequilibrio de su existencia puede llevar a situaciones de riesgo para la humanidad.

Este manual ha sido redactado por académicos y estudiantes del Laboratorio de Biotecnología de Microorganismos de la Unidad de Biotecnología del CICY y se desarrollará aplicando el método científico, implementando prácticas simples, con utensilios e insumos de fácil acceso, comunes en el hogar. Con todo lo anterior, las y los jóvenes podrán desarrollar, a través de actividades sencillas, un proyecto que les permitirá ampliar sus conocimientos en el campo de la microbiología y su potencial.



## Desarrollo



## Experimento 1. Los microorganismos y su diversidad.

Nuestro ambiente está integrado por un gran número de organismos, algunos no podemos observarlos a simple vista, porque son de tamaño microscópico. Por esta razón se les refiere con el término de **microorganismos**.

Estos seres diminutos están en todo lo que nos rodea: en el aire, el agua, el suelo y también en los objetos que comúnmente utilizamos como el celular, la computadora, el control remoto, la cartera, los recipientes de cocina, en la ropa que nos ponemos e incluso, nuestro cuerpo es el hogar de millones de bacterias, hongos y virus que se hallan en nuestro cabello, nariz, boca, piel, en el aparato digestivo, etcétera.

Los microorganismos tienen una gran capacidad de adaptación a una diversidad de ambientes, lo que depende directamente de la capacidad para encontrar nutrientes en ellos. Es importante resaltar que los microorganismos que viven en un ambiente como el baño de una casa, pueden ser diferentes de los que se desarrollen en la hojarasca del jardín.

Aunque los microorganismos colonizan diferentes nichos en la búsqueda de nutrientes, algo en común es la capacidad de metabolizar las moléculas que tengan al alcance. De esta manera, convertirán moléculas complejas en moléculas más sencillas y obtendrán energía.

Una forma simple para “descubrir” a los microorganismos que viven en cualquier ambiente, es tomar una muestra del sitio de interés con un hisopo, pasándolo sobre la superficie del lugar u objeto; al inocular dicha muestra en un medio con nutrientes, favorecerá el crecimiento de los organismos.

### Pregunta de investigación

¿Qué función tienen los microorganismos en el ambiente?

### Actividad

Preparación de los medios de cultivo y siembra de microorganismos.



### Materiales

- 10 frascos pequeños de vidrio con tapa de rosca (pueden ser de mayonesa, mermelada, café, papilla. Preferible que todos sean del mismo tamaño y estén totalmente limpios y secos).
- ½ taza de fécula de maíz.
- 3 ½ tazas de agua purificada.
- Una olla mediana.
- Una olla grande (con espacio suficiente para introducir todos los frascos).
- Un recipiente de 2 litros.
- Una cuchara grande de madera.
- Trapos de cocina.
- 20 hisopos (cotonetes) dentro de un frasco de vidrio con tapa de rosca.
- Iodopovidona (Isodine).
- Cubrebocas y guantes de plástico.
- Libreta usada con hojas limpias para apuntes.
- Lápices y plumas.



### Desarrollo

1. Poner los frascos con las tapas puestas sin apretar y el frasco que contiene los hisopos en baño María, cuidando que a ninguno le entre agua. Todos se dejarán en la olla por 30 minutos. Al terminar, se



apaga la estufa y deja enfriar los frascos a temperatura ambiente dentro de la olla.



2. En un recipiente, disuelve totalmente la media taza de fécula de maíz, agregando una taza de agua purificada. Asegúrate de que no queden grumos.



3. En la otra olla pon a hervir el agua sola restante (2 ½ tazas). Cuando hierva, agrega la fécula de maíz previamente disuelta, hasta que se mezcle totalmente y agita con una cuchara por 20 minutos.



4. Con mucho cuidado y usando un trapo para sujetar la olla, vierte en cada frasco una pequeña porción, llenando una décima parte de su volumen.



5. Sin apretar con mucha fuerza, cierra cada frasco y deja enfriarlos con la mezcla a temperatura ambiente.



**NOTA**



Para realizar el proceso de llenado de los frascos con la mezcla de fécula de maíz, escoge un lugar limpio y sin corrientes de aire para evitar contaminantes. La mezcla contenida en el frasco servirá como medio de cultivo para los microorganismos.



6. Para la inoculación de los medios con muestras ambientales, selecciona diferentes lugares de tu hogar como el jardín, la cochera, la cocina, el área de lavado de ropa, el baño, etcétera.



7. Estando en el lugar que hayas elegido, utiliza un hisopo para tomar una muestra de la siguiente manera: frota uno de sus extremos sobre la superficie de algún objeto.



8. Sujetando el extremo limpio del hisopo, desliza suavemente el otro con la muestra sobre la superficie del medio contenido en el frasco. No olvides que la mezcla y el frasco deben estar a temperatura ambiente. Ten cuidado de no romper el medio, deslízalo sobre la superficie sin aplicar tanta fuerza.



9. Etiqueta o marca el frasco con los datos del lugar y el objeto que seleccionaste para la toma de muestra.



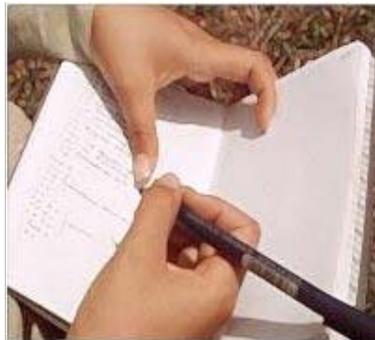
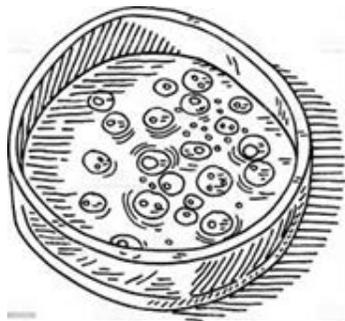
### NOTA

La toma de muestra la puedes hacer por duplicado, usando 2 hisopos y 2 frascos por sitio muestreado. Para el control negativo, toma un hisopo limpio y estéril (tomándolo con cuidado del frasco) y deslízalo sobre la superficie del medio. Hacer esto en 2 frascos y etiqueta uno como **Control Negativo Réplica 1** y **Control Negativo Réplica 2**. Almacena los frascos en un lugar fresco y lejos de la luz directa del sol.



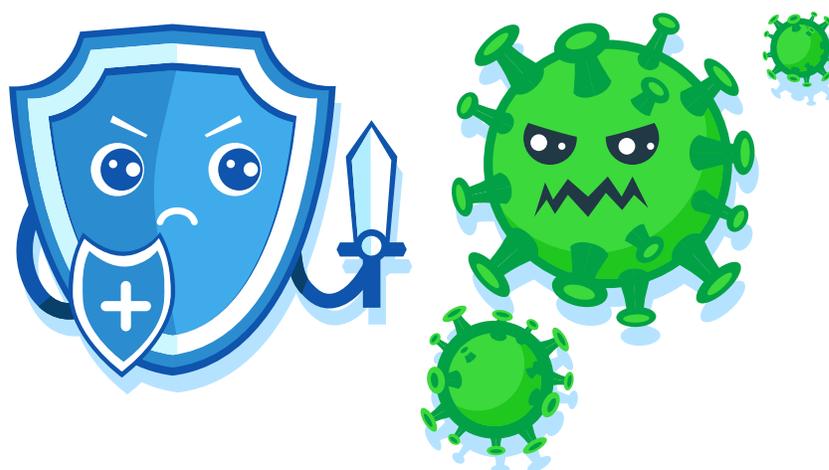
10. En tu bitácora (libreta) anota los datos de tu muestreo. Escribe los datos de los 2 frascos correspondientes a las réplicas, poniendo una clave para cada uno con el tipo de muestra, fecha y hora que los muestreaste y que los inoculaste en el medio de cultivo. Durante los próximos 5 días, observa diariamente y a la misma hora cada frasco. En tu bitácora anota lo que observaste en cada frasco; describe las formas, colores, tamaño de colonias, etcétera. Puedes tomar fotografías con tu celular de los frascos que más te sorprendan. Si te es posible, dibuja las estructuras que puedas observar.

11. Cuando notes que en tus frascos se han desarrollado bastantes microorganismos, toma uno de cada tratamiento (incluyendo el control negativo) y agrega unas gotas de Iodopovidona (Iodine), de tal forma que la solución llegue a los bordes de crecimiento de los microorganismos. Deja reposar por 5 minutos y después escurre el exceso de líquido de los frascos. Registra en tu bitácora lo que observes.



**NOTA**

Cuando realices esta actividad, usa cubrebocas y guantes.





### Lo que debes saber

El mundo, tal y como lo conocemos, está habitado por un gran número de organismos biológicos; sin embargo, existe un gran número de especies que por su minúsculo tamaño no los percibimos fácilmente.

Pensemos en los **musgos**, que son las plantas más sencillas de la naturaleza y crecen en zonas de alta humedad, o en las **algas** que comúnmente conocemos como "verdín", que se forma en los charcos de agua estancada después de las lluvias. Ambos organismos podemos verlos, pero sus características están fuera del alcance de nuestra visión y para observarlos a detalle, requerimos de equipos especiales como los **microscopios**.

Sin embargo, algunos de ellos podemos hacerlos visibles a nuestros ojos si les damos las condiciones especiales para su crecimiento y desarrollo. Aunque un gran número de especies de microorganismos no son cultivables usando las técnicas comunes del laboratorio (Atchman y Wagner, 2008), muchas otras sí, y tienen la capacidad biológica de crecer en todo tipo de ambientes.

Los microorganismos pueden dividirse en dos grandes grupos; los **hongos** (reino fungi) y las **bacterias** (arqueas y eubacterias), aunque también se incluyen a los **virus** (parásitos intracelulares). No obstante, en este mundo microscópico no se consideran como seres vivos.

Los hongos y las bacterias participan en los procesos de degradación de la materia biológica, por lo que su labor permite

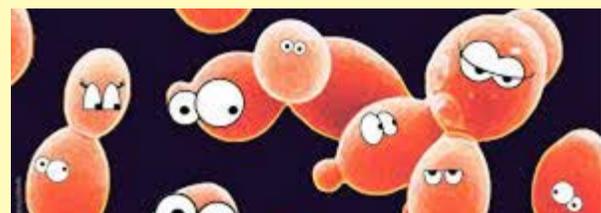
el reciclaje de la materia orgánica. Sin embargo, otros hongos y bacterias pueden ser organismos parásitos, causantes de enfermedades a otros organismos, incluyendo al ser humano.

En el caso de los virus, pensemos en la pandemia actual causada por el virus **SARS-Cov-2**, o echemos un vistazo a la historia para recordar la pandemia de la **gripe española** de 1918, causada por el virus de la influenza (Pulido, 2018).

Otro problema causado por microorganismos fue la **Gran Hambruna irlandesa**, originada por la enfermedad de la papa, causada por el organismo **oomiceto** llamado *Phytophthora infestans* (Gavaldà, 2020).

En el mundo de los microorganismos no todo es malo o con efectos negativos, pues los diversos estudios han permitido descubrir que muchos de estos producen **antibióticos** como *Penicillium sp.*, *Streptomyces sp.*, *Cephalosporium sp.*, *Bacillus licheniformis* y *B. polymyxa*.

Otros microorganismos, como la **levadura** (*Saccharomyces cerevisiae*), se emplean para hacer pan, cerveza, vino, y recientemente se han descubierto microorganismos capaces de degradar el plástico, tal es el caso de las bacterias *Shewanella sp.*, *Moritella sp.*, *Psychrobacter sp.*, *Pseudomonas sp.*, *Pseudomonas sp.*, *Clonostachys rosea*, *Trichoderma sp.* y *Rhodococcus sp.* (Urbanek et al., 2018).





## Experimento 2. Los microorganismos y su utilidad: la fermentación.

Como antes se mencionó, algunos organismos se utilizan en la preparación de pan o para producir bebidas alcohólicas; uno de los más comunes es el hongo del **género** *Saccharomyces*, comúnmente llamado levadura.

La acción de la levadura sobre la masa del pan o sobre los azúcares de las bebidas alcohólicas se conoce comúnmente como **fermentación**. En el caso del pan, cuando ocurre esta reacción, se libera dióxido de carbono y etanol, lo que permite el inflado de la masa y la estructura alveolar (Ibérica, 2020). En el caso de las bebidas alcohólicas, la fermentación permite también convertir los azúcares de los jugos o de las mezclas acuosas de los granos, en etanol y bióxido de carbono. Este proceso permite obtener vinos, cerveza, sidra, sake, según el origen de la masa fermentada (Pluma, 2016).

### Pregunta de investigación

¿Para qué nos pueden servir los microorganismos?

### Actividad

Preparación de tepache.



### Materiales

- Una piña grande y madura.
- Una taza de piloncillo cortado en trozos o una taza de azúcar morena (según la disponibilidad).
- Dos litros de agua purificada.

- Una raja de canela\*.
- Tres clavos de olor\*.
- Una jarra de vidrio (al menos un litro de capacidad).
- Tapa o un pedazo de plástico.

\* Opcionales de acuerdo al gusto.



### Desarrollo

1. Retira cuidadosamente la cáscara de la piña con un cuchillo y córtala en pedazos pequeños.
2. Coloca las cáscaras de la piña en la jarra de vidrio, el piloncillo o el azúcar, la raja de canela, los clavos de olor y los dos litros de agua.
3. Cubre la jarra de vidrio con una tapa o con un pedazo de plástico, de manera holgada para permitir la entrada de aire a la mezcla. Dejar en reposo durante 24 horas en la cocina.



### NOTA

Si vives en un lugar muy caluroso, verifica la mezcla después de 12 horas. Con una cuchara de madera, retira la espuma blanca que se forma sobre el líquido. Cubre de nuevo sin apretar la tapa o el pedazo de plástico y déjalo reposar durante otras 24 a 36 horas. Cada vez que observes la formación abundante de espuma blanca deberás retirarla.



- Después de las 36 horas, cuela el líquido de la jarra y colócalo en otra jarra limpia con mucho hielo. Si el sabor es fuerte, se puede diluir con agua y endulzarlo al gusto.



### NOTA

De manera paralela a la preparación del tepache, en un vaso grande agrega agua purificada, piloncillo o azúcar y disuelve. Tapa y deja en reposo durante el mismo tiempo que la mezcla para tepache. Esta mezcla será el control negativo del experimento.

### Lo que debes saber:



Los microorganismos son capaces de realizar muchos procesos bioquímicos como parte de su **metabolismo**. Estos procesos les proporcionarán energía y moléculas esenciales para su crecimiento y desarrollo.

Uno de los procesos esenciales para la obtención de energía es la **respiración anaerobia**, que consiste en la oxidación de azúcares (moléculas como la **glucosa**) sin utilizar **oxígeno**. Este es un tipo de respiración común entre los microorganismos que viven en lugares con poco oxígeno o en su ausencia (Catalanotti et al., 2013; Hernández et al, 2014).

Dependiendo de esta respuesta al oxígeno, pueden clasificarse como **anaerobios facultativos** (viven en presencia de oxígeno, pero pueden sobrevivir en su ausencia) y **anaerobios obligados** (solo viven en ausencia del oxígeno, pues la presencia de este impide su desarrollo). Un tipo de respiración anaerobia es la **fermentación**, un proceso mediante el cual, la glucosa es oxidada hasta ser moléculas de **etanol** (un tipo de **alcohol**).

La fermentación es un proceso que se ha realizado desde tiempos ancestrales, siendo los sumerios y los egipcios los primeros que elaboraron cerveza con la fermentación de granos como la cebada.

Muchos microorganismos realizan la fermentación, pero son las **levaduras** (un tipo de **hongo unicelular** de forma ovoide), las que se usan en la elaboración de productos como el vino, la cerveza y el pan. En presencia de azúcares, estos hongos son capaces de metabolizarlos para obtener energía y transformarlos en etanol y CO<sub>2</sub> (dióxido de carbono). Además de las levaduras que realizan la fermentación, muchos otros organismos utilizan la respiración anaerobia y convierten compuestos complejos en otros más sencillos, pero emplean otras moléculas como el sulfato, carbonato, nitrato, como aceptores de electrones.



### Experimento 3. Los microorganismos y su actividad: la fermentación por bacterias.

Otros organismos que realizan la fermentación son las bacterias. Algunas de ellas son capaces de crecer en ciertos alimentos, fermentarlos y producir compuestos que modifican la naturaleza del mismo, como es el caso de la leche. En este caso, el azúcar de la leche, la lactosa, es utilizada por las bacterias lácticas para obtener energía y producir ácido láctico, lo que aumenta la acidez de la leche, coagulando las proteínas de la misma y produciendo un cambio en la consistencia y sabor, dando lugar al yogurt.

Otro ejemplo de alimento fermentado es el pozol, producido a partir de masa de maíz, o el chucrut, alimento común en Europa, que no es más que tiras de col de sabor ácido.

#### Pregunta de investigación

¿Para qué nos pueden servir los microorganismos?

#### Actividad

preparación de yogurt casero.



#### Materiales

- Un litro de leche fresca.
- Un frasco de yogurt natural.
- Dos frascos de vidrio de medio litro con tapa, lavados, hervidos y secos.
- Una olla con capacidad para 3 frascos de medio litro.
- Una cuchara grande de madera.



#### Desarrollo

1. Calienta la leche a fuego lento, moviéndola constantemente con una cuchara.
2. Retira del fuego antes de que comience a hervir. Deja que la leche se enfríe un poco y viértela en los dos frascos hasta su máxima capacidad sin que se derrame.
3. Agrega una cucharada de yogurt y mezcla muy bien.



#### NOTA

De manera paralela, prepara otro frasco con leche y repite el procedimiento, pero sin agregar la cucharada de yogurt (este será el control negativo).

4. Cierra los frascos procurando que quede con la menor cantidad de aire, guárdalos de forma que se conserve el calor y lejos de la luz de sol.





**NOTA**

Puedes envolverlos en papel periódico y guardarlos dentro de una caja. Déjalos ahí, sin moverlos, durante seis horas.

5. Después de ese tiempo, desenvuélvelos y mételos al refrigerador por 2 horas más.
6. Finalmente, ya puedes consumir el yogurt. Si deseas puedes endulzar con azúcar. Sirve en una taza un poco del yogurt obtenido y en otra taza sirve la leche que anteriormente pusiste en el frasco (control negativo). Pídele a algún familiar que pruebe un poco de cada uno y te describa el sabor. Anota los comentarios.



**NOTA**

Observa y compara el color, el sabor y textura de todas las preparaciones (leche con o sin yogurt, adicionado o no con azúcar, etcétera). Anota en la bitácora todas tus observaciones y la información que te brinde tu familia.



**Lo que debes saber:**

Algunos organismos obtienen energía mediante la fermentación de azúcares, sin utilizar el oxígeno. El yogurt es un producto que se obtiene por la fermentación de la leche, pero a diferencia de los vinos y el pan que son fermentados por una levadura (hongo), la leche es fermentada por **bacterias**. Estas bacterias pertenecen a los géneros **Lactobacillus** y **Streptococcus**.

La leche tiene un azúcar llamado **lactosa**, el cual es fermentado hasta que se obtiene un producto llamado **ácido láctico**. Este ácido provoca que el medio se acidifique, las proteínas de la leche coagulen y la leche se transforme en una sustancia viscosa con un ligero sabor ácido.

Como notarás, la fermentación es un proceso bioquímico que permite a los microorganismos obtener energía y convertir moléculas complejas en otras más simples. Se puede decir que el proceso bioquímico de la fermentación, en principio, es el mismo; aunque dependiendo de las especies microbianas, los productos finales pueden ser muy diferentes.

Los procesos ilustrados en estas prácticas muestran que los organismos ayudan a reciclar de manera eficiente toda la materia orgánica, desarrollan procesos metabólicos para la captación de energía y como los subproductos de estos procesos pueden ser aprovechados, de gran utilidad para el ser humano.



## Sobre los autores

La Dra. **Blondy Canto Canché** es investigadora científica en la Unidad de Biotecnología del CICY. Participa en la línea de investigación de Agrobiotecnología (interacción planta-patógeno; estudio de los factores de patogenicidad, virulencia y efectores de fitopatógenos) y en la línea de investigación de Biotecnología de microorganismos. Sus actividades están enfocadas a la elaboración de propuestas y el desarrollo de proyectos, además de la formación de científicos y tecnólogos en Biotecnología.

El M. C. **Bartolomé H. Chi Manzanero** es técnico académico del laboratorio de Biotecnología Microbiana del CICY. Desarrolla actividades que están enfocadas a los estudios de interacción planta-patógeno,

mantenimiento del cepario de hongos y asesoría y ayuda técnica a estudiantes de pre y posgrado.

El M. C. **José Rufino Gómez Tah** es estudiante de posgrado (doctorado) y colabora en los proyectos que se desarrollan en el Laboratorio de Biotecnología Microbiana del CICY. En su maestría desarrolló una tesis enfocada al estudio y caracterización de algunos grupos de genes que participan en la biosíntesis de metabolitos secundarios en el hongo patógeno de la Sigatoka negra. Actualmente desarrolla estudios bioquímicos de una especie vegetal de importancia biotecnológica y económica.



## Glosario

**Ácido láctico:** sustancia química producida como resultado de la fermentación anaeróbica de los azúcares.

**Alcohol:** compuestos químicos orgánicos con grupos químicos hidroxilo (OH).

**Alga:** organismo eucariota acuático, unicelular o multicelular capaz de realizar la fotosíntesis y diferentes de las plantas.

**Anaerobios facultativos:** organismos unicelulares que utilizan oxígeno en su respiración, pero tienen la capacidad de sobrevivir en ambientes sin este gas.

**Anaerobios obligados:** organismos uni-

celulares que solo pueden desarrollarse en ambientes sin oxígeno.

**Antibióticos:** sustancias químicas de origen natural o semisintético que mata o impide el crecimiento de otros organismos.

**Bacterias:** organismos procariotas unicelulares presentes en todos los ambientes.

**Etanol:** alcohol de dos carbonos, presente en todas las bebidas alcohólicas.

**Fermentación:** proceso metabólico que permite obtener energía de moléculas orgánicas sin emplear oxígeno.



**Género:** categoría taxonómica que se ubica entre familia y especie.

**Glucosa:** tipo de carbohidrato de 6 carbonos, una hexosa y es la principal fuente de energía del cuerpo humano.

**Gran Hambruna irlandesa:** episodio de la historia de Irlanda (1845) cuando una plaga de hongos que atacaba las cosechas de papas se inició en ese país, provocando muertes y miseria en la población. Posteriormente, fue el factor clave de la emigración irlandesa a Estados Unidos.

**Gripe española:** infección viral causada por el virus de la influenza y que fue el responsable de la pandemia de 1918; es considerada la más devastadora de la historia.

**Hongos:** reino de organismos eucariotas sin clorofila caracterizados por su forma de nutrición saprobia o parásita y por poseer quitina en su estructura celular (paredes celulares).

**Lactobacillus:** género de bacterias no patogénicas con forma de bastoncitos, habitantes del tracto digestivo y urinario humano.

**Lactosa:** carbohidrato formado por 2 azúcares simples: glucosa y galactosa. Está presente en la leche y sus derivados.

**Levadura:** hongo unicelular perteneciente al grupo de los ascomicetos.

**Metabolismo:** conjunto de reacciones químicas esenciales para el funcionamiento y mantenimiento de las células.

**Microscopio:** instrumento óptico que aumenta el tamaño de los objetos, de tal forma que permite observarlos y analizarlos a detalle.

**Musgo:** plantas briofitas no vasculares de tamaño pequeño.

**Oomicetos:** microorganismos pertenecientes al reino Protista, caracterizados por paredes celulares formadas por celulosa, sin quitina, de alimentación saprobia o parásita.

**Oxígeno:** elemento químico gaseoso, incoloro e inodoro, esencial para los procesos de respiración aerobia de los organismos y para la combustión.

**Respiración anaerobia:** proceso biológico desarrollado por organismos que utilizan otros compuestos diferentes al oxígeno como aceptor final de su cadena respiratoria.

**SARS-Cov-2:** nuevo tipo de coronavirus, causante de la enfermedad respiratoria llamada Covid-19. Las siglas corresponden a *Severe Acute Respiratory Syndrome*.

**Streptococcus:** género de bacterias grampositivas en forma de cocos, pertenecientes al grupo de bacterias ácido-lácticas.

**Unicelular:** se denomina así a los organismos formados por una sola célula.

**Virus:** parásitos intracelulares constituidos por partículas de ácidos nucleicos recubiertas de proteínas, solo pueden vivir y replicarse dentro de células.



## Referencias

- Achtman, M., y Wagner, M. (2008). *Microbial diversity and the genetic nature of microbial species*. Nat Rev Microbiol 6, 431-440. DOI: 10.1038/nrmicro1872.
- Catalanotti, C., Yang, W., Posewitz, M. C., y Grossman, A. R. (2013). *Fermentation metabolism and its evolution in algae*. Front Plant Sci., 4:150. DOI: 10.3389/fpls.2013.00150.
- Dobrovol'skaya, T. G., Zvyagintsev, D. G., y Chernov, I. Y. et al. (2015). *The role of microorganisms in the ecological functions of soils*. Eurasian Soil Sc. 48, 959-967. DOI: 10.1134/S1064229315090033.
- Gavaldà, J. (2020). *La Gran Hambruna irlandesa, un desastre humanitario*. Consultado en: [historia.nationalgeographic.com.es/a/gran-hambruna-irlandesa-desastre-humanitario\\_15669](https://historia.nationalgeographic.com.es/a/gran-hambruna-irlandesa-desastre-humanitario_15669). National Geographic.
- Gibbons S. M., Gilbert, J. A. (2015). Microbial diversity--exploration of natural ecosystems and microbiomes. *Curr Opin Genet Dev*. 35:66-72. DOI: 10.1016/j.gde.2015.10.003.
- Ibérica, L. (2020). *¿Como crear sabor en el proceso de panificación? El proceso de fermentación del pan*. Consultado en: [www.lesaffre.es/como-crear-sabor-en-el-proceso-de-panificacion-el-proceso-de-fermentacion-del-pan/](http://www.lesaffre.es/como-crear-sabor-en-el-proceso-de-panificacion-el-proceso-de-fermentacion-del-pan/).
- Ostria Hernández, M. L., Hernández Cortez, C., y Castro Escarpulli, G. (2014). *¿Por qué estudiar a las bacterias anaerobias obligadas?*. MICROBIOL 3: 105-114.
- Pluma, G. (2020). *Fermentados y destilados*. Consultado en: [revistaelconocedor.com/fermentados-y-destilados/](http://revistaelconocedor.com/fermentados-y-destilados/). Revista El Conocedor.
- Props, R., Kerckhof, F. M., Rubbens, P. et al. (2017). *Absolute quantification of microbial taxon abundances*. DOI: 10.1038/ismej.2016.117.
- Pulido, S. (2018). *La Gripe Española: la pandemia de 1918 que no comenzó en España*. Consultado en [gacetamedica.com/investigacion/la-gripe-espanola-la-pandemia-de-1918-que-no-comenzo-en-espana-fy1357456/](http://gacetamedica.com/investigacion/la-gripe-espanola-la-pandemia-de-1918-que-no-comenzo-en-espana-fy1357456/). Gaceta Médica.
- Urbanek A. K., Rymowicz, W., y Mirończuk, A. M. (2018). *Degradation of plastics and plastic-degrading bacteria in cold marine habitats*. Appl Microbiol Biotechnol, 102(18):7669-7678. DOI:10.1007/s00253-018-9195-y.



# 4P

## La pandemia y la biotecnología

**Biól. Verónica Limones Briones**  
**Dra. María del Carmen Silverio Gómez**  
Unidad de Biotecnología

### Descripción

El alumnado llevará a cabo una revisión bibliográfica de las pandemias registradas en la historia de la humanidad, identificando las causas y consecuencias de cada uno de los eventos y los métodos de seguridad que usaron.

En la actual pandemia se han mencionado diferentes opciones de cuidados, entre ellos el uso de cubrebocas, sana distancia entre otros; por lo tanto, mediante el uso del método científico observaremos cuáles cubrebocas funcionan mejor.

Adicionalmente, se evaluará cómo las sociedades se han organizado para estudiar y combatir las distintas pandemias, identificando las aplicaciones biotecnológicas, tales como el desarrollo de diagnósticos, tratamientos y vacunas empleadas para reducir y solucionar los efectos.

### Objetivo

El alumnado identificará la importancia de las herramientas biotecnológicas para afrontar las enfermedades pandémicas, tal como la derivada por el coronavirus (SARS-CoV2).



## Materia afín

- Ciencias experimentales/Ciencias de la vida/Biología
- Proyectos de impacto social/Cuidado de la salud ([www.seams.gob.mx/curriculoems/implementacion-partes-y-programas-de-estudios](http://www.seams.gob.mx/curriculoems/implementacion-partes-y-programas-de-estudios)).

## ¿Qué vas a aprender?

- Elementos del método científico: observación, hipótesis, experimentación y análisis.
- Trabajo grupal a distancia.
- La importancia de los cuidados que debemos tomar en casos de pandemia.
- Qué métodos de detección se han aplicado en las pandemias y cómo funcionan.
- Cómo se elaboran las vacunas y por qué su aplicación es recomendable.
- Conceptos básicos, tales como: pandemia, organismos que las han provocado, biotecnología, pruebas serológicas, vacunas y cuidados para prevenir contagios.



## Pregunta inicial

- ¿Qué tanto sabemos de las pandemias, sus causas y soluciones?
- ¿Por qué usamos medidas de seguridad?
- ¿Por qué el uso de cubrebocas?
- ¿Por qué hay tanta variedad de cubrebocas y cuáles son mejores?
- ¿Cómo se hace una vacuna y cuántas formas hay de elaborarse usando las bondades de las herramientas biotecnológicas?
- ¿Por qué se recomienda la aplicación de las vacunas?



## Panorama general del tema

A lo largo de la historia, las enfermedades han sido parte del desarrollo de la humanidad. Cuando esta comenzó a organizarse en sociedades, las posibilidades de enfermarse en masa aumentaron; fue cuando aparecieron las pandemias. Estas han alterado profundamente la vida de los habitantes de la Tierra.

No obstante, se han obtenido numerosas ventajas de estas pandemias, como son los grandes avances en materia de salud pública, específicamente en el desarrollo de vacunas y los métodos de establecimiento de cuarentenas, así también las medidas adoptadas para la higienización de espacios públicos y privados (Blanco R. P. 2020; Huguet, P. G., 2020).

En el año 2020, el virus del SARS-CoV2 surgió en Wuhan, China, y de ahí se esparció de manera global provocando la primera pandemia del siglo XXI, considerada la más agresiva de los últimos tiempos (OECD, 2020). En México, se decretó la pandemia a mediados de marzo del 2020, dándonos a conocer todas las medidas de seguridad a seguir. Por ejemplo, lavado de manos, mantener una "sana distancia", evitar salir de casa y el usar mascarilla o cubrebocas (que no fue tan aceptado de inmediato) (Suárez, V. et al. 2020; SSA, 2020).

En cuanto al uso del cubrebocas, la Organización Mundial de la Salud (OMS) garantiza que, junto con otras precauciones sencillas (distanciamiento físico, lavarse las manos, entre otras), los cubrebocas ayudan a impedir la transmisión de la Covid-19. Existen diferentes tipos de cubrebocas, pero los tres más usados son KN95 (recomendada para personas que atienden a pacientes con la enfermedad), quirúrgico (también llamado

"médico", que se componen de materiales sintéticos concentrados en el centro para evitar entrada de líquidos y filtración) y los cubrebocas de tela, que se pueden lavar, desinfectar y reutilizar y su uso es recomendado para toda la población en general ([www.who.int/es/emergencias/diseases/novel-coronavirus-2019/advice-for-public/when-and-how-to-use-masks](http://www.who.int/es/emergencias/diseases/novel-coronavirus-2019/advice-for-public/when-and-how-to-use-masks)).

Para la biotecnología fue muy importante, porque había que acelerar una vacuna para amortiguar los casos y decesos; pero lo que sí surgió rápido fueron los *kits* de detección del virus. Cabe mencionar que no es fácil la investigación y desarrollo de nuevos fármacos, este es un proceso que normalmente se lleva a cabo en más de 10 años. Sin embargo, en el caso de la Covid-19 no se puede esperar tanto. Sin embargo, para que **un fármaco se comercialice es necesario que supere todas las fases de los ensayos clínicos**. Las vacunas salvan cada año millones de vidas. Su principal papel en nuestro cuerpo es preparar al sistema inmunitario para detectar y combatir organismos invasores patógenos de manera rápida y eficaz; por consiguiente, cuando nuestro cuerpo es expuesto a estos gérmenes, tendrá la capacidad de destruirlos, previniendo así esa enfermedad específica (Gamboa Díaz, Y. et al., 2021).

Se han reportado numerosos estudios donde se demuestra que las vacunas son parte esencial de la salud del ser humano, por lo que es de esperarse que las vacunas ayuden a controlar a la Covid-19. Actualmente, ya existen diversos laboratorios desarrollándolas y aplicándolas ([www.who.int/es/emergencias/diseases/novel-coronavirus-2019/covid-19-vaccines](http://www.who.int/es/emergencias/diseases/novel-coronavirus-2019/covid-19-vaccines)).



**Figura 1.** Imagen que representa a un científico trabajando en el control de la Covid-19 por medio de vacunas.

Además, una gran parte de la población ya ha sido vacunada. Esto se debe al arduo trabajo de investigadores en todo el mundo que han estado desarrollando, por medio de la colaboración e innovación, diferentes tipos de vacunas lo más rápido posible para darnos una opción para salvar vidas (Figura 1).

¿Y cómo actúan las vacunas? Los microbios están en todo nuestro entorno, en el medio ambiente, así como en nuestros cuerpos. Cuando una persona tiene el sistema

inmune deprimido, es decir, se encuentra susceptible a contraer enfermedades de cualquier tipo, así como las causadas por microbios, estos últimos aprovechan la oportunidad para invadir el cuerpo, entrando especialmente por la nariz, boca, entre otras vías, provocando enfermedad y en algunos casos hasta la muerte.

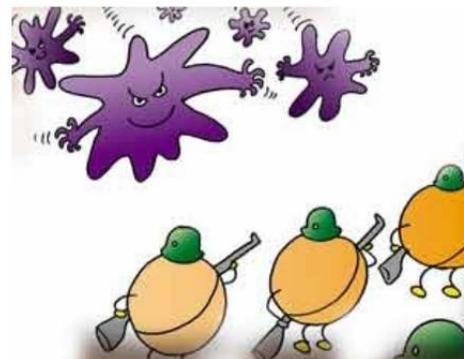
Nuestro sistema inmune tiene la capacidad de defenderse ante el ataque de un gran número de organismos nocivos, usando en primer lugar las barreras físicas como la piel, tratando de impedir la entrada del patógeno; pero si este llega a nuestro interior, entra la participación de los glóbulos blancos (linfocitos), que son los encargados de destruir a los organismos invasores, y demás herramientas internas que utiliza nuestro sistema inmune para defenderse (Figura 2).

Eventualmente, si el patógeno llega a nuestro sistema inmune y este no lo reconoce, sucede la enfermedad, por esto la gran importancia de las vacunas ([www.who.int/es/news-room/q-a-detail/vaccines-and-immunization-what-is-vaccination](http://www.who.int/es/news-room/q-a-detail/vaccines-and-immunization-what-is-vaccination)).



**Figura 2.** Representación de la lucha entre patógenos y el sistema inmune.

## DEFENSAS DEL ORGANISMO





## Presentación

En este proyecto, nuestra intención es guiar a los participantes en la búsqueda adecuada de información que les proporcione conocimientos sobre la importancia de las herramientas biotecnológicas para combatir enfermedades, o bien, que sepan cómo ha sido la búsqueda de soluciones para las enfermedades pandémicas, tal como la Covid-19. Lo más importante es que conozcan qué pandemias han existido, cuánto tiempo han durado y cuáles han sido las soluciones que se han aplicado. Asimismo, que cuenten con nociones sobre las medidas de seguridad implementadas, el uso de cubrebocas, la sana distancia, el uso de los *kits* de detección de virus y el proceso de creación de una vacuna.

También se pretende que la niñez y juventud cobren conciencia de la importancia que tiene el proceso de comunicación para salvar su vida ante riesgos epidemiológicos o enfermedades pandémicas emergentes, que son un problema de salud pública global.

El objetivo es crear conciencia en el alumnado de la importancia y gravedad que es afrontar una pandemia, pero sobre todo que las aplicaciones originadas de la biotecnología han sido muy importantes sobre todo con el desarrollo de los *kits* de detección (cuántos existen y para qué sirven) y

las vacunas (de que están hechas y cómo se elaboran). Se pretende que el alumnado se de cuenta que han existido varias pandemias en la historia de la humanidad que han tenido gran importancia y que las aplicaciones biotecnológicas han contribuido a su control y no solo en la actual pandemia que padecemos desde el año 2020, el SARS-CoV2. El uso de cubrebocas es uno de los métodos que más se ha utilizado para poder controlar los contagios entre los seres humanos, pero en el mercado nos hemos encontrado con una gran variedad de modelos y elaborados de distintos materiales. Por eso es importante saber con base a su composición, cuál es el mejor cubrebocas que debemos usar

Este proyecto ha sido redactado por académicos y voluntarios de la Unidad de Biotecnología del CICY con conocimientos en el tema, y se desarrollará empleando el método científico y poniéndolo en práctica con elementos de fácil acceso y utensilios accesibles a su presupuesto. Esperamos que con este manual puedan desarrollar actividades científicas en la comodidad de su hogar o algún espacio que sea accesible para permitirles ampliar sus conocimientos en el campo de la biotecnología e ir descubriendo su interés por la ciencia.



## Desarrollo



### Experimento 1. Línea del tiempo de las pandemias.

Existen enfermedades que pueden ser controladas, ya sea por ayuda de antibiótico o algún tratamiento dependiendo del organismo que la provoque; pero cuando una enfermedad se contagia muy rápidamente, saliéndose de control y se distribuye a nivel mundial se le denomina **pandemia**. El *SARS-CoV2* o Covid-19 no ha sido la única pandemia que ha existido, pero sí la más reciente. Y una forma de saber y conocer cuantas ha habido, es investigando en diferentes fuentes confiables la información adecuada. Quizás con el surgimiento de la pandemia generada por el *SARS-CoV2* nos hemos cuestionado si es la única o cuántas han existido. Por eso importante enterarnos e investigar sobre los eventos importantes de la salud pública que han acontecido en la historia mundial

#### Pregunta de investigación

1. ¿Qué es una pandemia?
2. ¿El SARS-CoV2 es la única pandemia que ha existido?
3. ¿Cómo o por qué se originaron las pandemias?
4. ¿Cuáles han sido las pandemias más importantes en la historia de la humanidad?

#### Actividad

1. Buscar en fuentes confiables, por ejemplo, en la página de la Organización Mundial de la Salud (OMS) o en revistas científicas (porque toda la información que surge en un buscador de internet no es información confiable). Indagaremos en la información de fuentes relacionadas con salud pública.
2. Hacer una línea de tiempo de la historia de las pandemias.
3. Todo esto hay que anotarlo en una libreta que nos va a servir de bitácora.



#### Materiales

- Computadora, laptop, tableta o celular con conexión a internet. Bitácora (libreta).



#### Desarrollo

1. Entra a un navegador de elección (Safari, Chrome o el que tengas).
2. Escribir las palabras claves de lo que se busca. Por ejemplo: pandemia, pandemias, etcétera.
3. Identificar las fuentes que dan respuesta e investigar si son confiables dentro del área de la salud o ciencia.



4. Con la información obtenida, anotar en tu bitácora (libreta) los conceptos y elaborar una "Línea del tiempo de las pandemias en la historia de la humanidad", que debe de tener el nombre de la enfermedad, año en que surgió y duración; anexar también el organismo que la provocó. La línea de tiempo la tienen que elaborar el alumnado, no bajarla de la página web.
5. Con tus compañeros, realizar una mesa de discusión con lo aprendido de la investigación bibliográfica.

**NOTA**



Evitar usar la información de Wikipedia.

El proyecto que estamos a punto de iniciar requiere una buena dosis de observación y reflexión. Observar no es simplemente ver, sino poner toda la atención en el fenómeno o acción que se quiere investigar. Además, un buen investigador siempre tiene mucha curiosidad sobre lo que no conoce.

Puedes investigar acerca de los temas en las siguientes ligas: [www.who.int/COVID-19](http://www.who.int/COVID-19), [www.gob.mx/salud](http://www.gob.mx/salud), [coronavirus.gob.mx](http://coronavirus.gob.mx).

**Lo que debes saber**



Que dentro de un buscador siempre habrá información falsa. Por eso el hincapié en buscar en páginas de salud, o bien, en revistas científicas. Aprenderás que las pandemias han sido parte de la historia de la humanidad, sus causas y el tiempo de duración. Lo importante, es que se enteren que el *SARS-Cov2* no es la primera enfermedad pandémica que ha atacado a la humanidad y que las medidas que se han tomado han sido las correctas. Usaremos el método científico en cada una de sus etapas, las cuales son: observación, hipótesis, experimentación, resultados y conclusiones.

**NOTA**



Siempre mantén la curiosidad y la mente abierta para aprender. Sé buen observador, en ocasiones hasta los más pequeños detalles son importantes. Reflexiona y medita sobre hechos y observaciones, no des nada por sentado. Es mejor comprobar, en lo posible.



**Experimento 2. El uso de cubrebocas y la importancia del material.**

Una de las medidas de seguridad impuestas por la pandemia del *SARS-Cov2* es el uso de los cubrebocas, pero hemos visto que los hay de muchos materiales en el mercado, como son los quirúrgicos, los KN-95, los de tela, de neopreno, entre otros. Bueno, con

esta actividad vamos a poder definir cuál es el que nos conviene usar más.

Los diferentes materiales nos logran cubrir la nariz y boca, medios de contagio del virus. Por eso es importante cubrir las para



evitar que las gotas de saliva o los aerosoles que dispersamos al hablar, toser o estornudar, nos contagien, ya que en esas partículas se encuentra el virus que provoca la enfermedad.

En esta actividad, desafortunadamente no vamos a ver el virus porque es microscópico, pero lo que vamos a poder observar son bacterias que crecen en el medio de cultivo a realizar.

### Pregunta de investigación

1. ¿Qué tipo de material del cubrebocas es el más recomendable de usar?
2. ¿Qué características debe cumplir?
3. Actividad: preparación de medios de cultivo y selección de cubrebocas a usar, por lo menos 3 tipos que tengas en casa o que puedas conseguir. Tienen que ser diferentes, por ejemplo, un KN95, un quirúrgico y uno de tela.



### Materiales

- 1 sobre de gelatina sin sabor (de cualquier marca).
- Un cubo de caldo de pollo (que sirve para cocinar).
- 1 litro de agua.
- 1 olla grande.
- Jabón líquido (preparado al 10 %).
- Algodón.
- Plástico de cocina (egapack, envoltura plástica adherente).
- 10 frascos pequeños de plástico o recipientes de vidrio, de preferencia del mismo tamaño (no es necesario que tengan tapa, ya que el egapack nos va a servir para taparlos. Se emplearán como las placas Petri que usamos en

el laboratorio. Ver Figura 3).

- Un cucharón o cuchara grande.
- 5 velas chicas.
- Guantes.
- Un pañal de bebé o un trapo limpio (tela grande).
- Alcohol en gel.
- Libreta.
- Plumones.

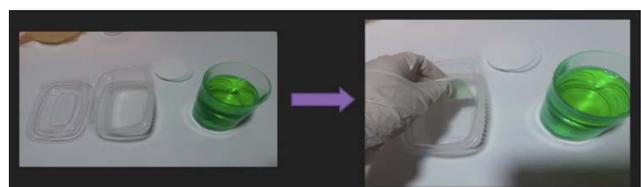


**Figura 3.** Imágenes que muestran un mechero, placa Petri y diferentes tipos de cubrebocas.



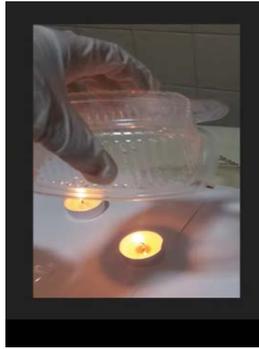
### Desarrollo

1. Tener listo el espacio para trabajar con orden. En una mesa se colocará el pañal o el trapo limpio para cubrirla. Preparar los 10 recipientes a usar.
2. Antes de limpiarlos, pasar por el área a trabajar un algodón empapado de alcohol en gel para desinfectar. Para esterilizar los recipientes se usará el jabón líquido al 10 %, con la ayuda de un algodón se pasará sobre el interior de cada recipiente.





3. Vamos a encender una vela y se pasará cada recipiente por encima (con mucho cuidado de que la flama no queme el recipiente si es de plástico y ocurra un accidente). Esta acción se hará por breves segundos y se pondrán boca abajo sobre la tela o el área desinfectada, en lo que la gelatina está lista para vaciar.



4. En medio litro de agua se disolverá la gelatina sin sabor y el otro medio litro se pondrá a hervir colocando el cubo de caldo para disolver. Cuando esté listo se agregará la gelatina y se revolverá.
5. Las velas se colocarán alrededor de donde se vaciará la gelatina (será tu espacio estéril). Hay que manejar todo con extremo cuidado. Cuando la gelatina y los recipientes estén listos, colócate unos guantes que limpiarás con el alcohol en gel y vaciarás la gelatina en los recipientes a un volumen no mayor de 2 cm.



### NOTA



Dejar que se enfríen un poco para que no se condense el agua al taparlos y meterlos al refrigerador para su solidificación.

6. Cubrir cada recipiente con el plástico adherente de cocina y meterlos al refrigerador.

### NOTA



Si te es posible, poner un par de frascos extra por si alguno se contamina cuando se vaya a realizar el experimento.

7. Cuando el medio de cultivo (la gelatina) ya esté listo, poner todo el material en la mesa de trabajo.
8. Todo este proceso manéjalo con guantes. Colocar en orden el material sobre la mesa de trabajo (recipientes con gelatina y los cubrebocas) y entre las velas encendidas para tener un ambiente estéril; hay que tener listo un plumón. La dinámica consiste en levantar, con mucho cuidado, el plástico y acercarse; hay que toser como se indica abajo y al realizar la actividad, volver a tapar cubriendo muy bien los recipientes.
- 2 frascos se mantendrán cerrados (desde que se vació la gelatina y se cubrió no debe destaparse). Etiquetarlos como **Control Negativo**.



- 2 frascos serán en los que toserás sin el uso del cubrebocas. Etiquetarlos como **Control Positivo**.
- 2 frascos serán en los que toserás con el cubrebocas KN95. Etiquetarlos como **KN95**.
- 2 frascos serán en los que toserás con cubrebocas de tela. Etiquetarlos como **Tela**.
- 2 frascos será en los que toserás con cubrebocas quirúrgico. Etiquetarlos como **Quirúrgico**.

9. Después de un par de días, escribir en tu libreta lo que observas de tu experimento. Anota lo que se manifiesta en cada recipiente; describe las formas, colores y tamaños de los microorganismos que aparezcan (si hay o no hay) en cada uno de los experimentos. Si te es posible, dibuja lo visto.

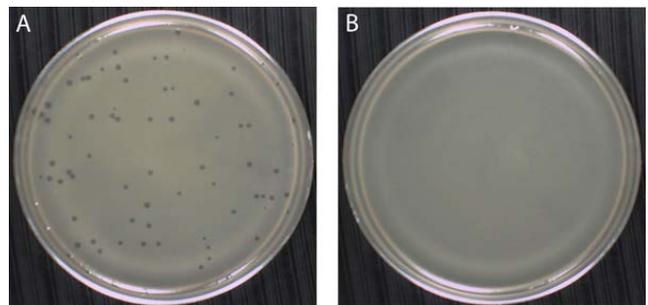


**Figura 4.** En un recipiente **contaminado** se van a observar microorganismos.



### NOTA

Todos los frascos deben estar bien etiquetados, tal como se indica. Anotar la fecha y nombre de quien lo realiza. Al terminar cada actividad, tapar inmediatamente cada recipiente y dejarlos a temperatura ambiente en un lugar libre de polvo.



**Figura 5.** Un recipiente **NO contaminado** se observará de esta manera.



### Lo que debes saber:

Hay que considerar que los virus como el *SARS-Cov2* no se ven a simple vista. Para eso se necesita un microscopio electrónico, que es el equipo especial para ver organismos de tamaños muy diminutos (microscópicos). Con esta dinámica lo que vamos a demostrar es que el uso de un cubrebocas adecuado puede evitar que dispersemos, por medio de aerosoles, algunos microorganismos

que pueden causarnos enfermedades que van desde una simple gripe (virus), una infección de la garganta (bacterias) hasta la Covid-19, que es el virus que actualmente es el causante de la pandemia que estamos viviendo desde el año 2020. Lo que vas a observar son hongos o bacterias, lo que significa que no se está en ambiente totalmente estéril, como en las condiciones de un laboratorio.



## Actividad final. Investigación bibliográfica.

### Tema

Aplicaciones biotecnológicas para combatir las pandemias.

los siguientes enlaces: [www.who.int/COVID-19](http://www.who.int/COVID-19), [coronavirus.onu.org.mx](http://coronavirus.onu.org.mx), [www.un.org](http://www.un.org).

- Libreta y pluma.

### Pregunta de investigación

1. ¿Qué aplicaciones biotecnológicas han sido empleadas para combatir las pandemias?
2. ¿Qué son las pruebas serológicas y de PCR?
3. ¿Qué son las vacunas?
4. ¿Cuántos tipos de vacunas existen?



### Desarrollo

La mesa de discusión se llevará a cabo compartiendo la información que han recopilado de su investigación bibliográfica o verbal con personal especializado, ya sean médicos o enfermeras. Podrán darse cuenta de que información es real y científicamente comprobable; distinguirán cuáles son noticias falsas. Sobre las pruebas se identifican 3 principalmente: la de PCR, antígenos y anticuerpos

### Actividad

se propone realizar una mesa de discusión acerca de estos temas.



### Materiales

- Computadora, celular o tableta con internet.
- Información investigada. Puedes acceder a datos oficial a través de



### Lo que debes saber

Tenemos que saber qué son las pruebas serológicas y las vacunas, así como los distintas pruebas que se han elaborados para la detección de la Covid-19 y su funcionamiento.



## Sobre las autoras

La Bióloga **Verónica Limones Briones** es egresada de Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Cuenta con un diplomado en Biología Molecular y su experiencia se fundamenta en la transformación genética de plantas y en el área de Biotecnología de plantas. Es Técnico Titular Académico de la Unidad de Biotecnología del Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C. (CICY).

La Dra. **María del Carmen Silverio Gómez** es egresada del programa de Doctorado en Ciencias Biológicas (opción Biotecnología) del Centro de Investigación Científica de Yucatán (CICY). Su experiencia comprende el uso de herramientas de la biotecnología como fitopatología, biología molecular y bioinformática para el estudio cultivos de importancia agronómica.



## Glosario

**Pandemia:** enfermedad epidémica que se extiende a muchos países o que ataca a casi todos los individuos de una localidad o región.

**Biotecnología:** empleo de células vivas para la obtención y mejora de productos útiles, como los alimentos y los medicamentos.

**Vacunar:** inocular una vacuna a una persona o a un animal para provocar en ellos una respuesta de defensa y preservarlos de una enfermedad determinada.

**Serología:** estudio químico y bioquímico de los sueros, especialmente del sanguíneo.

**Pruebas de PCR:** técnica de laboratorio que permite amplificar un fragmento de ADN.

**Cubre bocas:** máscara que cubre la boca y la nariz de su portador para protegerlo de la inhalación y evitar la exhalación de posibles agentes patógenos, tóxicos o nocivos.

**Gelatina:** sustancia sólida, incolora y transparente cuando está pura, e inodora, insípida y notable por su mucha coherencia. Procede de la transformación del colágeno del tejido conjuntivo y de los huesos y cartílagos por efecto de la cocción.

Fuente: Diccionario de la Real Academia Española (RAE). Consultado en septiembre de 2021 en: [dle.rae.es/](http://dle.rae.es/).



## Referencias

- Blanco R., P. (2020). *La injustamente apodada "gripe española de 1918"*. Periódico El País. Madrid. Consultado el 19 de junio de 2021 en: [elpais.com/elpais/2020/03/29/hechos/1585471712\\_168131.html](https://elpais.com/elpais/2020/03/29/hechos/1585471712_168131.html).
- Huguet, P. G. (2020). *Grandes Pandemias de la Historia*. National Geographic Society. Consultado el 19 de junio de 2021: [historia.nationalgeographic.com.es/a/grandes-pandemias-historia\\_15178](https://historia.nationalgeographic.com.es/a/grandes-pandemias-historia_15178).
- Gamboa Díaz, Y., Lugo Valdés, M., García Vargas, A., Domínguez Arencibia, B., y González García, D. (2021). *Retos y desafíos de la Biotecnología cubana en el enfrentamiento a la COVID-19*. INFODIR. Cuba. Consultado en: [www.medigraphic.com/pdfs/infodir/ifd-2020/ifd2033l.pdf](http://www.medigraphic.com/pdfs/infodir/ifd-2020/ifd2033l.pdf).
- OECD. (2020). *Testing for COVID-19: A way to lift confinement restrictions*. Consultado en: [www.oecd.org/coronavirus/policy-responses/testing-for-COVID-19-a-way-to-lift-confinement-restrictions-89756248/](https://www.oecd.org/coronavirus/policy-responses/testing-for-COVID-19-a-way-to-lift-confinement-restrictions-89756248/).
- Secretaría de Salud (SSA). *Aviso Epidemiológico-Casos de infección respiratoria asociados a Coronavirus (COVID-19)*. Consultado en: [www.gob.mx/salud/documentos/aviso-epidemiologico-casos-de-infeccion-respiratoria-asociados-a-nuevo-coronavirus-2019-ncov](https://www.gob.mx/salud/documentos/aviso-epidemiologico-casos-de-infeccion-respiratoria-asociados-a-nuevo-coronavirus-2019-ncov).
- Suárez, V., Quezada, M. S., Ruiz, S. O., y De Jesús, E. R. (2020). *Epidemiología de COVID-19 en México: del 27 de febrero al 30 de abril de 2020*. Revista clínica española.



# 5P

## Observando las mascarillas empleadas en la pandemia de la Covid-19

Análisis morfológico de los poros de las mascarillas comerciales ante la amenaza de la Covid-19, empleando microscopía electrónica de barrido.

**I. Q. I. Silvia Beatriz Andrade Canto**  
**M. C. Maria Verónica Moreno Chulim**  
**M. C. José de los Angeles Rodríguez Laviada**

Unidad de Materiales.  
Dirección de Planeación y Gestión.

### Descripción

La Covid-19 es la enfermedad causada por el nuevo coronavirus conocido como SARS-CoV-2. La Organización Mundial de la Salud (OMS) tuvo noticia por primera vez de su existencia el 31 de diciembre de 2019, al ser informada de un grupo de casos de neumonía vírica que se habían declarado en Wuhan, China.

Estudiaremos las diversas mascarillas comerciales que se emplean para proteger a la población como medida preventiva ante la Covid-19. Estas deben utilizarse como

parte de una estrategia integral de medidas para suprimir la transmisión y salvar vidas.

Conoceremos los cuatro tipos de mascarillas comerciales que están presentes en la mayoría de los establecimientos.

### Objetivo

Conocer el empleo del método científico y aprender sobre el Microscopio Electrónico de Barrido (MEB), mediante el cual se analizarán diversas mascarillas y/o cubrebocas útiles en la prevención de la Covid-19.



## Materia afín

- Ciencias Experimentales/De la información al conocimiento/Impacto de la ciencia y la tecnología.
- Comunicación/El lenguaje en la relación del hombre con el mundo.

(Curricular en: [prepaenlinea.sep.gob.mx/nuestro-programa/mapa-curricular/](http://prepaenlinea.sep.gob.mx/nuestro-programa/mapa-curricular/)).

## ¿Qué vas a aprender?

- Método científico.
- Tipos de microscopios que existen en el campo científico.
- Conocimientos básicos sobre el SARS-CoV-2.
- Transmisión del SARS-CoV-2 y sus medidas de prevención.

### Pregunta inicial



Empleando una mascarilla de uso comercial, ¿es posible evitar el contagio del SARS-Cov-2, conocido comúnmente como Covid-19?

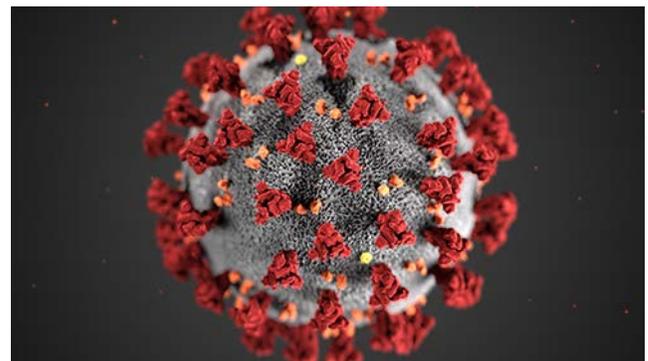


## Panorama general del tema

El coronavirus (Covid-19) es una enfermedad infecciosa causada por un virus descubierto recientemente. La mayoría de las personas infectadas presentan cuadros respiratorios de leves a moderados y se recuperan sin tratamiento especial. Las personas mayores y las que padecen afecciones médicas subyacentes, como enfermedades cardiovasculares, diabetes, enfermedades respiratorias crónicas o cáncer, tienen más probabilidades de presentar un cuadro grave.

En la actualidad, una de las estrategias adoptadas para suprimir y salvar vidas es el uso de mascarillas o cubrebocas, ya que la Covid-19 se propaga a través de las gotículas de saliva o las secreciones nasales que se generan cuando una persona infectada tose o estornuda; por lo que es impor-

tante que también se tomen precauciones al hacerlo (por ejemplo, tapándose la boca con el codo flexionado).



**Figura 1.** Ilustración que revela la morfología ultraestructural que muestra el coronavirus 2 de síndrome respiratorio agudo grave (SARS-CoV-2), cuando se observa bajo el microscopio electrónico (Fuente: Centers for Disease Control and Prevention).



**Figura 2.** Diferentes tipos de mascarillas o cubrebocas utilizados en la actualidad.

El uso, por sí solo, de las mascarillas o cubrebocas no basta para proporcionar una protección adecuada contra la Covid-19. Para ello hay que seguir ciertas normas de seguridad como son el lavado de manos con agua y jabón, o limpiárselas con gel hidroalcohólico, mantener "sana distancia", cubrirse la boca y nariz al estornudar, evitar tocarse la cara, entre otras.

**CÓMO UTILIZAR UNA MASCARILLA MÉDICA DE FORMA SEGURA** who.int/epi-win

**QUÉ DEBEMOS HACER** →

- Lávese las manos antes de tocar la mascarilla
- Compruebe que no esté rasgada ni con agujeros
- Localice la parte superior, donde está la pieza metálica o borde rígido
- Asegúrese que el lado de color quede hacia fuera
- Coloque la pieza metálica o borde rígido sobre la nariz
- Cúbrase la boca, la nariz y la barbilla o mentón
- Ajústela para que no queden aberturas por los lados
- Evite tocarla
- Quítesela manipulándola desde detrás de las orejas o la cabeza
- Mientras se la quita, manténgala alejada de usted y de cualquier superficie
- Deséchela inmediatamente después de usarla, preferiblemente en un recipiente con tapa
- Lávese las manos después de desecharla

**QUÉ NO DEBEMOS HACER** →

- No use la mascarilla poco ajustada
- No toque la parte frontal de la mascarilla
- No se la quite para hablar ni para realizar otra acción que requiera tocarla
- No utilice mascarillas rasgadas o húmedas
- No se cubra solo la boca, cúbrase también la nariz
- No deje su mascarilla usada al alcance de otras personas
- No reutilice la mascarilla

Recuerde que las mascarillas por sí solas no lo protegen de la COVID-19. Aunque lleve puesta una mascarilla, mantenga al menos 1 metro de distancia de otras personas y lávese bien las manos frecuentemente.

EPI-WIN OPS

**Figura 3.** Principales medidas para combatir al coronavirus (Fuente: [www.paho.org/es/documentos/infografia-sobre-uso-mascarilla](http://www.paho.org/es/documentos/infografia-sobre-uso-mascarilla)).

## Presentación

El objetivo de este proyecto es que las y los estudiantes tengan conciencia de la importancia que tienen los análisis científicos para validar la información que se comparte a nivel mundial sobre las enfermedades.

Estudiaremos los distintos tipos de mascarillas en el mercado comercial y analizaremos las fotografías tomadas con un Microscopio Electrónico de Barrido (MEB) de estas. Además, estudiaremos los diversos tipos de microscopios que existen en el campo de la ciencia y sus diferentes usos.

El alumnado conocerá el contexto global acerca la pandemia que se vive en la actualidad y cómo, empleando un microscopio, nos es posible validar el tamaño de los poros para identificar que mascarillas disponibles en el mercado son las más efectivas en la prevención contra la transmisión del SARS-CoV-2.

Este proyecto fue creado por académicos y voluntarios expertos en la materia, quienes te guiarán a lo largo de estas 8 actividades.



## Desarrollo



### Actividad 1. La ciencia y el método científico.

Aprenderás la importancia de comprender y seguir una metodología para investigar cualquier tema: observación, hipótesis, experimentación, resultados y conclusiones.

#### Pregunta de investigación

¿Para qué sirve el método científico?

#### Actividad

Investiga en internet qué es el método científico.



#### Materiales:

- libreta, lápiz o pluma.



#### Desarrollo

Responder a las siguientes preguntas a través de la investigación.

1. ¿Para qué nos sirve el método científico?, y ¿cómo lo podemos aplicar para evaluar la efectividad de las mascarillas comerciales en la pandemia de la Covid-19?

2. Observa en tu entorno si es frecuente el uso de mascarillas. ¿Qué tipo emplean? ¿Las usan correctamente?
3. Averigua qué tipos de mascarillas se venden.
4. Anota tus respuestas en la bitácora (puede ser cualquier libreta a tu disposición. De reúso, preferentemente).

#### Lo que debes saber



Un investigador requiere de un procedimiento probado para llevar a cabo su labor. El método científico que utiliza consta de las etapas básicas que son: observación, hipótesis, experimentación y resultados. El proyecto que estamos a punto de iniciar requiere una buena dosis de observación y reflexión. Observar no es simplemente ver, sino poner toda la atención en el fenómeno o acción que se quiere investigar.



## Actividad 2. La historia del microscopio.

### Preguntas de investigación

¿Qué se puede observar empleando un microscopio? ¿Cuáles son los tipos de microscopios existentes en el mundo de la ciencia?

3. ¿Cómo empezó la historia del microscopio en los Países Bajos?

4. ¿Cómo estaba compuesto el microscopio durante el siglo XVIII?

### Actividad

Investigar en internet los inicios del microscopio.



### Materiales

- Libreta, lápiz o pluma.



### Desarrollo

responder a las siguientes preguntas a través de la investigación.

1. ¿Quién inventó el microscopio?
2. ¿Qué se puede conceptualizar como el primer microscopio compuesto de la historia?



### Lo que debes saber:

La palabra microscopio proviene del griego *μικρός*, *micros* (pequeño), y *σκοπέω*, *scopéo* (mirar).

El microscopio es una herramienta que permite observar objetos que son demasiado pequeños para ser vistos a simple vista. El tipo más común, y el primero que fue inventado, fue el microscopio óptico. Este instrumento contiene dos lentes que permiten obtener una imagen aumentada del objeto y que funciona por refracción. La ciencia que investiga los objetos pequeños utilizando este instrumento se llama microscopía.



### Actividad 3. El Microscopio Electrónico de Barrido (MEB).



#### Pregunta de investigación

¿Qué es un microscopio electrónico de barrido?

#### Actividad

- Investigar en internet qué es un microscopio electrónico de barrido y su funcionamiento básico.



#### Materiales

- Libreta, lápiz o pluma.



#### Desarrollo

Responder a las siguientes preguntas a través de la investigación.

1. ¿Qué es un microscopio electrónico de barrido?
2. En lugar de fotones, ¿qué emplea el microscopio electrónico de barrido para observar sus muestras?
3. ¿Cómo empezó la historia del microscopio electrónico de barrido?

#### Lo que debes saber

El Microscopio Electrónico de Barrido (MEB o SEM por *Scanning Electron Microscope*) es un tipo de microscopio electrónico capaz de producir imágenes de alta resolución de la superficie de una muestra utilizando las interacciones electrón-materia, aplicando un haz de electrones en lugar de uno de luz para formar una imagen.

Los MEB poseen una gran profundidad de campo que permite enfocar a la vez gran parte de la muestra. También producen imágenes de alta resolución, de forma que las características más ínfimas de la muestra pueden ser examinadas con gran amplificación.

La preparación de las muestras es relativamente fácil, ya que la mayoría de los MEB solo requieren que estas sean conductoras. La muestra generalmente se recubre con una capa de carbono o una capa delgada de un metal, como el oro, para darle carácter conductor.

Posteriormente, se barre la superficie con electrones acelerados que viajan a través del cañón. Un detector formado por lentes basadas en electroimanes, mide la cantidad e intensidad de los electrones que devuelve la muestra, siendo capaz de mostrar figuras en tres dimensiones mediante una imagen digital.



**Actividad 4. Analizar la mascarilla o cubrebocas de tela mediante una lupa y compararla con una imagen de uno igual, obtenida con el MEB.**

**Pregunta de investigación**

¿Qué número de capas tiene la mascarilla de tela? ¿Qué dimensiones tienen los poros de la mascarilla de tela?

1. ¿Logras ver el tamaño del poro?
2. ¿Es posible únicamente con tu lupa medir el tamaño del poro?

**Actividad**

Buscar en internet imágenes de mascarillas de tela empleando el MEB.



**Materiales**

- Libreta y pluma.
- Mascarilla de tela.
- Tijeras.
- Lupa o cuentahilos.



**Desarrollo**

Cortar la mascarilla de tela y obtener dos cuadros de 3 x 3 cm, por cada capa que tenga. Posteriormente, observar con tu cuentahilos o lupa, y describir en tu bitácora lo que es posible ver.



**Lo que debes saber**

Empleando una lupa o cuentahilos no es suficiente para determinar el tamaño de poro de una mascarilla de tela. Por tanto, es importante emplear tecnología de vanguardia, en este caso el MEB, para obtener una imagen con alta resolución, y así conseguir el valor correcto del tamaño del poro.

Los y las estudiantes serán capaces de comparar su imagen obtenida con la lupa con la descargada de internet.



## Actividad 5. Analizar la mascarilla o cubrebocas desechable de doble capa mediante una lupa y compararla con una imagen de uno igual, obtenida con el MEB.

### Pregunta de investigación

¿Qué número de capas tiene la mascarilla desechable de doble capa? ¿Qué dimensiones tienen los poros de la mascarilla desechable de doble capa?

### Actividad

Buscar en internet imágenes de mascarillas desechables de doble capa empleando el MEB.



### Materiales

- Libreta.
- Lápiz o pluma.
- Mascarilla desechable de doble capa.
- Tijeras.
- Lupa o cuentahilos.



### Desarrollo

Con la tijera cortarás la mascarilla desechable de doble capa y obtendrás dos cuadros de 3 x 3 cm, por cada capa que tenga. Pos-

teriormente, la observarás con tu cuentahilos o lupa, y describirás en tu bitácora lo que es posible ver.

1. ¿Logras ver el tamaño del poro?
2. ¿Es posible únicamente con tu lupa medir el tamaño del poro?



### Lo que debes saber

Empleando una lupa o cuentahilos no es suficiente para determinar el tamaño de poro de una mascarilla de doble capa. Por tanto, es importante emplear tecnología de vanguardia, en este caso el MEB, para obtener una imagen con alta resolución, y así conseguir el valor correcto del tamaño del poro.

Los y las estudiantes serán capaces de comparar su imagen obtenida con la lupa con la descargada de internet.



## Actividad 6. Analizar la mascarilla o cubrebocas quirúrgico mediante una lupa y compararla con una imagen de uno igual, obtenida con el MEB.

### Pregunta de investigación

¿Qué número de capas tiene la mascarilla quirúrgica? ¿Qué dimensiones tienen los poros de la mascarilla quirúrgica?

### Actividad

Buscar en internet imágenes de mascarillas quirúrgicas empleando el MEB.



### Materiales

- Libreta.
- Lápiz o pluma.
- Mascarilla quirúrgica.
- Tijeras.
- Lupa o cuentahilos.



### Desarrollo

Con la tijera cortarás la mascarilla quirúrgica y obtendrás dos cuadros de 3 x 3 cm, por cada capa que tenga. Posteriormente,

la observarás con tu cuentahilos o lupa, y describirás en tu bitácora lo que es posible ver.

1. ¿Logras ver el tamaño del poro?
2. ¿Es posible únicamente con tu lupa medir el tamaño del poro?

### Lo que debes saber



Empleando una lupa o cuentahilos no es suficiente para determinar el tamaño de poro de una mascarilla quirúrgica. Por tanto, es importante emplear tecnología de vanguardia, en este caso el MEB, para obtener una imagen con alta resolución, y así conseguir el valor correcto del tamaño del poro.

Los y las estudiantes serán capaces de comparar su imagen obtenida con la lupa con la descargada de internet.



**Actividad 7. Analizar la mascarilla o cubrebocas N95/KN95 mediante una lupa y compararla con una imagen de uno igual, obtenida con el MEB.**

**Pregunta de investigación**

¿Qué número de capas tiene la mascarilla N95/KN95? ¿Qué dimensiones tienen los poros de la mascarilla N95/KN95?

1. ¿Logras ver el tamaño del poro?
2. ¿Es posible únicamente con tu lupa medir el tamaño del poro?

**Actividad**

Buscar en internet imágenes de mascarillas N95/KN95 empleando el MEB.



**Materiales**

- Libreta.
- Lápiz o pluma.
- Mascarilla N95/KN95.
- Tijeras.
- Lupa o cuentahilos.



**Desarrollo**

Cortar la mascarilla N95/KN95 y obtienes dos cuadros de 3 x 3 cm, por cada capa que tenga. Posteriormente, observar con tu cuentahilos o lupa, y describir en tu bitácora lo que es posible ver.



**Lo que debes saber**

Empleando una lupa o cuentahilos no es suficiente para determinar el tamaño de poro de una mascarilla N95/KN95. Por tanto, es importante emplear tecnología de vanguardia, en este caso el MEB, para obtener una imagen con alta resolución, y así conseguir el valor correcto del tamaño del poro.

Los y las estudiantes serán capaces de comparar su imagen obtenida con la lupa con la descargada de internet.



## Actividad 8. Análisis comparativo de los tamaños de poros obtenidos en las diferentes mascarillas comerciales empleadas para evitar el contagio de la Covid-19.

### Pregunta de investigación

¿Existen diferencia entre los tamaños de poros en las diversas mascarillas comerciales empleadas para prevenir la Covid-19?

### Actividad

Redactar un cuadro comparativo sobre las imágenes obtenidas en internet de cada mascarilla empleada, haciendo énfasis en el tamaño de poro reportado. Hacer una reflexión sobre los materiales empleados y sus alcances.



### Materiales

- Equipo de cómputo, libreta, lápiz o pluma.



### Desarrollo

De acuerdo con tus observaciones obtenidas entre las actividades 3 a la 7, comparar los resultados. Se puede realizar una presentación en Power Point de los datos recabados.



### Lo que debes saber

Empleando el método científico de observación, experimentación, resultados y conclusiones, el o la estudiante hará una presentación en Power Point, en la que incluirán una introducción, resultados, discusiones (incluyendo un cuadro comparativo de las diferentes mascarillas), y conclusiones de las observaciones obtenidas durante los días del 4 al 8 de la semana de Talento CICY 2021.



## Sobre los autores

La I. Q. I. **Silvia Andrade Canto** es especialista en el área de microscopía electrónica de barrido y tiene amplia experiencia en el sector de la microscopía y la divulgación de la ciencia. Actualmente es la encargada del área de Microscopía Electrónica de Barrido del CICY.

La M. C. **María Verónica Moreno Chulim**, de formación Químico Industrial con maestría en Materiales Poliméricos, tiene 22 años de experiencia laborando en la

Unidad de Materiales del CICY y se desempeña en el área de materiales compuestos.

El M. C. **José Rodríguez Laviada** es Ingeniero Químico de formación, con maestría en procesamiento y experiencia en materiales compuestos y especialmente, en el tema de reciclado de polímeros. Actualmente se desempeña en la Unidad de Materiales del CICY, específicamente en el Laboratorio de Materiales Compuestos.



## Referencias

Montalvo Arenas, C. E. (2010). *Microscopía*. Consultado en: [www.facmed.unam.mx/deptos/biocetis/PDF/Portal%20de%20Recursos%20en%20Linea/Apuntes/2\\_microscopia.pdf](http://www.facmed.unam.mx/deptos/biocetis/PDF/Portal%20de%20Recursos%20en%20Linea/Apuntes/2_microscopia.pdf).

OMS. (2020). *Recomendaciones sobre el uso de mascarillas en el contexto de la Covid-19*. Consultado en: [apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/332657/WHO-2019-nCov-IPC\\_Masks-2020.4-spa.pdf](https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/332657/WHO-2019-nCov-IPC_Masks-2020.4-spa.pdf).



# 6P

## Nanomateriales regeneradores de hueso

**Dr. José Manuel Cervantes Uc**  
**I. B. Noemí Iraís Pat Vázquez**  
**I. B. Cielo Guadalupe Poot Bote**  
**Dra. Nayeli Rodríguez Fuentes**  
**Dr. Jorge Alonso Uribe Calderón**

Unidad de Materiales  
(Laboratorio de Biomateriales,  
Laboratorio de Química Macromolecular)

### Descripción

Las y los estudiantes conocerán a los nanomateriales y su potencial aplicación en la regeneración de huesos.

Desarrollarán actividades experimentales enfocadas en la características de los huesos y algunos aspectos de la manufactura de nanomateriales aplicados para la regeneración.

### Objetivo

Conocer las características de los nanomateriales, diseñados a partir de las propiedades de los huesos y su aplicación en la regeneración ósea.



### Materia afín

- Ciencias Naturales (Los seres vivos y su diversidad/tercer semestre, UADY).
- Ciencias Naturales (La investigación en las ciencias naturales/sexta semestre, UADY).

([www.csems.uady.mx/media/MallaCurricularPrepa1y2.pdf](http://www.csems.uady.mx/media/MallaCurricularPrepa1y2.pdf))

- Módulo Universo Natural/Prepa en Línea SEP.
- Módulo Impacto de la ciencia y la tecnología/Prepa en Línea SEP.

([prepaenlinea.sep.gob.mx/wp-content/uploads/2020/03/Acuerdo090914-3.pdf](http://prepaenlinea.sep.gob.mx/wp-content/uploads/2020/03/Acuerdo090914-3.pdf))

### ¿Qué vas a aprender?

- Elementos del método científico: observación, hipótesis, experimentación y análisis.
- Trabajo grupal a distancia.
- Características de los nanomateriales y su importancia en la medicina como materiales regeneradores de hueso.
- Papel de los nanomateriales en el desarrollo de nuevas alternativas médicas inspiradas en la anatomía ósea.
- Lenguaje académico-técnico.



### Pregunta inicial

¿Pueden los nanomateriales promover la regeneración ósea?



### Panorama general del tema

Los **nanomateriales** son partículas muy pequeñas de entre 1 y 100 nm con propiedades únicas, en comparación con materiales convencionales, cuyas formas y tamaños tienen que ser determinados por **microscopios electrónicos**. En general, el tamaño promedio de los nanomateriales equivale a dividir unas 10 000 veces la longitud de un milímetro de una regla escolar (100 nm). Hoy día, estos materiales se utilizan en una enorme cantidad de aplicaciones entre las que destacan la industria farmacéutica y la medicina [1].

Por otro lado, cuando padecemos de alguna enfermedad que afecta los huesos, o bien, cuando se nos fracturan durante una caída o accidente, los médicos encargados de curarnos utilizan materiales de naturaleza tan diversa como metales, cerámicos o plásticos (**polímeros**). ¿Sabías, por ejemplo, que los doctores inyectan plásticos en las vértebras de la columna para evitar que estos huesos colapsen por la fractura y generen fuertes dolores de espalda, en las personas con osteoporosis?, o ¿que usan placas, clavos y tornillos metálicos para estabilizar un hueso fracturado?



En todos estos casos, lo que los médicos realizan al usar estos materiales (**biomateriales** es el término formal y se utiliza para referirse a todos aquellos materiales que se emplean en la medicina) es **reparar** el tejido dañado, y con esto evitar que las personas sufran de dolor, o bien mejorar la movilidad y/o calidad de vida. Aquí, conviene señalar que, si te preocupa que tus familiares tengan alguno de estos materiales dentro de su cuerpo, no tienes nada que temer, pues todos los biomateriales utilizados por los médicos han sido aprobados para su uso en humanos por un comité de expertos conformados por científicos, médicos, ingenieros, biólogos, químicos, entre otros especialistas.

Actualmente, los científicos que realizan investigación en el campo de los biomateriales no buscan reparar los órganos o tejidos dañados utilizando otros materiales, sino que se enfocan en **regenerarlos**; es decir, darle al cuerpo las condiciones y/o materiales necesarios para que él mismo vuelva a formar el órgano o tejido dañado, de la misma manera en que el cuerpo regenera células y tejidos.

Este campo del conocimiento, que podría considerarse de ciencia ficción, se conoce como **ingeniería de tejidos**. Para que el cuerpo pueda regenerar un órgano o un tejido se necesita, generalmente, de un polímero biodegradable o en el caso de regeneración, de hueso; también se utilizan partículas cerámicas en donde puedan crecer las células generadoras de hueso y se almacenen algunos compuestos químicos necesarios para el desarrollo de hueso sano [2].

Se han diseñado diversos **andamios** celulares a base de **biopolímeros** naturales y

sintéticos que han demostrado promover la regeneración de hueso esponjosos, como el caso del biomaterial mexicano **Nukbone®**, el cual ha demostrado no solo reparar defectos en los huesos, a través de su función como relleno óseo, sino que también promueve la regeneración ósea al activar mecanismos moleculares que inducen la formación de hueso nuevo, luego de una lesión [3, 4].

La ingeniería de tejidos óseos busca recrear las propiedades a macroescala y microescala, sin embargo, las estructuras a nanoescala que regulan las funciones de las células representan un gran desafío. Afortunadamente en los últimos años, los científicos han descubierto múltiples nanomateriales y técnicas para su fabricación, los cuales se están aplicando para mejorar la regeneración ósea [5, 6].

Nanomateriales como las nanopartículas de sílice mesoporosa (MSN), nanohidroxiapatita (nHA), nanopartículas de oro (NPAu), nanotubos de carbono (NTC) y óxido de grafeno (OG), se han estudiado como refuerzo de los andamios, también conocidos como **nanocompuestos** o como **vehículos para la administración de fármacos**, con el propósito de no solamente reparar los huesos dañados, sino para regenerarlos [7, 8].

Los nuevos éxitos conducen a que la aplicación de estos nanomateriales en la medicina se vuelva una realidad. No obstante como mencionan Langer y Vacanti en su reflexión más reciente sobre los avances y el estado actual de la ingeniería de tejidos, "el progreso continuará con enfoques de colaboración entre médicos, científicos e ingenieros" [9].



## Presentación

Este proyecto te guiará en la búsqueda de conocimiento sobre las características de los nanomateriales y su aplicación en la regeneración ósea.

Para ello, harás uso de diversos materiales didácticos que se han preparado para ti, y te adentrarás en el mundo de los nanomateriales regeneradores de huesos.

Durante el desarrollo de este proyecto conocerás aspectos relacionados con los andamios biomédicos y por qué se utilizan, qué es un biomaterial, nanomateriales y nanocompuestos; de igual manera, descubrirás características importantes sobre los huesos y comprenderás la diferencia entre reparación y regeneración de tejidos, entre muchos otros aspectos interesantes de la ingeniería de tejidos.

Además de ello, podrás desarrollar actividades experimentales basadas en el

método científico que te permitirán preparar andamios a base de nanomateriales con potencial aplicación a la regeneración de hueso, a la vez que refuerzas tus habilidades en la **búsqueda de información, para finalmente poder responder a la interrogante:** ¿pueden los nanomateriales promover la regeneración ósea?

Este manual ha sido redactado por académicos y estudiantes de los laboratorios de Biomateriales y Química Macromolecular de la Unidad de Materiales del CICY, y se desarrollará aplicando el método científico, implementando prácticas simples con utensilios e insumos de fácil acceso. Con todo lo anterior, las y los jóvenes podrán desarrollar, a través de actividades sencillas, un proyecto que les permitirá ampliar sus conocimientos en el campo de los materiales y la regeneración de hueso.

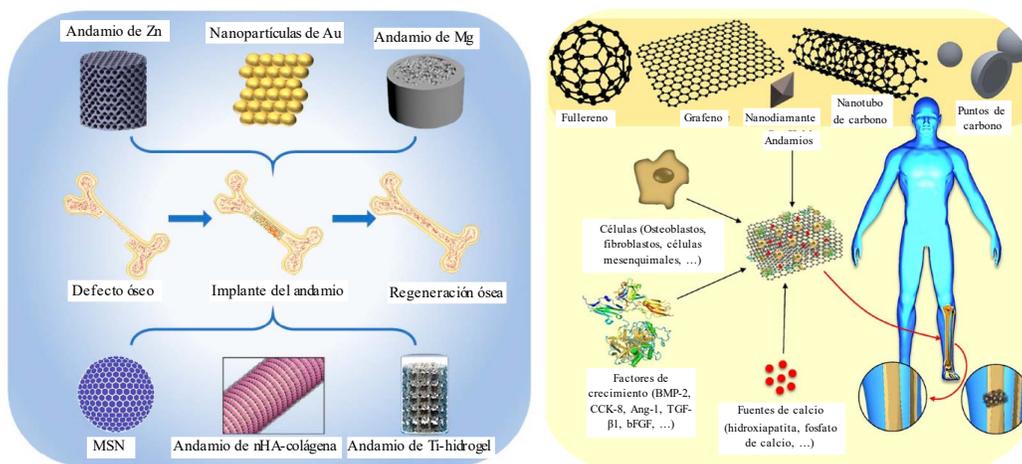


Figura 1. Tomado y modificado de: Eivazzadeh-Keihan, R., et al., Carbon based nanomaterials for tissue engineering of bone: Building new bone on small black scaffolds: A review. J Adv Res, 2019. 18: p. 185-201.

Fu, Y., et al., Novel Inorganic Nanomaterial-Based Therapy for Bone Tissue Regeneration. Nanomaterials (Basel), 2021. 11(3).



## Desarrollo



### Experimento 1. Huesos sanos, huesos fuertes (composición ósea).

Los huesos son parte fundamental del sistema musculo-esquelético, brindan protección a los órganos vitales, dan soporte para el movimiento y además, almacenan minerales como el calcio y el fósforo, los cuales ayudan a mantener los huesos sanos.

Para poder realizar las funciones de sostén y protección deben ser fuertes y flexibles. Los huesos fuertes, pero no flexibles, se volverán frágiles y se romperán con facilidad; mientras que, los huesos flexibles, pero no fuertes, no soportarían el peso del cuerpo o la tensión de los músculos que los presionan. Por tal motivo, están compuestos por una matriz inorgánica, una matriz orgánica y células óseas que forman estructuras sumamente especializadas desde escalas nanométricas y micrométricas que le otorgan a nuestros huesos una amplia capacidad de regeneración y reconstitución.

El propósito del experimento es observar los efectos de los medios ácidos y la temperatura en los huesos. Permitirá identificar los componentes óseos de manera individual, así como las propiedades que le confiere cada uno para desempeñar sus funciones de soporte y protección del cuerpo.

### Pregunta de investigación

¿Cuáles son los componentes óseos y qué características le otorgan a los huesos sanos?

### Actividad

Identificar los componentes óseos de manera individual, mediante la observación de los efectos de los medios ácidos y la temperatura sobre los huesos.



### Materiales

- 4 a 8 huesos de pierna o muslo de pollo, sin carne y limpios.
- 3 frascos de plástico o de vidrio transparente con tapa (tamaño de acuerdo a la medida de los huesos. Pueden ser de mayonesa, mermelada, café, papilla. Preferible que todos sean del mismo tamaño y estén totalmente limpios y secos).
- Vinagre blanco (1 taza o lo suficiente para llenar 1 frasco).
- Bebida gaseosa (1 taza o lo suficiente para llenar 1 frasco).
- Agua (1 taza o lo suficiente para llenar 1 frasco).
- Regla o flexómetro.
- Cinta adhesiva.
- Un recipiente de 2 litros.
- 1 bandeja para hornear.
- Servilletas de papel o toallas de cocina.
- Guantes de látex.
- Guantes de cocina.
- Libreta para apuntes.
- Lápices y plumas.



## Desarrollo



### Huesos en medios acidos

1. Medir y seleccionar al menos 4 huesos con aproximadamente la misma forma y tamaño.

#### NOTA



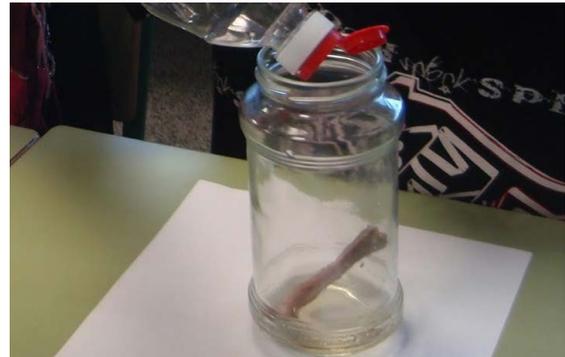
Es importante retirar toda la carne alrededor de los huesos, cuando realices esta actividad usa guantes de látex.

2. Etiquetar los 3 frascos con cinta adhesiva y escribir "agua", "vinagre" y "bebida gaseosa" en cada uno, respectivamente.



3. Colocar uno o más huesos en cada frasco. A continuación, agregar agua al frasco con la etiqueta correspondiente, hasta llenar apro-

ximadamente  $\frac{3}{4}$  de este. Repetir este paso añadiendo el vinagre o la bebida gaseosa en los frascos etiquetados, según corresponda.



#### NOTA



Los huesos deben quedar completamente cubiertos y cada frasco debe contener la misma cantidad de huesos.



4. Cerrar los 3 frascos y mantenerlos sellados durante 5 días a temperatura ambiente.
5. Utilizando guantes de látex, retirar los huesos de los frascos; posteriormente, limpiarlos con agua de la llave para eliminar el exceso de líquido y secarlos con toallas de cocina o servilletas.



## Huesos a alta temperatura

1. Colocar los huesos restantes en una bandeja para hornear, después meterla en el horno y calentar a 120°C durante 3 horas.
2. Con mucho cuidado y usando un guantes de cocina, retirar del horno y dejar atemperar por al menos 15 minutos, hasta poder sostener el hueso con las manos.
3. Recolectar y ordenar los huesos de los 3 frascos, previamente secos, al igual que los huesos horneados. Sostener y manipularlos e identificar las principales diferencias entre ellos.
4. Selecciona 4 huesos con forma y tamaño similar, uno de cada frasco y uno horneado. Trata de doblar cada uno e intenta romperlos por la mitad.
5. En tu bitácora (libreta) anota tus observaciones. Escribe las características de los huesos de acuerdo al medio al que fue expuesto o a la

temperatura elevada; describe las formas, colores, texturas, dureza, flexibilidad, etcétera, al comparar los diferentes huesos. Puedes tomar fotografías con tu celular de aquellos que más te sorprendan.



### Lo que debes saber



Los huesos están compuestos por una matriz inorgánica, una matriz orgánica y células óseas. La matriz inorgánica contiene cationes calcio y magnesio, así como aniones fosfato, en forma de **hidroxiapatita**; la dureza del hueso se debe a las sales de calcio, que forman parte fundamental de su estructura. La matriz orgánica, también denominada **osteide**, está constituida en su

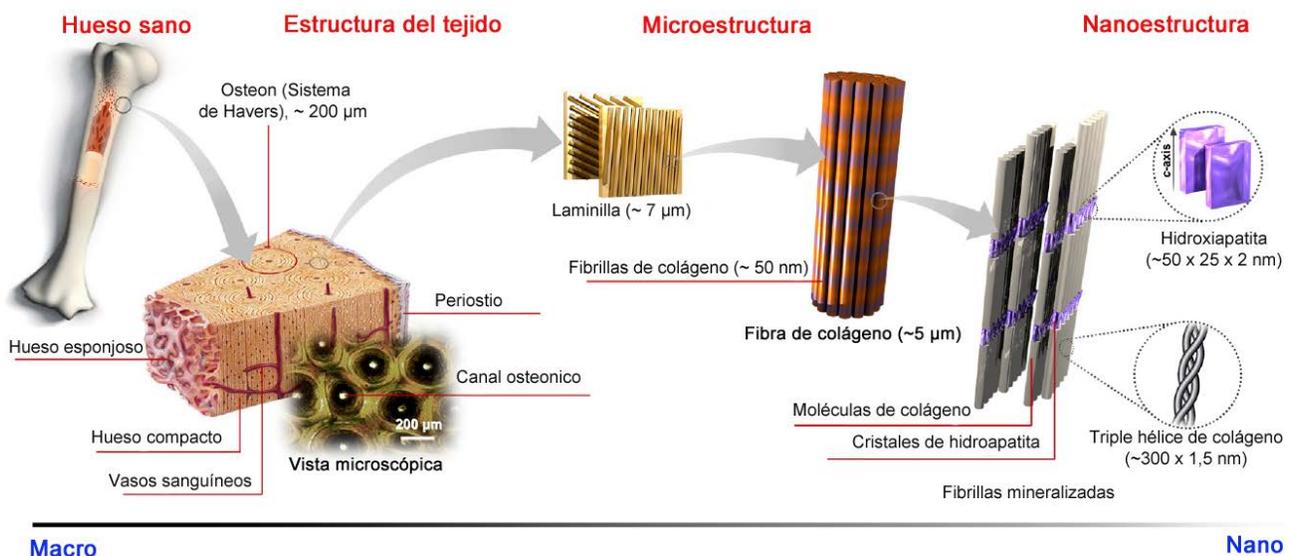
mayoría de **colágena** (94 %), responsable del grado de firmeza y elasticidad de estas estructuras; la otra parte, por **sustancia fundamental** [10]. Todos los días, nuestro cuerpo reemplaza las células viejas en el hueso y fabrica tejido nuevo en su lugar. Estos diferentes tipos de células se encargan realizar el remodelado óseo (osteoclastos), mantiene la **homeostasis** ósea (osteocitos) y produce hueso nuevo (osteoblastos) [11].



Los huesos almacenan calcio, un mineral que se puede liberar en el torrente sanguíneo cuando es necesario en otras partes del cuerpo. La cantidad de vitaminas y minerales que ingieres frecuentemente, sobre todo la vitamina D y el calcio, al igual que hacer ejercicio y tener hábitos saludables, ayudan a mantener los huesos sanos [12].

Cuando el tejido óseo se ve afectado por diversas enfermedades como fracturas

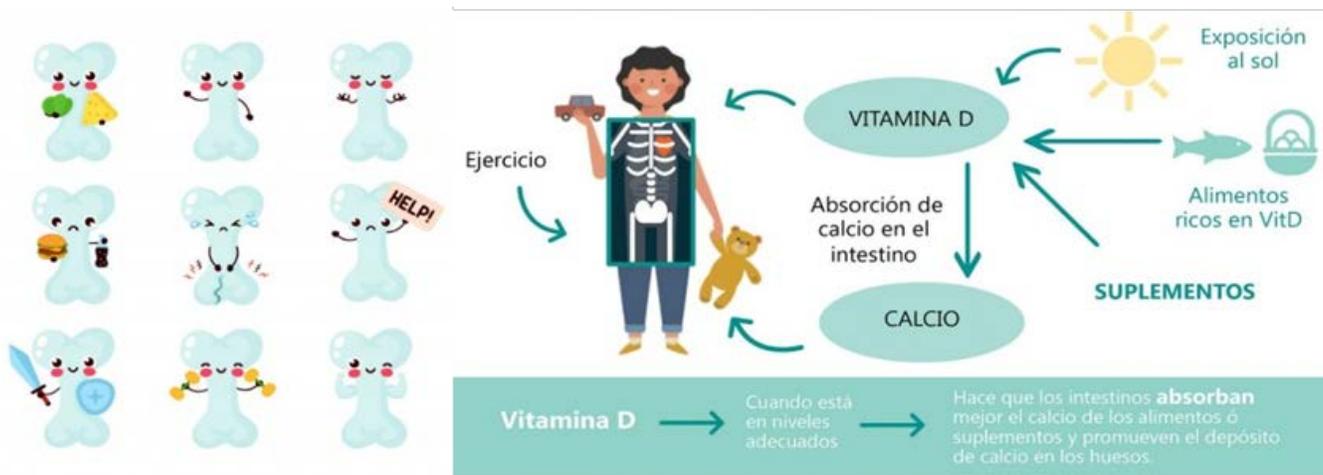
óseas no unidas, osteoartritis, osteoporosis, cáncer y tumores óseos, usualmente es necesario utilizar biomateriales especialmente diseñados para mantener la estructura, propiedades mecánicas, alta porosidad (> 90%) y a su vez permitir el crecimiento y la supervivencia de las células óseas [2]. La incorporación de nanomateriales para enfrentar las enfermedades óseas ha mejorado, no únicamente la reparación sino también la regeneración ósea [5-8].



**Figura 2.** Estructura del hueso a diferentes escalas. Tomado de <https://mnapp-medinuclear.blogspot.com/p/estudios.html>

### Para terminar

- Intenta romper los huesos. ¿Qué ocurre con cada uno?
- ¿Existen diferencias entre los huesos sumergidos en agua, vinagre y gaseosa?
- ¿Qué cambios observas entre el hueso calentado en el horno y los que fueron contenidos en líquidos?
- ¿El hueso sumergido en gaseosa tiene características similares con los otros huesos? ¿A qué se debe esto?
- Relacione los componentes óseos con las características de los huesos. ¿Cuál es más elástico? ¿Cuál es más rígido?
- ¿Qué propiedades necesita un hueso sano?
- Después de realizar la practica, ¿qué opinas de la frase "eres lo que comes"?
- Escribe en el reporte del día.



**Figura 3.** Huesos sanos.

Tomado de <https://alimentaelfuturo.com/es/2020/01/huesos-fuertes-y-sanos-para-toda-la-vida-con-vitamina-d/infografia-vitamina-d-espanol/> y de [https://www.freepik.es/vector-premium/coleccion-conjunto-caracteres-hueso-saludable-saludable-feliz-enfermo-triste-lindo-concepto-personaje-huesos\\_6105873.htm](https://www.freepik.es/vector-premium/coleccion-conjunto-caracteres-hueso-saludable-saludable-feliz-enfermo-triste-lindo-concepto-personaje-huesos_6105873.htm)



## Experimento 2. Unidos somos más fuertes (materiales compuestos).

Los **materiales compuestos** están formados por uno o más componentes donde las propiedades finales del material serán superiores que las que los componen individualmente. Presentan una matriz y un refuerzo, donde estos últimos pueden ser **nanomateriales**, para mejorar propiedades mecánicas como la rigidez y la resistencia.

En defectos óseos, la **reparación** es efectiva en lesiones menores, en las cuales tiene lugar el proceso de cicatrización que no reproduce totalmente la arquitectura o función del tejido perdido o destruido, dando lugar a un tejido fibroso, el cual posteriormente será remplazado por uno sano a través de los procesos de remodelación ósea.

El objetivo de este experimento es observar el reforzamiento de una matriz polimérica cuando se incorporan **nanomateriales** simulados con elementos que se encuentran en casa.

### Pregunta de investigación

¿Para qué nos pueden servir el reforzamiento de un material?

### Actividad

Hacer mezclas con distintos materiales, simulando nanomateriales como reforzamiento.



### Materiales

- ◇ Una taza de fécula de maíz (Maizena).
- ◇ Pegamento blanco.
- ◇ Jugo de un limón.
- ◇ Una cucharadita de aceite de cocina.
- ◇ Un puñito de pimienta.
- ◇ Un puñito de bolitas de unicol.
- ◇ Un puñito de trocitos de espagueti crudo.



- ◇ Una taza de agua.
- ◇ 4 recipientes pequeños de plástico para hacer las mezclas.



### Desarrollo

1. Verter en el recipiente de plástico, una taza de fécula de maíz (Maizena).
2. Agregar  $\frac{3}{4}$  de taza de pegamento blanco a la fécula de maíz.
3. Añadir a la mezcla una cucharada de jugo de limón y una de aceite. Revolver suavemente y cuando sea imposible hacerlo, usar las manos para terminar de amasarla.



### NOTA



Si la mezcla se torna muy líquida, añade más fécula de maíz; si esta se pone dura, añade un poco más de pegamento blanco.

4. Cuando la masa final esté lista, déjala reposar por unos 5 minutos.
5. Posteriormente, separa 4 porciones.

Una de ellas no tendrá refuerzo, una de ellas se mezclará con pimienta, la siguiente con los trocitos de espagueti; finalmente la última, con las bolitas de unicel. Harás una especie de tortitas aplanadas.

6. Dejar reposar las masas mezcladas.

Finalmente observarás cuál de ellas es la que se ha formado con mayor rapidez y la que ha presentado mayor compactibilidad y resistencia. De igual manera, indentificarás cuál de ellas no presentó las características antes mencionadas.





## Lo que debes saber



La **Ingeniería de Tejidos** (IT) tiene como objetivo la generación de soportes celulares o **andamios** a partir de **biomateriales**, que son frecuentemente complementados por la adición y/o inserción de **biomoléculas** activas, como factores de crecimiento, fármacos, entre otras, con la finalidad de potencializar su uso en el tejido destinado a su implantación [13-15].

Los biomateriales que se utilizan para la reparación/restauración del hueso en específico, se pueden clasificar en metales, cerámicos, polímeros y **materiales compuestos** (combinación de plásticos con partículas o fibras de otros de diferente naturaleza) [16-18].

En algunas ocasiones, los plásticos son mezclados con otro tipo de materiales (como por ejemplo con partículas de sulfato de bario, óxido de zirconio, etcétera), dando lugar a materiales compuestos que se usan para estabilizar vértebras fracturadas en peligro de colapso, ayudando de esta manera a mejorar la calidad de vida de las personas [16-18].

El proceso de reparación, hace referencia al proceso de compensación del daño en cuestión. Como cuando un diente tiene caries, que al eliminarse y dejar una cavidad, esta se rellena con una resina o aleación metálica que hará que el diente cumpla su función, de tal manera que podremos comer una manzana o un dulce de algodón sin sufrir algún daño. Sin embargo, a lo largo del tiempo ese material se irá desgastando y deberá ser sustituido nuevamente [16-18].

## Para terminar

1. Observa lo que ocurre una vez que se ha realizado la actividad experimental.
2. Oprime con tus dedos o tu mano cada uno de los materiales que has realizado y observa, ¿cuál se deforma más al impacto de la presión que ejerces con tu dedo o mano?
3. ¿Qué diferencias observas en cuanto a la deformación que sufren estos materiales al presionarlos? ¿La incorporación de fibras (palitos de espagueti), esferas porosas (bolitas de unicel) y de pimienta (micropartículas) afectó la deformación?
4. Analiza los resultados obtenidos y genera tus conclusiones.
5. Escribe en el reporte del día.



### Experimento 3. Reparación vs regeneración de huesos.

Cuando una lesión presenta pérdida importante de hueso, lo ideal es buscar la regeneración ósea, la cual frecuentemente consiste en la aplicación quirúrgica de un andamio biocompatible y reabsorbible que rellene el defecto óseo, pero que además, active los procesos de **osteogénesis**, que hace referencia a la síntesis de hueso nuevo a partir de células residentes del andamio o del tejido huésped; así como la **osteoinducción**, que detona el reclutamiento y activación de las **células troncales mesenquimales** en la zona receptora y a su alrededor para diferenciarse en osteoblastos.

En este experimento, se podrá comprender los procesos de reparación y regeneración ósea, a través de remediar lesiones óseas en hueso pequeños usando andamios reforzados con nanomateriales. Para ello elaborarás andamios de gelatina con diversas partículas pequeñas que simularán el efecto de los **nanomateriales** que se emplean para la reparación y regeneración ósea.

#### Pregunta de investigación

¿Cuál es la función de un andamio?

#### Actividad

- preparación de andamios simulados para defectos óseos.



#### Materiales:

- 1 sobre de gelatina a base agua.
- Diamantina.
- 250 ml de agua.
- Arena.
- Una cuchara metálica.
- 3 recipientes pequeños.
- 3 huesos de pierna o muslo de pollo, sin carne y limpios, o un hueso de pollo de unisel.
- Fuente de calentamiento (estufa o fogata).



#### Desarrollo

1. Poner a hervir 250 ml de agua en un recipiente metálico; cuando esté hirviendo, retirar del fuego y adicionar una cuarta parte del sobre de gelatina de agua.
2. Agitar con una cuchara metálica hasta que se disuelva todo el polvo de gelatina.
3. Dividir la mezcla de gelatina en tres partes iguales, utilizando recipientes de vidrio.

#### NOTA

Etiquetar los recipientes como 1, 2 y 3.



4. Adicionar al recipiente 1 una pizca de diamantina del color de tu preferencia; al recipiente 2, adicionar una pizca de arena; y al recipiente 3, no se le adicionará nada.



5. Agitar cada mezcla con una cuchara metálica y verterla en moldes rectangulares para permitir que la gelatina se solidifique.
6. Incubar los moldes a temperatura ambiente por 10 minutos.
7. Refrigerar por 30 minutos para conseguir la completa solidificación de la gelatina.
8. Con ayuda de un martillo, romper 3 huesos de pollo previamente limpios y sin residuos de tejido.
9. Reparar los daños que haya ocasionado el martillo a los huesos, con las gelatinas elaboradas en el paso 4.



### NOTA

puedes recortar figuras de las gelatinas e intentar cubrir los defectos ocasionados por el golpe del martillo. En caso de que el hueso se separe, intenta unirlo con apoyo de los materiales que acabas de elaborar.

### IMPORTANTE

Si quieres visualizar el proceso de preparación de la gelatina, puedes consultar este vídeo: [www.youtube.com/watch?v=dv-zbxavPms](http://www.youtube.com/watch?v=dv-zbxavPms).

### Lo que debes saber:



La generación de soportes celulares o **andamios** a partir de **biomateriales**, deben proporcionar un marco y soporte inicial para la **adhesión, proliferación y diferenciación** de las células que residirán sobre el material que se forma a partir de dos o más componentes.

Se han empleado múltiples **nanomateriales** en la medicina regenerativa. Los nanomateriales son materiales especialmente sintetizados para tener al menos una dimensión entre 0.1 y 100 nm y poseen propiedades fisicoquímicas, ópticas, magnéticas y eléctricas distinguidas en comparación con materiales convencionales [19].

Nanomateriales como las nanopartículas de sílice mesoporosa (MSN), nano-hidroxiapatita (nHA), nanopartículas de

oro (NPAu), nanotubos de carbono (NTC) y óxido de grafeno (OG) se han estudiado como refuerzo de los **andamios**, también conocidos como **nanocompuestos** o como vehículos para la administración de fármacos [20, 21].

Las estrategias para emplear los nanomateriales en la medicina regenerativa dependerán del tipo de tejido que se requiera **regenerar**. Por ejemplo, cuando el tejido óseo que forma el sistema esquelético humano, se ve alterado por diversas enfermedades como fracturas óseas no unidas, osteoartritis, osteoporosis o cánceres y tumores óseos, puede causar dolor y habilidades limitadas. En estos casos, usualmente se emplea un **andamio** híbrido orgánico-inorgánico de hidroxiapatita y poli (ácido láctico) (PLA) para mantener su nanoestructura y alta porosidad que pueden mejorar el



crecimiento y la supervivencia de las células óseas, y mejorar sus propiedades mecánicas [22].

El desarrollo de andamios biológicos tiene la finalidad de regenerar, mantener o mejorar la función de tejido lesionado. En el caso de la ingeniería de tejido ósea, estos andamios deben ser **osteconductores**, **osteoinductores** y **osteogénicos**. La **osteconductividad** es la propiedad que permitirá la

unión, la supervivencia y la migración de células osteogénicas; por otro lado, la **osteoinducción** ofrece un factor físico y bioquímico para activar o inducir a las células troncales a promover el crecimiento de los osteoblastos a través de la **diferenciación** osteoblástica. La actividad osteogénica de los andamios óseos, se deriva en su construcción que contienen células troncales y/o biomoléculas osteogénicas que activan la diferenciación osteoblástica.

### Para terminar:

- Observa lo que ocurre una vez que se ha realizado la actividad experimental.
- ¿Qué tan difícil te resultó tratar de reparar los huesos?
- Para el caso de las lesiones óseas que requerían relleno, ¿qué dificultad sorteaste para poder integrar el andamio sólido que elaboraste en lesiones con bordes azarosos?
- ¿Consideras que la forma del andamio, podría afectar su uso en una cirugía? ¿Por qué?
- Si consideras que las partículas de diamantina representan aquellos nanomateriales con propiedades osteoinductoras, ¿qué esperarías que pase con la región ósea que acabas de rellenar con dicho material?
- En el caso de las arcillas, como la arena que incorporaste a la gelatina, ¿qué tan difícil te resultó que el andamio se solidificará? ¿Consideras que la concentración del nanomaterial incorporado (en este caso la arena) influirá en la dureza del material y en su gelificación?
- Si consideras que la diamantina y la arena son materiales osteoinductores y solo quedarán en una parte del andamio, ¿cómo influye la dispersión de los materiales nanométricos (arena o diamantina) en la actividad biológica del andamio? ¿Consideras que solo se regenere la parte donde quedó el nanomaterial? ¿Por qué?
- Elabora tus conclusiones.
- Escribe en el reporte del día.



## Sobre los autores

El Dr. **José Manuel Cervantes Uc** es Profesor Investigador Titular C en la Unidad de Materiales del CICY. Químico Industrial por la Universidad Autónoma de Yucatán (UADY) y doctor en Ciencias (Química) por la Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa (UAM-Iztapalapa). Miembro del Sistema Nacional de Investigadores Nivel 2, y de la Academia Mexicana de Ciencias. Ha publicado más de 70 artículos internacionales en revistas indexadas y cuenta con más de 2200 citas a sus trabajos según Scopus.

La I. B. **Noemí Iraís Pat Vázquez** es estudiante de posgrado (maestría) en Materiales Poliméricos, y colabora en los proyectos que se desarrollan en el Laboratorio de Biomateriales del CICY. En la licenciatura desarrolló una tesis enfocada en esponjas marinas para la regeneración ósea. Actualmente desarrolla estudios sobre el impacto de los plásticos en las células humanas.

La I. B. **Cielo Guadalupe Poot Bote** es estudiante de posgrado (maestría) y colabora en los proyectos que se desarrollan en el Laboratorio de Biomateriales del CICY. En su licenciatura desarrolló una tesis enfocada en el estudio del potencial anticancerígeno de nanotubos de carbono en modelos *in vitro*. Actualmente se enfoca en

el estudio de polímeros naturales para el desarrollo de nanomateriales con potencial aplicación en la liberación de principios activos de beneficio para el área biomédica.

La Dra. **Nayeli Rodríguez Fuentes** es investigadora Cátedras Conacyt, adscrita a la Unidad de Materiales del CICY. Química Farmacéutica Bióloga por la Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco, maestra en Ciencias (Bioquímicas) por la UNAM (Fac. Química) y doctora en Ciencias (Biología experimental) por la UNAM (Fac. Medicina), tiene un posdoctorado en Biomateriales en el Instituto de Investigaciones en Materiales de la UNAM. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores Nivel 1.

El Dr. **Jorge Alonso Uribe Calderón** es profesor investigador interesado en la síntesis y modificación superficial de nanopartículas como el óxido de grafeno, nanotubos de carbono, nanoarcillas, nanocristales de celulosa, entre otras nanoestructuras para su aprovechamiento en diversas aplicaciones, como el diseño de nuevos materiales estructurales, liberación de medicamentos, almacenamiento de energía y nanofertilizantes. Ha publicado más de treinta artículos científicos, capítulos de libro; también ha dirigido tesis de licenciatura, maestría y doctorado.



## Glosario

**Andamio:** sustitutos biológicos para reparar o mejorar la función de un tejido u órgano. Estructura tridimensional que dará soporte a las células.

**Biomaterial:** también conocidos como materiales biocompatibles; se definen como cualquier sustancia o combinación de sustancias naturales o sintéticas, que pueden ser empleadas en un sistema biológico por un tiempo determinado y con una función particular.

**Biopolímero:** macromoléculas presentes en los seres vivos; se dividen en tres familias fundamentales que incluyen las proteínas, los polisacáridos y por último, los ácidos nucleicos, es decir el ADN y ARN.

**Diferenciación:** proceso por el cual una célula troncal puede convertirse en otro tipo de célula. Este proceso involucra cambios físicos, químicos y biológicos en la célula que lo experimenta.

**Ingeniería de tejidos:** rama de la bioingeniería que se sirve de la combinación de materiales, células, biomoléculas para mejorar o reemplazar funciones biológicas.

**Colágena:** proteína más abundante del cuerpo humano; están principalmente en piel, tendones y huesos, considerada como biopolímero.

**Hidroxiapatita:** componente principal del hueso, hecho de fosfato de calcio.

**Homeostasis:** propiedad de los organismos que consiste en su capacidad de mantener una condición interna estable compensando los cambios en su entorno mediante el intercambio regulado de materia y energía con el exterior (metabolismo).

**Ingeniería de Tejidos:** rama de la bioingeniería que se sirve de la combinación de materiales, células, biomoléculas para mejorar o reemplazar funciones biológicas.

**Materiales compuestos:** aquellos formados por dos o más componentes, de forma que las propiedades del material final sean superiores que las de los componentes por separado.

**Microscopio:** instrumento óptico que aumenta el tamaño de los objetos, de tal forma que permite observarlos y analizarlos a detalle.

**Nanocompuestos:** materiales compuestos formados por dos o más fases, donde al menos una de estas tiene una de sus tres dimensiones en escala nanométrica.

**Nanomateriales:** materiales especialmente sintetizados para tener al menos una dimensión entre 1 y 100 nm y poseen propiedades fisicoquímicas, ópticas, magnéticas y eléctricas distinguidas en comparación con materiales convencionales.

**Osteoconductividad:** capacidad que un material posee para actuar como un sustrato en el cual las células puedan adherirse y desarrollar sus funciones. Las células pueden conducirse a través de ellos.

**Osteogénesis:** proceso de formación de tejido óseo, producto de la activación de los osteoblastos.

**Osteoinducción:** capacidad de promover la diferenciación de células madre a osteoblastos.

**Osteoide:** porción orgánica sin mineralizar de la matriz ósea que se forma con anterioridad a la maduración del tejido óseo.



**Polímero:** macromoléculas que se obtienen por la unión de una o más moléculas pequeñas repetidas a lo largo de una cadena denominadas monómeros.

**Regenerar:** dar nuevo ser a algo que degeneró, restablecerlo o mejorarlo. En el caso de la regeneración ósea, inducir mecanismos moleculares (diferenciación osteoblástica) para promover que el propio paciente forme su hueso apoyado de la triada de la ingeniería de tejidos.

**Reparar:** arreglar algo que está roto o estropeado. Enmendar, corregir o remediar una lesión.

**Proliferación:** aumento del número de células como resultado del crecimiento y la multiplicación celular.

**Sustancia fundamental:** conjunto de proteínas sobre las cuales se fijan las sales minerales para formar diferentes tejidos conectivos.

**Vehículo para la administración de fármacos:** tecnologías diseñadas para la administración dirigida y/o la liberación controlada de agentes terapéuticos.



## Referencias

- Engel, E., Michiardi, A., Navarro, M., Lacroix, D., y Planell, J. A. (2008). Nanotechnology in regenerative medicine: the materials side. En *Trends in Biotechnology*. 26(1): p. 39-47.
- Yafeng, Y., Aditya, C., Jin, Z., Adam, E., Hae, L. J., y Ali, K. (2019). Applications of Nanotechnology for Regenerative Medicine; Healing Tissues at the Nanoscale. En *Principles of Regenerative Medicine*. Academic Press. p. 485-504.
- Rodriguez-Fuentes, N., et al. (2013). Nuk-bone(R) promotes proliferation and osteoblastic differentiation of mesenchymal stem cells from human amniotic membrane. En *Biochem Biophys Res Commun*. 434(3): p. 676-80.
- Cueva-Del Castillo, J. F., Valdés-Gutiérrez, G. A., Elizondo-Vázquez, F., Piña Barba, M. C., y León-Mancilla, B. H. (2009). *Bone loss treatment, pseudoarthrosis, arthrodesis and benign tumors using xenoinplant: clinical study*. 77: p. 267-271.
- Li, Y., y Liu, C. (2017). *Nanomaterial-based bone regeneration*. *Nanoscale*. 9(15): p. 4862-4874.
- Gong, J. X., Liao, J., Zhang, T., Lin, S., y Lin, Y. (2015). *Nanomaterials and bone regeneration*. *Bone Res*.
- Hill, M.J. et al. (2019). Nanomaterials for bone tissue regeneration: Updates and future perspectives. En *Nanomedicine*. 14(22): p. 2987-3006.
- Wang, Q., Yan, J., Yang, J., y Li, B. (2016). Nanomaterials promise better bone repair. En *Mater. Today*. 19(8): p. 451-463.
- Langer, R., y Vacanti, J. (2016). Advances in tissue engineering. En *J Pediatr Surg*. 51(1): p. 8-12.



- Madrid, U.C.d. (2014). *Fisiopatología ósea*. Universidad Complutense de Madrid. Disponible en: [www.ucm.es/data/cont/docs/420-2014-02-18-01%20fisiopatologia%20osea.pdf](http://www.ucm.es/data/cont/docs/420-2014-02-18-01%20fisiopatologia%20osea.pdf).
- Dong, Q., Shang, H., Wu, W., Chen, F., Zhang, J., Guo, J., y Mao, T. (2012). Prefabrication of axial vascularized tissue engineering coral bone by an arteriovenous loop: A better model. En *Materials Science and Engineering*. 32(6): p. 1536-1541.
- Fernández, I. A. G., Canto, M., y Blanco, L. (2006). Bases fisiológicas de la regeneración ósea II: El proceso de remodelado. En *Medicina Oral, Patología Oral y Cirugía Bucal* (en línea). 11(2): p. 151-157.
- Vacanti, J. P., y C. A. V. (2014). The History and Scope of Tissue Engineering. En *Princ. Tissue Eng.* Academic Press: Boston. p. 3-8.
- Furth, M. E., y A. A. (2014). Tissue Engineering: Future Perspectives. En *Princ. Tissue Eng.* Boston. p. 83-123.
- Serrato Ochoa, D., Nieto Aguilar, R., y Aguilera Méndez, A. (2015). *Ingeniería de tejidos. Una nueva disciplina en medicina regenerativa*. Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes. 64(1): p. 61-69.
- Ratner, B., Hoffman, A., Schoen, F., y Lemons, J. (2004). *Biomaterials Science: An Introduction to Materials in Medicine*. 2nd Edition. ed. Biomaterials Science:, ed. A. Press. Vol. 1: Academic Press.
- Park, J. B., y Bronzino, J. D. (2002). Biomaterials: Principles and Applications. En *Biomaterials*.
- Sastre Muñoz, R., San Roman del Barrio, J., y Aza Pendas, S. (2004). Biomateriales. En *Biomateriales*. Faenza Editrice Ibérica: España. p. 1-512.
- Engel, E., Michiardi, A., Navarro, M., Lacroix, D., y Planell J. A. (2008). Nanotechnology in regenerative medicine: the materials side. En *Trends in Biotechnology*. 26(1): p. 39-47.
- Hill, M.J. et al. (2019). Nanomaterials for bone tissue regeneration: Updates and future perspectives. En *Nanomedicine*. 14(22): p. 2987-3006.
- Wang, Q., Yan, J., Yang, J., y Li, B. (2016). Nanomaterials promise better bone repair. En *Mater. Today*. 19(8): p. 451-463.
- Pokrywczynska, M. et al. (2015). *Application of bladder acellular matrix in urinary bladder regeneration: the state of the art and future directions*. Biomed Res Int. p. 613439.



# 7P

## Ciencia y Propiedad Intelectual

**M. C. Alejandra Barraza Morales**

**M. C. Francisco Javier García Villalobos**

Dirección de Gestión Tecnológica

### Descripción

Descubriremos qué es y cómo funciona la **propiedad intelectual**, así como los diversos recursos disponibles para protegerla, los registros de patentes y marcas.

Reconoceremos que todos y todas, así como empresas, universidades y centros de investigación, podemos generarla y que es muy valiosa al aplicarse en casos comerciales.

Aprenderemos que las patentes son una herramienta y fuente de información importante, y que en ellas se describen inventos de diferente índole, todos productos de la creatividad, investigación y trabajo de los inventores. También, cómo las marcas,

siendo propiedad intelectual, nos ayudan a distinguir y posicionar un producto o un servicio en el mercado.

Los participantes realizarán una serie de actividades que les permitirá familiarizarse con las patentes y su utilidad, conocer sobre el registro de marcas y su empleo para diferenciar productos y servicios.

### Objetivo

Que los participantes conozcan la utilidad de la información de patentes, la cual protege productos que son reproducibles y de aplicación en el mercado; así como la importancia de las marcas para distinguir dichos bienes.



### Materia afín

- Metodología de la investigación.
- Competencia en la que incide: desarrollo de innovaciones y propuesta de soluciones a problemas a partir de métodos establecidos.

[www.sems.gob.mx/curriculoems/planes-de-estudio-de-referencia](http://www.sems.gob.mx/curriculoems/planes-de-estudio-de-referencia)

### ¿Qué vas a aprender?

- Nociones básicas de propiedad intelectual y su aplicación práctica.
- Uso de la información técnica de las patentes para la resolución de problemas e incentivar la innovación.
- Uso de las TIC (Tecnologías de la Información y Comunicación) para la identificación de información técnica y para la gestión de registros de marcas.



### Pregunta inicial

El conocimiento de temas de propiedad intelectual, como las patentes y las marcas, ¿contribuyen a la innovación y a incentivar a los jóvenes en la búsqueda de resolución de problemas?



### Panorama general del tema

La curiosidad es algo que caracteriza a los seres humanos y, en ese afán, es que estamos continuamente tratando de crear cosas nuevas, hacer descubrimientos y solucionar problemas. Muchas de esas soluciones que proponemos pueden ser sencillas, como aquellas que a veces generamos sin darnos cuenta para resolver un pequeño problema en casa, o algunas más complejas que pueden requerir años de investigación y la participación de expertos en áreas específicas (como las que se generan en universidades y centros de investigación).

Sea cual sea el caso, la realidad es que cuando generamos un nuevo diseño, herramienta, dispositivo, formulación o proceso que aporte una solución a un problema, puede ser susceptible de protección a través de lo que conocemos como propiedad intelectual, que no es más que aquello que generamos como producto de la creatividad de nuestro intelecto.

En ese sentido, la creación de obras artísticas también está contemplada y se protegen a través del derecho de autor. Sin



embargo, en este proyecto nos enfocaremos más a las creaciones o invenciones que sirven para resolver problemas técnicos y no a aquellas creaciones de tipo artístico.

Una de las figuras que nos ayudan a blindar las invenciones de este tipo son las patentes, que protegen innovaciones tecnológicas como los medicamentos, dispositivos como las tabletas electrónicas, nuevos sistemas o artefactos para generar energía, nuevas formulaciones en el área de alimentos o cosmética, entre otras muchas invenciones que podríamos mencionar y que están presentes en nuestra vida diaria.

De ahí que las patentes son muy útiles cuando queremos comercializar un nuevo producto, ya que nos permite garantizar por 20 años que nadie más podrá lucrar

con nuestra invención en un determinado país, por ejemplo, México; recordando que la protección de las patentes es territorial y que solo en los países donde se solicite se obtendrá amparo.

Si somos observadores podemos darnos cuenta que cuando se comercializa cualquier producto, es preciso que lleve una marca para poderlo distinguir en el mercado. Las marcas también forman parte de la propiedad intelectual y al igual que las patentes, se registran para proteger su uso y evitar la piratería y falsificación.

Como podrás darte cuenta, la propiedad intelectual es muy amplia y es importante conocerla para saber utilizarla a nuestro favor, coadyuvando con ello a la innovación y a mejorar la calidad de vida de la sociedad.



## Presentación

El objetivo de este proyecto es que la niñez y juventud cobren conciencia de la importancia que la propiedad intelectual tiene para incentivar la innovación y el desarrollo económico de un país. Que se familiaricen con las patentes y marcas, para que sepan cómo localizar su información, utilidad y aplicación en el comercio.

Conocerán sobre temas básicos de propiedad intelectual y realizarán al menos una búsqueda de patentes en una base de datos de acceso libre (**Latipat**) para identificar una invención, la cual reproducirán para obtener un producto. Con ello, adquirirán el conocimiento práctico de la identificación y utilidad de las patentes, así como su incidencia en la innovación.

Adicionalmente, los participantes diseñarán una marca para el producto elaborado. Para realizarlo, deberán aplicar su imaginación y creatividad; de igual manera deberán estudiar sobre los aspectos a tomar en cuenta antes de solicitar un registro marcario.

Al finalizar su proyecto, los participantes reconocerán la importancia de la propiedad intelectual y cómo las patentes y las marcas son figuras que permiten a los inventores proteger sus creaciones, además de fungir como fuente de información importante que sirven para innovar y ofrecer más y mejores productos.

Aprenderán, sobre todo, a utilizar esta información a su favor para posibles emprendimientos a futuro.



## Actividad 1. Introducción a la propiedad intelectual.

### Pregunta de investigación

¿Qué es la propiedad intelectual?

### Actividad

Ver un par de videos y realizar una lectura relacionada con el tema.



### Materiales

Laptop, computadora o dispositivo móvil para ver los videos, libreta de reúso, y lápiz o pluma para tomar apuntes.



### Desarrollo

1. Introducción a la propiedad intelectual: en este primer video conocerás los ámbitos que abarca ([www.youtube.com/watch?v=tevTI-97mhUU](http://www.youtube.com/watch?v=tevTI-97mhUU)).
2. La propiedad Industrial y los servicios electrónicos del IMPI: con este segundo audiovisual tendrás nociones de la propiedad industrial. Aborda particularmente las patentes y las marcas; es difundido por el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (IMPI), institución encargada de registrar las patentes y marcas ([www.youtube.com/watch?v=JibHXn5koi0](http://www.youtube.com/watch?v=JibHXn5koi0)).
3. Lee el interesante caso de PlayPumps™, un invento que revolucionó la vida de varias comunidades ([www.wipo.int/wipo\\_magazine/es/2009/02/article\\_0013.html](http://www.wipo.int/wipo_magazine/es/2009/02/article_0013.html)).

### Lo que debes saber



La **propiedad intelectual (PI)** es el producto de las creaciones del intelecto. Está en todas partes y tiene múltiples modalidades.

Mira a tu alrededor y trata de nombrar todas las cosas que veas que son producto de la creatividad humana. Todas ellas contienen propiedad intelectual.

Por darte algunos ejemplos, la PI está presente en:

- La música que escuchas.
- La tecnología que hace funcionar a tu teléfono.
- El diseño de tu automóvil preferido.
- El logotipo de tus zapatillas deportivas.

Desde el punto de vista jurídico, los productos del intelecto suelen ser la propiedad intelectual de la persona que los ha creado y, al igual que sucede con otros tipos de propiedad, los titulares de derechos de PI pueden arrendarla, cederla o venderla a otras personas.



## ¿Por qué es importante la propiedad intelectual?

Porque permite que los diseñadores, músicos, artistas, escritores, cineastas e inventores sigan creando las obras que tanto disfrutamos. Sin la PI, los creadores no podrían ganarse la vida con su trabajo. Cualquiera podría copiar sus creaciones.

Por ese motivo es necesario protegerla. Esto puede lograrse a través de:

- El **derecho de autor**, que protege las obras de los artistas, músicos y escritores.
- Las **patentes**, que protegen las invenciones.
- Los **diseños industriales**, que protegen la forma y el aspecto ornamental y estético de los productos.
- Las **marcas**, que protegen los logotipos y los nombres de los productos o servicios.

En la actividad científica y tecnológica también se desarrollan muchos productos que conciernen una propiedad intelectual; cite-mos algunos de ellos:

- Las **publicaciones científicas** en revistas y libros.
- Las **obras de divulgación** de la ciencia, como audiovisuales, podcast, carteles, películas, obras de teatro, documentales, series de televisión, entre otros.

- **Nuevas tecnologías** (inventos) que han mejorado la vida de las personas a través del tiempo.
- **Nuevas variedades de plantas**, que permiten tener más y mejor alimento para los habitantes del planeta.

## ¿Se te ocurre alguna otra?

Al realizar este proyecto conocerás más aspectos sobre la PI y su importancia para la generación de bienestar a través de los productos obtenidos en la investigación científica y tecnológica.

Si quieres conocer un ejemplo de productos que usamos en nuestra vida diaria y provienen de la investigación científica y tecnológica, conoce la historia detrás de **Gatorade**<sup>®</sup> ([www.gatorade.com.mx/es-mx/compa%C3%B1a/historia](http://www.gatorade.com.mx/es-mx/compa%C3%B1a/historia)).

Pero si quieres algunos ejemplos de desarrollos del Centro de Investigación Científica de Yucatán, puedes leer la noticia sobre la protección de una nueva variedad de **chile habanero** desarrollada en nuestros laboratorios ([www.cicy.mx/noticias-y-eventos/boletin-43-chile-habanero-kisin-del-cicy-logra-titulo-de-obtentor](http://www.cicy.mx/noticias-y-eventos/boletin-43-chile-habanero-kisin-del-cicy-logra-titulo-de-obtentor)).

También puedes conocer la historia detrás de **TrialUM**<sup>®</sup>, material que proviene del reciclado de envases plásticos y envases multicapa ([www.cicy.mx/noticias-y-eventos/boletin-14-cicy-presenta-trialum-nuevo-material-ecologico](http://www.cicy.mx/noticias-y-eventos/boletin-14-cicy-presenta-trialum-nuevo-material-ecologico)).



## Actividad 2. Búsqueda de patentes para solucionar mis necesidades.

### Pregunta de investigación

¿Dónde puedo encontrar las patentes?

### Actividad

Realizarás una lectura que te permitirá conocer qué son las patentes y su relevancia para aportar soluciones a nuestras necesidades. Posteriormente, efectuarás una búsqueda tecnológica en una base de datos de patentes.



### Materiales

Laptop, computadora o dispositivo móvil para ver los videos, libreta de reuso, y lápiz o pluma para tomar apuntes.



### Desarrollo

1. Lee la historieta de patentes que encontrarás en el siguiente link: [www.wipo.int/publications/es/details.jsp?id=67&plang=ES](http://www.wipo.int/publications/es/details.jsp?id=67&plang=ES), y conoce sobre la importancia de patentar los inventos.
2. Entra al siguiente link: [lp.espacenet.com/?locale=es\\_LP](http://lp.espacenet.com/?locale=es_LP). Este te llevará a **Latipat**, uno de los principales buscadores de patentes de Latinoamérica y España. En la sección "Búsqueda inteligente", ingresa las siguientes palabras clave: crema, manos, uñas, y da clic en buscar.

3. Selecciona aquella opción que haga referencia específicamente a una crema para manos y uñas: **ES2154243 (A1)**.
4. Observa la información que puedes encontrar: ¿aparece el nombre del inventor o la fecha en la que se solicitó la patente? Analiza toda la información que se puede obtener.
5. Descarga el documento en PDF, solo tienes que dar clic en el título de la patente y aparecerá una nueva página. Localiza en la parte izquierda de tu pantalla "**Documento original**" y descarga el archivo; revisa la patente en cuestión.



### Lo que debes saber:

Se considera **invención** a toda creación humana que permite transformar la materia o la energía que existe en la naturaleza para su aprovechamiento social y la satisfacción de necesidades concretas. Cuando esa invención es reciente y tiene un aporte relevante para el conocimiento científico, puede ser protegida mediante un derecho que lleva por nombre **patente**.

Una patente es un derecho exclusivo que se concede sobre una invención. En términos generales, faculta a su titular a decidir si la



invención puede ser utilizada por terceros y, en ese caso, de qué forma. Como contrapartida de ese derecho, en el documento de patente publicado, el titular de la patente (es decir, su dueño) pone a disposición del público la información técnica relativa a la invención.

En principio, el titular de la patente goza del derecho exclusivo a impedir que su invención sea explotada comercialmente por terceros. El tiempo de duración de ese derecho es de 20 años improrrogables. Con éste, se puede prohibir a terceras personas que lo:

- fabriquen
- usen
- vendan
- importen

Las patentes son derechos territoriales, es decir, solo tienen validez en el país o la región en los que se ha presentado la solicitud y se ha concedido de conformidad con la normativa vigente.

La **información de patentes** es el nombre que se le da a los datos tecnológicos disponibles en los documentos de patentes, y es muy importante para un amplio rango de profesionales: desarrolladores técnicos, investigadores, abogados y estrategias de negocios.

Uno de los principales usos es su aprovechamiento para acceder a tecnología de uso libre cuando la patente no se registra en determinado país (**territorialidad**) o ha expirado (**temporalidad**).

Cada país o región que concede una patente debe publicarla con acceso al público a través de un sistema de consulta. Existen diversas bases de datos en línea donde se pueden consultar. Por ejemplo, las patentes de los países de Latinoamérica y España, se encuentran en **Latipat** ([lp.space-net.com](http://lp.space-net.com)).



### Actividad 3. Preparando la crema para uñas y manos.

#### Pregunta de investigación

¿Cómo se aplica la propiedad intelectual y la ciencia a los productos o servicios?

#### Actividad

Reúne los materiales y prepara la crema descrita en la patente localizada.



#### Materiales

Aceite de girasol, aceite de ricino, glicerina, vaselina, sábila, extracto de limón y fécula de maíz (insumos). Un recipiente de plástico, batidora, un frasco o tarro para guardar la crema (aditamentos).



## Desarrollo

1. Después de haber descargado la patente seleccionada, léela detenidamente para conocer sobre la elaboración del producto que en ella se describe.
2. Haz un listado de los materiales y sustancias que necesitarás.
3. Diseña un diagrama con los pasos a seguir para evitar omisiones.
4. Una vez que reúnas todo lo necesario, prepara tu crema. Verás que es muy sencillo.
5. Ve pensando en una marca para tu crema. ¡Hazla atractiva!

### Lo que debes saber



Una crema es un preparado semisólido cuya función es el cuidado de la piel. Básicamente sirve para hidratar o humectar, aunque también existen algunas cremas medicadas que cumplen otras funciones como la de regeneración, aclaramiento o aliviar algunas afecciones dérmicas.

Hoy en día existe una tendencia al uso de productos naturales para el cuidado de la piel y, en ese afán, se han creado varias formulaciones naturales que son muy benéficas, tanto para quien las utiliza como para el medio ambiente,

ya que su uso no deja residuos tóxicos que pudieran ser perjudiciales.

Ahora bien, ¿será posible mejorar las formulaciones naturales que existen en el mercado? Más aún, ¿qué tipo de información puedo consultar para encontrar una formulación que, aparte de ser efectiva, pueda tener otras ventajas?

La **información tecnológica** es una gran alternativa para encontrar diferentes formulaciones de cremas que puedan tener otras ventajas con respecto a las convencionales; por citar algunas: capacidad humectante de la piel, aroma atractivo, efecto antienvjecimiento, etcétera.

### ¿Qué otra característica buscarías en una crema?



## Actividad 4. Diseñando tu marca.

### Pregunta de investigación

¿Cómo puedo distinguir mi producto de otros similares en el mercado?

### Actividad

Ve los videos que se indican y realiza la tarea que se indica en el numeral 3 para identificar la clase en que registrarás tu marca.



### Materiales

Laptop, computadora o dispositivo móvil para ver los videos y desarrollar las actividades de búsqueda, libreta de reuso, y lápiz o pluma para tomar apuntes.



### Desarrollo

1. Lee el siguiente material para que conozcas la importancia de las marcas: [www.wipo.int/publications/es/details.jsp?id=65&plang=ES](http://www.wipo.int/publications/es/details.jsp?id=65&plang=ES).
2. Mira el siguiente video para que aprendas como se clasifican las marcas: [www.youtube.com/watch?v=49oMQ9O5t70](https://www.youtube.com/watch?v=49oMQ9O5t70) (Te recomendamos verlo hasta el minuto 1:38).
3. Ahora que ya pensaste en una marca para tu producto, intenta buscar la clasificación para su registro. Ve a la página de **ClasNiza** y haz la búsqueda: [clasniza.impi.gob.mx/buscador](http://clasniza.impi.gob.mx/buscador).
4. Anota la clase en la que crees que se puede registrar tu producto.

Clase No.	Indicación	Base*	Niza	Lista Complementaria	Alianza del Pacífico	TMclass
Por tipo de clase						
Productos						



5. Ahora ve a la siguiente página: [marcia.impi.gob.mx/marcas/search/quick](http://marcia.impi.gob.mx/marcas/search/quick), y verifica que el nombre o denominación que elegiste no haya sido registrada. Solo coloca el nombre de la marca que pensaste, da clic en **Buscar** y se desplegará una lista de resultados. Revisa dentro de la clasificación que encontraste previamente, tal como se indica en la siguiente imagen.

Cuando diseñas una nueva marca debes de verificar que sea novedosa, al menos para la clase de productos o servicios que va a representar en el mercado; esto garantiza que sea registrada ante las autoridades competentes.

Para este proyecto deberás diseñar una marca mixta que esté conformada por un nombre y una imagen (logotipo). Así que diseña uno atractivo para tu marca.

patito

10 /97 resultados filtrados devueltos

Exportar

Número de expediente	Imagen	Marca	Tipo de Solicitud	Titular	Estatus
1 503520		PATITO	REGISTRO DE MARCA	QUIMICA GONCAL S.A. DE C.V.	Registrada
2 109094	PATITO	PATITO	REGISTRO DE MARCA	PROCASA MEXICANA, S.A. DE C.V.	En Trámite
3 2186082		MARK PATITO	REGISTRO DE MARCA	JUAN CARLOS BLANCO MORÁN, BERNHARD MICHAEL JANITZKI CAMARENA, JAMES LA ROTTA LLANO	En Trámite
4 409394		P NO PATITO	REGISTRO DE MARCA	QUIMICA GONCAL S.A. DE C.V.	En Trámite

Filtrar búsqueda

Estatus

- Registrada 62
- En Trámite 35

Clases de N°

- 1
- 2
- 3 10
- 4 3

Códigos de Viena

- 03.07.06 39
- 27.05.01 16
- 27.05.05 16
- 03.07.24 11

Da click en la clase de registro que identificaste para tu producto, verifica si existe algún registro de marca que pudiera ser igual o similar al tuyo.



### Lo que debes saber

Una **marca comercial** es todo signo perceptible por los sentidos y susceptible de representarse de manera que distinga a los productos y servicios, de otros de su misma especie o clase en el mercado.

Las marcas pueden ser de diferentes tipos, por ejemplo:

- Las denominaciones, letras, números, elementos figurativos y combinaciones de colores, así como los hologramas.



- Las formas tridimensionales.
- Los nombres comerciales y denominaciones o razones sociales.
- El nombre propio de una persona física.
- Los sonidos.
- Los olores.
- La combinación de cualquiera de los anteriores.
- El diseño de imagen de una línea de productos.

El registro de marca conlleva el ejercicio de un derecho que concede a su titular (dueño) su uso exclusivo por un periodo

de 10 años, que podrán renovarse por un periodo similar tantas veces sea solicitado, siempre y cuando la marca se mantenga en uso.

Una marca se registra para representar un grupo de productos o servicios específicos determinados. Para facilitar el registro, existe un sistema de clasificación internacional utilizado para catalogar productos y servicios a los fines del registro de marcas.

En tu caso deberás localizar la clasificación para **cremas de manos**.



## Actividad 5. Tu producto, tu propiedad intelectual.

### Pregunta de investigación

¿Es útil desarrollar y aplicar el conocimiento para el desarrollo de productos?

### Actividad

Elabora la versión final de tu marca y colócala en tu producto; verás cómo le da distintividad.



### Materiales

Etiquetas, lápiz, marcadores, plumones o colores.



### Desarrollo

1. Una vez que ya verificaste si tu marca es registrable, dibújala en una etiqueta y pégala en el recipiente donde pusiste la crema.
2. Anota tus conclusiones y lo que te pareció más interesante de este aprendizaje.



### Lo que debes saber

La legislación protege a la propiedad intelectual, por ejemplo, mediante las patentes y las marcas que permiten obtener reconocimiento o ganancias por las invenciones o creaciones. Al equilibrar el interés de los innovadores y el del público, el sistema de PI procura fomentar un entorno propicio para que prosperen la creatividad y la innovación en beneficio de todos.

¿Por qué debe promoverse y protegerse la propiedad intelectual?

Por varias razones imperativas. En primer lugar, el progreso y el bienestar de

la humanidad dependen de su capacidad de crear e inventar nuevas obras en las esferas de la tecnología y la cultura. En segundo lugar, la protección jurídica de las nuevas creaciones alienta a destinar recursos adicionales a la innovación. En tercer lugar, la promoción y la protección de la propiedad intelectual estimulan el crecimiento económico, generan nuevos empleos e industrias y enriquecen y mejoran la calidad de vida.

Promover un sistema de propiedad intelectual eficaz y equitativo puede contribuir a que todos los países exploten el potencial de ésta como catalizador de desarrollo económico, de bienestar social y cultural.

### ¿Qué ventajas ofrece la propiedad intelectual al público en general?

Los derechos de propiedad intelectual recompensan la creatividad y el esfuerzo humano que estimulan el progreso de la humanidad. He aquí algunos ejemplos:

- Las multimillonarias industrias del cine, la música, la edición y la informática, que hacen que la vida de millones de personas sea más agradable, no existirían sin la protección del derecho de autor.
- Sin las recompensas previstas en el sistema de patentes, los investigadores e inventores no tendrían incentivo para seguir creando productos mejores y más eficaces para los consumidores.

- Los consumidores no comprarían productos o servicios con toda confianza si no existieran mecanismos fiables y de alcance internacional para proteger las marcas y combatir la falsificación y la piratería.

Si quieres conocer más de este interesante tema una vez terminado el curso, te invitamos a leer *Aprender del pasado para crear el futuro: invenciones y patentes*. Este material es editado por la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual y lo puedes descargar en el siguiente enlace: [www.wipo.int/edocs/pubdocs/es/patents/925/wipo\\_pub\\_925.pdf](http://www.wipo.int/edocs/pubdocs/es/patents/925/wipo_pub_925.pdf).



## Sobre los autores

La M. C. **Alejandra Barraza Morales** es ingeniera biotecnóloga con maestría en Ciencias. Colaboró por mucho tiempo en los laboratorios de investigación del CICY y actualmente es gestora de propiedad intelectual apoyando en la gestión de registros de patentes, marcas y derechos de autor.

El M. C. **Javier García Villalobos** es químico farmacéutico biólogo, con maestría en Ciencias del Mar y Limnología. En su carrera profesional ha pasado de la industria farmacéutica a la investigación en físico-química hasta la gestión tecnológica, participando en temas de propiedad intelectual y transferencia de tecnología en el CICY.



## Glosario

**Base de datos de patentes:** en este texto se refiere al conjunto de documentos que describen las diferentes invenciones solicitadas y concedidas por las diferentes oficinas de patentes en el mundo y que hacen públicas a través de sus diferentes páginas oficiales en internet.

**Creatividad:** es un proceso dinámico, una fuerza viva y cambiante del ser humano; es decir, es el motor del desarrollo personal y ha sido la base del progreso de toda cultura.

**Innovación:** es la introducción de un producto (bien o servicio) o de un proceso, nuevo o significativamente mejorado, o la introducción de un método de comercialización o de organización nuevo aplicado a las prácticas comerciales, a la organización del trabajo o a las relaciones externas

**Titular:** en este texto se refiere a la persona física o moral (una persona o empresa) que tiene el derecho de explotar comercialmente una patente o marca.

**Desarrollo económico:** capacidad que tiene un país de generar riqueza.



## Referencias

Joachin Bolaños, C. V. *La creatividad: concepto, técnicas y aplicaciones*. UNAM. Consultado el 24 de septiembre de 2021 en: [programas.cuaed.unam.mx/repositorio/moodle/pluginfile.php/166/mod\\_resource/content/1/la-creatividad/index.html](https://programas.cuaed.unam.mx/repositorio/moodle/pluginfile.php/166/mod_resource/content/1/la-creatividad/index.html).

Ley Federal de Protección a la Propiedad Industrial. *Diario Oficial de la Federación*, del 1 de julio de 2020. Consultado el 1 de junio de 2021 en: [www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LFPPI\\_010720.pdf](http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LFPPI_010720.pdf).

Organización mundial de la Propiedad Intelectual. (2020). *Patentes*. Consultado el 1 de junio de 2021 en: [www.wipo.int/patents/es/](http://www.wipo.int/patents/es/).

Schultz, M. F. (2017). La innovación: el gran regalo de la historia. Publicado en *OMPI Revista*. Consultado el 24 de septiembre de 2021 en: [www.wipo.int/wipo\\_magazine/es/2017/03/article\\_0003.html](http://www.wipo.int/wipo_magazine/es/2017/03/article_0003.html).

Descubriendo mi Talento

# Secundaria

Talento   
CICY



# 1S

## Estudio del movimiento uniforme, caótico y turbulento de microorganismos acuáticos

**Dr. Jesús Alvarado Flores**  
**Dr. Jorge Adrián Perera Burgos**

Ciencias del Agua

### Descripción

La vida microscópica en el agua es muy importante. A veces es difícil percibir a los microorganismos (aquellas diminutas criaturas que existen en el agua) a simple vista y más porque se mueven a grandes velocidades, ya que desarrollaron estructuras únicas de movimiento.

Se les conoce como zooplancton y representan un eslabón vital para el flujo de energía en las redes tróficas. Al observar bajo un microscopio, puedes distinguir formas extraordinarias. El zooplancton compete entre sí por el alimento; algunos viven en armonía y otros son extraordinarios controladores de vectores de enfermedades transmitidas por bacterias, amibas e insectos.

Estudiar su movimiento, sus formas y entender su hábitat, fortalecerá tu conocimiento sobre la vida y la protección del agua y el medio ambiente. Solo es necesario aceptar la existencia de un universo microscópico. Basta con observar con detalle una gota de agua de un charco, un cenote o laguna, para descubrir el universo del zooplancton.

### Objetivo

Entender el movimiento de los microorganismos en el agua y la importancia de ellos para la salud de los ecosistemas acuáticos.



### Materia afín

- Ciencias y Tecnología.
- Biología/Diversidad.
- Física/Movimiento y desplazamiento.

### ¿Qué vas a aprender?

- Identificar microorganismos en el agua.
- Cultivo de microorganismos.
- Construcción de microscopios de papel.
- Cómo se mueven los microorganismos.

### Pregunta inicial



¿Qué criaturas diminutas existen en el agua, cómo se mueven y cuál es su importancia para el medio ambiente?



### Panorama general del tema

Todo comenzó una mañana de verano, era el fin de semestre y las tan esperadas vacaciones habían llegado. En el centro del país, exactamente donde el agua sale caliente del acuífero, comenzaba a realizar un experimento; cursaba el tercero año de secundaria. Mi idea inicial era construir un microscopio, estaba decidido a observar más allá de lo evidente. Mi mejor amiga era la ciencia. En la escuela nos hablaron de un tal Anton van Leeuwenhoek y sus descubrimientos sobre la vida microscópica; de hecho, fue el primero en observar el universo de diminutas criaturas asombrosas.

En mi casa por las tardes, la impaciencia y emoción se apoderaban de mi tiempo. Solo pensaba en construir un microscopio como el de Leeuwenhoek y observar en el agua a los microorganismos. Por suerte,

el verano estuvo acompañado de lluvias y formó charcos en el parque, se llenaron de agua las botellas de vidrio que se empolvaban en el patio de la casa. La llanta con la que jugábamos tenía agua; estaba por todos lados, provenía de las nubes gracias al ciclo del agua, decían nuestros maestros de biología.

El agua era la clave, una sustancia única donde esas criaturas estaban y sobrevivían. Avancé con mi experimento y logré magnificar un poco lo que podía observar. Use una lupa, luego use dos. Mejoró mi visión, sin embargo, no podía lograr ver más allá. Observé a detalle larvas, pulgas, pequeños organismos que se desplazaban por el agua a gran velocidad, y yo apenas podía notar sus movimientos, los cuales solo los podía observar si tenía calma y paciencia.



Consulté a mi profesor de física sobre la idea de construir un microscopio; la clave era el lente biconvexo y la luz. Esta mezcla amplifica todo. Entonces construí mi primer microscopio con aceite y acetato. El aceite fue el lente y el acetato el soporte; después con la ayuda de una cámara de celular aproveché el aumento para lograr amplificar lo suficiente para satisfacer mi curiosidad. Sabía que podía ver más allá con la ayuda de un lente diseñado para ello, así que convencí a mis padres y lo pidieron a una tienda en línea, que rápidamente llegó y lo usé para tomar fotos increíbles. Y, además, pude ver el desplazamiento de estos microorganismos.

Comencé a recolectar agua de todos los lugares que encontré en la ciudad cercanos a mi casa; con el tiempo se volvió un medio de cultivo de esos microorganismos a los que me gustaba tomarles fotografías.

El agua era la clave, algunos de mis experimentos se veían como pequeños microhábitats, es decir, ciudades pequeñas de criaturas. Así pasaron mis días, observando la vida microscópica con un lente biconvexo y una cámara digital del teléfono.

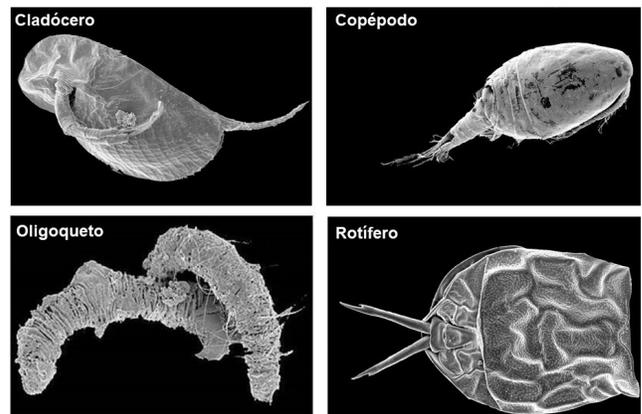
Con el paso del tiempo, noté algo muy importante cuando decidí dedicarme a ser un explorador del universo de microorganismos acuáticos. Nuestras acciones como seres humanos, contaminaron e incluso desaparecieron aquellos charcos donde tome mis primeras gotas de agua. Me dio tristeza saber que la contaminación del agua es mala para la vida de mis criaturas favoritas. Por ello, mi motivación de ahora como científico, es enseñar a todos lo maravilloso y vital de los microorganismos acuáticos y fomentar el cambio de actitud en las nuevas generaciones. Mis criaturas fantásticas son diminutas, pero su importancia es gigantesca.



## Presentación

El agua es la esencia de la vida, en ella habitan microorganismos únicos y asombrosos. En una gota de agua de charco es fácil encontrar una diversidad de organismos: protozoarios, ciliados, rotíferos, cladóceros, ostrácodos, copépodos, larvas de insectos, oligoquetos o amibas; todos viviendo en el agua. Observa la Figura 1, donde están todos estos grupos de criaturas fantásticas que te menciono.

Todos ellos forman parte de la cadena alimenticia. Los más pequeños se comen a los más grandes, es decir, existen niveles tróficos: productores primarios, consumidores primarios, consumidores secundarios

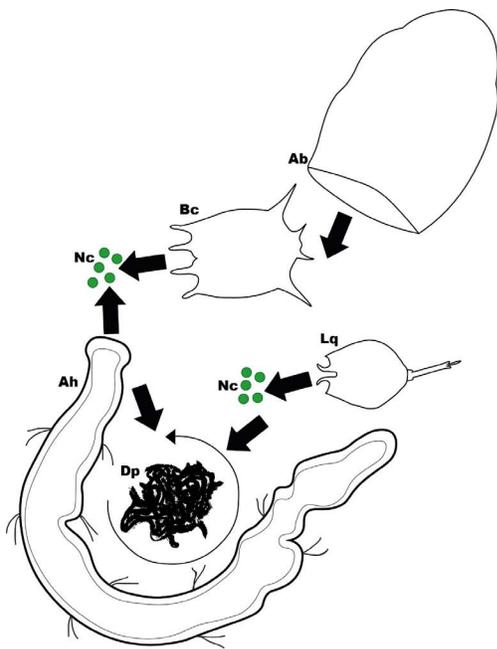


**Figura 1.** Fotografías al microscopio electrónico de barrido de microorganismos que pertenecen al zooplancton.

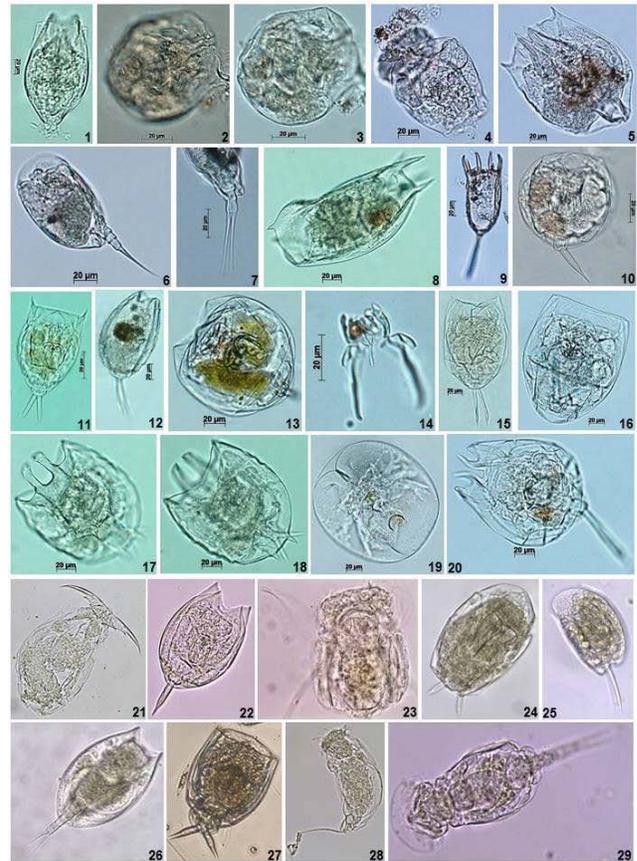


y terciarios. Todos hacen fluir la energía en el agua y ayudan a mantener la calidad del agua; por lo tanto, los ecosistemas son saludables.

Observa la Figura 2, es una representación gráfica de cómo fluye la energía y cómo está conformada una red trófica en un pequeño charco de agua, es decir un microhábitat.



**Figura 2.** Las flechas indican quién se come a quién. Los nombres de las especies son: *Asplanchna* (rotífero) = **Ab**; *Brachionus* (rotífero) = **Bc**; Microalga = **Nc**; *Aeolosoma* (oligoqueto) = **Ah**; *Lecane* (rotífero) = **Lq**; *Detritus* = **Dp**. Los nombres científicos se escriben en cursivas. *Detritus* significa desechos, es decir, la basura o excremento de los microorganismos que allí viven. Es muy importante porque allí habitan millones de bacterias benéficas y otros microorganismos pequeños (Esquema realizado por Jesús Alvarado-Flores y Daniela Pérez Yañez).



**Figura 3.** Rotíferos de Cozumel. *Anuraeopsis fissa* (1), *Brachionus angularis* (2-3), *Brachionus plicatilis* (4), *Brachionus rubens* (5), *Colurella adriatica* (6 -7), *Mytilinia mucronata* (8), *Keratella americana* (9), *Lecane pyriformis* (10), *Lecane crepida* (11), *Lecane bulla* (12), *Lecane cornuta* (13-14), *Lecane elsa* (15), *Lecane grandis* (16), *Platyas quadricornis* (17-18), *Testudinella incisa* (19), *Lecane quadridentata* (20), *Cephalodella forficula* (21), *Lecane hamata* (22), *Polyarthra cf. dolichoptera* (23), *Dicranophorus epicharis* (24), *Mytilina bisulcata* (25), *Lepadella romboides* (26), *Lecane climacois* (27), *Trichocerca pusilla* (28), y *Squatinella mutica* (29).

Fotografías obtenidas en la Unidad de Ciencias del Agua por Jesús Alvarado-Flores y Jovana Lizeth Arroyo-Castro.



Estos microorganismos existen desde hace mucho tiempo en el planeta, han evolucionado con el tiempo y generaron estructuras y formas increíbles que les permiten moverse muy rápido. Observa la Figura 3 y enfócate en todas las formas y tamaños que tienen estos microorganismos acuáticos.

Algunos son especialistas del fondo y otros nadan libremente por el agua. El movimiento de los microorganismos acuáticos está asociado a factores como la luz, la temperatura, el oxígeno, la presencia de depredadores. También a la época de reproducción.

No todos los microorganismos están al mismo tiempo, es decir, hay sucesión de especies; muchas aparecen en temporada de lluvias y otras lo hacen solo en temporada de secas. Pocas especies se encuentran todo el tiempo.

Tienen mecanismos de dispersión, se mueven de un sitio a otro, muy parecido a la formación de semillas de los árboles. Los microorganismos acuáticos se enquistan y así se mueven a otro sitio con el viento y con la ayuda de otros organismos; esto es semejante a lo que hacen las abejas cuando polinizan las flores y llevan el polen de un lugar a otro. Así viajan los quistes en aves, anfibios e insectos voladores que una etapa de su vida la pasan en el agua (larva de insectos).

El movimiento de los organismos en el agua es muy sensible y se adaptaron en

el transcurso de los años a los cambios ambientales. Sin embargo, en la actualidad, la contaminación ambiental modifica la calidad del agua, alterando los procesos normales de los seres vivos que allí habitan. A corto plazo, altas concentraciones de contaminación del agua pueden matar a muchas especies, y a largo plazo, podrían extinguirse.

Es muy importante conocer a todas las especies que habitan en el agua, especialmente a todas esas que son microscópicas, para así proteger nuestro medio ambiente. Muchas especies son controladoras de larvas de mosquitos otras comen bacterias y amibas que podrían ocasionar enfermedades, y la mayoría son vitales para el buen funcionamiento del ecosistema y el flujo de la energía en las cadenas alimentarias.

El presente manual tiene actividades lúdicas para adentrarte al conocimiento de los microorganismos del agua y saber todo sobre ellos. ¿Cómo se identifican?, ¿qué importancia tienen?, y ¿cómo se mueven de un lugar a otro?

Con el presente manual, aprenderás a tener tu colección de microhábitats y con suerte, crear tus propios cultivos de zooplancton en casa para que aprendas sobre su biología. Será tu proyecto de ciencia que podrás mejorar, modificar a tu criterio. El presente documento solo son las bases para que tengas tus propias hipótesis de trabajo y seas un futuro explorador de la vida microscópica: un científico.



## Desarrollo



### Día 1. Ordena tu área de trabajo y afila tu lápiz.

#### Pregunta de investigación

¿Qué es un área de trabajo?

#### Actividad

Crear tu área de trabajo.

1. Crea tu espacio. Identifica un lugar adecuado para realizar todos tus experimentos, en donde colocarás tu bitácora de investigación y una lámpara que será de gran ayuda, porque seguro estarás toda la noche intentando explicar lo que observaste en el día que se fue volando.
2. Delimita tu espacio. Nómbralo, decóralo, usa frascos de reciclado de latas de metal para crear accesorios donde colocar lápices, plumas, plumones.
3. Te recomiendo usar tu escritorio o mesa, un buen banco o silla es indispensable para estar cómodo.

4. Asigna dos áreas en tu espacio de trabajo. La primera es donde estarán tus experimentos y la segunda será donde harás todas tus anotaciones.



#### Lo que debes saber

Los antiguos laboratorios donde se realizaban experimentos, contenían materiales realizados por artesanos, de vidrio, metal, madera, entre otros. Entonces, ¿qué haces leyendo este manual? Corre y diseña tu laboratorio con los materiales que cuentes, o cuando estés por el mercado de cachivaches cercano a tu casa, busca entre los vendedores de reúso y reciclado, algunas pinzas, lupas, lámparas, frascos de cristalería. Con suerte, un microscopio como el de Anton van Leeuwenhoek.



## Día 2. Experimentos con microorganismos acuáticos.

### Pregunta de investigación

¿Cómo hacer cultivos de microorganismos?

### Actividad

se realizarán cultivos de microorganismos acuáticos.



### Materiales

- Colectar 10 a 20 hojas secas (hojarasca) y pasto.
- 1 litro de agua de garrafón, hervida por 6 minutos (dejar enfriarla antes de usarla y almacenarla en un frasco de vidrio).
- Varios frascos de vidrio (se recomiendan 9), del tipo Gerber, mayonesa u otros, de varios volúmenes (todos con tapa).
- Etiquetas (puedes hacerlas con una hoja de papel).
- Plumón de tinta indeleble o plumas de colores azul y negro.
- Pinzas de cejas.
- Colador metálico o de plástico.



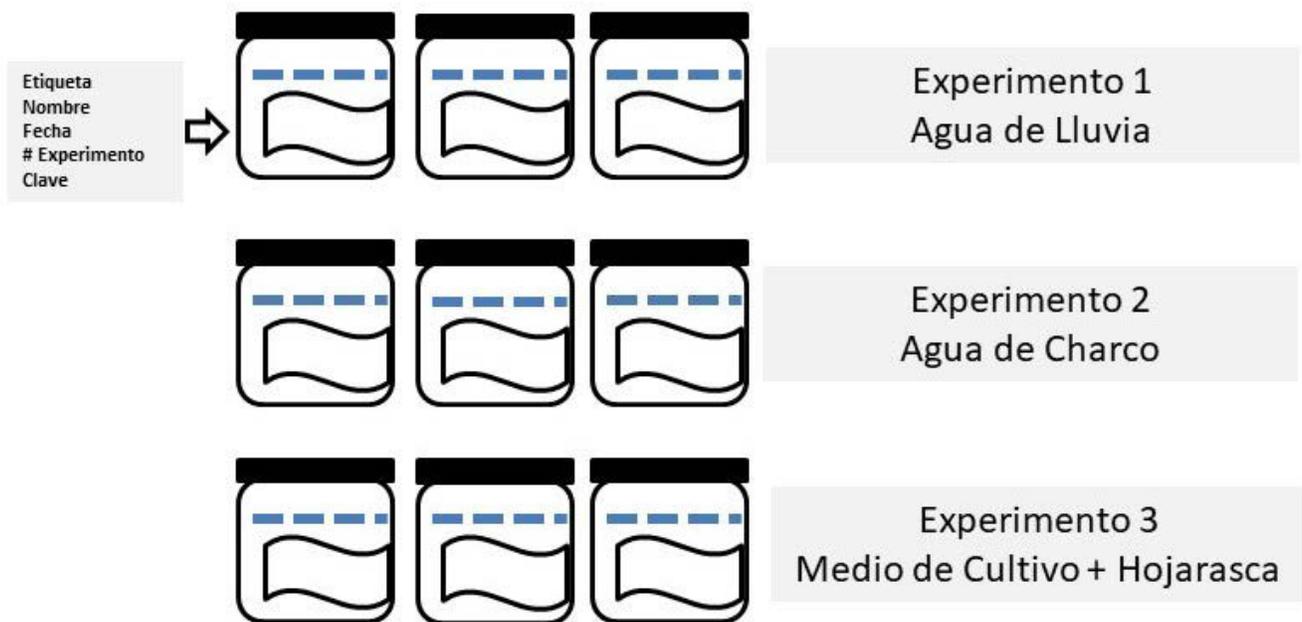
### Desarrollo

1. Se deben etiquetar los frascos según corresponda el experimento que se realizará. La información básica que debe contener la etiqueta es: nombre, fecha, tipo y clave del experimento.
2. Los experimentos serán tres. **Primer experimento:** etiqueta tres frascos de vidrio previamente lavados con agua y jabón. Colócalos a la intemperie para que se llenen de agua de lluvia. Cuando termine de caer, no los tapes; colócalos en tu área de trabajo (aquí situarás todos los experimentos). Asegúrate que sea firme y no reciba sol directo y tampoco puedan caerse.
3. **Segundo experimento:** después de la lluvia, identifica o busca charcos de agua en el parque o zona cercana a tu casa. Recolecta líquido del sitio con la ayuda de un frasco lavado. Después, en otros tres frascos coloca esa agua; no los tapes y llévalos a tu área de trabajo. Etiquétalos.
4. **Tercer experimento:** con el apoyo de un adulto, primero coloca la hojarasca en un frasco de vidrio, después hierve un litro de agua sin la hojarasca por 15 minutos. Vacía el agua caliente en el frasco con hojarasca, de preferencia de vidrio con tapa (de aproximadamente 500 ml o más). Tápalo, porque expulsa olores raros y extraños, mejor tapa tu nariz. Déjalo por 24 horas para que se enfríe. Este medio estará listo y lleno de



nutrientes. Al día siguiente tritura o rompe un poco más de hojas secas y agrega en los tres frascos y adiciona el medio de cultivo que preparaste. No te preocupes si se ve un poco de hoja mojada, etiqueta bien tus frascos y colócalos en tu área de trabajo.

- Al final tendrás tres frascos por cada experimento, en total nueve; es importante que los identifiques bien y anotes la fecha exacta de cada cultivo.
- Estos serán nuestros cultivos a observar durante 8 días con el microscopio casero.



**Figura 4.** Modelo experimental de tus frascos de vidrio.

### Lo que debes saber



En el caso de que no llueva, solo podrás realizar los experimentos dos y tres. Observa la Figura 4 para saber cómo se realizarán los ejercicios de cultivo de organismos.



## Día 3. Conociendo a los microorganismos acuáticos: estructuras morfológicas.

### Pregunta de investigación

¿Por qué los microorganismos tienen esas formas asombrosas?

### Actividad

Crea tu propio microorganismo usando las estructuras morfológicas de especies acuáticas descubiertas. No olvides nombrar a tu especie.



#### Materiales

- Hojas de papel.
- Puntillas o plumones de agua.
- Láminas guía de estructuras morfológicas (presentes en el manual en la Figura 3).
- Papel carbón, papel vegetal o acetato.



#### Desarrollo

1. Observa a detalle todas las formas de la Figura 3, de microorganismos acuáticos que forman parte del zooplancton y son del grupo rotífera.
2. Después, investiga por tu parte en las redes sociales, páginas de internet, videos asombrosos de rotíferos y podrás encontrar lo maravillosos que son; incluso existen antes que los dinosaurios y el ser humano, además los han despertado del hielo y sobreviven.
3. Por último, crea a tu propia especie. Combina sus formas y estructuras. Imprime la hoja de la Figura 3 y cópialos, fusiona formas y nombra a tu especie según las que utilices.
4. La forma como se nombra una especie, es el primer nombre o género, y segundo nombre la especie. Por ejemplo, *Lecane* es el género y *bullae* es la especie. Mira como quedaron mis creaciones después de pensar en ellas un poco; revisa la Figura 5.
5. Hay investigadores que cuando descubren una especie, nombran a ese nuevo microorganismo con un nombre especial, como *Brachionus josephinae* o *Brachionus araceliae*.
6. Dibuja tu nueva especie como más te guste y no olvides compartirla en redes sociales y etiquetar al CICY en tu publicación.



**Figura 5.** Personajes creados por el Dr. Jesús Alvarado-Flores, dentro de la marca *Aventuras Zooplanktasticas*®.



### Lo que debes saber

Los rotíferos son organismos de tamaño microscópico. Existen alrededor de 2030 especies que habitan en ambientes marinos y dulces, y su tamaño oscila entre 50-2000 micras de longitud, es decir, casi 1 centímetro en algunos casos.

Son llamados rotíferos o “portadores de ruedas”, debido a como baten sus cilios, dando la impresión de una rueda que gira. En el cuerpo del rotífero se puede observar una breve región anterior o cabeza, que lleva la corona u órgano rotatorio con función locomotora y de captura de alimento. Poseen músculos especializados para mover su

cuerpo, el tronco está compuesto por su cabeza y es protegido por un caparazón constituido en dos placas, una dorsal y otra ventral. Las placas tienen prolongaciones y denticiones en sus bordes, y en muchos casos ornamentaciones externas. El pie es la parte final del cuerpo, es anillado, puede retraerse telescópicamente dentro del tronco. La forma del pie es alargada, que termina con dos dedos. En cada dedo se abre una glándula, que secreta una sustancia con la cual el rotífero puede fijarse temporalmente al sustrato. Los rotíferos son filtradores, que alimentan de algas unicelulares, bacterias y materia orgánica suspendida (Detritus).



## Día 4. Analizando videos del movimiento de microorganismos acuáticos. Parte 1.

### Pregunta de investigación

¿Puedo medir el movimiento de un microorganismo?

### Actividad

Aprender los principios del movimiento y cómo medirlo.



### Materiales

- Bitácora de investigación.
- Dispositivo electrónico inteligente de comunicación, como un teléfono celular con cámara digital.
- Hojas.
- Pluma y lápiz.
- Acetato.
- Computadora.



### Desarrollo

1. Es tiempo de trazar la trayectoria de algún objeto. Para ello solo debes situar un acetato encima de tu teléfono o computadora, fijarlo con una cinta adhesiva en una ventana y usar un marcador para trazar todos los movimientos que observes de un auto, un insecto, una persona, un animal o de todo lo que puedas.
2. Dibuja en un acetato cuatro cuadros, cada uno será una ventana de observación donde trazarás el movimiento de lo que está pasando allí. Se recomienda hacerlo con insectos, ya que son más fáciles de manipular y acceder a ellos en tu jardín.
3. Usa diferentes plumones para cada especie diferente que notes o cosa extraña que se mueva; el resultado será una obra mixta de trayectorias. Etiqueta muy bien en el acetato al que corresponde esa trayectoria y pégala en tu bitácora de investigación, son resultados de tus experimentos. Compara cada especie o microorganismo que viste.
4. Notarás que cada especie se mueve diferente, incluso algunas tienen patrones similares y va depender del tamaño y forma; también del estado de salud de cada microorganismo.
5. Si puedes grabarlo con tu teléfono, será genial.



### Lo que debes saber

Acércate a tu profesor de física y pregunta cómo podrías calcular la trayectoria del movimiento de un organismo si conoces su desplazamiento, y, además, lo tienes trazado en un acetato.



## Día 5. Construyendo un microscopio.

### Pregunta de investigación

¿Cómo funciona un microscopio y cómo puedo hacer uno?

### Actividad

Podrás construir un microscopio casero con materiales sencillos y de fácil acceso.



### Materiales

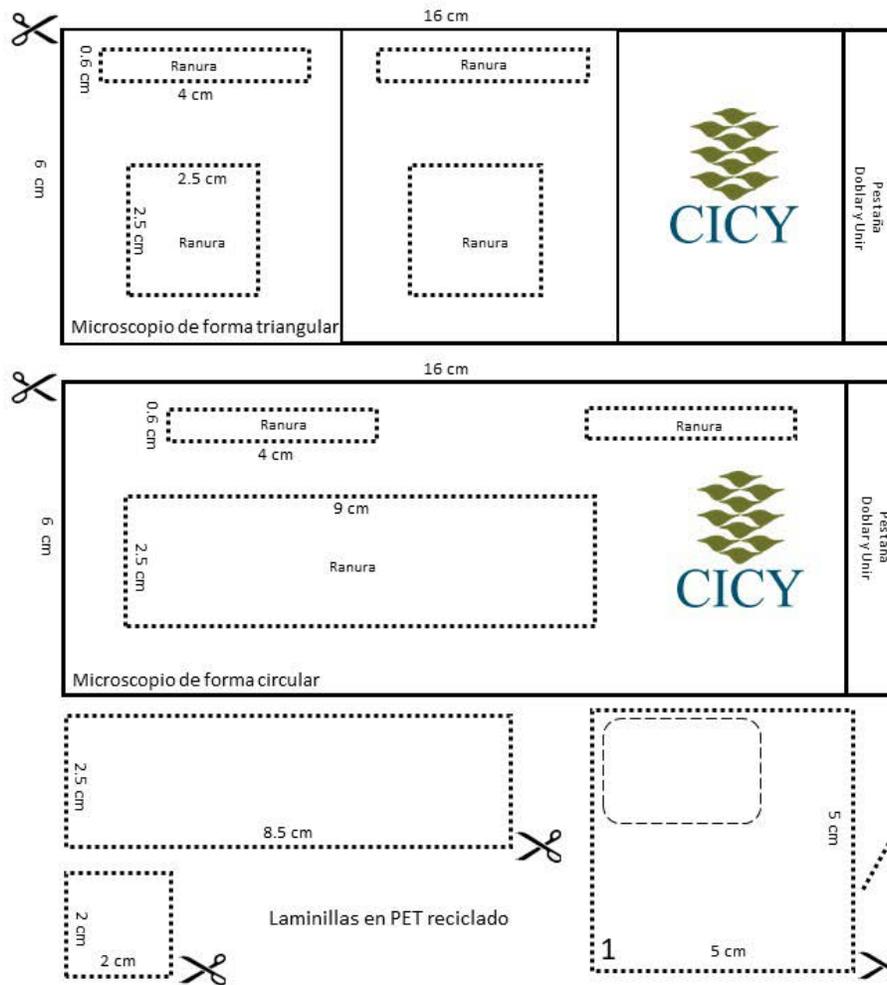
- Lupa.
- Acetato.
- Cartón.
- Cinta adhesiva.
- Plastilina.
- Glicerina.
- Tijeras.
- Plumón.
- Cinta mágica invisible o cinta adhesiva Diurex.
- Botella de PET.
- Tijeras.
- Navaja o exacto, cúter, estilete, o cortador.
- Celular con cámara digital.



### Desarrollo

Instrucciones generales: en la sección **Anexo** se encuentra una hoja para recortar, úsala como plantilla para realizar tu microscopio. Imprímela en una hoja de opalina y usa las medidas para construir tu microscopio y recortarlo.

1. Recorta los rectángulos y arma los microscopios: forma triangular y circular, usa cinta adhesiva transparente para unirlos en las pestañas.
2. Haz las ranuras con la ayuda de un exacto (cúter).
3. Crea laminillas transparentes en acetato o PET usando las medidas que se indican. La laminilla con el número 1 será la base de tu lente de observación que se hará con una gota de aceite o glicerina. Esta base fíjala a tu cámara con cinta.
4. El lente se crea colocando una gota de aceite o glicerina justo donde coincide el lente de tu cámara de teléfono, asegúrate de no colocar el aceite directamente en él. Fija primero la base transparente, como se muestra en la Figura 6.
5. Después, coloca la gota de aceite y gira tu teléfono. Comienza a enfocar en tu microscopio para tomar fotos.
6. Para mejorar tu experiencia, consigue un lente biconvexo que se adapte a tu cámara de teléfono y úsalo para tomar macro fotos. También, si cuentas con una lupa, puedes usarla para mejorar tus fotografías de microorganismos o cosas pequeñas.



Instrucciones generales: Recorta los rectángulos y arma los microscopios: forma triangular y circular, usa cinta adhesiva transparente para unirlos en las pestañas. Haz las ranuras con la ayuda de un exacto (cúter). Crea laminillas transparentes en acetato o PET usando las medidas que se indican. La laminilla con el número 1 será la base de tu lente de observación que se hará con una gota de aceite o glicerina. Esta base fíjala a tu cámara con cinta. El lente se crea colocando una gota de aceite o glicerina justo donde coincide el lente de tu cámara de teléfono, asegúrate de no colocar el aceite directamente en el lente de tu cámara. Fija primero la base transparente. Como se muestra en la figura 1. Después coloca la gota de aceite y finalmente solo gira tu teléfono y comienza a enfocar en tus microscopios para tomar fotos.

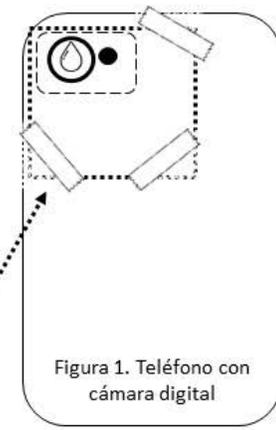


Figura 6. Modelo de microscopio de papel, acetato y glicerol para recortar.

**Lo que debes saber**

El microscopio es útil para ampliar objetos pequeños. El primero fue inventado por Anton van Leeuwenhoek.



## Día 6. Fotografía y videos de experimentos y microhábitats.

### Pregunta de investigación

¿Cómo hacer una fotografía fantástica?

### Actividad

Fotografía microorganismos y graba videos con la cámara digital de tu teléfono celular.



#### Materiales

- Tu microscopio.
- Dispositivo electrónico inteligente de comunicación.
- Acetatos.
- Hojas blancas.
- Plumones indelebles.
- Reloj.



#### Desarrollo

1. Con tu microscopio casero y los cultivos, es tiempo de tomar videos y fotos.
2. Con la ayuda de un gotero o jeringa, toma agua de tus cultivos y coloca una gota en tus laminillas de acetato o PET reciclado que creaste y recortaste. Después, toma fotos y videos usando la cámara de tu teléfono y ampliando la imagen con el acercamiento digital. Trata de enfocarlos lo mejor que puedas.



#### Lo que debes saber

Si consigues comprar un lente biconvexo adaptable para tu cámara de teléfono celular, los cuales son económicos y baratos, puedes tomar macrofotos con él y sirve como un microscopio. Con eso puedes ampliar tu experiencia en obtener fotografías digitales. Si compras un microscopio o cuentas con ello, o pides a tu profesor de biología que te ayude a verlos en él, podrás obtener resultados como todo un investigador de microorganismos acuáticos.

Recuerda que a Anton van Leeuwenhoek nada lo detuvo en su época para realizar observaciones asombrosas. Todo es posible con creatividad e ingenio, y a tu edad, es lo más fácil de hacer.



## Día 7. Reporte de investigación I.

### Pregunta de investigación

¿Cómo comunico mis hallazgos científicos?

### Actividad

Pondrás en práctica tus habilidades de redacción y creatividad al presentar tus resultados.



### Materiales

- Computadora.
- Dispositivo electrónico inteligente de comunicación, como un teléfono celular con cámara digital.
- Hojas.
- Pluma.
- Bitácora de investigación.



### Desarrollo

1. Tal vez debimos comenzar desde este punto, pero la realidad es que el tiempo es relativo. Entonces, afila tu lápiz y comienza a llenar de ideas y preguntas tu bitácora de investigación. Anota todo lo que haces, realiza esquemas de ideas que lleguen a tu mente de pronto; eso es lo más importante. Esto recibe el nombre de pensamiento abstracto, el cual se construye con lo que lees y experimentas día a día; eso lleva a obtener resolución de problemas.
2. Se ordenado en tu bitácora de investigación. Anota todo: fecha, hora (incluso minuto), clima, dibuja algo divertido o muy elaborado.
3. La bitácora de investigación es la primera evidencia de todos tus hallazgos como científico.
4. Una vez que llenaste toda la bitácora de investigación con tus resultados y anotaciones, es momento de hacer tu reporte de investigación.
5. El reporte de investigación debe contener: una portada, una introducción, tu metodología o todos los procedimientos que hiciste. Descríbelos como actividades, resultados, fotografías y observaciones que realizaste. Discute, es decir, compara tus experimentos y hallazgos, y concluye con tus mejores resultados. Si gustas puedes hacerlo en hojas de papel, o como todo un profesional, en una computadora; incluso podrías publicarlo como un artículo de investigación.
6. Hace muchos años, se llamaban naturalistas a esas personas que hacían por su cuenta investigación en sus casas o laboratorios particulares armados por ellos mismos. Hoy en día, es importante continuar tus estudios hasta lograr ser un científico y conocer todos los avances de la ciencia.



### Lo que debes saber



En 1677, Anton van Leeuwenhook envió sus resultados sobre los microorganismos y otras diminutas observa-

ciones que hizo con su microscopio a la *Royal Society* de Londres, la institución científica más importante del continente europeo.



## Día 8. Analizando videos del movimiento de microorganismos acuáticos. Parte 2.

### Pregunta de investigación

¿Puedo medir el movimiento de un microorganismo?

### Actividad

análisis del movimiento de un objeto usando las variables, distancia y tiempo.



### Materiales

- Bitácora de investigación.
- Dispositivo electrónico inteligente de comunicación, como un teléfono celular con cámara digital.
- Hojas.
- Pluma y lápiz.
- Acetato.
- Computadora.



### Desarrollo

1. Con los videos que hiciste de microorganismos, es tiempo de trazar la trayectoria. Para ello solo debes situar un acetato encima de la pantalla de tu teléfono o computadora, fíjala con una cinta adhesiva y usa un marcador para trazar todos los movimientos que hacen.
2. Será difícil de lograrlo, pero si cuentas con algún editor de video que logre hacer que se reproduzca muy lentamente, será más fácil. Solo tienes que ir colocando puntos de trayectoria y después unirlos.
3. Usa diferentes plumones para cada especie diferente que notes o cosa extraña que se mueva, el resultado será una obra mixta de trayectorias de microorganismos. Etiqueta muy bien en el acetato al que corresponde esa trayectoria y pégala en tu bitácora de investigación como resultados de tus experimentos. Compara cada especie o microorganismo que viste.
4. Notarás que cada especie se mueve diferente, incluso algunas tienen patrones similares que dependen del tamaño y forma, así como del estado de salud de cada microorganismo.



### Lo que debes saber



Acércate a tu profesor de física y pregunta cómo podrías calcular la trayec-

toria del movimiento de un organismo, si conoces su desplazamiento, y además lo tienes trazado en un acetato.



## Día 9. Reporte de investigación II.

### Pregunta de investigación

¿Cómo comunico mis hallazgos científicos?

### Actividad

Pondrás en práctica tus habilidades de redacción y creatividad, al presentar tus resultados.



### Materiales

- Computadora.
- Dispositivo electrónico inteligente de comunicación, como un teléfono celular con cámara digital.
- Hojas.
- Pluma.
- Bitácora de investigación.



### Desarrollo

1. El reporte de investigación debe contener: una portada, una introducción, tu metodología o todos los procedimientos que hiciste ( descríbelos como actividades), resultados, fotografías y observaciones que realizaste. Discute, es decir, compara tus experimentos y

hallazgos. Si gustas puedes hacerlo en hojas de papel, o como todo un profesional, en una computadora. También puede publicarse como un artículo de investigación.

2. Ahora que tienes tu reporte de investigación, es hora de darle una buena presentación. Engrápalo, cóselo, llévalo a tu papelería de preferencia para que lo engargolen o encuadernen. Hazlo por cuenta, que sea tu creación.
3. Presúmelo en redes sociales y etiqueta al CICY.

### Lo que debes saber



Una publicación como el reporte de investigación, siempre debe ser revisada por un grupo de experimentados en el área, profesores, investigadores, incluso tus padres que llevan años estudiando. Así que pídeles de favor que antes de tener tu versión final, te apoyen con sus comentarios para mejorar el reporte.



## Sobre los autores

**Dr. Jesús Alvarado Flores:** tu profesor de Biología. Soy catedrático Conacyt, experto en diversidad de especies de zooplankton y estudios de ecotoxicología. Visita mi sitio público para conocer el trabajo de investigación que realizo: [www.researchgate.net/profile/Jesus-Alvarado-Flores-2](http://www.researchgate.net/profile/Jesus-Alvarado-Flores-2).

Hace algunos años, cuando tenía tu edad, en la secundaria realicé dos experimentos que transformaron la forma de ver las cosas. El primero fue hacer mercurio líquido, usando un bello material de destilación de cristal; el segundo fue crear un microcosmos en una pecera, agregando peces, algas, piedras de río y oxigenándola con una bomba de aireación. Después de un tiempo, nacieron más peces. Aún recuerdo muy bien esos días.

**Dr. Jorge Adrian Perera Burgos:** Tu profesor de física. Soy catedrático Conacyt, experto en la modelación numérica de acuíferos subterráneos, transporte de fluidos y contaminantes en medios porosos. Además, estudio la materia condensada blanda. Visita mi sitio público para conocer el trabajo de investigación que realizo: [www.researchgate.net/profile/Jorge-Perera-Burgos-2](http://www.researchgate.net/profile/Jorge-Perera-Burgos-2).

Cuando era pequeño, me llamó mucho la atención darles explicación a todos los fenómenos naturales: ¿por qué el cielo es azul?, ¿por qué brillan las estrellas?, ¿cómo se forman las nubes y qué da lugar a las tormentas eléctricas? Esa pasión y el gusto por describir estos fenómenos, me hizo elegir la carrera de física, ciencia que estudia los componentes fundamentales del universo, la energía, la materia, la fuerza, el movimiento, el espacio-tiempo, las magnitudes y propiedades físicas, así como las interacciones fundamentales. Contrario a lo que muchos piensan, la física puede ser muy divertida, sobre todo si uno es curioso y le gusta buscar una explicación a todo.

¿Quién se hubiera imaginado hace algunos años que un campo de investigación muy activo hoy en día sería aquel que trata de dar explicación física al movimiento colectivo de muchos seres vivos? Por ejemplo, los cardúmenes de peces o parvadas de aves que se mueven en grandes grupos a altas velocidades y sin colisionar entre ellos, o bien, aquellos microorganismos acuáticos como los que cultivaste y estudiaste en este capítulo. Como decían unos amigos del posgrado: "¡Qué bonito es hacer investigación cuando me divierto!".



## Glosario

**Consumidores primarios:** son microorganismos que se alimentan generalmente de microalgas, es decir son herbívoros.

**Consumidores secundarios:** son todos los microorganismos que se alimentan de los consumidores primarios y se consideran carnívoros.

**Consumidores terciarios:** también son microorganismos, pero estos se alimentan de los consumidores secundarios, que ya se alimentaron de los primarios. Son carnívoros y generalmente son más grandes que los anteriores.

**Contaminación ambiental:** entiéndelo como la presencia de sustancias tóxicas, materiales no deseables, es decir, basura que es arrojada al medio ambiente. Todo eso contamina tu entorno y tiene efectos negativos en los microorganismos, en el agua, e incluso en la salud humana.

**Flujo de la energía:** se refiere a todo el beneficio que obtienen los consumidores terciarios de los secundarios, y los secundarios de los primarios. Pero, ¿de dónde obtienen beneficio los consumidores primarios? Pues de los productos primarios: plantas y microalgas, organismos que producen su propio alimento a partir de nutrientes, agua y el sol.

**Hábitats:** el lugar más adecuado para que tú como persona, o en caso de los microorganismos, tengan todas las condiciones adecuadas para sobrevivir.

**Microorganismos:** organismos pequeños y diminutos que son difícil de ver o percibir. Solo se puede con algún microscopio, lupa o buen ojo.

**Microscopio electrónico de barrido:** un equipo genial. Te cuento cómo funciona: primero, a un microorganismo lo conservas hasta el punto de estar seco, después lo bañas en oro, es decir, ¡Bling-Bling! Se coloca dentro de un tubo hermético en donde será bombardeado por millones de electrones que rebotaran en el oro. Al rebotar constantemente en el microorganismo, van a generar una imagen detallada en una computadora que traduce cada electrón en una señal, y así se obtienen fotos increíbles como las de la Figura 1.

**Redes tróficas:** es una cadena alimenticia donde interactúan productores y consumidores, existiendo un flujo de energía.

**Zooplankton:** una de mis palabras favoritas, *zoo* que significa animal, y *plancton* que significa errante. Son todos aquellos animales que son errantes y flotan en el agua, aunque muchos se mueven en ella.



# 2S

## Glu, glu. ¿Quién vive allí? La vida de los peces en el arrecife

**Dr. José Adán Caballero Vázquez**  
**M. C. Jorge C. Peniche Pérez**

Unidad de Ciencias del Agua  
Laboratorio de Ecología y Biodiversidad de Organismos Acuáticos

### Descripción

Los y las participantes tendrán un acercamiento hacia la experimentación y la aplicación del método científico, que les permitirá conocer y aprender sobre las formas, colores, la taxonomía e importancia de los peces arrecifales del Caribe mexicano.

Para su estudio, se utilizarán peces (sin identificar) y mediante el uso de equipo de laboratorio básico y una herramienta de identificación WEB de acceso libre, identificarán a los peces a nivel de especie. Previo a la identificación, se dará una plática introductoria sobre las características principales de los peces, sus funciones y su importancia para el funcionamiento de los ecosistemas.

Adicionalmente, se proporcionará un enlace con un video explicativo sobre el manejo y manipulación del pez león (especie exótica invasora en el Caribe) realizado en el Laboratorio de Ecología y Biodiversidad de Organismos Acuáticos de la Unidad de Ciencias del Agua del CICY.

### Objetivo

Los y las participantes observarán, identificarán y conocerán las características taxonómicas de algunas especies de peces arrecifales. Identificarán a nivel de especie, los peces asignados.



## Materia afín

- Formación Académica/Campos y Asignaturas/Ciencias/Biología/Tecnología.
- Autonomía Curricular/Ámbitos/Ampliar la formación académica/Profundización.

Curricula en: <https://www.planyprogramasdestudio.sep.gob.mx/index-mapa-curricular2019.html>

## ¿Qué vas a aprender?

- Aplicación del método científico.
- Identificación de las principales características de los peces (formas, colores y comportamiento).
- Determinar la importancia de la taxonomía para la identificación de los peces.
- Adquirir conocimiento sobre el uso de herramientas para identificación de especies de peces (claves de identificación y herramientas en línea).

### Hipótesis



¿Cuáles son las características distintivas para la identificación de los peces?



## Panorama general del tema

Los peces son unos de los vertebrados más abundantes del planeta y constituyen más de la mitad de todos los vertebrados conocidos en el mundo, sumando un total de 54 711 especies reconocidas; dicho número se incrementa permanentemente.

El término "pez" se emplea para hacer referencia a un grupo de vertebrados acuáticos **poiquilotermos** (carece de mecanismos internos reguladores de la temperatura del cuerpo) que respiran por medio de **branquias**, las cuales están recubiertas por **escamas** en su mayoría (Nelson, 2006). Gracias a su alta capacidad para adaptarse y desplazarse hacia otros lugares, se pueden encontrar en casi todos los cuerpos de agua del planeta, desde las zonas más frías hasta los trópicos con temperaturas mucho más elevadas.

El concepto de **especie biológica** hace referencia a que una especie es parte de un grupo de organismos que tienen la capacidad de reproducirse y representa un **linaje** y un proceso evolutivo. En específico, los **ictiólogos** identifican y nombran a las diferentes especies de peces según sus características físicas y recientemente, mediante análisis genéticos (Keat-Chuan, 2017). El término **taxonomía** proviene del vocablo griego "**taxis**" que significa "**arreglo**" y "**nomos**", que significa "**ley**".

La taxonomía biológica es responsable de descubrir, describir, clasificar, nombrar y tratar cada especie como una unidad básica y nombra a cada una de acuerdo con el **sistema de nomenclatura binomial** (Enghoff, 2009).



Gracias a la clasificación, es posible determinar las diferentes especies de peces, permitiendo conocer sus características y así diferenciarlas entre sí (Espinoza-Pérez, 2014). De esta manera, es posible obtener información referente a los hábitos alimenticios, áreas de distribución, períodos reproductivos, comportamiento poblacional, entre otros aspectos, y con esto generar información específica para fines de conservación, delimitación de áreas naturales protegidas o cantidad límite de captura de especies y períodos en que los peces no pueden ser capturados.

Cada año se registra un promedio de 200 nuevas especies de peces en el mundo, gracias a los avances tecnológicos que permiten llegar a lugares a los que no teníamos acceso y registrar o coleccionar los peces. Sin embargo, esto no sería funcional sin un sistema de identificación y clasificación de las distintas especies. Actualmente existe un importante número de claves de identificación y conocimiento metodológico de análisis molecular para complementar la identificación.



## Presentación

El proyecto tiene como principal objetivo proporcionar una guía didáctica para que los participantes conozcan la importancia de preservar las especies de peces, ya que cada una juega un papel fundamental en el ecosistema. El proyecto también permite conocer el proceso por el cual los investigadores clasifican y denominan a la diversidad de especies de peces que existen, no solo a nivel local, sino también a nivel mundial.

Durante el desarrollo del proyecto se conocerán y estudiarán las principales características externas de los peces, así como también el uso de guías para aplicar el conocimiento en la identificación de las

diversas especies de peces, enfocándose en una herramienta web de acceso abierto que propone una serie de pasos para observar detalladamente las características de cada especie. Dicha aplicación, proporciona información taxonómica y biológica detallada de cada especie, desde su **filogenia** hasta su tipo de alimentación y área de distribución.

El presente proyecto fue creado por expertos en el estudio de la Ecología de Peces, quienes te guiarán en el transcurso de las siete sesiones a distancia, en las cuales fomentarán tu capacidad para dejar volar tu imaginación y crear dibujos de las especies de peces que lograste identificar.



## Desarrollo

Se presentan a continuación las actividades que deberás realizar cada día.  
**¿ESTÁN LISTOS Y LISTAS?**



## Día 1. Introducción.

### La Unidad de Ciencias del Agua y los peces.

La Unidad de Ciencias del Agua pertenece al Centro de Investigación Científica de Yucatán, tiene su sede en la ciudad de Cancún, Quintana Roo. En ella se encuentra el Laboratorio de Ecología y Biodiversidad de Organismos Acuáticos (LEBOA, por sus siglas), dedicado a realizar investigaciones referentes a temas de Ecología de ambientes marinos y la fauna asociada a ellos.

Sin embargo, el tema principal en el cual se enfocan las investigaciones desarrolladas en el LEBOA es acerca de los peces: diversidad, importancia ecológica, identificación de especies, variedades invasoras, etcétera. Ahora bien, para adentrarnos un poco más al increíble mundo de los peces comenzaremos por realizarnos una pregunta clave que evidencia la importancia de estos organismos: ¿sabías que los peces son los vertebrados con mayor presencia en todo el mundo?

Según el Diccionario de la Real Academia Española, por definición, un pez "es un

animal vertebrado acuático de respiración branquial y temperatura variable, generalmente ovíparo, con extremidades en forma de aletas aptas para la natación y piel cubierta por lo común de escamas". El término "**pez**" proviene del vocablo latino "**piscis**".

Actualmente se conocen a nivel mundial más de 50 mil especies diferentes, y cada año se descubren en promedio 200 nuevas variedades. De las más de 50 mil especies identificadas, en el Caribe mexicano se encuentran más de 500 clases.

Existen personas dedicadas específicamente al estudio de todo lo relacionado con los peces, que reciben el nombre de **ictiólogos** y es debido al término **ictiología**, que es la rama de la **zoología** dedicada únicamente al estudio de los peces. Este término proviene de los vocablos griegos "ἰχθύς, **ikhthýs**" (ictis), que significa "pez" y "λόγος" (logos) que significa "tratado o estudio".



**Figura 1.** Laboratorio de Ecología y Biodiversidad de Organismos Acuáticos en la Unidad de Ciencias del Agua, CICY.

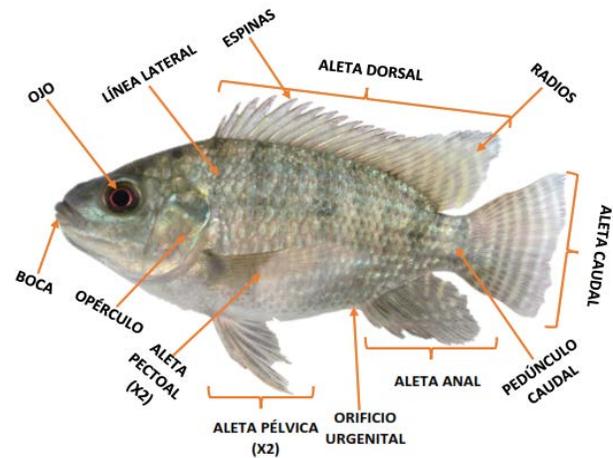


## Día 2. Características principales de los peces.

Cuando observamos algún pez, lo primero que vemos es que tiene extremidades muy diferentes a las nuestras, y es porque presentan aletas que les permiten desplazarse en el agua. Las aletas están conformadas por espinas, que son estructuras óseas duras, y por radios, que son estructuras muy similares a las espinas, pero son flexibles y no terminan en una punta filosa. Los peces cuentan también con un par de opérculos, uno a cada lado de la cabeza y su función es tanto proteger el aparato respiratorio del pez, las branquias, como para defenderse de los depredadores, ya que en algunos casos están provistas de estructuras tipo “navaja” muy filosas.

Otra característica que hace diferentes a los peces, es que poseen una línea sensorial a lo largo del cuerpo llamada “línea lateral”, que les permite percibir cambios en el agua, como la temperatura, contaminación, e incluso, estar en sincronía con otros peces de su alrededor cuando forman cardúmenes, ya que les permite percibir cambios de presión cuando algo se mueve cerca (Figura 2).

A pesar de que la mayoría de los peces cuenta con las características antes mencionadas, la forma del cuerpo dependerá de la zona en donde pasen la mayor parte de su vida (Figura 3); es decir, se pueden encontrar peces que viven en la superficie del agua, como por ejemplo el caso de los peces voladores, quienes están provistos de aletas pectorales súper desarrolladas en forma de “alas” que les permite “volar” y evadir a sus depredadores nadando muy rápido y extendiendo dichas aletas para planear sobre el agua, alejándose del peligro.



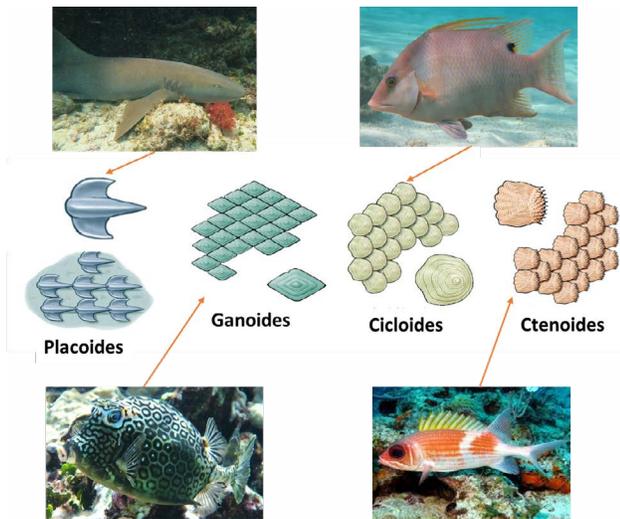
**Figura 2.** Principales estructuras externas de los peces.



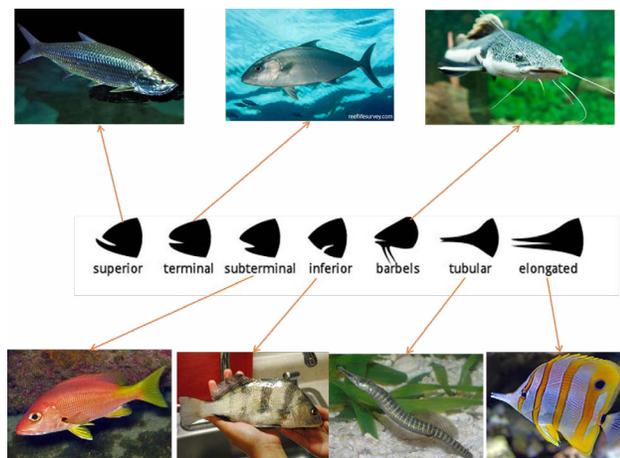
**Figura 3.** Principales formas del cuerpo de los peces.



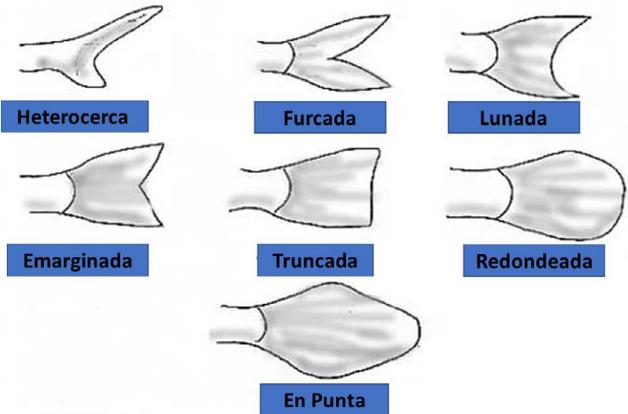
Es ahora cuando tendremos que ajustar el lente de nuestras miradas y adentrarnos hacia las características más específicas de los peces. En las Figuras 4, 5 y 6 podremos observar una serie de características distintivas, muy particulares y que algunos casos son específicos para algunas especies.



**Figura 4.** Esquema de los diferentes tipos de escamas que presentan la mayoría de los peces.



**Figura 5.** Esquema de los diferentes tipos de boca o mandíbula que presenta la mayoría de los peces.



**Figura 6.** Esquema de las principales formas de pedúnculo y aleta caudal (cola) que presentan los peces.

### Pregunta de investigación

¿Cuáles son las principales características de los peces?

### Actividad

¡Te reto! Investiga e intenta encontrar alguna característica o estructura que presente algún animal y que esta no se presente en alguna especie de pez.



### Materiales

- Computadora, internet, bitácora para anotar (hojas o libreta de reúso), lápiz o pluma.



## Desarrollo

Te darás a la tarea de investigar empleando el **método científico** de la siguiente manera:

1. **Pregunta de investigación:** ¿Podremos encontrar alguna característica o extremidad del reino animal que no sea replicada o adaptada por los peces?
2. **Observar.** Realizar una búsqueda de las características más raras que presenten algunos animales que no sean los peces. Anotar todas las observaciones en la bitácora.
3. **Hipótesis.** Es posible encontrar todas las características distintivas que presentan otros animales en los peces, o bien; no es posible encontrar todas las características de los animales en los peces.
4. **Experimentación:** escribe en el buscador web, combinaciones de términos aplicando una característica de algún animal (pelo, patas, cuernos, etcétera) y la palabra pez (ejemplo: pez con pelo). Puedes colocar también las palabras de búsqueda en inglés para que sea más eficiente.
5. **Análisis de datos:** revisa tus anotaciones de la bitácora y analiza cuantas especies de peces con características replicadas en otros animales pudiste encontrar.
6. **Conclusiones:** revisa tus anotaciones y elabora un pequeño diagrama de algunas de las características que te resultaron más interesantes y que no pensabas que los peces pudieran tener.



### Lo que debes saber

La mayoría de los peces cuentan con adaptaciones únicas que les permiten vivir en lugares que pensaríamos que es imposible que estén ahí, como, por ejemplo, muchos peces cuentan con "barbas" o "bigotes" los cuales les ayudan a desplazarse, alimentarse o inclusive a buscar pareja en aguas extremadamente **turbias**. De igual manera, muchas estructuras corporales están adaptadas para cumplir una función en específico como podremos observar en el siguiente video: [www.youtube.com/watch?v=iW2FEYtI\\_Hw&ab\\_channel=BBC](http://www.youtube.com/watch?v=iW2FEYtI_Hw&ab_channel=BBC).



### Día 3. El pez que llegó para quedarse: el pez león.

¿Sabías que existe una especie de pez muy particular que invadió el mar Caribe y Golfo de México?

El pez león (*Pterois volitans/miles*) es originario del océano Indo-Pacífico, pero en décadas recientes ha logrado invadir exitosamente todo el gran Caribe incluyendo el Caribe mexicano y Golfo de México. Debido a su forma atractiva y a su adaptación al cautiverio, ha sido ampliamente comercializada a nivel mundial para acuarios marinos (Figura 7).



**Figura 7.** Pez león mostrando su coloración particular y la forma de sus aletas.

Se cree que su introducción al océano Atlántico se debe a la liberación de organismos vivos de forma accidental o intencionada en la costa este de los Estados Unidos de Norteamérica. Los registros de la base de datos sobre Especies Acuáticas no Indígenas del Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS-NAS), reportan que el primer avistamiento ocurrió en 1985, al sureste del estado de Florida. En el 2010, se reportó por primera vez la presencia de estos organismos en la parte norte de

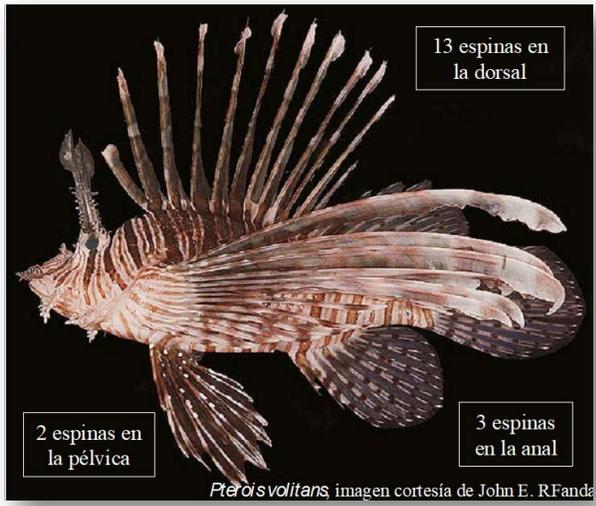
la península de Yucatán y en el 2011, se registró en las costas del estado de Veracruz (Figura 8) una colonización bastante rápida para un pez tan pequeño, ¿no creen?



**Figura 8.** Área de invasión actual del pez león. Los puntos amarillos muestran las zonas donde se ha registrado esta especie. Tomado de: U.S. Geological Survey, 2021.

Son peces que pueden alcanzar los 35-38 cm en su hábitat natural, sus aletas contienen espinas venenosas, clasificadas según su posición en el cuerpo. En la aleta dorsal posee 13 espinas, mientras que en la aleta anal solamente tres, y una espina en cada aleta pélvica (Figura 9).

El pez león suele encontrarse alrededor de arrecifes de coral y rocosos, desde la superficie hasta los 60 m de profundidad. Prefieren las aguas cálidas ( $\geq 15^{\circ}\text{C}$ ) y tranquilas, como las bahías, ensenadas y fosas de mareas. Más en el Caribe, también han sido capaces de invadir zonas con pastos marinos, manglares, naufragios, arrecifes artificiales y han sido observados a unos 120 m de profundidad y han alcanzado una talla máxima de más de 45 cm.



**Figura 9.** Morfología externa del pez león, señalizando las aletas que presentan las espinas con glándulas venenosas.

Desafortunadamente, los impactos de la invasión varían de acuerdo con la geografía, la falta de conocimiento, aunado al efecto negativo del impacto por el calentamiento global y el problema con el blanqueamiento del coral.

### Pregunta de investigación

¿Cuáles son las características del pez león y qué hace el CICY con esta especie?

### Actividad

Accede al siguiente enlace para poder observar un video en el cual se detallan las características de este pez, así como también, se explica cuál es el proceso por el cual obtenemos información de esta especie y de cómo afecta su introducción a un hábitat en el que antes no se encontraba [www.youtube.com/watch?v=6YNXsf\\_UCr8d](http://www.youtube.com/watch?v=6YNXsf_UCr8d)



### Materiales

Computadora con acceso a internet, bitácora, lápiz o pluma y hojas de papel.



### Desarrollo

Elabora una historieta narrando cómo crees que se dio la invasión del pez león. Deja volar tu imaginación y utiliza dibujos con globos de diálogo narrando desde el primer avistamiento del pez león, hasta hoy en día; y cómo crees que será en un futuro no muy lejano. Puedes apoyarte buscando información en la web, colocando palabras clave como: invasión del pez león, pez león a futuro, etcétera. ¿Crees que la invasión continuará, o la madre naturaleza y el ser humano podrán controlar a esta especie? ¡Cuéntanos!

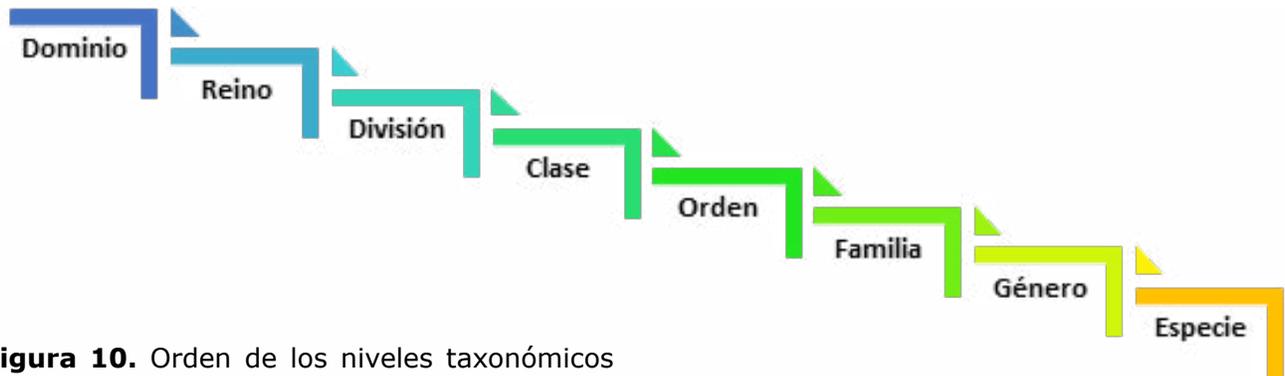


### Lo que debes saber

El pez león se reproduce durante todo el año. Las hembras liberan 50 000 huevos cada tres días durante el resto de sus vidas. La mayoría de los peces de arrecife solo desovan una vez al año, por lo que el pez león puede superar rápidamente en número a las poblaciones de peces nativos. ¿Será esto suficiente para acabar con todas las especies del arrecife?



## Día 4. Herramientas para identificación de peces.



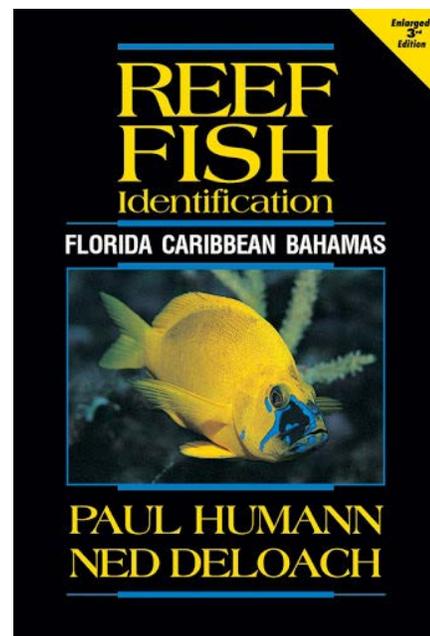
**Figura 10.** Orden de los niveles taxonómicos para cada especie.

Como mencionamos anteriormente, los ictiólogos son personas especializadas en el estudio de los peces, sin embargo, estos necesitan de herramientas destinadas a agrupar a las distintas especies de peces por categorías. Dichas categorías están basadas en características que comparten con otras especies y, a su vez, otras que las hacen diferentes de las demás.

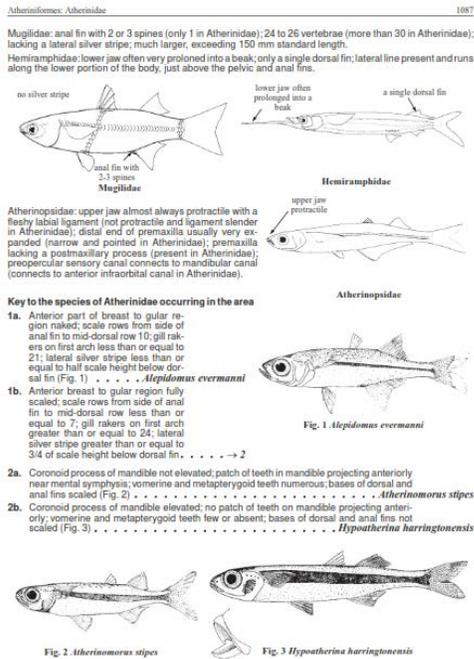
En este sentido, las especies están organizadas por niveles taxonómicos o taxones divididos en 8 niveles (Figura 10).

A nivel de especie, y en específico para peces, existen documentos denominados **claves de identificación**, los cuales pueden ser desde libros con imágenes a color y una descripción corta de las principales características de los peces (Figura 11), hasta claves más específicas en las que se detallan características más específicas de estos y suelen ser discriminativas. Para comprender mejor, estas últimas son como el famoso juego "Adivina Quién", solo que en vez de preguntar si tiene el pelo de color amarillo o no, preguntaremos si el pez tiene la aleta caudal de color amarillo; si no la

tiene seguiremos avanzando con otras preguntas, pero si la tiene, la clave de identificación nos guiará hacia otro apartado (Figura 12).



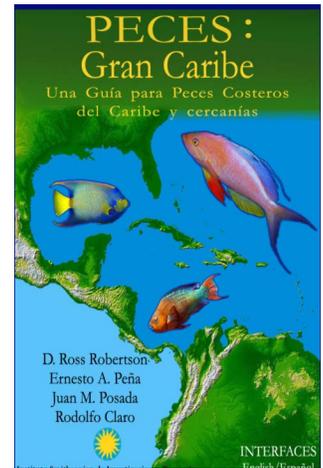
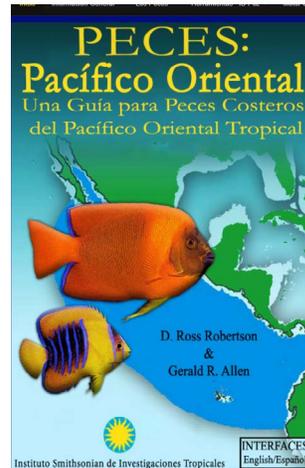
**Figura 11.** Ejemplo de clave de identificación con imágenes a color y breve descripción (Human, 2002).



**Figura 12.** Ejemplo de clave de identificación detallada empleando características particulares de los peces (Carpenter, 1999).

Sin embargo, conforme los avances tecnológicos han incrementado y el acceso a internet ha sido cada vez más accesible, muchas de las claves de identificación han migrado de los clásicos libros de pasta dura y revistas, hacia documentos electrónicos en formato PDF. De igual manera, museos e instituciones de renombre han optado por algo menos complicado de comprender y utilizar, como es el caso del Instituto Smithsonian (en inglés: Smithsonian Institution), un centro de educación e investigación que posee además un complejo de museos asociado.

Dicho instituto generó un portal web de acceso libre, que, además de contar con una inmensa cantidad de información, ha creado para los interesados en la identificación de peces, un catálogo en línea para



**Figura 13.** Portada de los catálogos de peces del Pacífico Oriental y Gran Caribe del Instituto Smithsonian. Fuente: [biogeodb.stri.si.edu/sftep/es/pages](http://biogeodb.stri.si.edu/sftep/es/pages)

clasificar especies de peces costeros del Pacífico Oriental y del Gran Caribe, bajo un proceso de identificación ameno y muy "amigable" (Figura 13).

### Pregunta de investigación

¿Qué herramientas emplean los ictiólogos para identificar a las distintas especies de peces?

### Actividad

Con la ayuda de tu imaginación, realizarás una pequeña guía de identificación de las especies de plantas y animales de tu jardín/patio.



### Materiales

Bitácora, lápiz, colores, cámara fotográfica o teléfono con cámara.



 **Desarrollo**

Con mucha imaginación y creatividad, realizarás un breve recorrido por el jardín o patio de tu casa y escogerás 10 especies diferentes, entre insectos, plantas o animales (aves, mamíferos, reptiles, etcétera), y realizarás una descripción paso a paso de cada una de sus características más llamativas, apoyándote, de ser necesario, con dibujos del ejemplar completo o de sus características distintivas. Agrégale color a tus ilustraciones para que tu guía sea más funcional y llamativa. Te puedes apoyar tomando fotografías de los ejemplares.

**Lo que debes saber**

Las claves de identificación (claves dicotómicas) son herramientas muy útiles para saber a qué especie pertenecen los organismos que observamos todos los días. La manera de emplearlas es bastante sencilla, ya que te lleva de la mano paso a paso en la identificación, como podemos observar en el ejemplo a continuación:

La clave presentada a continuación nos servirá para separar y clasificar animales de acuerdo a sus características más generales:

- 1a. Con pelo ..... Clase Mamíferos
- 1b. Sin pelo ..... 2
- 2a. Con plumas ..... Clase Aves
- 2b. Sin plumas ..... 3
- 3a. Con aletas pares..... 4
- 3b. Sin aletas; con patas o sin ellas ..... 5
- 4a. Con esqueleto óseo ..... Clase Osteíctios (peces comunes)
- 4b. Con esqueleto cartilaginoso ..... Clase Condrocitos (tiburones y rayas)
- 5a. Piel seca, cubierta de escamas ..... Clase Reptiles
- 5b. Piel húmeda, sin escamas ..... Clase Anfibios



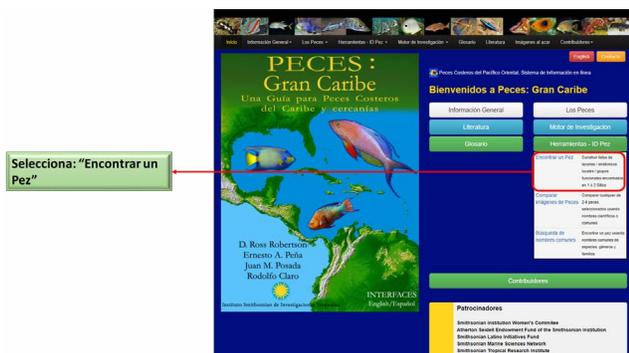
## Día 5. ¡Identifiquemos peces!

Ahora viene la parte más interesante; con ayuda de las siguientes imágenes podrás ir paso a paso para localizar a la especie que estás identificando. Ingresa a [biogeodb.stri.si.edu/sfstep/es/pages](http://biogeodb.stri.si.edu/sfstep/es/pages).

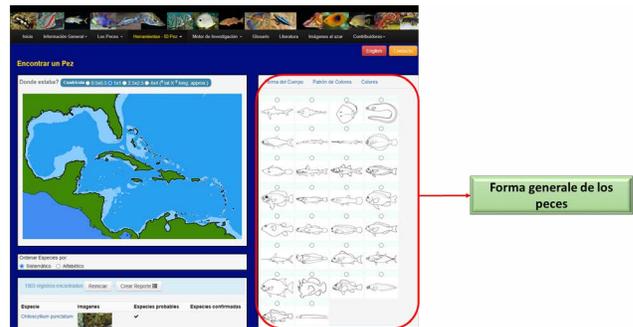
A) Lo primero que debes hacer es darle clic en **Herramientas-ID Pez**.



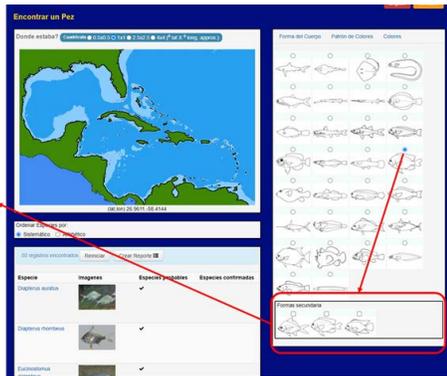
B) Enseguida se desplegará un cuadro con tres opciones, de las cuales elegiremos la que dice **Encontrar un Pez**, ya que las otras dos nos pueden servir para cuando tenemos una lista de posibles candidatos y los queremos comparar; y la siguiente opción es para cuando sabemos el nombre común del pez. En este caso solo conocemos lo que hemos observado.



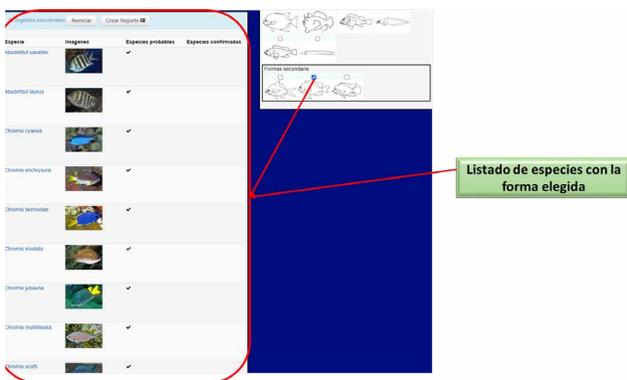
C) Se desplegará un cuadro con una lista de dibujos de las formas generales de los peces, en donde podrás elegir la que más se adecúe a la forma del pez que estas identificando. Fíjate bien en la disposición de las aletas y apéndices de tu pez. Puedes hacer un esquema en tu bitácora de la silueta para tener una mejor idea:



D) Una vez que localices la silueta que más se asemeje a la de tu pez, dale clic en el círculo que está justo encima y enseguida se desplegará otro cuadro con una lista de dibujos con características más específicas, de las cuales deberás elegir la que más se asemeje a la de tu pez. A partir de este punto, tendrás que ser muy crítico y objetivo en la decisión que tomes. Apóyate de los instrumentos que tiene a la mano para observar todas las características de tu pez.

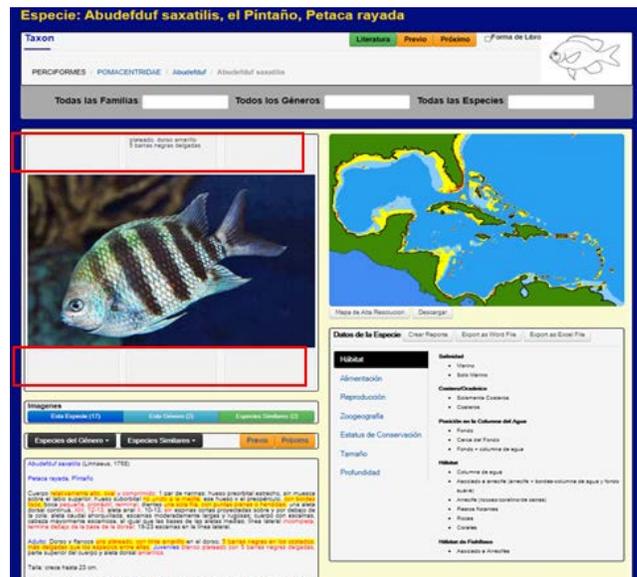


- E) Cuando elijas la silueta que más se asemeje a tu pez, se desplegará del lado izquierdo de la pantalla un listado de las especies que presentan la forma y las características. En dicho listado aparecerá en la parte superior, el número de especies que cuentan con estas características. De igual manera, si colocas el cursor del ratón (mouse) encima de cualquiera de las imágenes, esta se agrandará para observar mejor los detalles.

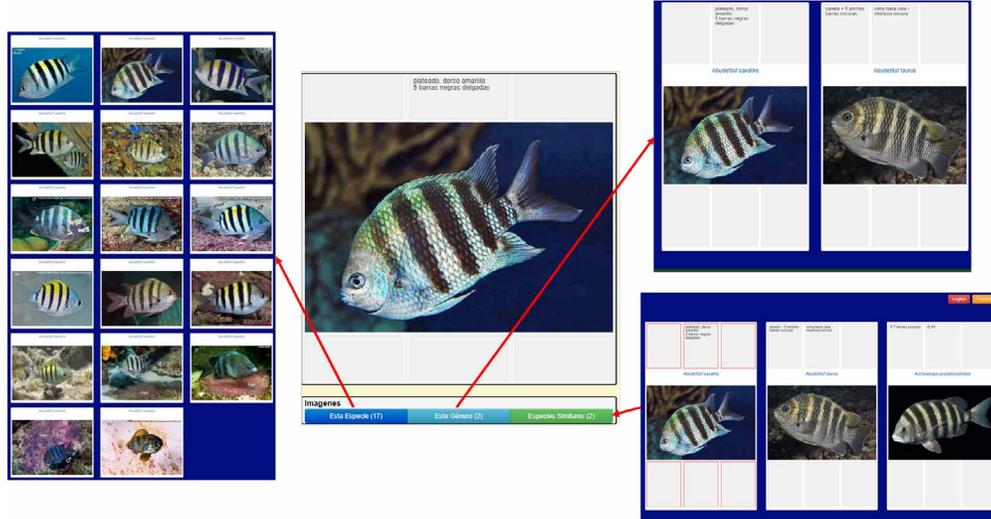


- F) Una vez que elijas a la especie que consideres se asemeje más a la que estás intentando identificar, se desplegará una página en la cual podrás observar toda la información disponible de

dicha especie: nombre científico, nombre común, imágenes, mapa de distribución, características taxonómicas y otros datos generales de la especie. Es importante observar en los rectángulos que aparecen alrededor de la imagen principal del pez, ya que estos nos darán las características taxonómicas distintivas para esta especie:



- G) Ten en cuenta que muchas especies de peces presentan variaciones en sus patrones de coloración a lo largo de su desarrollo y durante los periodos reproductivos, e inclusive cuando se alimentan. En este sentido, esta clave de identificación web nos da tres opciones: una pestaña de imágenes de la misma especie, pero con diferencias en los patrones de coloración, una pestaña con imágenes de otras especies de su mismo género, y una pestaña más con imágenes de otras especies que pueden presentar patrones de coloración muy similares.



H) Ahora bien, si no es posible identificar a la especie con la coloración o con las imágenes que nos presentan, será necesario afinar aún más el ojo y observar los detalles que nos proporcionan en el cuadro de información de la especie. En este podremos observar detalles más finos como, por ejemplo: el tipo de boca, el número de espinas (números romanos) y radios (números arábigos) de las aletas, características de las escamas, variaciones en la coloración, así como su talla y la profundidad máxima en la que se puede encontrar.

*Abudefduf saxatilis* (Linnaeus, 1758)

Petaca rayada, Pintaño

Cuerpo **relativamente alto, oval y comprimido**; 1 par de narinas; hueso preorbital estrecho, sin muesca sobre el labio superior; hueso suborbital **no unido a la mejilla**, ese hueso y el preopérculo, **con bordes lisos**; boca **pequeña, protráctil, terminal**; dientes **una sola fila, con puntas planas o hendidas**; una aleta dorsal continua, XIII, 12-13; aleta anal II, 10-13; **sin** espinas cortas proyectadas sobre y por debajo de la cola; aleta caudal ahorquillada; escamas moderadamente largas y rugosas; cuerpo con escamas, cabeza mayormente escamosa, al igual que las bases de las aletas medias; línea lateral **incompleta, termina debajo de la base de la dorsal**; 19-23 escamas en la línea lateral.

**Adulto:** Dorso y flancos **gris plateado; con tinte amarillo** en el dorso; **5 barras negras en los costados más delgadas que los espacios entre ellas**. **Juveniles** blanco plateado con 5 barras negras delgadas, parte superior del cuerpo y aleta dorsal **amarillos**.

Talla: crece hasta 23 cm.

Hábitat: se encuentra lo largo de los bordes de los arrecifes; los juveniles frecuentemente entre objetos flotantes.

Profundidad: 0-41 m.

En el Atlántico tropical y subtropical; 43N a 35S.

### Pregunta de investigación

¿Cómo identificar a las distintas especies de peces?

### Actividad

Se encontrarán paso a paso, máximo tres especies de peces diferentes empleando una clave de identificación web. Al finalizar, deberás realizar un dibujo de cada una de las especies que hallaste, señalando las características más importantes que te llevaron a tomar un veredicto. Puedes emplear una cartulina por cada especie, si así lo deseas. Estos dibujos serán presentados en **Talento CICY 2021**.



### Materiales

Peces frescos de diferentes especies (máximo 3), lupa, charola de plástico, palillos de dientes (10), bata de laboratorio o mandil, guantes, bitácora, pluma o lápiz, colores y cartulina. Puedes emplear lo que tengas en casa, la idea es dejar volar tu imaginación y la creatividad.



## Desarrollo

Será necesario conseguir tres diferentes especies de peces, las cuales puedes adquirir en un supermercado o mercado local y de preferencia, elegirlos de manera aleatoria sin preguntarle al vendedor el nombre del pez. Únicamente podrás preguntarle el lugar de procedencia y de pesca. Poner en refrigeración apenas adquieras los peces, ya que pueden descomponerse con mucha facilidad si te encuentras en un lugar muy caluroso. Para evitar alguna confusión u omisión seguiremos los siguientes pasos:

1. Colócate los guantes, bata y cualquier otro accesorio que consideres adecuado para protegerte y no ensuciarte, y coloca tu computadora de tal manera que puedas tener acceso a ella sin que esté en riesgo de caerse o ensuciarse.
2. Coloca el primer pez en la bandeja teniendo mucho cuidado durante su manipulación, ya que puede lastimarte si tiene espinas o estructuras muy filosas.
3. Empleando la lupa y los palillos de dientes, observa de manera detallada las características principales del pez (forma del cuerpo, número de aletas, coloración, piel, escamas, línea lateral, etc.) y anótalo en tu bitácora.
4. Dependiendo del lugar en que el pez fue colectado, deberás colocar el siguiente enlace si fue colectado en el Gran Caribe y Golfo de México ([biogeodb.stri.si.edu/caribbean/es/pages](http://biogeodb.stri.si.edu/caribbean/es/pages)), o bien, si el pez fue colectado en el Pacífico, deberás acceder al siguiente enlace ([biogeodb.stri.si.edu/sftep/es/pages](http://biogeodb.stri.si.edu/sftep/es/pages)).
5. Empleando la descripción realizada en el apartado titulado **¡Identifiquemos peces!** de esta sección, y con ayuda del link proporcionado anteriormente, comenzarás a identificar a tus especies de peces. ¡Te deseamos mucho éxito!
6. Ten en cuenta que, si las características no concuerdan con la especie que estás intentando identificar, puedes comenzar desde el principio o regresar hasta donde consideres que puede haber otra opción que te lleve a su identificación. Al trabajar con una herramienta de acceso libre, puedes intentarlo las veces que quieras. Si tuvieras complicaciones para identificar a tus especies, no dudes en contactarnos en los siguientes correos: [adan.caballero@cicy.mx](mailto:adan.caballero@cicy.mx), [jorge.peniche@cicy.mx](mailto:jorge.peniche@cicy.mx), en donde te apoyaremos para que logres tu objetivo de identificar la especie.



### Lo que debes saber

Para identificar especies de peces que presentan características muy similares y que complica su identificación con taxonomía "tradicional", se aplica la metodología de análisis molecular. Dichas técnicas han revolucionado la identificación de especies en los últimos años, ya que, mediante la lectura de ciertos fragmentos de la secuencia de ADN, permiten la identificación taxonómica precisa, aún y cuando las especies sean morfológicamente (formas) idénticas.



## Día 6. Diferencias entre peces machos y hembras.

Como es el caso de la mayoría de los animales, los peces cuentan con caracteres que diferencian a los machos de las hembras y viceversa. Dichos caracteres son conocidos como **dimorfismo sexual** y hacen referencia a todas aquellas características que distinguen sexualmente a ejemplares de una misma especie. Estos pueden ir desde una simple variación en la coloración, hasta modificaciones en las aletas, en la mandíbula o incluso, diferencias drásticas en el tamaño del cuerpo. Cuando presentan estas diferencias es muy fácil diferenciar entre un macho y una hembra de la misma especie. Sin embargo, esto no siempre es así. Muchas especies de peces despliegan dichos caracteres únicamente durante el periodo reproductivo, y es principalmente el macho quien modifica o despliega alguna coloración o extremidad que hace evidente dicha diferencia. Poder observar alguna de estas características nos haría la "tarea" mucho más fácil, sin embargo, muchas especies de peces no presentan ninguna de las características antes mencionadas, lo que dificulta grandemente su distinción y para poder diferenciarlas, es necesario recurrir a la observación directa de sus caracteres reproductivos (**gónadas**).

En el caso de los peces de ambos sexos, sus gónadas presentan características similares, e incluso en la etapa cuando los peces son muy jóvenes, sus gónadas son casi idénticas. Por otro lado, cuando los peces han entrado a la etapa reproductiva, las diferencias entre sus gónadas se hacen más claras. En el caso de los machos, presentan una coloración pálida a blanquecina,

mientras que, en las hembras, la coloración de sus gónadas es de amarillo a naranja o rojizo y en etapas avanzadas previas al **desove** es posible observar los pequeños huevecillos dentro de la gónada sin la necesidad de una lupa o **estereoscopio**.

Lamentablemente, para este tipo de peces, la única manera de acceder a la observación de las gónadas es mediante una cirugía en el vientre para poder extraerlas, obviamente estando el pez sin vida. Sin embargo, mediante los avances tecnológicos que tenemos hoy en día, es posible visualizar dichos órganos a través de ondas sonoras como **ultrasonidos**.

### Pregunta de investigación

¿Cómo podemos saber si un pez es hembra o macho?

### Actividad

Empleando los peces que ya identificaste en la actividad del **día 5**, te darás a la tarea de investigar si presentan alguna o algunas características que pueden ayudarte a saber si son hembras o machos.



### Materiales

Bitácora, lápiz, lupa, guantes de látex, bata de laboratorio, tijeras de punta fina (de ser necesario).



## Desarrollo

te darás a la tarea de convertirte en un investigador. Lo primero que debes hacer es realizar una búsqueda en línea, colocando el nombre científico de la especie que estés buscando y seguido a ello, las palabras **dimorfismo sexual**. En dado caso de que no encuentres información al respecto, o las características no sean tan claras, será necesario que hagas un poco de memoria y recuerdes como se realizó la **disección** en el video del pez león que observaste anteriormente. De esta manera podrás tener acceso a los órganos reproductivos del pez en cuestión y saber si es un macho o una hembra, o tal vez puede ser que el pez aún no haya entrado a la fase reproductiva y sus gónadas sean casi invisibles.



## Lo que debes saber

Algunas especies de peces no siempre serán del mismo sexo con el que nacieron, ya que existe un proceso denominado hermafroditismo, que les permite cambiar su sexo con respecto a las necesidades de la población en la que viven. Es decir, en algunos casos las agrupaciones de peces están lideradas por una hembra y varios machos, pero cuando la hembra de esa agrupación muere, uno de los machos toma su posición cambiándose de sexo mediante modificaciones hormonales y se convierte en la líder del grupo.



## Día 7. Mi maestro el pulpo.

Ahora sí, es momento de relajarnos, ponernos cómodos y tomar un refrigerio mientras observamos un documental muy interesante titulado "Mi maestro el pulpo".

Tal vez muchos de ustedes ya lo han visto, pero tómense un momento para observarlo más a detalle y entender el significado tan puro y noble de la naturaleza, y cómo el ser humano puede vivir en armonía con ella.

### Pregunta de investigación

¿Por qué el pulpo no huía del humano y será posible que esto suceda con otros animales?



## Materiales

Bitácora, lápiz, teléfono o televisión con acceso a internet.



## Desarrollo

Observa detalladamente el documental y anota en tu bitácora comentarios de lo que más te llama la atención o te genere duda. Analiza e intenta descifrar cuál fue el factor clave para que esta relación pueda darse entre el pulpo y el ser humano.



### Lo que debes saber



Desafortunadamente, a pesar de su inteligencia, algunos pulpos solo vivirán por 6 meses, mientras que las especies de mayor tamaño pueden vivir hasta cinco o seis años. Es su

reproducción lo que limita su tiempo de vida: las hormonas que la fomentan, incrementan a tal grado que afectan su digestión, y tristemente, los pulpos mueren de algo similar a la inanición.



## Día 8. Intercambio de experiencias y retroalimentación.



### Sobre los autores

Hola, soy el Dr. **José Adán Caballero Vázquez**, actualmente me desempeño como Investigador de la Unidad de Ciencias del Agua del CICY. Desde mi infancia, me encantaba todo lo que involucrara al agua, siempre me atrajo mucho las formas, los colores y las imágenes tan perfectas de la naturaleza. Creo que fui un naturalista desde niño y eso sin saberlo, toda esa curiosidad me llevó posteriormente a estudiar Biología General, para después especializarme en la Biología Marina.

Actualmente mi investigación se centra en el estudio de la ecología y taxonomía de peces arrecifales y lagunares, la modelación trófica y el estudio de las especies invasoras. Egresé de la licenciatura en biología por la Universidad Michoacana de San

Nicolás de Hidalgo, maestría por el Colegio de la Frontera Sur y doctorado por el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional.

Hola, soy el M. C. **Jorge C. Peniche Pérez**. En la actualidad me desempeño como Técnico Académico de la Unidad de Ciencias del Agua del CICY. Realicé mis estudios de licenciatura en Biología Marina y estudios de maestría en Manejo de Recursos Naturales en la Universidad Autónoma de Yucatán. Desde niño he estado muy relacionado con el medio marino, a tal grado que a los 6 años ya había decidido que quería ser Biólogo Marino. Mi pasión por conocer y saber cuáles son las diferencias entre las especies de peces me mantiene "enganchado" a los peces hasta hoy en día.



## Glosario

**Branquias:** órgano respiratorio de los peces y otros animales acuáticos (ciertos anfibios, gusanos, moluscos, etc.), que generalmente se encuentra en unas hendiduras naturales a ambos lados de la cabeza y está formado por series de láminas o filamentos de tejido blando y esponjoso a través de cuyas paredes la sangre absorbe el oxígeno disuelto en el agua.

**Dérmico:** perteneciente o relativo a la dermis y, en general, a la piel o cubierta exterior del animal.

**Desove:** puesta de huevos por parte de las hembras de ciertos animales, especialmente peces, anfibios e insectos.

**Disección:** es la división en partes (no natural) de una planta, un animal o un ser humano muertos para examinarlos y estudiar sus órganos internos.

**Escamas:** lámina de origen dérmico, en forma de escudete, que, superpuesta con otras muchas de su clase, suele cubrir total o parcialmente el cuerpo de algunos animales, principalmente el de los peces y reptiles.

**Escudete:** objeto semejante a un escudo pequeño.

**Estereoscopio:** instrumento óptico a través del cual se crea la ilusión de profundidad de una imagen para observarla a una mayor escala y detalle.

**Filogenia:** origen, formación y desarrollo evolutivo general de una especie biológica.

**Gónadas:** glándula genital, masculina o femenina, que se encarga de elaborar las células reproductoras.

**Linaje:** secuencia de especies que están vinculadas de manera directa a través de la evolución.

**Poiquiloterms:** que carece de mecanismos internos reguladores de la temperatura del cuerpo, por lo que esta varía más o menos con la temperatura ambiental.

**Sistema de Nomenclatura Binomial:** también denominada nomenclatura o nombre binarios; es un convenio estándar que se usa para designar las distintas clases de organismos tanto vivos como extintos.

**Taxonomía:** disciplina biológica referida a la teoría y práctica de la clasificación de los organismos.

**Turbias:** que está alterado por una cosa que le quita la transparencia o la claridad.

**Ultrasonidos:** utiliza ondas sonoras para producir fotografías de las estructuras internas del cuerpo.

**Zoología:** rama de la biología que se encarga del estudio de los animales.



## Bibliografía

Carpenter, K. E., y Niem, V. H. (1999). FAO species identification guide for fishery purposes. En *The living marine resources of the Western Central Pacific*.

Espinosa, H. (2014). Biodiversidad de peces en México. En *Revista mexicana de Biodiversidad*.

Humann, P. (2002). *Reef Fish Identification: Florida, Caribbean, Bahamas*. New World Publications: Jacksonville.

Keat-Chuan, N. C., Aun-Chuan Ooi, P., Wong, W. L., y Khoo, G. (2017). *A review of fish taxonomy conventions and species identification techniques*. *Surv Fish Sci*.

Nelson, J. S. (2006). *Fishes of the World*. 4th Edition, 601 p.

Robertson, D. R., Peña, E. A., Posada, J. M., y Claro, R. (2019). *Peces Costeros del Gran Caribe: sistema de Información en línea. Versión 2.0* Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales: República de Panamá.



# 3S

## Los misterios del agua verde

**Lic. Juan Manuel Arana-Ravell**  
**Ing. Eunices Arely Hernández-De la O**  
**Ing. Jocelyne Dayanna Frías-Hernández**  
**M. C. Benjamín Delgado-Pech**  
**Dr. Antonio Almazán-Becerril**

Unidad de Ciencias del Agua  
 Laboratorio de Ecología Costera

### Descripción

Estudiaremos la eutrofización, que es un proceso general de enriquecimiento de nutrientes en los cuerpos de agua, cuyo resultado es un aumento en la producción de organismos productores primarios (como las microalgas y plantas acuáticas), así como de materia orgánica.

Las y los jóvenes participantes realizarán una simulación experimental de la eutrofización, aprenderán los conceptos relacionados y conocerán a los principales microorganismos acuáticos que suelen

dominar en estos cuerpos de agua eutrofizados (cianobacterias, algas verdes y diatomeas).

### Objetivo

Los y las estudiantes conocerán el proceso general de eutrofización de los cuerpos de agua, así como de los productores primarios involucrados.

Se tomará conciencia del impacto antropogénico relacionado con la eutrofización.



### Materia afín

- Ciencias/Biología/Sistemas/Ecosistemas.
- Ciencias/Biología/Diversidad, continuidad y cambio/Biodiversidad.

Currícula en: <https://www.planyprogramasdestudio.sep.gob.mx/index-mapa-curricular2019.html>

### ¿Qué vas a aprender?

- Método científico.
- Ecología acuática.
- Procesos de eutrofización.
- Productores primarios.



### Pregunta inicial

¿Por qué el agua se pone verde?



### Panorama general del tema

#### ¿Alguna vez has visto que el agua de una pecera se vuelve de color verde por no cambiarla?

Esto se debe a que cuando alimentas a tus peces, estos producen desechos ricos en nutrientes que son usados como alimento por las microalgas para crecer y reproducirse.

Lo anterior es un proceso natural conocido como **eutrofización**, que consiste en el crecimiento masivo de los productores primarios (así le llamamos a los organismos que realizan la fotosíntesis como las microalgas, macroalgas y plantas acuáticas) debido al enriquecimiento de nutrientes en el agua, principalmente de nitrógeno y fósforo. La materia orgánica producida por esos organismos es una fuente de energía para las bacterias que, para aprovecharla necesitan oxígeno que toman del medio.

Si hay mucha materia orgánica, hay muchas bacterias y, por lo tanto, habrá menos oxígeno. Incluso, se pueden alcanzar a niveles

muy bajos de oxígeno, condición conocida como hipoxia, o en casos graves, se puede acabar todo el oxígeno del agua (anoxia). Como podrás imaginarte, la falta de oxígeno disuelto en el agua afecta a las otras especies acuáticas que lo necesitan para respirar. Además, es común que el agua se vuelva turbia y su coloración se torne verdosa por la producción de clorofila, el pigmento que usan las algas para atrapar la luz del sol.

La eutrofización de los cuerpos de agua (algunos ejemplos son las lagunas, aguas, ríos, lagos o cenotes) puede darse por procesos naturales debido a las circunstancias del ambiente o por la baja circulación del líquido, la actividad humana acelera este fenómeno. Actividades como la agricultura, la ganadería o el gran crecimiento de las ciudades generan grandes volúmenes de agua con mucha materia orgánica que, en algún momento acaba en los lagos, ríos, acuíferos o el mar, causando que los cuerpos de agua se eutroficen sin posibilidad de regresar a sus estados ante-



rios, provocando pérdidas irremediables de nuestros ecosistemas acuáticos. En la última década la eutrofización se volvió un problema mundial.

Las algas microscópicas, mejor conocidas como **microalgas**, son unos organismos fascinantes que responden de manera rápida a los cambios en los ambientes en los que habitan. Sus principales representantes en los cuerpos de agua dulce son las cianobacterias, las algas verdes y las diatomeas. Muchas tienen diferentes formas geométricas y algunas se agrupan

formando colonias donde muchas células interactúan entre sí. ¡No te preocupes! Más adelante podrás conocerlas y saber un poco más sobre ellas.

Cuando las condiciones de eutrofización de un cuerpo de agua se vuelven crónicas (que se mantienen por mucho tiempo), uno de los grupos de microalgas que aparecen en mayor abundancia son las **cianobacterias**. La gran presencia de estos organismos es preocupante, ya que algunas especies pueden producir toxinas y afectar la salud humana o animal.



## Presentación

El objetivo de este proyecto es que adquieras conocimientos sobre el impacto de nuestras sociedades en los ecosistemas acuáticos e identifiques las causas por las que el agua se torna a la coloración verde.

Durante la realización de este proyecto, estudiaremos la eutrofización y los organismos bioindicadores de este fenómeno (microalgas). Además, se empleará el

método científico para la elaboración de un experimento que te permitirá poner a prueba un nuevo conocimiento.

Este proyecto fue creado por estudiantes de posgrado y académicos concedores en los temas del proyecto, los cuales te guiarán en el proceso de simulación de la eutrofización durante 8 sesiones de trabajo.



## Desarrollo

Esta aventura constará de 8 días llenos de emoción y mucho trabajo. El primero es el más importante, ya que tendremos que preparar el material para realizar el experimento. En los días posteriores seguirás con

las indicaciones de darles de comer a las microalgas y, además, hemos preparado diversas lecturas y juegos relacionados con el tema para que al final puedas interpretar tus resultados.



## Día 1. ¡Haremos un experimento!

Antes de comenzar por esta travesía de varios días, daremos inicio con un experimento que nos hará comprender el fenómeno de la eutrofización que previamente te contamos. Es importante que antes de que lo llesves a cabo, leas completamente esta sección para conocer todos los materiales que necesitarás.

Dividimos el experimento en dos partes:

**1**



Preparación del caldo de nutrientes (extracto de suelo)

**2**

Experimento principal



### 1. PREPARACIÓN DEL CALDO DE NUTRIENTES

Esta parte requiere del uso de una estufa para calentar y un refrigerador para guardar nuestro caldo, por lo que deberás hablar con tus tutores antes de realizarlo para evitar accidentes y confusiones. El caldo no es tóxico, pero al estar compuesto principalmente de tierra, no debe ser bebido.



Haremos una solución denominada **extracto de suelo**, que aquí le llamaremos caldo de nutrientes. El suelo es rico en nitrógeno,

fósforo y otros elementos que necesitan las microalgas para crecer y nos servirá como alimento para ellas durante el transcurso del experimento (que verás en la parte II).



### Materiales

- Medio vaso de tierra seca de cualquier tipo (si es tierra negra, mejor).
- Un vaso de agua purificada.
- Un recipiente para calentar agua.
- Tres filtros de cafetera. En caso de que no tengas, crearemos uno. Para esto necesitaremos dos gasas, dos hojas de papel de cocina y algodón. Si no se cuenta con esto, utiliza un pequeño pedazo de tela de algodón previamente lavado.
- Un recipiente limpio con tapa. Puede ser una botella chica de refresco o un frasco.
- Una cuchara.
- Un embudo (opcional).



### Procedimiento

1. Se recolectará medio vaso de tierra, puede ser de alguna maceta que haya en tu casa, jardín o un parque. Si la tierra que encuentres está húmeda, déjala secar al sol por un día.
2. En un recipiente para calentar, se pondrá el medio vaso de tierra y se agregará uno entero de agua purificada. Este preparado se calentará hasta hervir, agitando con la cuchara en el proceso. Una vez que hierva, espera a que se enfríe.



3. En un recipiente limpio pon tres hojas de papel filtro\* superpuestas y vierte el preparado que hiciste anteriormente.

\* Si no tienes, ¡no te preocupes, haremos el nuestro! Para ello, haremos un "sándwich" de este modo: hoja de papel-gasa-algodón-gasa- hoja de papel.



4. Si al filtrar con este método el caldo se ve lodoso, repite el proceso una vez más usando dos hojas de papel de cocina dobladas.

5. Ya obtenido nuestro caldo de nutrientes, **ponle una etiqueta de reconocimiento (fecha, nombre, etcétera)** y deposítalo en el refrigerador. Cuando no lo estés usando, mantenlo ahí para evitar que le crezcan hongos.



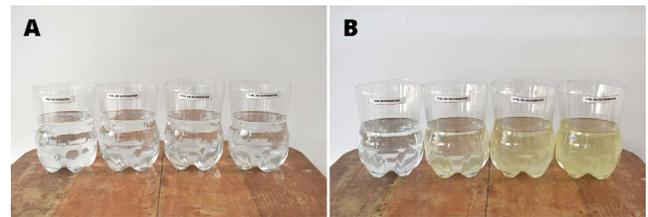
## 2. EXPERIMENTO PRINCIPAL



**¿Estás listo para comenzar?** Ajusta tus zapatos, prepara tu cámara y una libreta (que será tu bitácora de registro), y demos inicio a este experimento. Te invitamos a ver el vídeo del procedimiento de este experimento escaneando el código QR de esa sección con tu celular.



En la siguiente imagen (Figura 1) podrás ver un ejemplo de cómo se verán tus recipientes experimentales el día que inicies y cuando finalices. No te desesperes si no ves cambios muy rápido, algunas microalgas comen más lento.



**Figura 1.** Ejemplo de experimento. A) Primer día, antes de comenzar a añadir nuestro caldo de cultivo. B) Último día, donde en algunos recipientes se ven cambios.



### Materiales

- Caldo de nutrientes previamente preparado.
- Una muestra de agua de cualquier fuente, ya sea de charco o estanque.
- Cuatro botellas de PET vacías y limpias, mayores a 2 litros.
- Dos jeringas (de 3 o 5 ml).
- Agua purificada (¡No uses agua de la llave!).
- Un vaso, que nos servirá para medir la cantidad de agua a utilizar (uno convencional tiene alrededor de 300 ml).



## Procedimiento

1. Para comenzar, deberás coleccionar un poco de agua de un charco o fuente, de preferencia que se encuentre de color verde, ya que mientras más esté así, podríamos estar más seguros de que tiene microalgas. Se sugiere que esta colecta la hagas el día que comenzarás con el experimento, o en caso contrario, deberás conservarla en refrigeración.
2. Las cuatro botellas de PET serán cortadas a la mitad. **OJO:** el corte debe estar arriba de 1 litro de agua.
3. Una vez cortadas, deberás añadir un aproximado de 750 ml de agua purificada a cada recipiente (usa el vaso para estimar el volumen). Deberás etiquetarlos con un plumón de la siguiente forma: **BOTELLA A. SIN caldo de nutrientes, BOTELLA B. 2 ml de caldo de nutrientes, BOTELLA C. 5 ml de caldo de nutrientes, y BOTELLA D. 7 ml de caldo de nutrientes.**
4. Una vez etiquetados, a cada recipiente se le deberá añadir de 5 a 7 ml del agua verde colectada previamente y deberás agitar lentamente el recipiente para homogeneizar.
5. Una vez que tengamos la mezcla, los envases deberán ponerse en un lugar fresco con buena iluminación. ¡No los expongas directamente al sol! Ahí deberán permanecer los siguientes 7 días.
6. Todos los días deberás realizar dos cosas (incluyendo el día 1):
  - A. Los envases se agitarán, ya que algunas microalgas tienden a irse al fondo.
  - B. A cada envase se le añadirá la cantidad de caldo de nutrientes que se menciona en las etiquetas de cada recipiente. No olvides que uno de los envases no llevará nutrientes.
7. Deberás anotar en una libreta los cambios que veas, por ejemplo, en qué día empiezas a notar que el agua se pone más verde, si cambia de aroma, si se pone turbia, etcétera. Puedes incluso tomar fotos todos los días para ver el cambio de color.

Conforme vayan pasando los días, revisa una sección diferente de este capítulo para aprender un poco más sobre todo lo que involucra a los ecosistemas acuáticos y la eutrofización. Más adelante podrás observar unas fotografías de cómo se ven los organismos que se encuentran creciendo en tu experimento, al igual que podrás entender cómo se va desarrollando este fenómeno.



### NOTA

Cada día deberás reportar tus resultados, puedes poner un dibujo, escribir o agregar una imagen en la página de resultados que encontraras al final del capítulo.



## Día 2. El método científico, una forma divertida de hacer ciencia

Cuando eras más pequeño o pequeña, y tenías entre 4 y 7 años, seguramente le hacías muchas preguntas a tus maestros y a tu familia. Algunas después de ver algo en tu entorno que despertaba tu curiosidad, por ejemplo, ¿por qué las hojas son verdes?, ¿por qué llueve?, o ¿por qué las rosas de la abuela pinchan con sus espinas?



¡Alto ahí!  
¿Ya alimentaste  
a tus alguitas?  
¡No lo olvides!  
Y anota tus resultados.

Ahora, tal vez ya sepas que las hojas son verdes por la clorofila, un pigmento importante para que las plantas puedan hacer fotosíntesis (el mecanismo que utilizan las plantas y las algas para producir su propio alimento a partir de la luz, el agua y el  $\text{CO}_2$ ); o también que llueve porque es parte del ciclo del agua, ya que las moléculas de agua se unen para pasar a la forma líquida y caer a la tierra. O bien, que diversos animales y plantas han creado mecanismos de defensas para proteger sus vidas, y por ello las rosas tienen las espinas para evitar que otros organismos puedan dañarlas. ¡Exacto! Para que no las cortes.

¿Cómo podemos obtener conocimiento nuevo? ¿De qué forma podemos explicarnos lo que vemos en la naturaleza? Estas preguntas han surgido muchas veces en la historia de la humanidad, y cada cultura ha encontrado la forma de adquirir y luego usar este conocimiento. Sin embargo, desde

hace al menos tres siglos, surgió la ciencia como una de las herramientas más poderosas que le han permitido a la humanidad entender los fenómenos naturales, crear tecnología y transformar nuestro entorno. La generación de conocimiento científico se centra principalmente en 6 pasos: I) observación, II) preguntas, III) hipótesis, IV) experimentos, V) análisis de resultados y VI) comunicación de los nuevos saberes. Este conjunto de etapas es lo que conocemos como el **método científico**.

La observación y las preguntas que resultan de tus observaciones no son algo exclusivo de los niños (como nuestros primos y primas, o hermanas y hermanos pequeños), esa inquietud y curiosidad es algo que deberíamos de cultivar toda nuestra vida, pues es la razón primordial para que podamos obtener nuevos conocimientos. Isaac Newton, al ver caer una manzana de un árbol, se hizo una pregunta: ¿por qué la manzana cae siempre perpendicular al suelo? Gracias a ello conocemos la Ley de la Gravedad. Anton van Leeuwenhoek tuvo curiosidad de aumentar la capacidad de las lentes y a través de ello, hoy conocemos a los microorganismos.

Con el experimento que estamos realizando en casa a través de este capítulo, podrás desarrollar el método científico. Quizá ya observaste que algunas fuentes, charcos o lagunas y lagos son verdes y probablemente te hiciste la pregunta: ¿por qué el agua se vuelve verde? Como hipótesis tenemos que se pone verde por el crecimiento de las microalgas, debido al aumento de sus nutrientes (comida), por lo cual proliferan. Con el experimento que estás haciendo vas a poder aceptar o refutar tu hipótesis (es



decir, ¿quedó o no verde por añadirles alimento?). Seguramente querrás compartir lo que observaste con tus amigos.

Así como con estas preguntas, podrás resolver muchas más, usando el método científico. ¡Te invitamos a hacer ciencia!

Diviértete un ratito, buscando las palabras de la sopa de letras, las cuales están en el banco de palabras y forman parte del tema visto en el día de hoy.

H	A	C	I	E	N	T	I	F	I	C	O
I	E	X	P	E	R	I	M	E	N	T	O
P	I	Z	R	O	M	A	L	M	C	O	R
O	B	S	E	R	V	A	C	I	O	N	E
T	O	G	G	C	I	N	A	F	M	O	S
E	S	M	U	O	D	A	N	E	U	S	U
S	Q	E	N	M	A	L	C	X	N	E	L
I	U	T	T	U	A	I	I	P	I	J	T
S	E	M	A	N	M	S	O	O	C	A	A
R	M	E	S	P	A	I	N	E	A	C	D
M	E	T	O	D	O	S	O	L	R	C	O

- Método
- Científico
- Observación
- Preguntas
- Hipótesis
- Experimentación
- Análisis
- Resultado
- Comunicar



### Día 3. Las diminutas microalgas

Cuando escuchas la palabra microalga, ¿qué imagen pasa por tu mente? Probablemente recuerdes una escena en la orilla de playa, justo en el punto en donde alcanza el oleaje, en donde podrías encontrar montones de macroalgas marinas que son traídas por el mar. Si te ha dado curiosidad y te has acercado a ellas para agarrarlas y separarlas de aquellos manojos enredados, verás que tienen muchas formas, colores, texturas y tamaños diferentes.

Si tuvieras el poder de ver objetos muy pequeños, en todos los cuerpos de agua te podrías encontrar con otros organismos que también llamamos algas y que tienen una biodiversidad igual de grandiosa. Como son diminutas, decimos que son microscópicas,

por lo que agregamos la palabra “micro” para poder delimitarlos como objeto que nosotros estudiamos e investigamos, además de que es imposible verlas sin herramientas especiales, como los microscopios que conocerás en la siguiente sección.

¡Alto ahí!  
 ¿Ya alimentaste a tus alguitas?  
 ¡No lo olvides!  
 Y anota tus resultados.





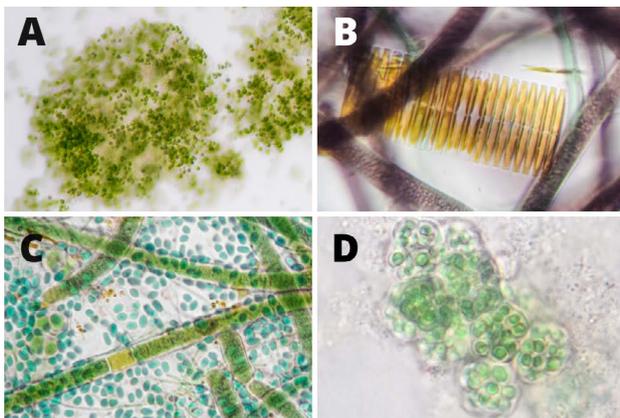
Los principales grupos de microalgas que suelen desplegar de una gran gama de tonos verdes en los lagos, lagunas, ríos, cenotes y todos los ecosistemas de agua dulce, son las diatomeas, las clorófitas y las cianobacterias (Figura 2). Cada una tiene una coloración diferente que está dada por unas sustancias coloreadas llamadas pigmentos. De este modo, las diatomeas tienen un color verde-amarillo a dorado, las algas verdes (verde hoja) y las cianobacterias de color cian opaco a verde-azul.

Por lo regular, las microalgas pueden ser de formas simples (siendo solo células) hasta organizarse en varios grupos de células

(conocidos como colonias), o incluso pueden generar estructuras que les permiten realizar diferentes funciones en su metabolismo.

Como ya sabrás, su importancia en la eutrofización radica en que suelen aumentar sus poblaciones cuando tienen muchos nutrientes de los cuales alimentarse, y al ser muchos, pueden causar efectos graves en el ecosistema.

Ahora que has leído esta sección y visto las fotografías, seguramente ya tendrás una mejor idea de cómo se ven los microorganismos que se encuentran creciendo en el experimento. ¡No olvides darles de comer!



**Figura 2.** Algunas microalgas que habitan en los ecosistemas acuáticos. A) El alga verde *Chlorella*; B) Una colonia de la diatomea *Fragilaria* entre filamentos de la cianobacteria *Oscillatoria*; C) Formas de cianobacterias simples (ovaladas) y filamentosas (largas); y D) Cianobacteria creciendo en una colonia.

### ¿Sabías qué...?



- Un alga prehistórica parecida a una cianobacteria dio lugar hace millones de años al cloroplasto, el organelo encargado de la fotosíntesis que se encuentra en todas las especies de algas y plantas.
- Los investigadores han estudiado a las microalgas verdes, ya que pueden ser útiles para generar combustibles diferentes al petróleo.



## Día 4. El invento que permitió ver un mini universo: el microscopio

¿Te imaginas poder observar a detalle cosas que no podemos ver a simple vista? Esto es posible gracias al microscopio, un objeto imprescindible en los laboratorios en donde se estudian temas relacionados a los cuerpos de agua y que conocerás a continuación.

Un microscopio es un instrumento que sirve para observar organismos diminutos (bacterias, microalgas, esporas, hongos, estructuras vegetales, animales, entre otros) que no se pueden apreciarse a simple vista por el ojo humano. Esta herramienta aumenta muchas veces el tamaño del objeto que queremos observar, llevándolo a un nivel en el que la retina pueda captar bien la imagen. Sus componentes principales son los oculares, las lentes de aumento (objetivos de 10x, 20x y 40x), la base donde se coloca el objeto (platina) y una fuente de luz que atraviesa la muestras para ofrecer una mejor visión.

El microscopio es fundamental en estudios de las ciencias de la salud, ya que con ayuda de este equipo se han estudiado bacterias y virus que durante siglos han enfermado al ser humano. Gracias a este instrumento se han descubierto microorganismos cuya existencia ni siquiera imaginábamos y que nos



¡Alto ahí!  
¿Ya alimentaste  
a tus alquitas?  
¡No lo olvides!  
Y anota tus resultados.

han permitido entender la enorme diversidad microbiana y su papel en la naturaleza. El microscopio también es importante en el estudio de los ecosistemas acuáticos por el papel que tienen los microorganismos que los habitan.

En la actualidad existe microscopios extraordinarios que son capaces de obtener imágenes con mucho detalle, como el microscopio electrónico de barrido o el microscopio electrónico de transmisión, los microscopios de fuerza atómica, el de efecto túnel y el microscopio cuántico, siendo este último el más potente de la actualidad. También hay una variedad de técnicas microscópicas, como la de epifluorescencia o de contraste diferencial, que nos permiten hacer observaciones muy específicas. La microscopía ha avanzado muchísimo y ahora más que nunca, el mundo microscópico está a nuestro alcance.



### ¿Sabías que...?

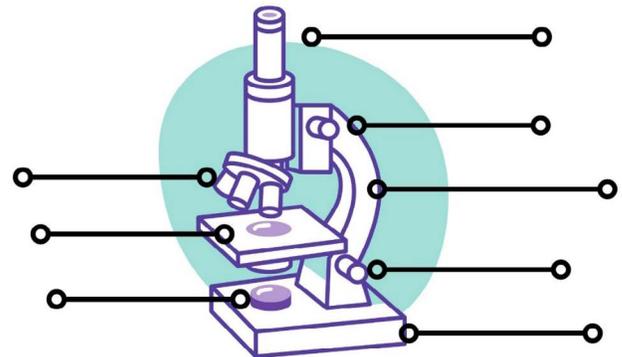


- En Queensland, Australia, científicos han creado un microscopio cuántico que puede mostrar estructuras biológicas que de otro modo serían imposibles de ver, como una célula humana. Este microscopio se basa en la ciencia del entrelazamiento cuántico, un efecto que Albert Einstein describió como "interacciones fantasmales a distancia".
- El óptico neerlandés J. Jansen creó el primer microscopio a principios del siglo XVI. Aunque era muy rudimentario y se veía un poco borroso, logró aumentar 200 veces la imagen. Hoy en día los microscopios son capaces de amplificar un objeto hasta 100 millones de veces.

### Actividad

Te invitamos a buscar en internet las partes por las que está integrado un microscopio y completa la siguiente imagen (Figura 3).

Coloca el nombre de cada parte del microscopio.



**Figura 3.** Partes de un microscopio.



### Día 5. Estado tráfico: diferente cantidad de comida, diferente categoría

Como ya leíste, en el agua habitan unas algas pequeñas que solo podemos ver en el microscopio. Ellas necesitan luz y nutrientes para crecer y reproducirse. Su presencia es muy importante porque son el alimento de otros organismos que a su vez alimentan a los más grandes, como los peces.

Hay algunos cuerpos de agua como lagos y lagunas, donde hay muy pocos nutrientes,

¡Alto ahí!  
¿Ya alimentaste a tus alguitas?  
¡No lo olvides!  
Y anota tus resultados.





así que las microalgas no pueden reproducirse mucho. En estos sitios el agua es muy clara y si no es muy profundo se puede ver el fondo sin problemas. A estos cuerpos de agua los llamamos **oligotróficos**. Esta palabra está compuesta por dos términos de origen griego: *oligos* (pocos) y *trofos* (alimento).

Hay otros cuerpos de agua en los que hay un poco más de nutrientes para que crezcan las pequeñas microalgas. Estos ya no son tan transparentes como los anteriores y el color del agua es ligeramente verde. A estos les llamamos **mesotróficos**: *meso* (intermedio) y *trofos* (alimento).

Finalmente, hay cuerpos de agua que tienen muchísimas microalgas. Hay tantas que el agua se ve muy verde. En estos lugares la luz ya no penetra y no se puede ver más allá de unos centímetros de profundidad. A este tipo de cuerpos de agua los llamamos **eutróficos**, que significa que hay muchos nutrientes.

Todos estos procesos los podrás ver en tu experimento, lo visualizarás mediante la concentración de color: clara (oligotrófico), cuando empiece a ponerse verde será mesotrófico y finalmente, cuando esté muy verde, se podrá considerar como eutrófico.



**Figura 4.** Ejemplo de un cuerpo de agua eutrofizado. Fotografía: Eunices Arely Hernández de la O.



### ¿Sabías que...

la luz blanca del sol se puede descomponer en varios colores?

Las microalgas son verdes porque reflejan este color de la luz que reciben del sol.



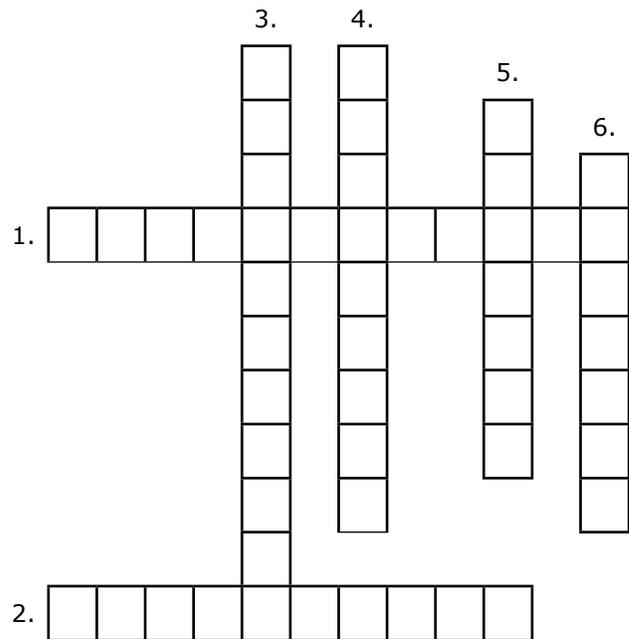
## Día 6 . Efectos graves de la eutrofización

El agua de un cuerpo eutrófico no sirve para darle de beber a los animales o para regar algunos cultivos. Tampoco para que nos metamos a nadar. ¡Imagínate! ¿Quién quiere meterse a nadar en agua que huele tan mal y que tiene un color tan verde? Una de las cosas que suceden cuando hay tantas microalgas, es que se acaba el oxígeno que está disuelto en el agua. Esto sucede porque las microalgas producen muchas sustancias y las liberan en el líquido. A las bacterias, otros organismos mucho más pequeños que las microalgas, les gustan todas las cosas que estas producen, les sirven de alimento. Solo que, para obtener la energía de estas moléculas, necesitan consumir oxígeno.

Pensemos, si hay muchas microalgas produciendo sustancias, cada vez habrá más bacterias alimentándose y menos, mucho menos oxígeno en el agua. Cuando se acaba, otras bacterias pueden usar también las sustancias orgánicas, pero a cambio, producen gases como el metano que huele muy mal y es tóxico. Lo peor de todo esto es que los demás organismos que viven en los cuerpos de agua necesitan oxígeno para vivir.

Por si esto fuera poco, algunas de las especies de microalgas que viven en los cuerpos de agua eutrofizados ipueden producir toxinas! Sí, y algunas pueden afectar la salud de las personas o de los animales.

Con la información del tema anterior y el del día de hoy, resuelve este crucigrama.



1. Clasificación en donde hay poco alimento en el agua para las microalgas.
2. Organismos microscópicos que viven en el agua, son indicadores de eutrofización y pueden producir toxinas.
3. Clasificación intermedia, donde no hay ni poco y mucho alimento.
4. Clasificación donde hay mucho alimento y los peces pueden morir por falta de oxígeno.
5. Molécula importante para que los peces vivan.
6. Sustancias peligrosas producidas por algunas microalgas que pueden dañarnos a nosotros y a los peces.

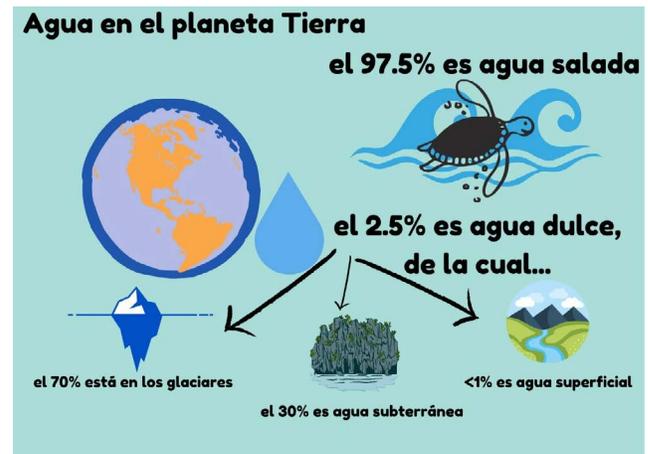


**Día 7. Importancia de los ecosistemas acuáticos.**

Ya tenemos una idea sobre qué es la eutrofización, pero ¿en dónde ocurre? Pues en los ecosistemas acuáticos. Estos son sistemas donde hay agua, como por ejemplo el mar, un lago, río, humedal o cenote. Estos ecosistemas son estudiados por su alta diversidad de flora y fauna. Su función es regular el ciclo del agua de todo el planeta y amortiguar los impactos ocasionados por eventos climáticos globales. Además, son fundamentales para la supervivencia de plantas y animales, ya que, si estos se vieran afectados, muchas de esas especies no existirían.

Para el ser humano, estos ecosistemas son de alta importancia ya que le proporciona grandes cantidades de agua dulce para su supervivencia. El 97.5 % del agua del planeta es salada y solo el 2.5 % es agua dulce. Tres cuartas partes de esta se encuentra

en los glaciares, casquetes polares y agua subterránea, y el resto se encuentra fácilmente disponible para la vida humana (ríos, lagos, lagunas, humedales y arroyos).



**Figura 4.** El agua en el planeta Tierra. Autor: Eunices Hernández de la O.

¡Alto ahí!  
 ¿Ya alimentaste a tus alguitas?  
 ¡No lo olvides!  
 Y anota tus resultados.



**¿Sabías que...?**



Sólo el 0.007 % del agua existente en la Tierra es potable, y esa cantidad se reduce año tras año debido a la contaminación y la pérdida de ecosistemas de agua dulce.



## Día 8. Héroes y heroínas contras las algas.

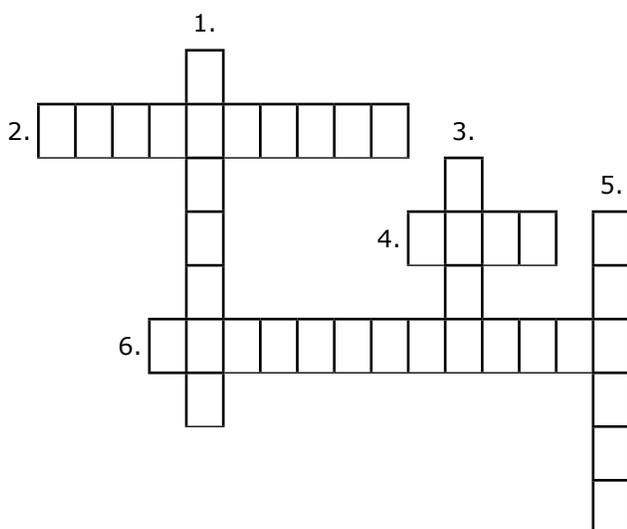
¿Te has preguntado cómo podrías salvar un lago o río de tu ciudad de una invasión de las algas?

Estoy segura de que tienes muchas ganas de ayudar, por eso te recomiendo que pongas mucha atención para que puedas ser un héroe o una heroína. Para realizar esta misión te revelaré algunos secretos que deberás descifrar para ganarles la batalla.

¡Alto ahí!  
¿Ya viste tus resultados  
finales?  
¡Corre a verlos!  
Y anótalos en tu hoja de  
resultados



### El secreto para derrotar a las algas



#### Horizontales

- Es necesario evitar usarlo mientras te lavas las manos en ríos o lagos. Te daré una pista, huelen rico a veces, son líquidos o en polvo.
- Es lo que desechan tus perros o gatos después de un grandioso paseo por el parque. Es algo que te desagrada mucho recoger, aunque sea con una bolsa y huele muy mal. Recuerda siempre recogerla para evitar que las lluvias y el viento las lleven a los ríos o lagos.
- Son usados para que los cultivos crezcan rápido y fuertes. Son como las vitaminas que consumes, pero estas son para las plantas. Si tú y tu familia tienen cultivos, trata de usar de los que son orgánicos, como la composta.

#### Verticales

- Son organismos que nos brindan oxígeno y crecen demasiado, te gusta treparlos y sueles tomar una siesta debajo de la sombra que te dan. Trata de no talarlos, porque ellos evitan que contaminantes sean arrastrados a los lagos y ríos. Son como los guardianes del medio ambiente.
- Es lo que usas todos los días y que tu mamá lava y tiende en un lazo para que se seque. Es necesario que nunca la laves en un río o lago con jabones industrializados porque contaminan.
- Así se le llama al conjunto de envolturas, botellas, pilas, papel, entre otras cosas que tiras en las calles. No la tires en ningún lado si no hay un bote especial, guárdala en tu mochila y deposítala en tu casa para evitar que llegue a los ríos y lagos.

Ahora que ya tienes los secretos, solo falta que decidas si quieres evitar una invasión. ¡Se el héroe o la heroína que siempre has querido ser!





## Sobre los autores

La Ing. **Jocelyne Dayanna Frias Hernández**, es ingeniera ambiental. Actualmente estudia la maestría en Ciencias del Agua en el CICY. “Cuando tenía tu edad, el mundo me parecía como una caja de sorpresas: fascinante y misterioso, pero muy complejo. Justo ahí mi curiosidad por entender cómo funcionaba el mundo creció, así como mi amor por conservar la belleza del mundo, la naturaleza”.

El Lic. **Juan M. Arana Ravell**, es un biólogo entusiasta en conocer la diversidad de microalgas y la estructura de sus comunidades en la península de Yucatán. Cuando estaba en secundaria ingresó al programa de *Raíces Científicas* por parte del SIIES-YUCATÁN, y hasta el momento en el que es estudiante de maestría, busca concretar sus sueños de ser un científico.

La Ing. **Eunices Arely Hernández de la O**, es biotecnóloga y le fascina la microbiología. Le gusta relacionar los aspectos sociales con el medio ambiente y la conservación. Actualmente estudia la maestría en Ciencias del Agua. “Yo a tu edad no sabía a qué quería dedicarme de adulto, enton-

ces pasé muchos días divertidos jugando a creer que tenía muchas profesiones”.

El M. C. **Benjamín Delgado Pech**, es ingeniero ambiental con maestría en Ciencias del Agua, estudia las interacciones de los organismos en los ecosistemas costeros, principalmente las macroalgas y microalgas marinas. Le gusta realizar buceo científico y trabajar con microscopios. Actualmente labora como Técnico Académico del Laboratorio de Ecología Costera del Centro de Investigación Científica de Yucatán (CICY), Centro de Investigación del Conacyt.

El Dr. **Antonio Almazán Becerril**, es biólogo egresado de la UNAM y trabaja con ecología de autótrofos. Estudia, junto con su alumnado, a las algas y microalgas de la costa del Caribe y de los cenotes de la península de Yucatán. Actualmente labora como académico en el Centro de Investigación Científica de Yucatán (CICY), Centro de Investigación del Conacyt. “Cuando estaba en la secundaria me encantaban los acuarios, pensaba que sería padre hacerme pequeño y nadar junto a los peces”.



## Glosario

**Cuerpo de agua:** son ecosistemas acuáticos de distintos tamaños encontrados en la naturaleza. Pueden ser de agua dulce o salada (ríos, mares, lagos, cenotes, entre otros).

**Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>):** es un gas que no tiene color, ni olor. Es un producto de la respiración al exhalar o por la quema de cualquier sustancia con carbono.

**Eutrofización:** crecimiento desmedido de los productores primarios (véase productores primarios) ocasionado por el exceso de nutrientes fósforo y nitrógeno. Cuando estos organismos vegetales crecen, consumen el oxígeno del agua y puede perjudicar a otros organismos como los peces e invertebrados que se les va a dificultar respirar. El agua se torna verde y huele mal.

**Fotosíntesis:** proceso en el cual las plantas terrestres, algas acuáticas y algunas bacte-

rias, utilizan la luz solar y otros elementos que encuentran en el lugar en donde viven para realizar sus propios alimentos.

**Microalgas:** microorganismos que hacen la fotosíntesis y utilizan tan solo la luz y algunos nutrientes para desarrollarse. Habitan en el mar, ríos, lagos y hasta fuera del agua.

**Productores primarios:** organismos vegetales que captan la energía que proviene del sol y realizan la fotosíntesis. Principalmente son las plantas terrestres, algas acuáticas (macroscópicas y microscópicas) y algunas bacterias.

**Toxinas:** sustancias excretadas por algunas microalgas, macroalgas, plantas o animales y pueden ser perjudiciales para el ser humano u otros animales. En el caso de las algas, pueden llamarse ficotoxinas (de *phykos*: alga)



## Respuestas de los ejercicios

H	A	C	I	E	N	T	I	F	I	C	O
I	E	X	P	E	R	I	M	E	N	T	O
P	I	Z	R	O	M	A	L	M	C	O	R
O	B	S	E	R	V	A	C	I	O	N	E
T	O	G	G	C	I	N	A	F	M	O	S
E	S	M	U	O	D	A	N	E	U	S	U
S	Q	E	N	M	A	L	C	X	N	E	L
I	U	T	T	U	A	I	I	P	I	J	T
S	E	M	A	N	M	S	O	O	C	A	A
R	M	E	S	P	A	I	N	E	A	C	D
M	E	T	O	D	O	S	O	L	R	C	O

### CRUCIGRAMA 1:

#### Efectos graves de la eutrofización

- |                 |              |
|-----------------|--------------|
| 1. Oligotrófico | 4. Eutrófico |
| 2. Microalgas   | 5. Oxígeno   |
| 3. Mesotrófico  | 6. Toxinas   |

### CRUCIGRAMA 2:

#### Héroes o heroínas contra las algas

- |                |                  |
|----------------|------------------|
| 1. Árboles     | 4. Popó          |
| 2. Detergentes | 5. Basura        |
| 3. Ropa        | 6. Fertilizantes |



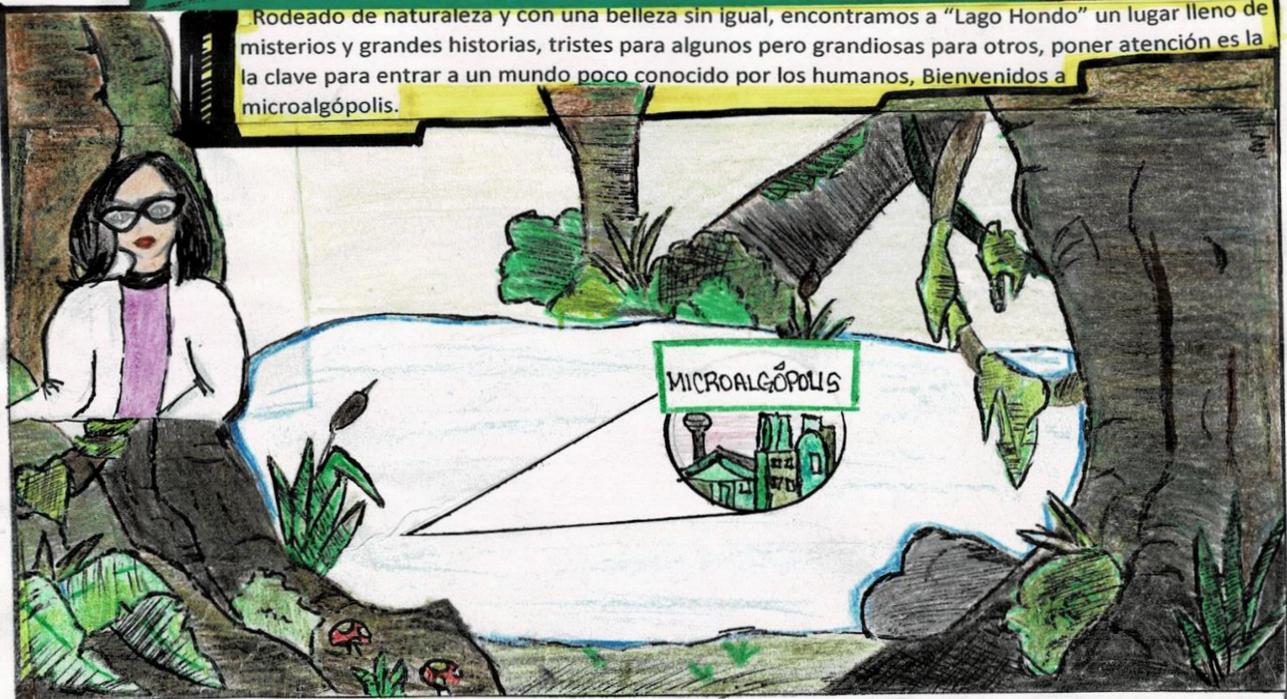
**¡UTILIZA ESTA HOJA PARA ESCRIBIR, DIBUJAR O PEGAR FOTOS DE TUS RESULTADOS!**

DÍA 1	DÍA 2
DÍA 3	DÍA 4
DÍA 5	DÍA 6
DÍA 7	DÍA 8



# La invasión de las algas

Rodeado de naturaleza y con una belleza sin igual, encontramos a "Lago Hondo" un lugar lleno de misterios y grandes historias, tristes para algunos pero grandiosas para otros, poner atención es la clave para entrar a un mundo poco conocido por los humanos, Bienvenidos a microalgópolis.



Microalgopolis tiene lo que toda alga en el mundo desearía tener para vivir, tiene restaurantes en donde te sirven malteadas de nitrógeno recién transformado en nitratos y también fosfatos, además hay suficiente luz y una excelente temperatura, escuelas, museos y muchas plazas comerciales.

MICROALGÓPOLIS





En este inmenso lugar 3 inquietos y curiosos individuos asisten a la escuela la secundaria Microbiotita no. 10, en la que viven grandes aventuras juntos, hoy tienen una visita al museo de micoralgopolis

Hola Soy Navina, una Navicula

Hola Ni nombre es Anibaena y soy una Cienobacteria

Soy Algas Verdón, un alga verde



En el museo aprenderán de un misterioso acontecimiento presenciado por sus antepasados que ahora descansan el famoso "cedimenterio" la guía del museo les pone una película que al principio parece aburrida, pero así comienzan las grandes historias.

Pongan mucha atención chicos dice la guía del museo hoy aprenderán sobre el gran regalo que nos han dado unos extraños seres, de los que hasta ahora no tenemos estudios, ni siquiera han sido vistos alguna vez pero se dice que son como Dioses o extraterrestres, a lo que la mitología microalgal les llamaba Humanos:

Que Abandó?

En el cedimenterio esta mi abuelita





Antes de ser microalgaopolis era un pueblo llamado Olivo Verde, era un pequeño pueblo habitado por cianobacterias, algas verdes y navículas en donde todas vivían en armonía, realizando actividades de forma normal y honesta.



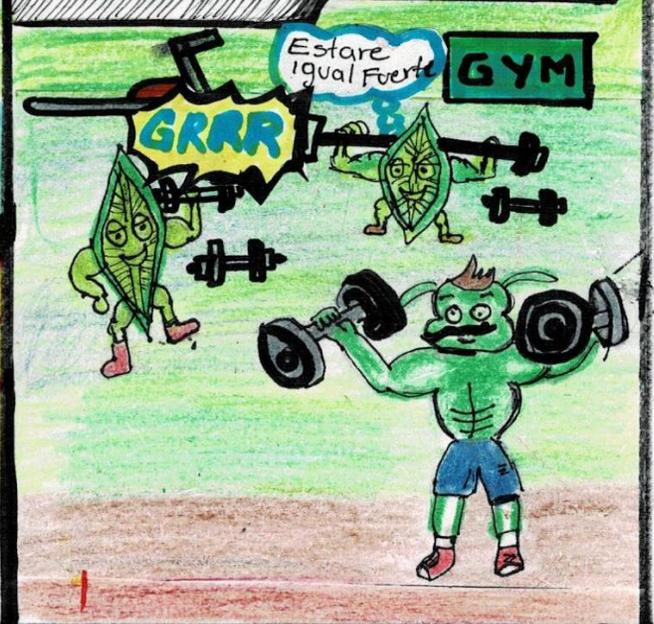
hasta que un día un regalo inesperado, nubló su vista era una extraña corriente oscura, repleta de objetos extraños flotantes, los habitantes del pueblo tenían mucho miedo de que fuera el fin de su pequeño gran mundo por lo que decidieron esconderse.



hasta que después de unos días, al no tener alimento por permanecer escondidos una valiente Alga verde decidió tocar y probar un poco de la extraña sustancia que provenía de la corriente y este comenzó a crecer repentinamente y se volvió muy fuerte.



fue ahí cuando los otros habitantes comenzaron a imitarlo, cambiando de forma positiva sus características, es por eso hay una escultura de Sir, Agustín de Verdon, el valiente héroe fundador de la ciudad.





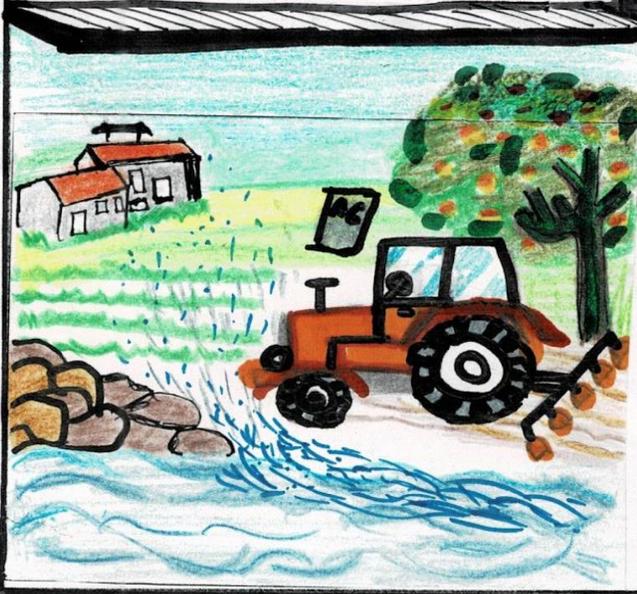
Tenían demasiada comida por lo que su pueblo se fue convirtiendo en la gran ciudad que es hoy, aunque muchas cosas cambiaron como el color de la ciudad que ahora es verde y con un ligero ambiente turbio, las algas se la pasaban de fiesta cada día, todas celebraban la dicha que los dioses les habían otorgado.



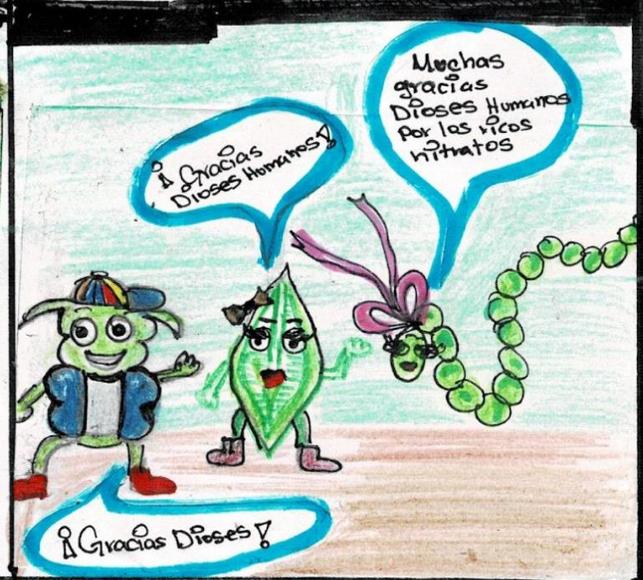
Al día de hoy las algas científicas han aportado estudios que comprueban que la comida que los dioses nos dan proviene de algo llamado descarga de agua residual

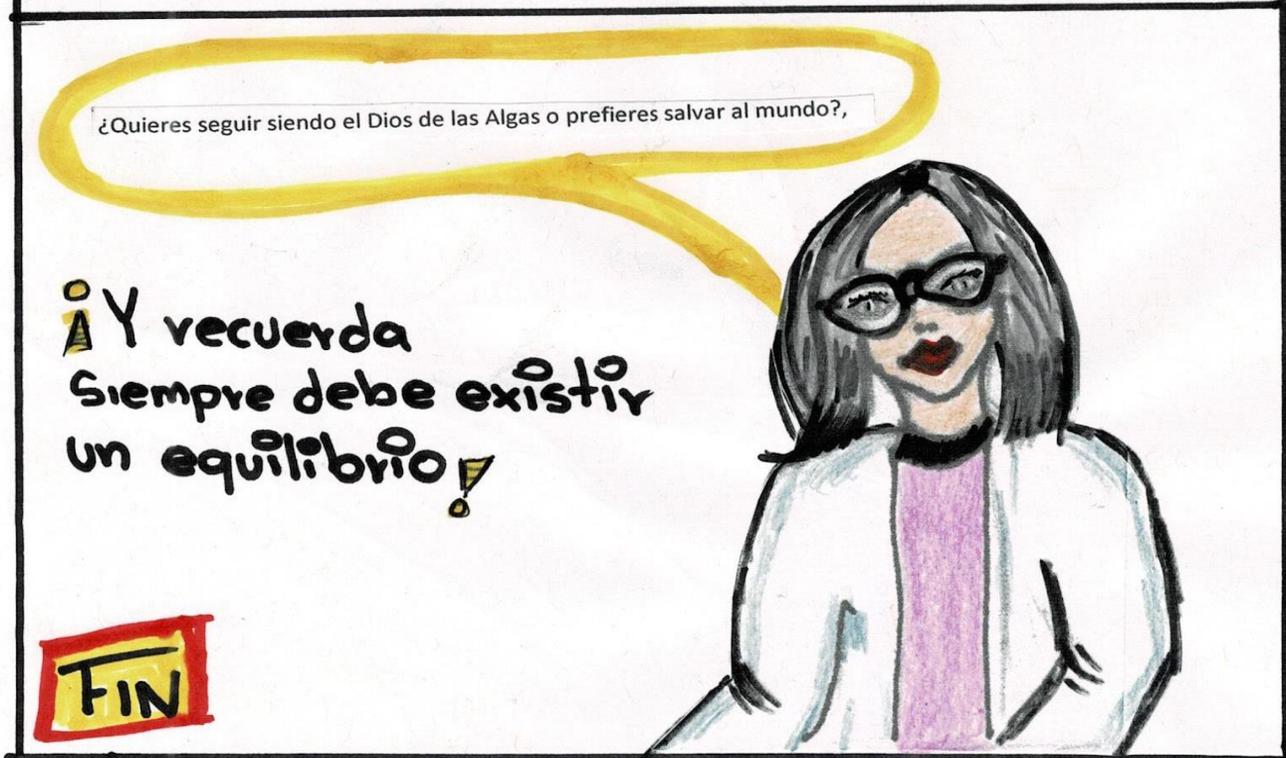
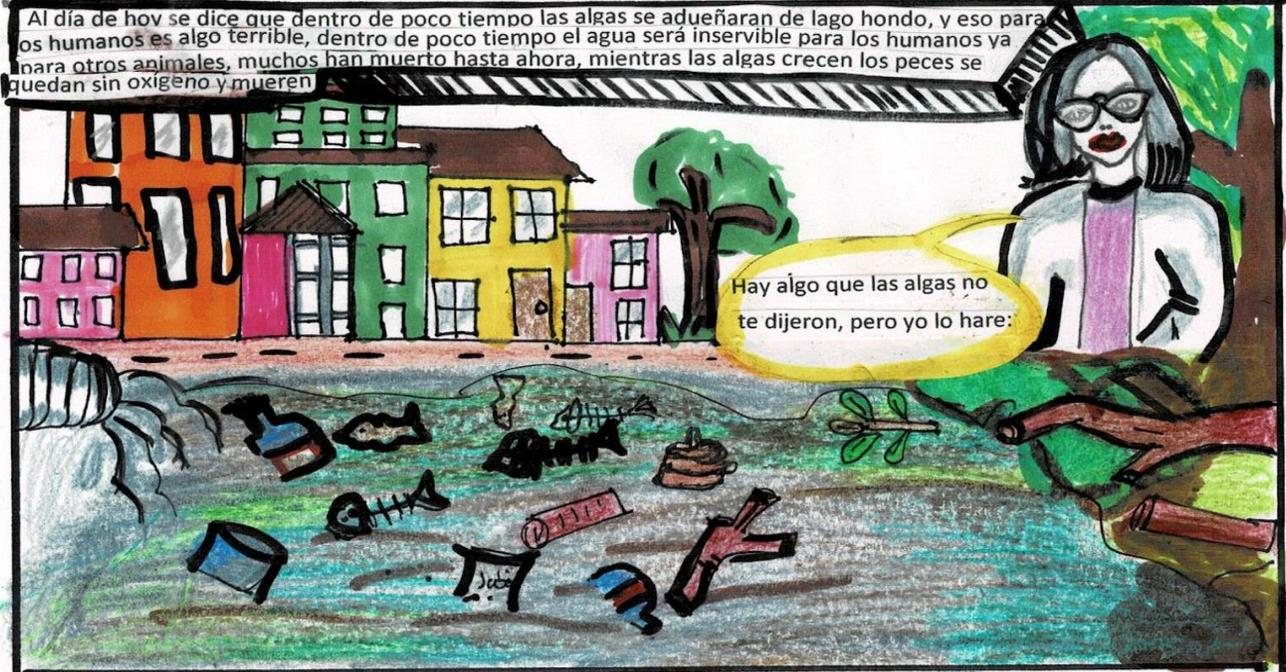


algunas otras provienen de las corrientes de agua que se forman por algo llamado lluvia y estas corrientes pasan por campos de cultivos en los que se dice que ocupan sustancias llamadas fertilizantes y eso nos encanta. También dicen que esto se intensifica por la deforestación de unos seres vivos llamados árboles que viven en la tierra.



Al salir del museo los 3 chicos hablan de lo interesante que fue la película y lo feliz que les hace el que los dioses humanos sigan talando árboles, descargando aguas y usando sustancias extrañas como los fertilizantes porque les encantan y quieren crecer tan grades y fuertes como sus antepasados.





Jocelyne Dayanna Frias Hernán



# 4S

## Nunca estoy solo, mi microbiota me acompaña

**M. C. Miguel Alonso Tzec Simá**  
**Dr. Ignacio Rodrigo Islas Flores**  
**Lic. Damián Alberto Mayo Ruíz**

Unidad de Bioquímica  
y Biología Molecular de Plantas.

### Descripción

Conviviendo en un equilibrio armónico, en nuestro cuerpo habita una gran diversidad de microorganismos.

Una microbiota es el conjunto de microorganismos que residen en nuestro cuerpo (tracto gastrointestinal, genitourinario, respiratorio, cavidad oral, nasofaríngea y la piel). Algunos científicos han realizado estudios, calculando que por cada célula humana hay una bacteria en nuestro cuerpo o, dicho de otro modo, somos mitad humano-mitad bacteria.

Para esta investigación, estudiaremos la importancia que representan estos microorganismos en nuestra salud y de manera

práctica, conoceremos a algunos de estos habitantes del cuerpo humano. Para ello, tomaremos muestras de alguna parte de nuestro cuerpo y les haremos crecer en un medio de cultivo elaborado en casa; posteriormente, con ayuda de un microscopio casero, observaremos los diferentes tipos de microorganismos que logremos aislar.

### Objetivo

Que el alumnado aprenda la importancia de la microbiota humana y al mismo tiempo, por medio de un experimento en casa, conozcan parte de su propia microbiota que siempre los acompaña.



## Materia afín

- Ciencias y Tecnología/Biología/Diversidad, continuidad y cambio.

\*(Currícula en: <https://www.planyprogramasdestudio.sep.gob.mx/index-mapa-curricular2019.html> )

## ¿Qué vas a aprender?

- Método científico.
- Cultivo *in vitro* de microorganismos.
- Observación de microorganismos.
- Importancia de la microbiota humana.

### Pregunta inicial



Cuando me siento solo, ¿en realidad lo estoy? Descubre el micro-mundo que siempre te acompaña y su importancia en tu salud.



## Panorama general del tema

Seguramente en alguna ocasión has pensado que cada ser humano es una entidad independiente, autorregulada y que los alimentos que consumimos los digerimos sin ayuda de nadie. Sin embargo, déjame decirte que la verdad es que somos una especie mucho más compleja. Se podría decir que somos un superorganismo, o sea, una combinación de varios microorganismos, ya que para realizar muchas de nuestras funciones tenemos la ayuda de millones de ellos, que en conjunto forman a la **microbiota humana**.

Algunos científicos han calculado que somos mitad humano-mitad bacterias. Incluso a través de la evolución, las bacterias se han fusionado a nuestro genoma a tal grado que se calcula que tenemos 300 veces más genes de microbios que de ADN propio.

Las funciones que cumple la microbiota en nuestro cuerpo son esenciales, a tal grado de que no podríamos vivir sin ella; los diversos estudios así lo demuestran. Desde el momento de nacer adquirimos parte de nuestra microbiota, la cual se va desarrollando a lo largo de la vida, dependiendo de ciertos factores a los que nos exponemos.

El conocimiento obtenido hasta el momento ha sido realizado por estudios en laboratorio, aislando y cultivando a estos microorganismos para identificarlos y determinar sus funciones. Sin embargo, aunque a la mayoría de microorganismos que viven en el interior de los humanos no se les ha logrado aislar exitosamente, actualmente se utilizan técnicas muy avanzadas como la secuenciación del ADN de comunidades completas de bacterias (metagenómica), con lo cual se ha identificado a miles de microorganismos sin necesidad de cultivarlos.



En este proyecto aplicaremos métodos caseros que nos permitirán conocer parte de estos microorganismos que siempre acompañan a nuestro cuerpo. Para ello, usando nuestro ingenio y conocimiento,

utilizaremos material, accesorios de cocina y lo que esté a nuestro alcance para simular un laboratorio científico y así cumplir con nuestro objetivo.

**¡Manos a la obra!**



## Presentación

Este proyecto inició en el laboratorio por la inquietud de observar diferentes microorganismos que crecen en los medios de cultivo que utilizamos; estos provenían de nuestro cuerpo como producto de una manipulación inadecuada. Por lo que nos surgió la curiosidad de estudiar qué tantos microorganismos podrían estar en nosotros.

A través de la lectura de diversos artículos científicos disponibles en internet, pudimos reforzar nuestro conocimiento acerca de la importancia de la microbiota humana y, por otro lado, elaborar algunos experimentos en casa para observarlos.

El objetivo de este proyecto es cultivar y observar microorganismos que forman parte de la microbiota humana, a través de experimentos realizados en casa. Asimismo, que los estudiantes aprendan la importancia de la microbiota humana estrechamente unida a cada persona.

Para lograr nuestros objetivos, durante este proyecto prepararemos un medio de cultivo casero, en el cual cultivaremos parte de nuestra microbiota. Posteriormente, analizaremos las colonias de microorganismos que crecerán en el medio, a través de observaciones macro y microscópicas. Las diferentes formas de crecimiento de las colonias y microorganismos nos permitirán corroborar que aislemos diferentes tipos.

Al finalizar, las y los participantes aprenderán la importancia de la microbiota humana como microorganismos que trabajan en conjunto dentro de nuestro cuerpo, así como la manera de cómo podemos observarlos.

Este proyecto fue creado por dos académicos y un estudiante de posgrado, quienes te asesorarán en el proyecto durante 8 sesiones de trabajo.



## Desarrollo



### Día 1. Microorganismos y microbiota.

Como en todo proceso de investigación, cuando se plantea un proyecto es necesario investigar, recopilar y leer toda la información acerca del tema en estudio, lo que ayudará a tener ideas y actualizar nuestros conocimientos acerca de lo que otros investigadores e investigadoras han realizado. Para ello, nos dimos a la tarea de recopilar información de artículos científicos y reportes de investigación; después de leerlos lo resumimos y elaboramos un pequeño ensayo.

### Pregunta de investigación

¿Cuánto sabes sobre los microorganismos?

### Actividad

Aprenderemos juntos acerca de los fundamentos del proyecto.



### Materiales

- Libreta.
- Lápiz o pluma.
- Leer con atención.



### Desarrollo

1. Para tener conocimientos básicos acerca de nuestro tema de investigación, lee con atención la siguiente información sobre los microorganismos

que obtuvimos de trabajos realizados por otros investigadores e investigadoras, y toma nota en tu libreta de lo que consideres más importante.

### Los microorganismos, nuestros compañeros invisibles

¿Alguna vez te has preguntado cómo son los microorganismos? ¿Te imaginas tenerlos de compañeros y viviendo dentro de ti? Pues bien, los microorganismos son “bichitos” muy pequeños que no podemos verlos a simple vista. Se encuentran en casi cualquier lugar de la Tierra, algunos pueden ser beneficiosos y otros perjudiciales para los seres humanos, plantas y animales.

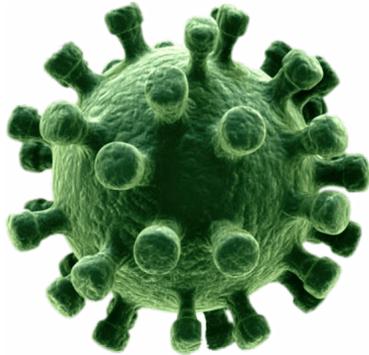
Fueron las primeras formas de vida en nuestro planeta desde hace aproximadamente 4000 millones de años. Sin los microorganismos, hoy la vida no sería posible, ya que gracias a estos se generó parte de la atmósfera en la Tierra.

Se les puede llamar de varias maneras: gérmenes, microbios o microorganismos. Necesitan condiciones adecuadas para crecer y dependiendo de donde lo hagan, pueden presentar muchos tamaños y formas. Existen tres grupos principales de microbios:

**Virus.** Entre los microbios son los que tienen menor tamaño; en general, son nocivos para los seres humanos. No pueden sobrevivir por sí solos y para hacerlo y reproducirse, necesitan una célula “hos-



pedante". Hay virus malignos que cuando están dentro de un huésped compatible (como puede ser un humano), se multiplican rápidamente y destruyen a las células (un ejemplo de virus es el SARS-Cov2, causante del coronavirus que ha ocasionado la pandemia en los humanos).



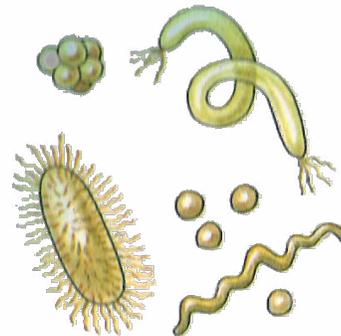
**Figura 1.** Representación de un virus, en este caso un coronavirus [Fuente: [Coronavirus PNG \(pngimg.com\)](#)].



**Figura 2.** Los hongos forman parte de la comunidad de microorganismos. En esta figura se observan hongos macroscópicos [Fuente: [Mushroom PNG image \(pngimg.com\)](#)].

**Hongos.** Son organismos multicelulares que se alimentan descomponiendo materia orgánica muerta o viviendo como parásitos sobre un hospedante. Existen hongos

macroscópicos, como las setas, y hongos microscópicos, como las levaduras y los mohos. Como todos los microorganismos, hay hongos nocivos que causan infecciones o que resultan tóxicos, y hay otros beneficiosos, como el *Penicillium*, que produce el antibiótico penicilina, o el *Agaricus*, conocido como champiñón, que es comestible. Se propagan por el aire con sus esporas (podría decirse que son un tipo de semillas), y forman estructuras llamadas hifas y micelio (parecidas a telarañas).

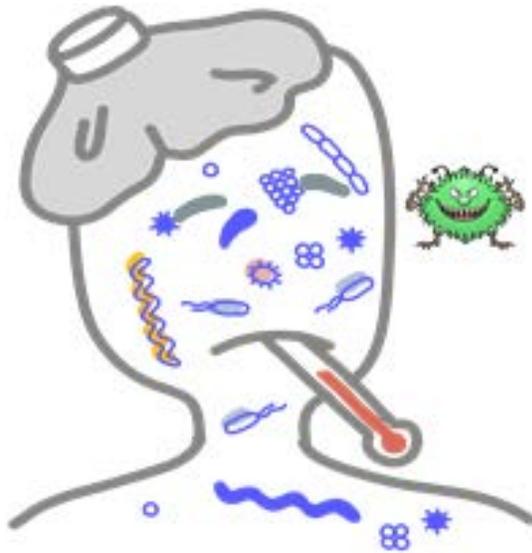


**Figura 3.** Diferentes formas y tipos de bacterias forman parte de los microorganismos conocidos [Fuente: [Bacteria PNG \(pngimg.com\)](#)].

**Bacterias.** Son microorganismos unicelulares que se multiplican rápidamente. Algunas especies producen sustancias nocivas para los seres humanos (llamadas toxinas) y pueden causar enfermedades; otras bacterias son inofensivas y pueden resultar muy útiles para nosotros (como el *Lactobacillus* con la cual se produce el yogurt). Se sabe que más de un 70 % son inofensivos y que pueden crecer y adaptarse a condiciones extremas, desde temperaturas altas (como fuentes termales e incluso volcanes) hasta temperaturas bajas (como los glaciares). Debido a su capacidad de adaptación, se pueden hacer resistentes a antibióticos, por lo que es importante concluir con los tratamientos recomendados por los médicos.



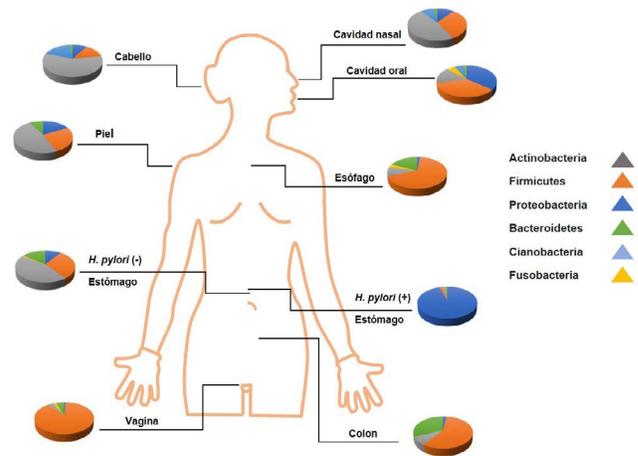
En general, a los microorganismos que son dañinos y que causan enfermedades se les llama patógenos. Así, aunque la mayoría son benéficos, algunos causan enfermedades a las plantas y animales.



**Figura 4.** Los microorganismos patógenos son aquellos que provocan enfermedades a los humanos (Fuente: [innovativegenomics.org](http://innovativegenomics.org)).

### ¿Qué sabemos acerca de la microbiota humana?

Los microorganismos también habitan en diferentes lugares de nuestro cuerpo. A la población de microorganismos que se encuentran frecuentemente sobre la superficie o dentro de individuos sanos se le conoce como **microbiota**. Las especies y el número de bacterias que integran el microbiota normal varía dependiendo de la región del cuerpo en donde habitan (Contreras, J. et al., 2017). El término microbiota no debemos confundirlo con microbioma, el cual es mucho más amplio y se refiere a todo el hábitat, incluidos los microorganismos, sus genomas (genes) y las condi-



**Figura 5.** Composición de los grupos (*phylum*) de bacterias del microbiota en diferentes partes del cuerpo humano (Dibujo: Damián Mayo; modificado de Cho y Blaser, 2012).

ciones ambientales del entorno (Marchesi y Ravel, 2015).

Así como en el planeta Tierra existen diferentes grupos de plantas y animales, dentro del mundo microscópico también podemos clasificar a los microorganismos en diferentes grupos. En el cuerpo humano se han identificado varios grupos (llamados *phylum*) de bacterias que conforman la microbiota, y se ha observado que la composición es diferente, dependiendo del lugar del cuerpo donde habitan (Figura 5).

De acuerdo con cálculos basados en sus observaciones, algunos científicos han propuesto que los microbios superan en número a las células del cuerpo humano, en una proporción de diez a uno. Por ejemplo, en el intestino viven alrededor de un billón de microbios que forman un consorcio, interactúan con el organismo humano a través de diferentes mecanismos ayudando en el metabolismo e influyen en el desarrollo, fisiología, inmunidad y nutrición de su huésped. Sin embargo, en los últimos



cálculos mencionan que aproximadamente la mitad de las células de nuestro cuerpo son microbios, o sea, una bacteria por cada célula humana. Dicho de otro modo: ¡somos mitad humanos y mitad bacterias!

Los humanos adquirimos nuestra microbiota desde el momento de nacer, ya sea por vía vaginal o cesárea, lo cual también influye en el tipo de microbiota que se adquiere. Posteriormente, se enriquece en la alimentación y se considera que madura alrededor de los 3 años de edad, cuando ya se estabiliza y solo se modifica dependiendo de otros factores como enfermedades, sexo, tipo de alimentación o actividad física.

Algunas de las funciones más importantes de la microbiota son:

- Estimulan el sistema inmunológico.
- Compiten con las bacterias patógenas por los mismos nichos ecológicos.
- Producen nutrientes para el huésped que colonizan.

El conocimiento sobre los microorganismos se ha desarrollado principalmente por cultivos en laboratorio, que consisten en la combinación específica de nutrientes y condiciones ambientales adecuados para aislar y estudiar la función de estos organismos. Sin embargo, la mayoría de las especies de microbios asociados a los humanos nunca se ha logrado aislar exitosamente, ya que de donde provienen, utilizan nutrientes y condiciones específicas que no se han podido reproducir en el laboratorio.

Actualmente existen técnicas muy avanzadas, como la secuenciación del ADN de muestras bacterianas, llamada metagenómica, la cual ha permitido saber de qué microorganismos se trata sin necesidad de cultivar, y así se han podido detectar miles de especies de estos microorganismos.

Los científicos realizan sus investigaciones a través del método científico, que consiste básicamente en la observación, experimentación y análisis de resultados. Aplicando este método en el estudio de la microbiota humana se han obtenido resultados muy interesantes, por ejemplo, se ha propuesto sobre los beneficios en el trasplante de microbiota fecal como una opción de tratamiento eficaz para enfermedades intestinales, con ello se puede restaurar las composiciones y funciones de la microbiota intestinal de algún paciente enfermo (Goma, E. Z., 2020). En otro estudio realizado en humanos, se encontró que en las heces de pacientes obesos existe una mayor población de un grupo de bacterias llamadas *Firmicutes* y hay menos de otro grupo de bacterias denominadas *Bacteroidetes*; cuando estos individuos se sometieron a dietas se invirtieron esos resultados, es decir, se incrementó la población de *Bacteroidetes* y disminuyó la de *Firmicutes* (Vrieze, A. et al., 2010). Esto podría servir como base para la elaboración de probióticos usando estos grupos de bacterias, lo que ayudaría a combatir la obesidad.

Muy bien, después de haber leído lo anterior reforzemos nuestros conocimientos realizando un pequeño ejercicio.



**Ejercicio 1. Con base a lo que leíste y a tus nuevos conocimientos adquiridos, responde lo siguiente:**

Pregunta	Opciones	Respuesta
1. Existen microorganismos en todos lados, pero que no podemos ver.	a) Falso a) Verdadero	
2. Los microorganismos son considerados como seres vivos.	a) Falso b) Verdadero	
3. Los microorganismos necesitan condiciones adecuadas para crecer.	a) Falso b) Verdadero	
4. Son los principales grupos de microorganismos	a) Virus y patógenos. a) Bacterias, virus y hongos. a) Plantas, algas y bacterias.	
5. Son algunas funciones de la microbiota en nuestro cuerpo.	a) Ayudan al sistema inmune, protege de otras bacterias y producen nutrientes. b) Nos enferman, producen cosas tóxicas. c) Nos pueden controlar la mente.	
6. ¿Por qué se descompone una fruta?	a) Solo por el paso del tiempo. b) Por la acción de microorganismos, tiempo y temperatura. c) Solo porque no la refrigeré.	



<p>7. ¿Cómo son los microorganismos?</p>	<p>a) Beneficiosos, tóxicos e inofensivos. b) Tóxicos y nocivos a la salud. c) Todos son beneficiosos.</p>	
<p>8. Microbiota significa:</p>	<p>a) Todos los microorganismos junto con sus genes y su entorno. b) Todos los microorganismos que hay en la Tierra. c) Todos los microorganismos que habitan y benefician a nuestro cuerpo.</p>	
<p>9. ¿Qué proporción de microbiota hay en nuestro cuerpo?</p>	<p>a) Una bacteria por cada célula humana. b) Como un millón. c) No tenemos porque nos enfermaría.</p>	
<p>10. ¿Cómo trabajan los científicos?</p>	<p>a) Comprueban lo que pueden y lo que no, solo se lo crean. b) No comprueban nada de lo que piensan. c) Comprueban con experimentos, siguiendo un método.</p>	



### Lo que debes saber

Si te gustaría saber un poco más y de manera divertida, te recomiendo la siguiente lectura: *Cuentos de microbios*, de Arthur Kornberg (Premio Nobel de Medicina).

[https://elearning3.hezkuntza.net/013156/pluginfile.php/3911/mod\\_resource/content/3/cuento%20de%20microbios.pdf](https://elearning3.hezkuntza.net/013156/pluginfile.php/3911/mod_resource/content/3/cuento%20de%20microbios.pdf)



## Día 2. Medios de cultivo de microorganismos.

Como todo ser vivo, los microorganismos necesitan alimento y un “hogar” donde crecer. ¿Cómo podríamos simular estas condiciones? A eso es lo que llamamos **medio de cultivo**.

Un medio de cultivo es un conjunto de nutrientes, factores de crecimiento y otros compuestos que crean las condiciones necesarias para el desarrollo de los microorganismos (Flores-Cabrera et al., 2020). Para hacer un medio de cultivo artificial, debemos considerar lo que necesitan todos los organismos para su desarrollo:

- Sustancias esenciales para la fabricación de sus constituyentes celulares (para ello, en nuestro experimento usaremos: caldo de pollo, azúcar y sal).
- Una fuente de energía para que realicen sus funciones vitales (carbono, luz).
- Condiciones ambientales óptimas (pH, luz, oscuridad, temperatura, humedad).

No existe algún medio de cultivo universal, ya que cada especie de microorganismo puede requerir diferentes condiciones para su desarrollo.

Esperamos que la preparación de este medio de cultivo casero permitirá el crecimiento de microorganismos aislados de nuestra microbiota.

### Pregunta de investigación

¿Cómo podemos hacer un medio de cultivo para microorganismos en casa?

### Actividad

Preparar un medio de cultivo casero para el crecimiento de microorganismos.



### Materiales

- 1 vaso de agua (250 ml).
- ¼ cubo de caldo de pollo (Maggi, Knorr).
- 1 cucharada de azúcar.
- ½ cucharada de sal.
- 10 sobres de grenetina sin sabor.
- 5 recipientes pequeños de boca ancha y resistente al calor (sugerencia: frascos Gerber, moldes de gelatina de pared gruesa, Tupper).
- Desinfectante.



**Figura 6.** Materiales a utilizar para la preparación del medio de cultivo (Fotografía: Miguel Tzec).



 **Desarrollo**

**NOTA**



Requerimos usar una estufa; por favor, solicita la supervisión de un adulto para evitar accidentes.

1. Esterilización de los recipientes. En una olla de cocina deposita los recipientes abiertos junto con las tapas, llena con agua hasta cubrirlos y hiérvelos por 10 minutos, cubriéndolos con la tapa de la olla. Déjalos enfriar por una hora.
2. Preparación del medio de cultivo. En un cuarto de vaso de agua (50 ml) vierte el contenido de 10 sobres de grenetina sin sabor para hidratarlos y así activar su propiedad gelificante.
3. Por otro lado, en un recipiente de metal agrega  $\frac{3}{4}$  de vaso de agua y caliéntalo en la estufa, una vez caliente agrega  $\frac{1}{4}$  de cubo de caldo de pollo, una cucharada de azúcar y media cucharada de sal y agita con una cuchara hasta disolver. Déjalo en la estufa a fuego lento por 5 minutos y apaga la flama. Deja reposar por 15 minutos.
4. Mientras tanto, calienta la grenetina que hidrataste (paso 2) en un horno de microondas por 30 segundos o a baño María hasta que la grenetina esté líquida y transparente.
5. Rápidamente, vierte la grenetina al caldo de pollo que dejaste reposando (paso 3) y mezcla suavemente con una cuchara hasta homogeneizar.

6. Por último, nos lavamos las manos con agua y jabón, y limpiamos cuidadosamente un área cerca de la estufa usando algún desinfectante. Sacamos los 5 recipientes estériles de la olla (paso 1) y los depositamos en el área limpia. Con cuidado de no quemarte, vertemos el medio de cultivo distribuyéndolo en partes iguales a los 5 recipientes (aproximadamente 50 ml cada uno) y tapamos cada uno con su respectiva tapa.

**NOTA**



este paso debes realizarlo rápidamente antes de que el medio se enfríe. Dejar reposar por un mínimo de 3 horas antes de mover (opcionalmente puedes meterlos en un refrigerador para facilitar el proceso de gelificación).

**Lo que debes saber**



**iHay que ser muy limpios!** Así se evitará que en tus medios de cultivo crezcan otros tipos de microorganismos indeseables que se encuentran en el ambiente (esto lo llamamos contaminación); es importante lavarse las manos y mantener un área de trabajo limpia y estéril. Para ello desinfectamos las superficies con alcohol o cloro al 10 % o algún otro antiséptico (proceso llamado asepsia), durante todo momento, en los cuales el medio de cultivo esté expuesto al aire (en el paso 6).



## Día 3. Aislamiento de la microbiota humana.

La microbiota humana está presente en diversas partes de nuestro cuerpo

### Pregunta de investigación

¿Cómo puedo conocer mi microbiota?

### Actividad

Tomar muestras de la microbiota de nuestro cuerpo para depositarlas en los medios de cultivo.



### Materiales

- Hisopos de algodón (cotonetes).
- Medios de cultivo.
- 2 velas.
- Antiséptico (alcohol, agua oxigenada, cloro diluido al 10% o algún desinfectante; puede ser cualquiera de ellos).
- Torunda de algodón.
- Plumón de tinta indeleble.



### Desarrollo

1. Asepsia del experimento. Antes de empezar, lávate las manos con agua y jabón. Escoge un área de trabajo y desinfectala cuidadosamente de la siguiente manera: humedece la torunda de algodón con algún antiséptico que hayas seleccionado y frótala en forma de círculos sobre la superficie de tu área de trabajo. Enciende dos velas y en medio de ellas coloca los medios de cultivo que preparaste anteriormente.

2. Etiqueta tus recipientes de cultivo. Con ayuda de un plumón etiqueta tus recipientes de acuerdo a la zona de tu cuerpo de donde obtendrás la muestra (ver paso 3). **Importante:** deja un recipiente libre sin inocular, no lo abras y márcalo con la palabra "control". ¿Para qué crees que nos servirá? También apunta la fecha.
3. Toma de muestra. Con ayuda de un hisopo de algodón frota alguna parte de tu cuerpo (puede ser detrás de la oreja, alguna parte de la piel, la lengua, fosas nasales, o cualquier otra zona que tengas accesible).



**Figura 7.** Forma de inocular el medio de cultivo frotando la superficie con un hisopo que contiene la muestra de alguna parte del cuerpo (Fotografía Miguel Tzec).



4. Inoculación. Abre cuidadosamente los medios de cultivo sin sacarlos del área de trabajo que desinfectaste y frota suavemente el hisopo con la muestra en la superficie del medio (Figura 7). Cierra el medio nuevamente. Recuerda que los medios de cultivo debes abrirlos en un área limpia y en medio de las velas.
5. Incubación. Los medios inoculados en el paso anterior (paso 4) debes mantenerlos por 3 días en un lugar fijo y libre de polvo, a temperatura ambiente y de preferencia en la oscuridad.



### Lo que debes saber

¿Sabías que la técnica del aislamiento de microorganismos en medios de cultivo *in vitro*, es un método ampliamente utilizado en los laboratorios científicos para estudiar a los microorganismos? Esto significa que, a partir de una pequeña muestra en donde se encuentra un microorganismo de interés o un pequeño grupo de ellos, podemos crecerlos en un medio de cultivo adecuado y después separarlos clasificándolos de acuerdo a su forma. El enriquecimiento de ellos en los medios de cultivo, en los cuales se reproducen formando colonias, permite estudiarlos más fácilmente, lo cual sería casi imposible si los estudiamos de manera individual.



## Día 4. El microscopio.

Es un instrumento que nos permite amplificar un objeto y con el cual lo podemos observar aquello que no podríamos hacer a simple vista. Para lograr esa amplificación, los microscopios se basan en la combinación de lentes y luz.

Aunque la historia del microscopio inicia desde hace más de 400 años, se reconoce como su inventor a Antonie van Leeuwenhoek, quien en 1674 diseñó unos lentes para hacer su propio microscopio y observó por primera vez unos "pequeños animalculos", como él los llamó, y que ahora se conocen como microorganismos. Junto a la

microscopía, nació también la microbiología, la cual es la ciencia que estudia a los microorganismos.

De la misma manera como los primeros inventores de microscopios, nosotros aprovecharemos los lentes de dispositivos actuales para fabricar nuestro propio microscopio.

### Pregunta de investigación

¿Para qué sirve un microscopio?



## Actividad

Preparación de un microscopio casero.



### Materiales:

- Celular en buen estado con cámara para fotos.
- Celular viejo con cámara de fotos (que ya no sirva y puedas desarmar).
- Un destornillador pequeño.
- Cinta transparente (*Masking tape*).
- Caja de cartón (aproximadamente 10 cm por lado).
- Lámpara.



### Desarrollo

1. Desarmemos un celular viejo. Para ello necesitamos uno que ya no sirva. Con ayuda de un destornillador pequeño quitamos la carcasa hasta llegar a donde se encuentra el lente de la cámara. Usa tu destreza y habilidad para extraer el lente, esto es lo único que necesitamos del celular viejo.
2. Acoplemos los lentes de las cámaras de los celulares. Localiza la posición del lente de la cámara de tu celular bueno y con ayuda de una cinta transparente (*Masking tape*), fija el lente que extrajiste del celular viejo en la misma dirección, es decir uno sobre otro. Pruébalo observando cualquier cosa (por ejemplo, los poros de tu piel, una hoja, etcétera); ajústalo alineando los lentes hasta obtener una óptima visualización.
3. Por otro lado, para realizar el cuerpo del microscopio necesitarás una cajita de cartón (de galletas o de algo que encuentres) de aproximadamente 10 cm por cada lado. Por el lado de arriba de la caja realiza una ventanilla de 2 x 5 cm, y en las caras laterales haz una ranura por la cual deslizarás un plástico transparente hasta atravesar la caja (esto servirá para depositar la muestra que observarás). Por el lado adyacente de la caja, realiza otra abertura por la cual introducirás la fuente de luz (una lámpara pequeña, luz de otro celular o lo que se te ocurra para iluminar). La Figura 8 te puede guiar para su elaboración.



**Figura 8.** Representación del microscopio casero que utilizaremos (Fotografías: Miguel Tzec).



### Lo que debes saber

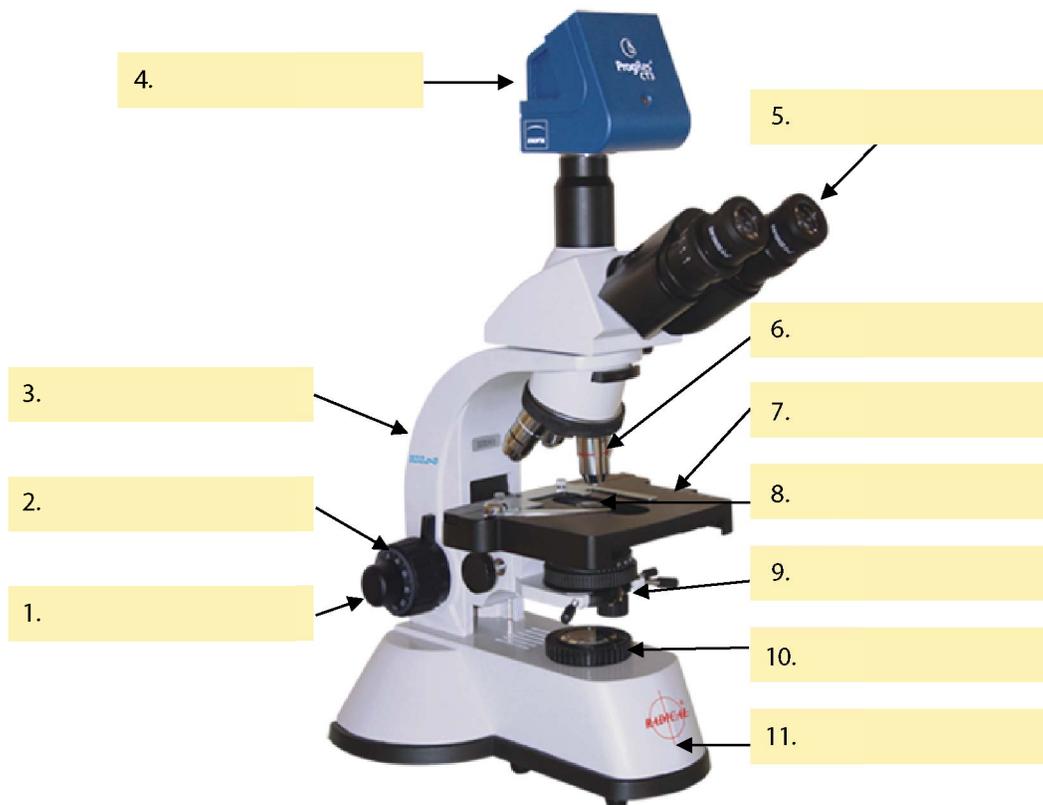
Ahora bien, **¿conoces un microscopio de laboratorio?**

Un microscopio es un aparato que, por medio de lentes, nos permite amplificar la vista de algún objeto que observemos a través de él. Los hay desde los microscopios simples, como las lupas, hasta los más sofisticados que utilizan

combinaciones de lentes y tipos de luces, como los electrónicos. Sin embargo, los más utilizados y que no pueden faltar en un laboratorio de investigación, son los microscopios ópticos. En la siguiente imagen (Figura 9) te presentamos el microscopio óptico, que también son utilizados en las escuelas. Realiza el ejercicio propuesto para que conozcas las partes que lo componen.



**Ejercicio 2: utilizando la siguiente figura de un microscopio óptico, investiga y escribe sus partes correspondientes.**



**Figura 9.** Partes de un microscopio óptico [Fuente: [pngimg.com/image/25872](https://pngimg.com/image/25872) (sin copyright)].



## Día 5. Observación morfológica macroscópica de los cultivos.

**¿Alguna vez te has preguntado cómo son los microorganismos? ¿Todos son iguales? ¿Cómo podríamos diferenciarlos?**

Esas y más preguntas se han planteado los científicos, y por medio de observaciones minuciosas lograron determinar las formas peculiares que adquieren al crecer y desarrollarse en la superficie de los medios de cultivo.

Los microorganismos cuando crecen en forma grupal (llamadas colonias) presentan características propias dependiendo de su especie, como son: color, forma, borde, textura y elevación. Estas formas específicas las podemos observar a simple vista, analizando las colonias completas que crecen en el medio de cultivo, por lo que se denominan características morfológicas macroscópicas. Por lo anterior, en esta actividad describiremos la morfología macroscópica, lo cual nos conduce a los primeros pasos para descubrir de qué especie de microorganismos se tratan.

### Pregunta de investigación

¿Cómo son las colonias de microorganismos que crecen en los medios de cultivo?

### Actividad

Observar las diferentes formas de las colonias de microorganismos que crecen en nuestro medio de cultivo casero.



### Materiales:

- Cultivo de microorganismos (aislados desde el día 3).
- Lápiz.
- Libreta.



### Desarrollo

Esta actividad se realiza observando a simple vista.

1. Limpia y desinfecta el área de trabajo de la misma manera como lo realizaste anteriormente (ver día 3, paso 1).
2. Abre cuidadosamente los recipientes con los medios de cultivo que inoculaste y observa a simple vista si existe crecimiento o formación de algo en la superficie del medio. Debes observar crecimiento de colonias de bacterias (parecido a una mucosidad) o tal vez crecimiento de hongos (parecido a telarañas o terciopelo). Cada colonia de microorganismos crece de diferente manera.
3. En tu libreta anota y describe tus observaciones (también puedes dibujarlos). Realiza una tabla donde apuntes: color, forma, textura (seca, pastosa, cremosa, algodonosa), elevación, borde de la colonia (también llamado margen) y/o alguna característica en particular que te llame la atención. La Figura 10 te puede servir como guía.



**NOTA**

En el control (sin inocular) no debe haber crecimiento de colonias de microorganismos; si ese es el caso, indicaría que tus medios de cultivo podrían estar contaminados con algún otro microorganismo del ambiente.

- Guarda nuevamente los cultivos en el mismo lugar para utilizarlos en la siguiente actividad.



**Lo que debes saber**

Puedes utilizar la siguiente figura para clasificar las colonias de microorganismos que observes en los medios de cultivo que inoculaste.

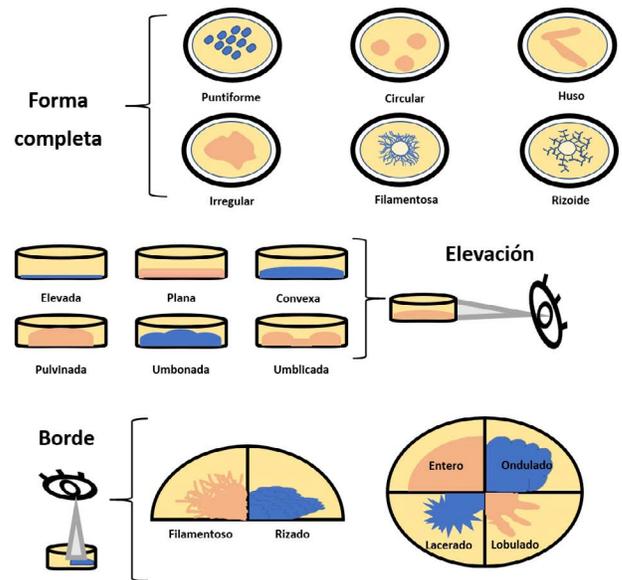


Figura 10. Formas macroscópicas de las colonias de bacterias (Dibujo: Damián Mayo).



**Día 6. Preparación de muestras y observación microscópica.**

Un examen microscópico es uno de los primeros pasos a realizar para estudiar microorganismos presentes en una muestra biológica, como la microbiota. En los laboratorios se realiza con técnicas especiales de preparación de las muestras a observar, y como herramienta esencial se utiliza el microscopio óptico, aprovechando su poder de amplificación (de 100, 400 o hasta 1000 veces de aumento) y el contraste de luces. También, los investigadores utilizan colorantes específicos para teñir (pintar) y así poder diferenciar los tipos de bacterias.

Para tratar de imitar lo anterior, en esta actividad trataremos de observar los microorganismos microscópicos que crecen en nuestro cultivo de microbiota. Para ello los teñiremos con el colorante para peces (azul de metileno) antes de observarlo con nuestro microscopio.

No te desanimes si no logras observar los microorganismos como esperabas, mucho depende de los lentes de la cámara que utilices y en mucho mayor grado de una dosis de paciencia y experiencia. Sin embargo, seguramente verás cosas muy interesantes



y te puede servir para satisfacer tu curiosidad de observación con muchas otras que son invisibles a la vista.

### Pregunta de investigación

¿Cómo son los microorganismos que observo con el microscopio casero?

### Actividad

Observar el cultivo de microbiota con ayuda del microscopio casero.



### Materiales

- Film de plástico transparente (acetato) o un vidrio delgado
- Tijeras
- Microscopio casero
- Cultivo bacteriano
- Colorante (para peceras o comestible)
- Lápiz
- Libreta



**Figura 11.** Material que necesitarás para observar microscópicamente tus cultivos de microbiota (Fotografía: Miguel Tzec).



### Desarrollo

1. Elaboración de portaobjetos y cubreobjetos. Corta los plásticos en medidas aproximadas de 2 x 3 cm (llamado portaobjetos) y otro de 2 x 2 cm (cubreobjetos). Si tienes vidrios delgados u otro plástico transparente, considera estas mismas medidas. También corta pequeñas tiras de plástico (0.5 x 5 cm aprox.) que te servirán como palitas.
2. Tinción de muestras. Abre un recipiente de los cultivos que dejaste en incubación y con ayuda de una palita de plástico, toma cuidadosamente una pequeña porción de alguna colonia de microorganismos de tu interés y deposítala en el centro del portaobjetos; seguidamente, agrega una gota de colorante y déjala reposar por cerca de 2 minutos (si no consigues colorante, puedes utilizar una gota de agua).
3. Coloca el portaobjetos sobre la muestra que teñiste, de tal manera que quede como un sándwich (portaobjeto-muestra-cubreobjeto), y ya está listo para observar al microscopio.
4. Observación con el microscopio casero. Monta tu microscopio como describimos anteriormente en el día 4 y coloca tu preparación en el lugar correspondiente (en la ventanita sobre el film de plástico transparente, ver Figura 8). Enciende tu celular con cámara y la lámpara debajo de la preparación, y ahora sí, con mucha paciencia enfoca los microorganismos en tu muestra para tomarles foto.
5. Dibuja la forma de los microorganismos que observes y anota a qué muestra corresponde. Para identificarlos, puedes utilizar la siguiente Figura 12 o consultar en el internet.



### Lo que debes saber



¿Sabías que actualmente existe una técnica llamada biología molecular, la cual es una herramienta mucho más poderosa y precisa para identificar a las especies de microorganismos que estamos estudiando, utilizando sus secuencias de ADN?

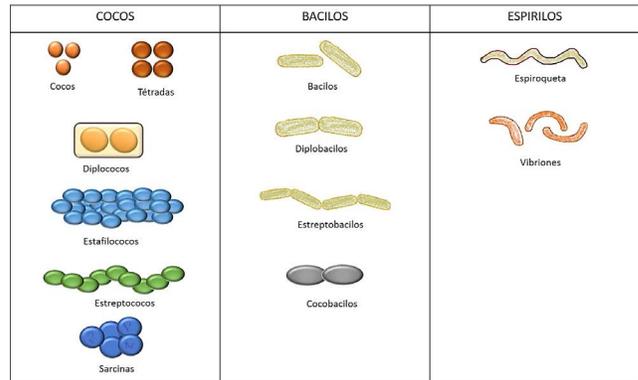
Sin embargo, la identificación de microorganismos por medio de sus características morfológicas se continúa utilizando como complemento para fortalecer la identificación de estas especies de microorganismos.

La siguiente Figura 12 te puede orientar para clasificar microscópicamente los tipos de bacterias que observes en el microscopio.

### NOTA



No te desanimes si no lograste observar algo como en la figura, muchas veces requerimos de unos lentes más potentes, además de mucha observación y paciencia.



**Figura 12.** Estas son las principales formas y estructuras microscópicas que adquieren las bacterias al crecer, con base a esto podríamos clasificarlas. (Dibujo: Miguel Tzec).



**Figura 13.** Hongos creciendo en medio del cultivo casero. A) Vista completa del hongo en el medio, B y C) Vista con nuestro microscopio casero (Fotografía: Miguel Tzec).

Por otro lado, también es posible que observes hongos microscópicos, los cuales adquieren estructuras muy similares a telarañas (llamadas hifas) y esporas (Figura 13).



## Día 7. Repasemos.

### Pregunta de investigación

¿Qué aprendimos?

### Actividad

Análisis de resultados, retroalimentación y conclusiones. Reporte del experimento.



#### Materiales:

- Libreta de apuntes.
- Lápiz.



#### Desarrollo

Responde mentalmente o en tu libreta:

1. ¿Qué es y para qué nos sirve nuestra microbiota?
2. ¿Observaste alguna diferencia entre las muestras que analizaste?
3. ¿Puedes identificar o sospechar qué microorganismos crecieron en los medios de cultivo?
4. ¿Qué fue lo que más te gustó y qué no te gustó del experimento?
5. Con base a lo que aprendiste, ¿de qué otra manera podrías realizar el experimento para mejorar tus resultados?
6. ¿Podrías aplicar lo que aprendiste en otros experimentos?
7. ¿Pudiste lograr el objetivo planteado?
8. Finalmente, en tu libreta o en computadora, realiza un breve reporte del experimento (2-5 cuartillas), que contenga los siguientes puntos:
  - Lugar y fecha.
  - Título del experimento.
  - Nombre del investigador o investigadora (tu nombre).
  - Institución de procedencia (CICY y tu escuela).
  - Introducción (aquí puedes poner lo que aprendiste acerca de la microbiota humana).
  - Objetivo de tu proyecto.
  - Materiales y métodos (explica cómo lo hiciste),
  - Resultados (¿qué fue lo que observaste? Puedes poner dibujos).
  - Discusión (¿qué crees que sea lo que viste? O tus vivencias cuando estuviste haciendo el experimento).
  - Conclusiones (en 5-10 líneas describe: ¿cumpliste con tu objetivo?, ¿qué aprendiste?)
  - Bibliografía (si consultaste algún libro o página de internet, apunta la dirección aquí).



### Lo que debes saber

Para dar a conocer los resultados de sus trabajos, los investigadores e investigadoras utilizan diversos medios, principalmente la publicación de artículos científicos especializados y otras vías que van desde presentaciones en congresos científicos (en donde intercambian experiencias, ideas o establecen

colaboración), así como conferencias y artículos de difusión. La pandemia por la Covid-19 ha ocasionado un mayor uso de las redes sociales para exponer pláticas, seminarios, cursos y congresos. Actualmente, también hay foros en internet para consultas y apoyo en resolución de problemas en los experimentos.



## Día 8. Elaboración y/o revisión de tu presentación del proyecto.

### Pregunta de investigación

¿Cómo presentaré mi proyecto?

### Actividad

Con base a tu reporte de investigación, elabora un video usando tu propia creatividad.



### Materiales

- Ingenio
- Creatividad.
- Cualquier equipo de grabación.



### Desarrollo

Utilizando tu creatividad e ingenio, realiza una grabación de un video sobre tus resultados y lo que aprendiste. Previamente, puedes elaborar un guion que te ayude a realizarlo. La duración del video deberá ser de 3 a 5 minutos.



### Lo que debes saber

Opcional: Si no dispones de algún equipo para grabar video o si así lo decides, puedes optar por presentar el reporte de investigación presentándolo en forma de póster.



## Sobre los autores

El Dr. **Ignacio Islas Flores** es biólogo de formación y doctor en Ciencias en Procesos Vegetales. Actualmente labora en el Centro de Investigación Científica de Yucatán (CICY) como Investigador Titular, tiene amplia experiencia en Bioquímica, Fisiología y Biología Molecular de Plantas; ha dirigido y colaborado en diversos proyectos de investigación científica, así como asesorado a 19 estudiantes de licenciatura, 12 de maestría y 5 de doctorado. Como producto de su trabajo ha publicado diversos artículos científicos y capítulos de libros. Cuando tenía entre 13 y 14 años, como estudiante de secundaria se despertó su curiosidad por la ciencia mientras leía el libro *Cazadores de microbios* y tomaba las materias de Química, Física y Biología; su imaginación volaba hacia un mundo fantástico e increíble. Las historias de su maestro de Biología y la observación de microorganismos en agua de lluvia almacenada, fueron otros factores que reforzaron su curiosidad por conocer y aprender acerca del mundo microscópico que nos acompaña.

El M. C. **Miguel Alonso Tzec Simá** es Químico Farmacéutico Biólogo con una Maestría en Ciencias en Biotecnología de Plantas. Actualmente, labora en el Centro de Investigación Científica de Yucatán (CICY) como Técnico Titular colaborando en los proyectos de investigación del Dr. Islas Flores, con experiencia en Cultivo de Tejidos Vegetales, Biología Molecular y Bio-

química. También ha asesorado a varios estudiantes de licenciatura y publicado diversos artículos científicos. "Pienso que mi gusto por la ciencia nació desde niño, ya que, como todos, sentía gran curiosidad por mi entorno: insectos, animales, plantas de formas peculiares y con capacidades para hacer cosas extraordinarias. Tiempo después observé con una lupa y descubrí el gran pequeño micromundo que existe y con el cual convivimos, habiendo buenos y malos microorganismos. Eso me abrió un gran panorama, con lo cual hasta ahora sigo experimentando".

El Lic. **Damián Alberto Mayo Ruíz** es licenciado en Genómica por la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT). Actualmente, es estudiante de Maestría en Ciencias Biológicas en el CICY. Tiene experiencia en Biología Molecular y cultivo *in vitro* de microorganismos. Su primer acercamiento a la ciencia fue a los 10 años de edad, cuando ingresó por primera vez a un laboratorio de cultivo de tejidos donde comenzó a jugar con pinzas manipulando pequeñas plantas. Desde entonces, se le prendió un gran motor de la curiosidad por las cosas pequeñas que lo motivó hasta antes de entrar a la universidad; la decisión de estudiar Genómica fue influenciada por la atracción al tratar de entender cómo diminutos elementos funcionan y se coordinan para hacer funcionar un sistema mucho mayor.



## Glosario

**Asepsia.** Es el procedimiento que se utiliza para desinfectar superficialmente un área u objetos. Se realiza con el fin de eliminar microorganismos contaminantes.

**Célula.** Es la unidad básica más pequeña que constituye a los seres vivos, cumplen funciones esenciales y específicas. Son tan pequeñas que no se pueden observar a simple vista.

**Colonia de microorganismos.** Agregados de microorganismos que crecen grupalmente en la superficie de un medio de cultivo.

**Huésped.** En Biología, se llama huésped, hospedador u hospedante a aquel organismo que alberga a un microorganismo en su interior o sobre sí.

**In vitro.** Es un procedimiento que se realiza asépticamente dentro de recipientes de cultivo.

**Macroscópico.** Significa que podemos observarlo a simple vista.

**Medio de cultivo.** Es cualquier conjunto de nutrientes, factores de crecimiento y otros componentes que suministran las condiciones adecuadas para el desarrollo de los microorganismos. No existe un medio universal debido a la gran diversidad de microorganismos que requieren condiciones específicas.

**Metagenoma.** Es la colección de genes de los miembros de una microbiota. Se obtiene mediante la secuenciación del ADN extraído de una muestra y su adición a una base de datos.

**Microbiología.** Ciencia que estudia a los microorganismos. Forma parte de la biología.

**Microbioma.** Este término se refiere a todo el hábitat, incluidos los microorganismos, sus genes y las condiciones ambientales que los rodean.

**Microbiota.** Es el conjunto de microorganismos presentes en un ambiente definido.

**Microscópico.** No podemos observarlo a simple vista, para ello es necesario utilizar un microscopio.

**Microscopio.** Es un instrumento que amplifica la imagen de objetos o microbios que no pueden ser vistos a simple vista. El término "microscopio" se forma de dos palabras: "micro" que significa pequeño y "scopio" que significa observar; en suma, significa observar lo pequeño.

**Morfología.** Es la forma que adquieren los microorganismos al crecer en los medios de cultivo.



## Referencias

- Cho, I., y Blaser, M. (2012). The human microbiome: at the interface of health and disease. En *Nat Rev Genet* (**13**), 260–270. Disponible en: [doi.org/10.1038/nrg3182](https://doi.org/10.1038/nrg3182).
- Contreras, J., Flores, T. G., Talavera, T. D. R. A., Martínez, Z. E., y López, N. A. P. (2017). ¿Qué son los microbios? En *Cuadernos de pedagogía*.
- Flores-Cabrera, Y. (2020) *Manual de microbiología general I*. Consultado el 25 de junio de 2021 en: [www.zaragoza.unam.mx/wp-content/Portal2015/Licenciaturas/qfb/manuales/10\\_MANUAL\\_MICROBIOLOGIA\\_GENERAL\\_I\\_2020.pdf](http://www.zaragoza.unam.mx/wp-content/Portal2015/Licenciaturas/qfb/manuales/10_MANUAL_MICROBIOLOGIA_GENERAL_I_2020.pdf).
- Gomaa, E. Z. (2020). Human gut microbiota/microbiome in health and diseases: a review. En *Antonie van Leeuwenhoek*, **113**, 2019–2040. Consultado en: [doi.org/10.1007/s10482-020-01474-7](https://doi.org/10.1007/s10482-020-01474-7).
- Marchesi, J. R., y Ravel, J. (2015). *The vocabulary of microbiome research: a proposal*. Consultado en [doi.org/10.1186/s40168-015-0094-5](https://doi.org/10.1186/s40168-015-0094-5).
- Ramos, M. D. L. A. A., y Chabela, M. D. L. P. (2004). *Manual de prácticas del laboratorio de Microbiología general*. México: Universidad Autónoma Metropolitana.
- Vrieze, A., Holleman, F., Zoetendal, E. G., De Vos, W. M., Hoekstra, J. B., y Nieuwdorp, M. (2010). The environment within: how gut microbiota may influence metabolism and body composition. En *Diabetologia*, 53(4), 606–613. Consultado en: [doi.org/10.1007/s00125-010-1662-7](https://doi.org/10.1007/s00125-010-1662-7).



## Respuestas a los ejercicios

**Ejercicio 1.** Preguntas sobre la lectura de *Los microorganismos* (Día 1):

1. b) Verdadero.
2. b) Verdadero.
3. b) Verdadero.
4. b) Bacterias, virus y hongos.
5. a) Ayudan al sistema inmune, protege de otras bacterias y producen nutrientes.
6. b) Por la acción de microorganismos, tiempo y temperatura.
7. a) Beneficiosos, tóxicos e inofensivos.
8. c) Todos los microorganismos que habitan y benefician a nuestro cuerpo.
9. a) Una bacteria por cada célula humana.
10. c) Comprueban con experimentos, siguiendo un método.

**Ejercicio 2.** Partes del microscopio (Día 4):

1. Micrométrico.
2. Macrométrico.
3. Brazo.
4. Cámara fotográfica.
5. Oculares.
6. Objetivos.
7. Platina.
8. Condensador.
9. Diafragma.
10. Fuente de luz.
11. Base del microscopio.



# 5S

## Cultivando plantas *in vitro* en casa

**Q. B. A. Ileana Cecilia Borges Argáez**  
**Dra. Leticia Peraza Echeverría**  
**M. C. Miguel Ángel Herrera Alamillo**

Unidad de Biotecnología

### Descripción

Se propone el uso de las técnicas de cultivo de tejidos como una herramienta más para la conservación de la biodiversidad, adaptándolas para llevarlas a cabo en casa.

### Objetivo

Que los y las alumnas conozcan los principios del cultivo *in vitro* y sus aplicaciones en la conservación de la diversidad vegetal a través de la tecnología casera.

### Materia afín

Ciencias y Tecnología/Biología/Diversidad, continuidad y cambio.

(Currícula en: [www.planyprogramasdestudio.sep.gob.mx/index-mapa-curricular2019.html](http://www.planyprogramasdestudio.sep.gob.mx/index-mapa-curricular2019.html))

### Pregunta inicial



¿Puedo aplicar el cultivo *in vitro* con tecnología casera para germinar semillas?



## ¿Qué vas a aprender?

- Que los y las participantes conozcan los principios del cultivo *in vitro* y cómo puede ser utilizado para la conservación de especies de interés.
- Que aprendan cómo pueden preparar un medio de cultivo con materiales que usamos en la cocina.
- Lograr la germinación *in vitro* de semillas (granos o frutas) que se consumen normalmente en casa.
- Aprender sobre el proceso de adaptación de un ambiente de frasco (*in vitro*) a las condiciones exteriores (*ex vitro*).



## Panorama general del tema

La conservación de la biodiversidad vegetal es un tema importante para toda la humanidad. La presión del ser humano, la introducción de plantas foráneas, así como de plantas domesticadas, tienen efectos graves en la diversidad vegetal y esto se ve reflejado en el incremento de

especies vegetales amenazadas. La biodiversidad vegetal es una fuente natural de productos para las industrias alimentarias y de medicamentos, además de ser reservas genéticas útiles para los programas de mejoramiento vegetal, entre otras muchas cosas.



## Presentación

El crecimiento de la población ha ocasionado una mayor demanda de los recursos naturales para satisfacer las necesidades de alimentación, transporte, servicios de salud, etcétera, ocasionando la alteración de los hábitats naturales, y con ello, poniendo en riesgo la diversidad vegetal, ya sea por la sobreexplotación en áreas silvestres o por el cambio de uso de suelo, entre otros factores.

El uso de las técnicas de cultivos de tejidos *in vitro* puede ayudar al rescate de especies amenazadas, difíciles de propagar o en peligro de extinción, así como en el rescate de semillas.

Ejemplo de la aplicación de estas técnicas son el rescate de la pata de elefante (Herrera-Alamillo, comunicación personal), de la *Mammillaria gaumeri*, etcétera.



## Desarrollo



### La biodiversidad y la importancia de su conservación.

El cultivo de tejidos como una herramienta para la conservación de los recursos vegetales.

#### Pregunta de investigación

¿Cómo puedo contribuir a la conservación de la biodiversidad en mi entorno?



#### Actividad 1

Observar el entorno que me rodea



#### Desarrollo

Observa tu patio, jardín o las plantas de un parque. ¿Qué plantas conoces?, ¿son visitadas por insectos o pájaros?, ¿qué pasaría si se extinguieran todas las plantas?



#### Materiales

- Lápiz y papel.



#### Lo que debes saber

La biodiversidad agrícola se refiere a la variedad y variabilidad de animales, plantas y microorganismos en la Tierra que son importantes para la alimentación y la agricultura que resultan de la interacción entre el medio ambiente, recursos genéticos, el manejo de sistemas y prácticas utilizadas por la gente.

Tiene en cuenta no solo la diversidad genética, de especies y de agroecosistemas y las diferentes formas en que se utiliza la tierra y los recursos hídricos para la producción, sino también la diversidad cultural, que influye en las interacciones humanas en todos los niveles.



Cartel: "Biodiversidad es bienestar" / Conábulo



## Tema: El laboratorio de cultivo de tejidos vegetales.

Conocerás cómo es un laboratorio dedicado al cultivo *in vitro* de tejidos y los equipos que se utilizan (Figura 1).



**Figura 1.** Materiales y equipos utilizados en un laboratorio de cultivo *in vitro*. 1. Mesas de trabajo, 2. Campana de flujo laminar, 3. Equipo para medir pH, 4. Autoclave, 5. Cuarto de cultivo.

### Pregunta de investigación

¿Puedo adaptar un laboratorio de cultivo de tejidos en casa?



### Actividad 2

Video sobre un laboratorio dedicado al cultivo *in vitro* de tejidos vegetales.

- Preparación de medios de cultivo para el cultivo *in vitro* de plantas o de material vegetal | | UPV. [www.youtube.com/watch?v=FpOu60dC3So&t=29s](http://www.youtube.com/watch?v=FpOu60dC3So&t=29s)
- Cultivo *in vitro*. Definición y preparación. [www.youtube.com/watch?v=-7JkxXFRN\\_vY&t=335s](http://www.youtube.com/watch?v=-7JkxXFRN_vY&t=335s)



### Materiales

- Computadora con acceso a internet.



### Desarrollo

Observa atentamente el video, pon atención en los materiales y equipos que aparecen en él.



### Actividad 3

Preparando mi laboratorio en casa, haciendo un mechero de alcohol y solución de alcohol al 70 % para limpiar.



### Materiales

- Frasco de vidrio con tapa metálica. (ejemplo: frasco de Cheez Whiz de 235 g).
- Estambre.
- Alcohol de farmacia (96 %).
- Preparación de alcohol al 70%.



**Figura 2.** Ejemplos de mecheros caseros.



## Desarrollo

1. Perfora la tapa del frasco en la parte media con ayuda de un clavo, teniendo cuidado que el orificio sea justo para pasar a través de él un trozo de estambre trenzado. Este debe ser lo suficientemente largo para tocar el fondo del frasco. Llénalo con alcohol y asegúrate de que se humedezca bien el estambre antes de encenderlo y utilizarlo como mechero.
2. Preparación de alcohol al 70 %. Medir 70 ml del alcohol de farmacia y agregar 30 ml de agua purificada. Agitar para mezclar.



### Lo que debes saber:

En general, los laboratorios requieren de instalaciones, materiales y equipos especializados. En particular, el dedicado al cultivo de tejidos necesita que cuente con aire acondicionado, gas, cuartos con iluminación, temperatura y humedad controlada, un equipo donde poder realizar la esterilización de los medios de cultivo, así como un área para trabajar en condiciones de esterilidad. Asimismo, se manejan reactivos especiales para la preparación de las soluciones nutritivas del medio de cultivo, entre otras cosas.

## Preguntas de investigación

¿Puedes mencionar algunos de los materiales utilizados en el video para el cultivo *in vitro*? ¿Puedes sustituir alguno de ellos con lo que tienes en casa? Realiza una lista.



## Preparación de un medio de cultivo casero y de los materiales necesarios para el cultivo *in vitro*.

### Pregunta de investigación

¿Puedo preparar un medio de cultivo con cosas que tengo en casa?



### Actividad 4

Preparación de un área limpia de trabajo en casa (Figura 3).



### Materiales

- Alcohol de farmacia.
- Algodón, papel de cocina o servilletas de papel.
- Mecheros de alcohol (utiliza los que fabricaste), o a su vez, pueden utilizarse 3 veladoras.



**Figura 3.** Ejemplo de cómo se puede hacer un área de trabajo para cultivo *in vitro* en casa.

### Desarrollo

1. Localiza un área de tu casa donde tengas una superficie resguardada de corrientes de aire. Puede ser un rincón de la meseta de tu cocina o en una mesita colocada en una esquina de la pared de tu cuarto.
2. Humedece el algodón con el alcohol al 70 % y limpia el área que seleccionaste. De manera opcional, puedes colocar sobre la superficie un pedazo de papel aluminio como una especie de mantel, el cual deberás limpiar también con alcohol.
3. Coloca los mecheros a los extremos del área que seleccionaste. Si tienes veladoras coloca una en cada extremo del área y una en la parte media. Enciéndelas hasta el momento que vayas a trabajar en este espacio.



### Actividad 5

Preparación de 2 medios de cultivo



### Materiales

- 6 frascos de cristal con tapa o contenedores transparentes con tapa (pueden ser reciclados, ejemplo: frasco de Cheez Whiz de 235 g o frascos de vidrio de café de 40 g).
- Una olla.
- Estufa.
- 3 tomates verdes o un plátano, y 2 dientes de ajo.
- Gelatina sin sabor (grenetina), 36 g por cada medio.
- Olla de presión (opcional).
- Papel de cocina.
- Colador.
- Un recipiente de plástico (puede ser una jarra).
- Taza medidora de cocina, tacita para medir medicinas, jeringa de 10 ml o una botella vacía de PET (de refresco de un litro o de 600 ml, servirán para medir).





## Desarrollo

1. Poner aproximadamente 500 ml de agua purificada en una olla para cubrir los 3 tomates, agregar ahí mismo los 2 dientes de ajo pelados. Si utilizas plátano, córtalo en trozos y ponlo a hervir junto con los dientes de ajo. Dejar hervir, cuando empiecen a salir burbujitas, esperar 5 minutos y apagar. Permitir que se enfríe.
2. Pasar el líquido que hirvió a través de un colador que tenga 3 a 4 hojas de papel de cocina y filtrar. Colocar el colador sobre un recipiente para recolectar el líquido.
3. Disolver en una taza aparte la grene-tina, primero agregarle 3 cucharadas de agua fría y remover para disolver. Después, adicionar 6 cucharadas de agua caliente.
4. Adicionar la grenetina disuelta en el líquido que se filtró anteriormente y mezclar. Si no se tiene olla de presión para esterilizar, cubrir el recipiente con papel aluminio y refrigerar de 15 a 20 minutos para ayudar a que empiece a gelificar el medio, pero no lo suficiente para que quede sólido. Llevar el recipiente al área previamente preparada y llenar los frascos con el medio. Taparlos y refrigerar hasta su uso.

### IMPORTANTE



Si no tienes una olla de presión con la cual esterilizar el medio que vas a preparar, realiza todo este procedimiento en un área previamente limpia, resguardada de corrientes de aire y junto al mechero de alcohol que preparaste anteriormente. Es importante también que los frascos donde vas a poner el medio, los limpies previamente remojándolos en una solución de cloro por 30 minutos (puede ser una parte de cloro mas 2 partes de agua

purificada). Después de que pase este tiempo, enjuaga los frascos 2 veces con agua purificada y déjalos escurrir sobre un papel limpio en el área que preparaste, teniendo cuidado de no tocar los bordes de la boca de los frascos.

La limpieza de los frascos la puedes realizar un día antes de la preparación de los medios de cultivo; una vez que estén secos, cúbrelos con su tapa para conservarlos estériles hasta el momento que los utilices.

5. Si se cuenta con una olla de presión, pasar el medio de cultivo preparado a un frasco de cristal con tapa (esta debe ser de metal) y ciérrala ligeramente. Si la tapa es de plástico, no la utilices para cerrar el frasco, ya que se puede derretir (puedes cubrirlo con una doble capa de papel aluminio y sellarla con una liga). Ver la Figura 4.



**Figura 4.** Frasco con tapa de aluminio.



Al momento de esterilizar el medio, puedes aprovechar también para desinfectar el siguiente material:

- Los frascos vacíos donde pondrás el medio y 3 frascos vacíos adicionales que servirán para la asepsia del material.
  - Frascos de cristal con agua purificada, tapados de la manera que se indicó para el medio de cultivo. Pueden ser 2 o 3 piezas.
  - 2 cucharas de metal envueltas en papel aluminio.
  - Un sobrecito hecho con papel aluminio donde se pongan 3 o 4 servilletas de papel o toallas de papel de cocina.
6. Colocar todo el material preparado anteriormente en una olla de presión por 15 minutos, con el objetivo de esterilizarlos.
  7. Una vez que baje la presión de la olla, destaparla y retirar el material. En el área estéril previamente preparada, llenar los frascos con el medio, cerrarlos y guardarlos en refrigeración hasta su uso.

### Lo que debes saber



Los medios de cultivo proporcionan al tejido los nutrientes necesarios para su crecimiento. Generalmente son mezclas de sales de macro y micronutrientes (como nitrógeno, **fósforo**, potasio, cobalto, entre otros elementos), vitaminas, reguladores de crecimiento necesarios para el crecimiento y diferenciación de los tejidos, una fuente de carbono que es proporcionada por el azúcar, y un gelificante que ayuda a que el medio sea **sólido. Además, los medios de cultivo deben tener un grado de acidez o alcalinidad (pH) que faciliten la toma de nutrientes por parte de los tejidos.**

El extracto de tomate, el plátano y el ajo utilizados en el medio casero, proporcionan algunas sales, aunque no todas como las de un medio preparado en un laboratorio establecido. Además, el ajo por sus propiedades antisépticas ayuda a que no se contamine el medio preparado. En este caso, no se añadió una fuente de carbono, que podría ser azúcar común, por no tener seguro el contar con una olla de presión para una esterilización ya que podría contaminarse más pronto el medio.

La grenetina se utiliza para dejar sólido el medio de cultivo.



## Cultivo *in vitro* de semillas en el medio casero.

### Pregunta de investigación

¿Cómo puedo germinar semillas *in vitro* en medios caseros?



### Actividad 6

Colecta y limpieza de semillas



### Materiales

- Semillas que hayas colectado de frutas que consumes en casa o granos como maíz, frijol, lentejas, etcétera.
- Colador.
- Papel de cocina o servilletas de papel.
- Un vaso.
- Agua corriente.



### Desarrollo

Colecta de semillas.

Si tus semillas tienen restos de la pulpa, es importante hacer lo siguiente:

1. Lavarlas con agua corriente para retirar restos de la pulpa. Te puedes ayudar con un colador para no perder semillas.
2. Una vez limpias, dejarlas remojadas en un vaso lleno con agua por un tiempo de 15 a 20 minutos y recolectar únicamente aquellas que no floten.
3. Dejar secar sobre papel y, una vez secas, guardar en sobrecitos de papel hasta el momento de utilizarlas para germinar.



### NOTA

Esto se hace con el fin de seleccionar las semillas llenas (que tengan embrión) de las vacías (semillas huecas sin embrión). Las semillas llenas se irán al fondo del vaso mientras que las huecas flotarán. Las que tú utilizarás son las que se quedan en el fondo del vaso.



### Actividad 7

Desinfección de semillas y siembra *in vitro* en mi laboratorio casero.



### Materiales:

- 3 vasos (pueden ser de vidrio, de plástico o reciclados) y un frasco limpio con tapa.
- Detergente líquido para trastes o detergente en polvo (si es líquido, mejor).
- Colador.
- Cloro comercial del que usan en tu casa.
- Alcohol de farmacia.
- Botella de agua purificada de un litro (nueva, sin abrir) o en el caso de contar con una olla de presión, se pueden esterilizar botellas de vidrio con agua purificada.
- Vaso medidor de medicina, jeringa de 5 o 10 ml o una taza medidora.
- Semillas.
- Medios de cultivo.
- Mechero de alcohol.
- Una cuchara.



## Desarrollo

1. En un vaso grande (de aproximadamente 250 ml) lleno hasta la mitad con agua, poner 10 gotas de detergente líquido para trastes o una pizca de detergente en polvo (mezclar sin formar mucha espuma).
2. Sumergir las semillas en esta preparación y agitar con ayuda de una cuchara durante 10 minutos.
3. Transcurrido este tiempo, enjuagar con agua de la llave hasta que no salga espuma. Utilizar un colador para evitar perder semillas.
4. En el área limpia y con el mechero encendido (que funcionará como nuestra área estéril), poner en un vaso el suficiente alcohol de manera que cubra completamente las semillas y agregar de 2 a 3 gotas de detergente líquido. Agitar por 15 minutos.
5. Retirar el alcohol cuidando que no se pierdan muchas semillas. Te puedes ayudar con una cuchara metálica, que previamente hayas calentado en la llama de la vela o mechero, para evitar que pierdas semillas al momento de desechar el alcohol. Asegúrate de que la cuchara se enfríe antes de utilizarla con tus semillas. Enjuagar 3 veces con el agua purificada recién abierta.
6. En otro vaso preparar una solución de cloro a partir del que normalmente se utiliza en casa. Medir 20 ml de cloro y agregar 80 ml del agua purificada. Pon las semillas a remojar en esta solución por 30 minutos, agitando el vaso para asegurar que todas las semillas tengan contacto con la solución.
7. Enjuagar 3 veces con el agua purificada y después pasar las semillas a un frasco limpio con agua purificada. Esta debe ser suficiente para cubrir las semillas. Dependiendo de la dureza de tus semillas, puedes dejarlas remojando 1 hora (si son semillas muy suaves), o de 12 a 24 horas (si son de consistencia muy dura) antes de sembrarla en el medio de cultivo. Recuerda mantener el frasco tapado durante el tiempo de espera.
8. Con ayuda de una cuchara metálica que previamente hayas calentado y enfriado, retira las semillas del frasco, ponlas sobre el papel para retirar el exceso de agua y después, deposítalas en el medio que preparaste.
9. Coloca tus frascos sembrados en un lugar limpio donde les de la luz, como puede ser cerca de una ventana.

Ayúdate con la cuchara teniendo cuidado de no tocar con los dedos el borde del frasco ni las semillas. Después calienta ligeramente en la llama el borde del frasco antes de cerrarlo.



## Actividad 8

Adaptación de las plantas obtenidas por la germinación *in vitro* (Figura 5).



## Materiales

- Frascos con plantas que tengan bien formada su raíz.
- Agua corriente.
- Servilletas de papel o papel de cocina.
- Contenedores de plástico limpios y perforados en el fondo (pueden ser botes pequeños vacíos de yogurt, vasos desechables reciclados, empaques de huevos, etcétera).
- Bolsas de plástico recicladas (si consigues transparentes mucho mejor).
- Tierra.



## Desarrollo

1. Destapa los frascos y con ayuda de una cuchara, separa con cuidado el medio de cultivo con todo y planta. Retíralos del frasco.
2. Con la mano, retira cuidadosamente la gelatina que rodea a tu planta, pero no trates de jalar con fuerza el medio alrededor de las raíces.
3. Coloca la planta bajo el chorro suave de la llave de agua y enjuaga las raíces hasta asegurarte que has retirado toda la gelatina.
4. Mientras preparas tus macetas, mantén tus plantas envueltas en papel humedecido para evitar que se sequen.
5. Llena tus contenedores con tierra, humedécela bien y cuidadosamente siembra tus plantas.
6. Cubre con la bolsa de plástico la maceta, pero trata de no aplastar la planta que sembraste. Puedes amarrar los bordes de la bolsa alrededor de la maceta con un hilo o liga, de manera que se mantenga firme.
7. Revisa diariamente que la tierra esté lo suficientemente humedecida y riega cuando lo necesite. ¡No te olvides colocar nuevamente la bolsa de plástico!
8. Al cabo de una semana, realiza pequeños orificios a la bolsa que cubre a las macetas. Sigue vigilando que la tierra siempre este humedecida.
9. Una semana después, retira la bolsa de las macetas. Si observas que tus plantas se resecan, aunque la tierra este humedecida, vuelve a colocar la bolsa por unos 3 días más.



**Figura 5.** Proceso de adaptación de plantas. 1 y 2) Limpieza de plantas producidas *in vitro* antes de la siembra en contenedores con tierra para su adaptación *ex vitro*. 3 y 4) Siembra en diferentes sustratos. 5) Plantas listas para su adaptación a condiciones *ex vitro*.



### Lo que debes saber

El establecimiento de un cultivo bajo condiciones *in vitro* requiere de una serie de pasos o etapas que se mencionan a continuación:

- Etapa 0/Preparación: involucra la selección del tejido a cultivar.
- Etapa 1/Establecimiento: involucra la producción de cultivos viables y libres de contaminación.
- Etapa 2/Multiplicación: en este paso, el número de propágulos se incrementa.
- Etapa 3/Producción de plantas: se cuenta con el número suficiente de plantas de tamaño adecuado con raíces y calidad para poder ser llevadas a condiciones *ex vitro*.
- Etapa 4/Climatización: involucra la adaptación de las plantas de un ambiente *in vitro* (o sea dentro de frascos) a *ex vitro* (condiciones externas) en un invernadero, vivero y en algunas ocasiones, directo al campo dependiendo del tipo de planta que estemos trabajando.

En la actividad 6, la colecta de semillas y la selección que hiciste de las mismas

al separar “buenas” (semillas llenas) de “malas” (semillas vacías) sería la Etapa 0.

En la actividad 7, la desinfección de tus semillas y la siembra en el medio que preparaste, correspondería a lo que es la Etapa 1 o de establecimiento del cultivo.

Para las etapas de multiplicación y producción masiva de plantas, necesitarías utilizar un medio de cultivo al que se le tendría que agregar otros componentes, como son los reguladores de crecimiento, además de realizar una serie de pruebas para ver qué combinación de estos es la adecuada para estimular la formación de más plantas.

En la actividad 8, el pase de tus plantas del frasco cerrado a macetas, corresponde a la etapa de climatización o adaptación.

Las plantas en los frascos están en un ambiente muy húmedo y no necesitan regular la pérdida de agua, por lo que no han desarrollado bien las estructuras encargadas de esto como lo hacen las que crecen en ambientes externos. La adaptación gradual permite el desarrollo de estas estructuras (estomas) y garantiza la sobrevivencia de un ambiente *in vitro* a otro *ex vitro*.



## Sobre los autores

**Ileana Cecilia Borges Argáez** es Química Bióloga Agropecuaria con experiencia en el área de cultivo *in vitro* de tejidos vegetales, en particular en embriogénesis somática, cultivo de cactáceas y semilla artificial. Actualmente trabaja en el cultivo *in vitro* de microalgas en el laboratorio de Biotecnología de Microalgas de la Unidad de Biotecnología. “Cuando estaba en secundaria me gustaban varias disciplinas: geografía, biología, química y sobre todo, las prácticas de laboratorio; aunque también me gustaba mucho la clase de música. No tenía claro que me gustaría ser, a veces quería estudiar para pianista, otras para psicóloga o medicina, y al final ganó la que no tenía imaginado, la química”.

Dra. **Leticia Peraza Echeverría**. “Llevo aproximadamente 10 años participando en cursos para jóvenes estudiantes de primaria, secundaria y preparatoria, y más de 21 años asesorando tesis a estudiantes de licenciatura y posgrado; todos relacionados con el quehacer de la ciencia, principalmente en el área de la biotecnología vegetal. Las áreas que domino son el cultivo de tejidos vegetales, biología molecular, obtención de extractos acuosos vegetales. El trabajo científico que he realizado ha sido con el objetivo de buscar alternativas de combate a hongos que atacan a los cultivos de importancia comercial, ya sea a través de la búsqueda de genes de

resistencia o extractos acuosos de plantas de la región que también puedan ser usados para atacar a dichos hongos patógenos. Cuando estaba en la secundaria, me hubiera gustado estudiar para ser maestra. Una vivencia: me tocó el taller de electricidad. Éramos solo 2 mujeres entre varones; aunque al principio me sentía incómoda, después me di cuenta que mis compañeros eran muy respetuosos y colaborativos. Ese taller me ayudó mucho con las materias de física y química. ¡Terminó encantándome el taller!”.

M. C. **Miguel Ángel Herrera Alamillo**. “Tengo más de 24 años participando e impartiendo cursos y talleres formativos a jóvenes con interés en la ciencia, desde nivel primaria hasta posgrado. Mi área de experiencia es la Biotecnología Vegetal y la aplicación de todas las ramas que derivan de este enorme campo de trabajo, enfocado en el mejoramiento genético de las plantas para hacerlas más productivas y más resistentes a enfermedades o ataques de patógenos, y de igual modo, el rescate de aquellas que se encuentran en peligro de extinción. Cuando estaba en la secundaria, me gustaba la biología y la química. Tenía una lupa y un juego de química *Mi alegría*, y me gustaba coleccionar insectos y hacer reacciones con los elementos del juego, sobre todo, con aquellos que provocaban reacciones exotérmicas”.



## GLOSARIO

**Biodiversidad:** es la variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otros, los ecosistemas terrestres y marinos, así como otros sistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte. Comprende la diversidad dentro de cada especie, entre ellas y de los ecosistemas.

**Cultivo *in vitro*, cultivo de tejidos vegetales:** este término abarca un amplio rango de técnicas que involucran el crecimiento de germoplasma vegetal bajo condiciones estériles en un medio de cultivo artificial.

**Estomas:** son poros situados en la superficie de las hojas que permiten el intercambio de gases y cuyo diámetro varía por cambios en la turgencia (hinchazón) de las células oclusivas o de guarda. Aunque son más frecuentes en las hojas, también se presentan en otros tejidos verdes, tales como tallos, frutos y partes de inflorescencias.

**Explante:** tejido a partir del cual se inicia el cultivo *in vitro* y que se obtiene de una planta donadora. Puede ser una hoja, raíz, tallo, semillas, etcétera.

**Ex vitro:** fuera de contenedores cerrados, en ambientes exteriores.

**Germoplasma:** conjunto formado por el total del material hereditario (o banco genético) que contiene todas las posibles variaciones que presentan una o varias especies, poblaciones y grupos, entre otros (NOM-056-FITO-1995).

**In vitro:** se refiere al cultivo realizado en frascos o contenedores cerrados, bajo condiciones de esterilidad.

**Medio de cultivo:** es la mezcla de varios componentes como nutrientes minerales, vitaminas, azúcares y reguladores de crecimiento, que le proporcionan al tejido cultivado lo necesario para su desarrollo. Pueden ser de consistencia líquida o sólida, si se agrega un agente gelificante como el agar.

**Reguladores de crecimiento:** son componentes críticos del medio de cultivo porque determinan la ruta de desarrollo de las células vegetales.

**Recursos fitogenéticos:** comprenden la diversidad vegetal cultivada que tiene un valor real o potencial en la seguridad alimentaria de la humanidad. Desde esta perspectiva, cada una de las especies que han presentado un proceso de domesticación, tanto a nivel local o mundial, asociando sus parientes silvestres, poseen un patrimonio genético invaluable.



## Bibliografía

---

- Anca, P. (2009). Biotechnology for Endangered Plant Conservation: A Critical Overview. En *Romanian Biotechnological Letters* (Vol. 14, No. 1). Pp. 4095-4103.
- Azcón-Bieto, J., y Talón, M. (2008). *Fundamentos de fisiología vegetal* (No. 581.1). McGraw-Hill Interamericana.
- Biodiversidad Mexicana. (2020). *¿Qué es la biodiversidad?* Consultado en: [www.biodiversidad.gob.mx/biodiversidad/que\\_es](http://www.biodiversidad.gob.mx/biodiversidad/que_es).
- Bonilla Morales, M. M., Mancipe Murillo, C., y Aguirre Morales, A. C. (2015). Conservación *in vitro*: una perspectiva para el manejo de los recursos fitogenéticos. En *Revista de Investigación Agraria y Ambiental* (Vol. 6, No. 1).
- Cruz-Cruz, C. A., González-Arno, M. T., y Engelmann, F. (2013). *Biotechnology and Conservation of Plant Biodiversity*.
- Ferrer, M., Durán, R., Méndez, M., Dorantes, A., y Dzib, G. (2011). Dinámica poblacional de genets y ramets de *Mammillaria gaumeri* cactácea endémica de Yucatán. En *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, (89), 83-105.
- Lynch, P. T. (2007). Tissue Culture techniques in *In vitro* plant conservation. En *Plant Conservation Biotechnology*.
- Monsalve Suárez, S. (2016). *The right to seeds and biological diversity*. Consultado en: [www.fian.org/fileadmin/user\\_upload/droits\\_semences\\_UK\\_web.pdf](http://www.fian.org/fileadmin/user_upload/droits_semences_UK_web.pdf)



# 6S

## ¡Las plantas tomaron mi casa!

**Dr. Pedro Iván González Chí**  
**Mtro. César Martín Barrera**  
**Ing. Omar Yamil Rodríguez Gamboa**

Unidad de Materiales

### Descripción

Aprenderás qué son los jardines verticales, qué beneficios pueden traer a tu hogar y cómo fabricar uno tú mismo, mientras observas el mundo a través del método científico.

Darás los primeros pasos para crear un hogar sustentable mediante el reúso de materiales de desecho, evitando que lleguen a los vertederos, además contribuirás al ahorro de energía eléctrica, pues un jardín vertical puede refrescar tu hogar de forma natural y así usarás menos el ventilador o aire acondicionado.

### Objetivo

Construir un jardín vertical a partir de materiales de reúso, entendiendo el papel que juega cada uno de sus elementos y los beneficios que ofrece al medio ambiente y a la sociedad.

### Materia afín

- Química.
- Tecnología/Técnica y naturaleza/Transformación de materiales y energía.

(Currícula en: [www.planyprogramasdestudio.sep.gob.mx/index-mapa-curricular2019.html](http://www.planyprogramasdestudio.sep.gob.mx/index-mapa-curricular2019.html)).



## ¿Qué vas a aprender?

- Método científico.
- Cómo construir un jardín vertical a partir de materiales de desecho.
- Identificación y propagación de plantas.
- Procesos vitales de las plantas.
- Principios de termodinámica.
- Principios de sustentabilidad.



### Pregunta inicial

¿Puedo reducir la temperatura de mi casa al cubrirla con un jardín vertical construido a partir de materiales de desecho?



## Panorama general del tema

¿Quieres darle a tu hogar un paisaje agradable y que sea amigable con el medio ambiente?, ¿quieres hacerlo con materiales fáciles de conseguir? Además, ¿quieres que esto te ayude a refrescar tu hogar ahorrando en el consumo de energía eléctrica?

### ¿Sabías que lo de hoy son las ciudades sustentables?

La sustentabilidad llegó para quedarse y ya es un tema prioritario en el mundo. Las personas son cada vez más conscientes de su actuar y buscan maneras ingeniosas para hacer nuestro mundo sustentable.

Los jardines verticales son estructuras cubiertas con plantas, pueden ser de interior o de exterior, y su principal característica es que pueden ser instalados en espacios reducidos. Tal vez te preguntas qué beneficios da un jardín vertical; te explico algunos de estos: distintas investigaciones han demostrado que las áreas verdes en las ciudades ayudan a bajar algunos grados la temperatura del ambiente, reduciendo el **Efecto Isla de Calor** (incremento de la temperatura ambiental de un área específica de una ciudad, respecto al resto de

la misma). Por otra parte, proporcionan mayor biodiversidad y absorben partículas contaminantes del aire, pues las plantas transforman el dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) en oxígeno a través de la fotosíntesis; si esto te parece poco, imagina si además se construyen con materiales que desechamos todos los días como envases de PET y Tetra Brik (a pesar de que coloquialmente se le conoce como Tetra Pak a estos envases, en realidad su nombre es Tetra Brik. Tetra Pak es la empresa que los fabrica); al hacer esto, estaremos dándole una segunda vida útil a estos materiales reduciendo la contaminación ambiental y de paso ahorramos en la compra de materiales.

### ¿Sabes qué es el síndrome de la tristeza urbana?

Los seres humanos tenemos la necesidad de estar conectados con la naturaleza. Los jardines verticales son una excelente opción para llevar la naturaleza a los espacios que habitamos; estar en un ambiente verde nos ayuda a equilibrar los niveles de serotonina y endorfina de nuestro organismo. Muchos estudios científicos han comprobado que, al estar más en contacto con la



naturaleza, aumenta nuestra creatividad y productividad, disminuye la ansiedad y evita la depresión; es decir, las personas se sienten mejor, más sanas y más sociables en un entorno verde. En pocas palabras, nos hace más felices.

### ¿Te animas a hacer un jardín vertical?

Entonces el presente proyecto es para ti. Aquí te daremos las pautas necesarias para fabricar uno; además, aprenderás sobre diversos temas a través del uso del método científico.



## Presentación

El presente proyecto está enfocado en el tema de la sustentabilidad, busca crear conciencia acerca de la importancia del cuidado del medio ambiente. Para esto, el proyecto se divide en actividades y experimentos a desarrollar por secciones.

Durante este proyecto, aprenderás a hacer un jardín vertical con materiales de reúso, podrás seleccionar el tipo de plantas adecuadas para el jardín de acuerdo al tipo de

clima de la localidad, podrás fabricar un sistema de riego por goteo para el jardín utilizando métodos sencillos y económicos, aprenderás que es la evapotranspiración y su función, y algunas propiedades térmicas de los jardines verticales.

Este proyecto fue creado por académicos y voluntarios expertos en la materia, quienes te guiarán durante 4 secciones de trabajo.



## Desarrollo

### ¡Inicia tu proyecto científico!

Aunque puede sonar complejo, en realidad solo necesitas tres herramientas: la primera es el método científico, serie de pasos que guía el trabajo de los investigadores y que te permitirá responder las preguntas que te planteemos y las que te surjan al observar la naturaleza. Esta herramienta genera conocimiento válido que responde las pequeñas y grandes preguntas del universo; está conformada por los siguientes pasos:

- Planteamiento del problema o pregunta.
- Formulación de una hipótesis.
- Experimentación.
- Análisis de resultados.
- Conclusión.

Tal vez estos pasos te parezcan raros, pero durante el desarrollo de las actividades verás que es algo muy simple y a veces los hacemos sin darnos cuenta.



La segunda herramienta es una bitácora. Como científico, deberás registrar todas tus actividades en tu bitácora, te sugerimos que comiences con la fecha y el título del tema. A continuación, desarrolla tu actividad del día o experimento, anotando los procedimientos que realices, incluyendo las mediciones, cantidades, porciones, tiempos, etcétera. También anota tus observaciones, puedes apoyarte con imágenes, diagramas y dibujos de tus actividades para un mejor entendimiento. Seguidamente, realiza el análisis de resultados basándote en tus registros, anota tus descubrimientos y al final, anota tus conclusiones, reflexiones, aprendiza-

jes, nuevas preguntas, propuestas o ideas. Repite este proceso con cada experimento o actividad, para que generes un excelente registro de tu proyecto.

La tercera herramienta la constituyen las actividades y experimentos que hemos pensado para ti. Cada actividad te permitirá explorar de forma divertida uno o más de los temas que ya has visto en tus cursos previos de ciencia (Biología y Física) y tecnología. La secuencia de pasos para desarrollar cada tarea está inspirada en el método científico, con el fin de que te familiarices con esta poderosa herramienta de investigación.

## SECCIÓN 1

¿Qué es un jardín vertical?, ¿por qué es importante?,  
¿cómo construir uno con riego por goteo?

Intenta visualizar la superficie que abarca la ciudad de Mérida, ¿consideras que es mucha o poca? Si buscas en internet encontraras que su superficie es de 883 km<sup>2</sup>. Si contestaste que Mérida tiene mucha superficie, ahora imagina la Ciudad de México, cuya superficie es de 1485 km<sup>2</sup>, 1.6 veces la superficie de Mérida. ¿Qué habría en estos espacios si no existieran las personas ni edificios? ¿Qué le ocurre al medio ambiente cuando se reemplazan los árboles y montes con calles y edificios? Reflexiona sobre estas preguntas en tu bitácora.

Con base en lo anterior surge la pregunta, ¿cómo se puede integrar la naturaleza en el entorno urbano? Revisa a continuación la información que seleccionamos para ti, respecto a este tema.

### ¿Qué es un jardín vertical?

Esencialmente es un sistema de soporte que le permite a las plantas crecer sobre una superficie vertical, aprovechando espacios que de otra manera estarían vacíos. Las plantas a utilizar dependen del tipo de clima de la región, pero existe una gran variedad que pueden ser usadas en jardines de este tipo, pueden ser matas o herbáceas.

### ¿Por qué es importante?

El jardín vertical es una práctica popular en arquitectura sustentable por dos razones. La primera es que permite reacondicionar edificios que ya están construidos y volverlos más amigables con el medio ambiente. La segunda es que ofrece muchos beneficios al medio ambiente y a la sociedad. Los más destacados son:



Figura 1. Distintos modelos de jardines verticales. De izquierda a derecha vemos un jardín externo, uno interno y uno interno modular. [www.ambius.com/green-walls/ultimate-guide-to-living-green-walls/](http://www.ambius.com/green-walls/ultimate-guide-to-living-green-walls/); [jardinieraplantasyflores.com/jardinera-vertical-en-una-terrace-o-patio-interior/](http://jardinieraplantasyflores.com/jardinera-vertical-en-una-terrace-o-patio-interior/)

- **Reducción de la temperatura exterior.** En ciudades en las que existe una alta densidad de construcción y áreas asfaltadas ocurre el **Efecto Isla de Calor**: el concreto o asfalto absorben la energía del sol durante el día y la liberan en forma de calor, lo que provoca días y noches más cálidos.
- Si se incrementa la presencia de áreas verdes, y, por tanto, se reduce la cantidad del concreto y asfalto expuesto a la radiación solar, el **Efecto Isla de Calor** disminuye. En consecuencia, se percibe una menor temperatura en el exterior.
- **Reducción de la temperatura en interiores:** el concreto no solo libera hacia afuera el calor que acumula, gran parte del calor del interior de nuestras casas proviene de las paredes y el techo, ya que transfieren hacia adentro el calor que absorben de la radiación. Si un jardín vertical se interpone entre el exterior y la pared de tu casa, esta reducirá la ganancia de calor a través de tres mecanismos:
  - ◇ Al producir sombra con la vegetación.
  - ◇ Al enfriar por la transpiración natural de las plantas.
  - ◇ Al reducir la influencia del viento gracias a que actúa como barrera física.
- **Protección térmica:** los materiales normalmente se expanden a medida que su temperatura aumenta y se contraen cuando esta desciende a lo largo del día. Por ejemplo, materiales como el concreto, se calientan durante el día debido a la radiación solar y se expanden, al caer la noche estos materiales liberan este calor y se contraen. Entre más pronunciada sea la diferencia de temperaturas, más grande será la expansión y contracción y más acelerado será el deterioro de los materiales. Si colocamos un jardín vertical dispuesto de tal manera que pueda proveer sombra a un muro o pared, se podrá reducir la cantidad de calor que absorben los materiales estructurales y como consecuencia reducir su deterioro.
- **Ahorro de energía:** la reducción de temperatura en interiores que provoca un jardín vertical al proveer sombra sobre las paredes de un edificio, hace que el ambiente sea más agradable y se usen ventiladores y aires acondicionados a una menor potencia o por menos tiempo. La electricidad que se ahorra por este uso más reducido se traduce



en dos beneficios. En primer lugar, se evitan los gases de efecto invernadero que se generan en la producción de electricidad. En segundo lugar, se ahorra dinero al recibir facturas de electricidad más bajas.

- **Protección de la fauna:** un jardín vertical ofrece alimento y refugio para insectos y animales pequeños, lo que los atrae. Una vez que están sobre o cerca del jardín vertical comienzan a interactuar entre sí y a formar un pequeño ecosistema que contribuye a la conservación del hábitat. Las Figura 2 y 3 presentan algunos ejemplos de fauna que hemos encontrado en nuestros jardines.



**Figura 2.** Catarina en jardín de Tetra Brik.

- **Mejora del medio ambiente:** nuestras actividades generan directa o indirectamente gases que dañan el medio ambiente, como el dióxido de carbono. Tener plantas ayuda a contrarrestar el daño que causamos, ya que absorben y procesan dichos gases, pero tener un jardín vertical además ahorra espacio y electricidad, como se mencionó anteriormente. Un jardín vertical completamente desarrollado es capaz de procesar CO<sub>2</sub> y partículas como lo hace un árbol adulto, pero usando un espacio mucho menor.



**Figura 3.** Lagartija en jardín de botellas de plástico.

### Recursos multimedia



Beneficios de los jardines verticales

- Los beneficios de los jardines verticales – TVC México: [www.youtube.com/watch?v=PTPCZd-5nRQo](http://www.youtube.com/watch?v=PTPCZd-5nRQo)
- Los jardines verticales – FAUAB: [www.youtube.com/watch?v=31rIJ-jCAmPw](http://www.youtube.com/watch?v=31rIJ-jCAmPw)
- Beneficios de los Jardines Verticales o huerto vertical – Info Garden: [www.youtube.com/watch?v=YIkJ-L008Imc](http://www.youtube.com/watch?v=YIkJ-L008Imc)



## Como construir un jardín vertical



### Actividad 1: Construye el esqueleto de un jardín vertical

#### Preparación

Las partes que componen un jardín vertical son: el esqueleto (la estructura rígida que sostiene todo y los contenedores o maceteros), la tierra o sustrato (el medio de crecimiento que contiene los nutrientes y retiene el agua), la vegetación y el sistema de riego. En esta actividad nos centraremos en la construcción del esqueleto con material de desecho.

En internet existen muchas guías para armar jardines verticales o macetas con envases de plástico, especialmente PET, pero poco se ha hablado de cómo usar los envases Tetra Brik (aquellas cajas en las que viene la leche o el jugo y que parecen de cartón) para este propósito. Es por ello que en esta ocasión te mostraremos una manera muy fácil y segura para aprovecharlos en un jardín.

#### Pregunta de investigación

¿Cómo se puede armar el esqueleto de un jardín vertical reutilizando materiales comunes y objetos ya disponibles?



#### Observar

Observa los envases que se desechan en tu casa, ¿cuáles podrías convertir fácilmente en macetas?, ¿cómo podrías hacer que esas macetas se puedan colocar sobre una superficie o estructura vertical? Anota tus reflexiones en tu bitácora. De los envases

desechados, recupera tantos Tetra Briks de 1 litro como macetas desees hacer, vacíalos, enjuágalos y déjalos secar.

Revisa tu casa en búsqueda de objetos que ya no deseen o no se usen. Pregunta a tus papás qué materiales u objetos se desechan en sus lugares de trabajo y si sería posible que los recuperen para ti. Haz una lista con los objetos que encuentres, te servirá para después.

#### Diseño

Piensa en cómo será tu propuesta de jardín vertical. Por el momento no te preocupes por cómo armar las macetas, te daremos una ayudadita mostrándote cómo lo hacemos en el CICY en la sección "Manos a la obra". Reflexiona sobre esta actividad y te invitamos a que leas antes de proseguir:

- ¿Qué características debe tener la estructura para que en ella se puedan colgar macetas como las que te mostramos en la Figura 4?
- ¿Cómo se sostendrá el jardín vertical?, por ejemplo, si será un soporte aparte o irá instalado directamente sobre una pared
- ¿Es posible llevar a cabo tu propuesta con los materiales que se encuentran en la lista que armaste? (Te sugerimos que evites comprar cosas nuevas).



Redacta tu propuesta en tu bitácora tomando en cuenta la lista de materiales que necesitarás y la secuencia de pasos que te imaginas que necesitarás realizar. Si es posible apóyate con diagramas y figuras para visualizar tu idea.



### Materiales

- Alambre de acero galvanizado calibre 16.
- Pinza de corte.
- Tijera.
- Regla.
- Envases Tetra Brik de 1 litro.

### Manos a la obra

Arma tantas macetas como desees siguiendo las instrucciones que te presentamos. Esta guía toma como base las cajas Tetra Brik que miden aproximadamente 19.3 x 5.5 x 8.7 cm. Si las cajas que recolectaste tienen medidas distintas, lee el tutorial y usa tu ingenio para ajustar las medidas de la canasta a las de tu caso particular.

Retira la tapa (si tuviera) del envase Tetra Brik, y dale la vuelta. Levanta las solapas del fondo del envase y aplástalas de forma que se exponga la unión que se encuentra en la base. Corta inmediatamente donde se forma la unión y dobla las pestañas resultantes hacia adentro (Figura 5).

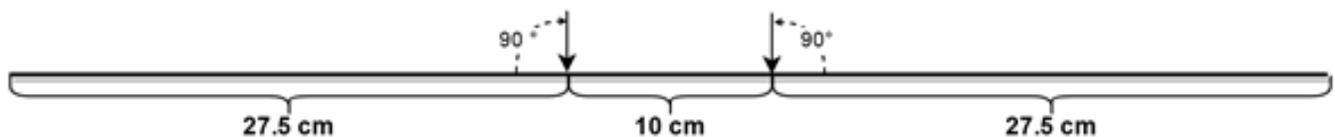
Arma las canastas de alambre galvanizado que soportarán a los envases Tetra Brik y además permitirán colgarlos en la estructura del jardín vertical. Corta un tramo de alambre de 65 cm con la pinza. Este será el marco de la canasta. Realiza los dobleces como se indica en la Figura 6:



**Figura 4.** Maceta de Tetra Brik. a) Vista frontal, b) Vista lateral.



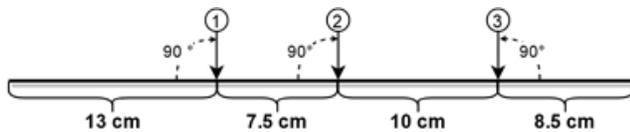
**Figura 5.** Apertura del fondo del envase Tetra Brik.



**Figura 6.** Dobleces para el marco de la canasta.

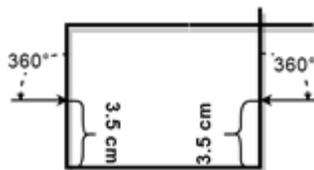


Corta dos tramos de alambre de 39 cm con la pinza de corte. Estos actuarán como costillas de la canasta, aprisionando el envase Tetra Brik. Realiza los dobleces como se indica en la Figura 7:



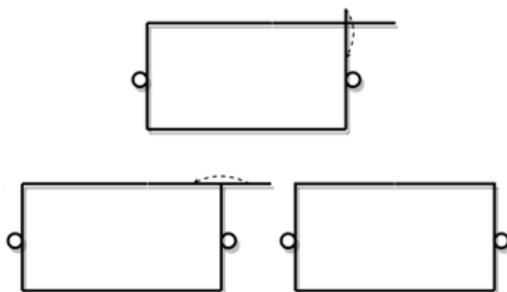
**Figura 7.** Dobleces para la costilla de la canasta.

Posiciona la pinza a la altura señalada en la Figura 8. Dobra el alambre 360° para formar un lazo, procurando que su anchura sea suficiente para que pase un tramo de alambre. Procura que los extremos del lazo terminen en su posición original y la costilla se mantenga plana.



**Figura 8.** Creación de lazos para el marco de la canasta.

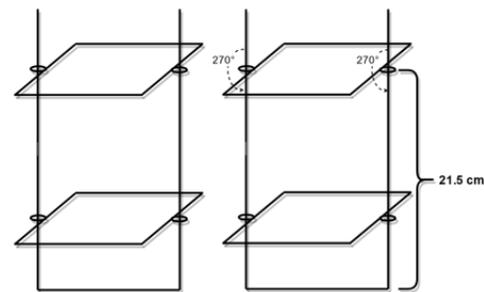
Coloca la pinza en el extremo corto de la intersección de alambre y realiza un doblez de 180° que aprisione al extremo largo, como se observa en la primera secuencia



**Figura 9.** Cierre de la costilla.

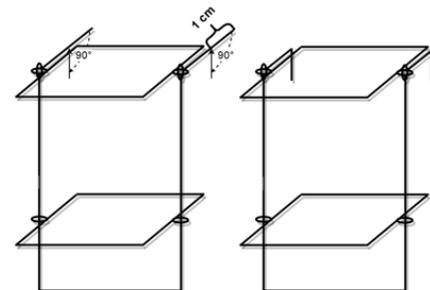
de la Figura 9. Realiza el mismo procedimiento con el extremo largo para cerrar la costilla.

Toma las dos costillas y la U que hiciste pasos atrás, y desliza las primeras en la segunda, como se muestra en la Figura 10. Procura que la segunda costilla se ubique a 21.5 cm de la base. Con la pinza, dobla 270° ambos extremos del marco de alambre, de manera que se forme un lazo que aprisione la costilla y el extremo libre quede paralelo a la costilla superior.



**Figura 10.** Ensamblaje de la canasta.

Realiza dos dobleces de 90° a un centímetro de los extremos del marco de la canasta Figura 11. Introduce un envase Tetra Brik en la canasta, procurando que el extremo del envase con tapa coincida con la base. ¡Enhorabuena! Has concluido el armado de tu maceta.



**Figura 11.** Conclusión del ensamblaje de la canasta.



**Figura 12.** Propuesta de jardín vertical empleando envases Tetra Brik.

Una vez que hayas armado todas las macetas que necesites, constrúyelas la estructura de soporte que propusiste en tu bitácora y documenta tu progreso.

En la Figura 12 te mostramos una propuesta de jardín vertical hecha por Omar (coautor de este manual) en su casa. La estructura de soporte empleada es una malla electro-soldada (usada comúnmente en la construcción de casas), que fue clavada a la pared de concreto y y dos cajas Tetra Brik de un

modelo más alargado por canasta. En la sección de Recursos Multimedia de esta actividad, hallarás un video donde se muestra el proceso de construcción de este muro.

## Conclusiones

¿Te topaste con problemas al armar el esqueleto de tu jardín vertical?, ¿tal vez algo no funcionó como esperabas? Ya que documentaste desde tu propuesta hasta tu procedimiento, siempre podrás volver e identificar qué te causó problemas y hacer cambios adecuados. Este tipo de proyectos no siempre van en un solo sentido, a veces hay que avanzar y retroceder un par de veces hasta lograr la propuesta adecuada. Lo que te pasó le sucede a científicos e ingenieros, ¡no te preocupes!

Reflexiona respecto a tu idea, ¿se puede escalar a un mayor tamaño? Si lo hicieras de 2 metros de alto por 3 metros de largo, ¿seguiría siendo factible tu propuesta o sería inestable? Escribe al respecto en tu bitácora.

## Recursos multimedia

Vídeo sobre el método de construcción propuesto para el jardín vertical.

- ¿Cómo realizar una pared verde: con botellas PET y alambre? – Omar Rodríguez: [www.youtube.com/watch?v=p2ASNG8L3A0](http://www.youtube.com/watch?v=p2ASNG8L3A0)
- ¿Cómo realizar una pared verde: con malla electro-soldada y cajas de leche? – Omar Rodríguez: [www.youtube.com/watch?v=AoBrde1sRp8](http://www.youtube.com/watch?v=AoBrde1sRp8)
- ¿Cómo realizar una pared verde: con una parrilla de estufa y cajas de leche? – Omar Rodríguez: [www.youtube.com/watch?v=K7XVb53kNIE](http://www.youtube.com/watch?v=K7XVb53kNIE)



### Construcción de paredes verdes

- ¿Cómo hacer un muro verde casero? - Hydro Environment Hidroponía: [www.youtube.com/watch?v=U3-xWtsu7nM](http://www.youtube.com/watch?v=U3-xWtsu7nM)
- Jardín colgante súper cool - DIY Garden Ideas: [www.youtube.com/watch?v=YkqDE4ZPTHM](http://www.youtube.com/watch?v=YkqDE4ZPTHM)
- ¿Cómo hacer una huerta de riego por goteo con botellas recicladas? – SODIMAC: [www.youtube.com/watch?v=GxVujAVm3nQ](http://www.youtube.com/watch?v=GxVujAVm3nQ)
- DIY: cómo hacer un JARDÍN VERTICAL profesional – Antic & Chic: [www.youtube.com/watch?v=m-1V7wjUJ6Fs](http://www.youtube.com/watch?v=m-1V7wjUJ6Fs)



## Riego por goteo

Al llegar a este punto, ya estarás construyendo tu jardín vertical con los envases que has recolectado. Ahora es importante que lo prepares para recibir a sus inquilinas, las plantas; hay que tomar en cuenta que cuando recién las trasplantes o uses esquejes, necesitarás brindarle mucha atención y cuidado hasta que sus raíces se afiancen y adapten al sustrato o tierra. Por tanto, necesitarás un sistema de riego por goteo para que la planta tenga un suministro constante de agua y de esta manera la humedad de la tierra se mantenga estable y sea más fácil

mantenerla con vida. Para construir este sistema de riego podrás reusar materiales que hayas pensado desechar, te damos algunas opciones en los videos sugeridos en los recursos multimedia de esta sección; recuerda que la atracción gravitacional interviene en estos sistemas de riego, por lo que deberás colocar el depósito de agua a suficiente altura para que el sistema haga su trabajo, después de ver los diferentes métodos propuestos, ¿cuál crees que es el más adecuado para tu jardín? Selecciona al menos uno de estos para elaborar y adaptarlo a tu jardín, pero antes de esto; ¡vamos a hacer un experimento!



## Experimento 1: Conductor de agua por capilaridad

### Preparación

Este experimento consiste en determinar qué tipo de material es el mejor conductor de agua por capilaridad. Esto lo definirá el caudal de agua, es decir, la cantidad de agua en volumen que pueda suministrar respecto al tiempo. Para esto debes probar diferentes materiales.

al menos 5 muestras de material, pueden ser telas o cuerdas que hayan sobrado o no se usen. Procura que cada cuerda o tela enrollada tenga aproximadamente 5 mm de diámetro. Algunas ideas son: cuerda de tendadero, rafia, sogá, cordón (agujeta), estambre trenzado, etcétera.

### Pregunta de investigación

¿Qué tipo de material es más eficaz para conducir agua por capilaridad?

### Hipótesis

Formula tu hipótesis respondiendo la pregunta de investigación, tomando en cuenta los materiales que has seleccionado. Apóyate investigando sobre principios de capilaridad y materiales hidrofílicos e hidrofóbicos. ¿Crees que el tipo de tejido o trenzado influye en el flujo de agua?, ¿crees que el grado de compactación o tupido del trenzado o tejido influye en el flujo del agua?, ¿crees que mientras más absorbentes son mejores conductores del agua? Considera esto para tu hipótesis.



### Observar

Observa e identifica las telas y cuerdas que se usan en tu casa. El tipo de tela del que están hechas las toallas, ¿es el mismo que el de tus playeras? Y la cuerda de tendadero, ¿es similar a la cuerda para manualidades?, ¿en qué se diferencian? Recolecta



## Materiales

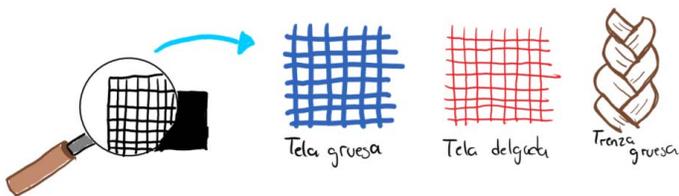
- 30 cm de los siguientes materiales: cordón, estambre, rafia, tela y/o cuerda de diferentes tipos.
- Papel de aluminio.
- Recipiente o contenedor para agua.
- Vasos pequeños del mismo tamaño.
- Tijeras.
- Cronómetro o reloj.
- Regla.

## Experimentación

Identifica la composición de los materiales que has elegido, por ejemplo: si el material es de fibra sintética, como poliéster, polietileno, polipropileno, rayón, etcétera; si se trata de fibra de origen animal como lana, seda, etcétera; o si es fibra de origen vegetal como algodón, lino, henequén, yute, ixtle, cáñamo, etcétera. Puedes conseguir esta información en las etiquetas de las telas, en los empaques del producto o explorando en la internet.

1. Corta con una tijera tramos de 30 cm de largo de cada material; si el material es delgado como el caso del estambre, agrupa varios tramos y tréznalo hasta obtener el diámetro requerido. En el caso de la tela, corta una tira, el ancho dependerá de su espesor, de tal manera que, al enrollarla, el rollo quede de 5 mm diámetro.

2. Observa de cerca el tipo de trenzado o tejido y la orientación de las fibras respecto al largo, de preferencia usa una lupa para apoyarte en la observación y dibuja la forma del trenzado o tejido en tu bitácora, te damos unos ejemplos en la Figura 13; observa si está formado por hilos gruesos o delgados y también regístralo.
3. Corta tiras o secciones de papel de aluminio de 5 x 28 cm, tal como se observan en la Figura 14 a y cubre tu material enrollándolo con el papel de aluminio para que quede forrado (Figura 14 b, c y d), dejando al descubierto 2 cm en uno de los extremos como se observa en la Figura 14 d; de ahora en adelante a esto le llamaremos rollo. Etiqueta cada rollo identificándolo de acuerdo al material que contiene. El forro de aluminio funciona como soporte, con esto nos aseguramos de que todos los rollos queden de la misma forma al ser doblados y así evitamos diferente holgura durante la prueba pues esto puede afectar los resultados.



**Figura 13.** Ejemplos de dibujos de tejidos y trenzados de los materiales.



**Figura 14.** Formación de rollos de aluminio con el material conductor, a) tiras de aluminio, b) posición del cordón sobre el aluminio, c) enrollado inicial del aluminio, d) vista final del extremo descubierto del rollo.



4. Dobra todos los rollos en la parte media para formar un ángulo de aproximadamente 45°. Coloca los rollos al mismo tiempo en el contenedor de agua de tal manera que el extremo con el material descubierto quede sumergido en el contenedor de agua y el otro extremo quede colocado sobre un vaso donde se verterá el agua; el nivel de agua del contenedor debe estar a mayor altura que la desembocadura del rollo, tal como se observa en la Figura 15.



**Figura 15.** Montaje de los rollos en el contenedor de agua para la prueba de capilaridad.

5. Inicia el conteo del tiempo con un cronómetro o reloj al momento de colocar los rollos en el contenedor con agua, espera y cuando empiece a gotear cada rollo en el vaso, registra el tiempo que tarda cada material en empezar a gotear.
6. Mide el tiempo que transcurre entre gota y gota que cae de cada rollo, si te es posible cuenta el tiempo que tardan en caer 20 gotas, también regístralo en

tu bitácora. En caso de que el flujo sea muy lento, espera un lapso de 4 horas aproximadamente (sigue monitoreando el tiempo), cuando los vasos tengan suficiente agua, mide con una regla la altura de cada columna de agua en cada vaso (del fondo del vaso a la superficie del agua) y regístralo, con esta información podrás calcular el caudal del agua más adelante.



### Análisis de datos

Ahora calcula el caudal o flujo de agua, para esto se necesita medir el volumen del agua absorbida, si no tienes equipo para medirlo, por ejemplo una pipeta, puedes basarte en la información de la literatura, ahí podemos encontrar que 20 gotas de agua ocupan 1 mililitro aproximadamente, si mediste cuanto tiempo tardan en caer 20 gotas podremos calcular el caudal dividiendo su volumen (1 mililitro) entre el tiempo transcurrido, si solo registraste el tiempo entre gota y gota, multiplica este tiempo por 20 que es equivalente a un mililitro, también puedes calcular el caudal si conoces la cantidad de agua que ha caído al vaso, para esto calcula el volumen del vaso hasta el nivel del agua y este resultado divídelo entre el tiempo transcurrido (desde el momento que cae la primer gota hasta el momento que haces la medición). Calcula el caudal para cada material y regístralo.

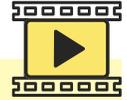
Analiza los resultados de la prueba de goteo, haz una tabla donde queden ordenados los materiales de mayor al menor caudal, a un lado pon las características de los materiales que observaste y compara resultados.



## Conclusiones

Con base en el análisis, ¿qué tipo de material obtuvo el mejor caudal?, ¿qué material obtuvo el peor resultado?, ¿se cumplió tu hipótesis?, ¿qué factores crees que influyen en los resultados y por qué? Escribe las conclusiones de tu análisis en tu bitácora, así podrás volver a revisarlos y compartirlos con otros compañeros.

Ahora realiza la siguiente reflexión; Las plantas necesitan cierta cantidad de agua para poder vivir, pero no necesariamente el material que suministre más agua es el ideal para las plantas, cada planta es diferente, el suministro de agua depende del tipo de planta y también del tipo de clima donde se encuentre, entonces, ¿cuál es flujo o caudal ideal de agua que necesita cada planta para poder vivir?, para ayudarnos a responder esta pregunta necesitamos conocer un factor llamado evapotranspiración, que abordaremos en la siguiente sección.



## Recursos multimedia

### Riego por goteo

- Olvídate de regar: riego por goteo casero – Cultivo Paso a Paso: [www.youtube.com/watch?v=9LA57nrEwws](http://www.youtube.com/watch?v=9LA57nrEwws).
- Sistema de goteo para plantas (económico) - Rahul Alarcón: [www.youtube.com/watch?v=LYbgk27GZc](http://www.youtube.com/watch?v=LYbgk27GZc).
- Sistemas de riego hechos con botellas de plástico - Club de vida: [www.youtube.com/watch?v=1-M6e3NojNc](http://www.youtube.com/watch?v=1-M6e3NojNc).

## SECCIÓN 2

Selecciona las plantas para el jardín vertical  
¿Cómo identificar plantas locales?, ¿cómo propagar plantas?

### Vegetación local



## Actividad 2: Selecciona las plantas para el jardín vertical

### Preparación

Piensa en las adversidades que enfrentarán las plantas al encontrarse en un jardín vertical. Por ejemplo, si el objetivo de un jardín vertical es envolver una casa para darle

sombra, ¿la cantidad de luz solar que recibirán las plantas es mucha o poca? Registra en tu bitácora una lista de características deseables en una planta para tolerar dichas condiciones a las que estarán expuestas en el jardín vertical. Contrasta tus observacio-



nes personales con la información que te presentamos al final de esta actividad en el recurso de texto “Selección de plantas para un jardín vertical” y en el recurso multimedia “Criterios de selección para plantas”. Registra en tu bitácora los aspectos que tomaste en cuenta y los que no.

Es importante que selecciones las plantas acorde a las condiciones en las que se encontrará el jardín vertical, y para esto es necesario que conozcas sus necesidades tales como cantidad de sol, frecuencia de riego o el tipo de plagas que las afectan. Si no conoces del todo a las plantas candidatas, puedes hacer uso de herramientas muy útiles para identificarlas por su nombre científico, investigar sobre sus cuidados y así hacer una buena selección para el jardín. A continuación, te mostramos como puedes usar una página web para poder identificar a las plantas.

### Pregunta de investigación

¿Qué plantas a mi alcance pueden adaptarse a mi jardín vertical?

#### Observar

Explora en las calles aledañas a tu casa, en áreas verdes, parques y jardines, busca plantas candidatas que consideres que estén creciendo en condiciones similares a las que encontrarán en un jardín vertical. Toma en cuenta hasta que tamaño crecerá cada planta, recuerda que buscas plantas cuyas raíces puedan ser contenidas en los maceteros que has adaptado. Toma fotografías a las hojas de las plantas que consideres adecuadas, procura que se observen claramente, si es posible también fotografía flores y/o frutos. Observa detenidamente las fotografías

que tomaste y selecciona aquellas plantas que pienses que tienen las mejores características para el jardín vertical.

### Manos a la obra

Identifica el nombre científico de cada planta que fotografiaste siguiendo los pasos que te compartimos. En el ejemplo, se fotografió una planta conocida coloquialmente como *Kan Kun* y cuyo nombre científico es *Sphagneticola trilobata*.



**Figura 16.** Foto general del jardín vertical con Kan Kun.

Nos dirigimos a la página web [identify.plantnet.org/es](http://identify.plantnet.org/es) y hacemos clic en la herramienta “Identificar”.



**Figura 17.** Pantalla de inicio de la página web.

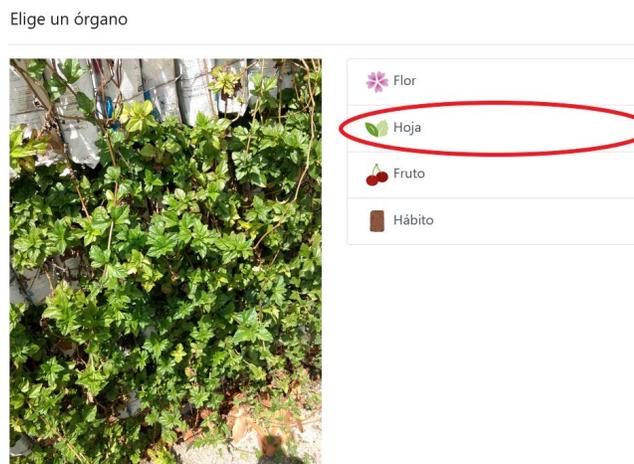


Una vez que se despliegue la herramienta, arrastramos la fotografía que tomamos hasta la caja que dice "agregar/soltar aquí una imagen".



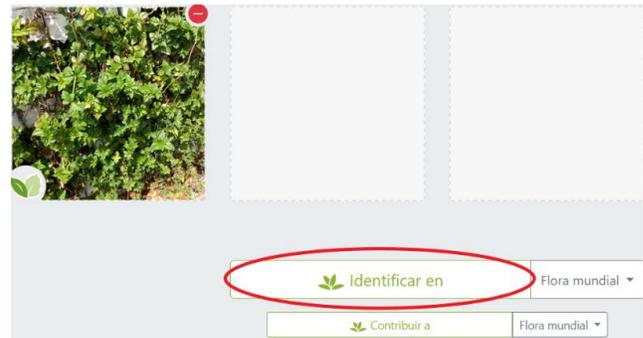
**Figura 18.** Carga de la fotografía en la página web.

Seguidamente se desplegará un menú, en el cual deberemos señalar que órgano de la planta aparece en la fotografía, en este caso sus hojas (Figura 19).



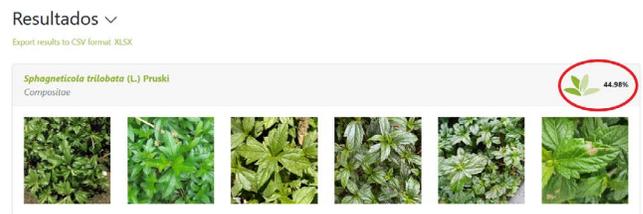
**Figura 19.** Selección del órgano mejor capturado en la fotografía

Procederemos a hacer clic en el botón "Identificar en" (Figura 20) para iniciar el proceso de identificación de nuestra planta dentro de la base de datos "Flora mundial".



**Figura 20.** Inicio del proceso de identificación en la base de datos

Se desplegará una página con las coincidencias entre la fotografía que proporcionamos y la base de datos de la página (Figura 21). A cada resultado se le asigna un porcentaje indicando que tan buena es la coincidencia. Entre más cercano es el porcentaje a 100, más altas las probabilidades de que la planta haya sido identificada correctamente.



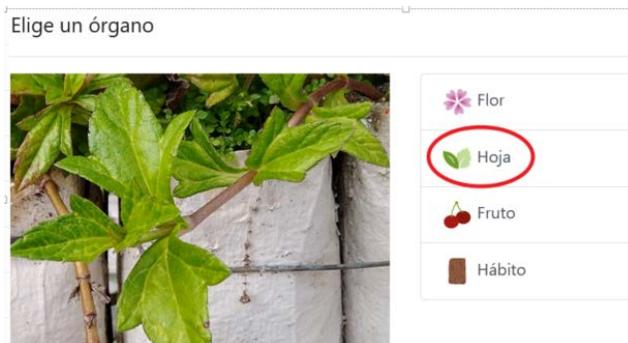
**Figura 21.** Comprobación de la identificación y el porcentaje de coincidencia

El porcentaje de coincidencia del mejor resultado es 44.98 %. A pesar de que en este caso la identificación fue correcta, ya que sabemos de antemano el nombre de la planta, normalmente no deberemos fiarnos del resultado si el porcentaje de coincidencia es bajo (debajo del 50 %).

Si tenemos cuidado de tomar una buena fotografía donde se aísle claramente el órgano que deseamos usar como referen-



cia, los resultados serán más confiables. En esta segunda ocasión usaremos una fotografía donde se aprecia en un primer plano las hojas de *Kan Kun* (Figura 22).



**Figura 22.** Selección del órgano a identificar en la nueva fotografía.

Después de realizar el proceso de identificación, la página nos da los siguientes resultados:



**Figura 23.** Comprobación de la identificación y el porcentaje de coincidencia con base en la nueva fotografía.

Como podemos ver, con la fotografía correcta de un órgano específico, no solo hemos obtenido una identificación exitosa, sino que su alto porcentaje de coincidencia (94.09 %) también respalda su confiabilidad.

Después de conocer el nombre científico de la planta, busca información en internet respecto a las condiciones que se recomiendan para su cuidado y así lograr su óptimo crecimiento. Escribe los aspectos más importantes en tu bitácora.

### Análisis de datos

Elabora un cuadro donde compares la información que recopilaste sobre las plantas con las características que se consideran deseables para un jardín vertical. ¿Cuál fue la planta que cumplió con la mayor cantidad de características deseables?, ¿cuál fue la que menos se ajustó al caso ideal? Ordena las plantas de mayor a menor número de características deseables.

### Conclusiones

Registra en la bitácora tus resultados y registra el nombre científico de las plantas que cumplieron con el mayor número de características deseables.

Ahora que has definido que plantas de tu localidad tienen mayor probabilidad de triunfar en un jardín vertical, es momento de que las propagues en el tuyo. En cuanto a cómo obtener una plantita a partir de una planta madura te sugerimos que te apoyes en los video tutoriales respecto a reproducción de plantas que hemos seleccionado para ti. De igual forma te sugerimos que reaproveches lo que aprendiste acerca de riego por goteo y lo apliques aquí, para que tu plantita tenga un suministro estable de agua mientras genera raíces y la puedes trasplantar a su nuevo hogar.



### Recursos multimedia

Criterios de selección para plantas

- 3 criterios para seleccionar las plantas y lograr un bajo mantenimiento – SingularGreen: [www.youtube.com/watch?v=0MTh-zAcJn8](http://www.youtube.com/watch?v=0MTh-zAcJn8).

Plantas recomendadas para jardines verticales

- Plantas para jardines verticales (Paleta vegetal) - Generación verde: [www.youtube.com/watch?v=NajFu9tLGE](http://www.youtube.com/watch?v=NajFu9tLGE).

Vídeo tutorial acerca de cómo trasplantar una planta a través de esquejes

- Reproducción de plantas por estacas o esquejes – Hydro Environment Hidroponía: [www.youtube.com/watch?v=dpoksT4vdJc](http://www.youtube.com/watch?v=dpoksT4vdJc).



### Recurso de texto.

Selección de plantas para un jardín vertical.

*Extraído de Victoria. Department of Environment and Primary Industries (2014).*

- La combinación de temperaturas elevadas, la exposición al viento y la alta luminosidad proporcionan condiciones difíciles para el crecimiento de las plantas. La implementación exitosa de un jardín vertical se basa en especies robustas y fiables que toleren las temperaturas, los vientos y las precipitaciones de la zona. También es necesario considerar que las especies no sean propensas a la infestación de plagas o enfermedades. Hay que evitar las especies que son irritantes o venenosas, o que son propensas a la deficiencia de nutrientes o a la toxicidad.
- Considera el nivel de luz natural o artificial disponible. En lugares muy expuestos, selecciona especies robustas que puedan tolerar el sol y el viento.
- Busca especies que tengan sistemas radiculares poco profundos y fibrosos para promover un fuerte anclaje en el limitado volumen de medio de cultivo disponible. Toma en cuenta que la parte superior, las esquinas y los lados de la pared tendrán una mayor exposición al viento.
- Los jardines verticales exteriores están a menudo expuestos a vientos fuertes y frecuentes. El crecimiento vigoroso aumenta las necesidades de mantenimiento y a menudo se prefieren las plantas de crecimiento lento.
- La necesidad de agua puede reducirse al mínimo seleccionando especies que consuman poca agua. Toma en cuenta que puede haber más agua disponible hacia la base del jardín vertical, por lo que las especies deben seleccionarse y colocarse en la pared teniendo en cuenta los gradientes de humedad. Si el sistema recicla el agua, la selección de especies debe considerar niveles elevados de salinidad y niveles de pH modificados.



## Experimento 2. Evapotranspiración

### Preparación

En la primera sección te presentamos los beneficios que brindan los jardines verticales a las personas y al medio ambiente. Comentábamos que las plantas que se encuentran en estos jardines son capaces de procesar dióxido de carbono ( $CO_2$ ) y ofrecer refugio a la fauna local, pero, ¿sabías que también juegan un papel importante en la reducción de temperatura?, y no nos referimos a la sombra que proveen, la barrera física que impide que los rayos del sol y el aire caliente impacten tu casa.

### Pregunta de investigación

¿Qué papel juegan los jardines verticales en la reducción de la temperatura?



### Observar

Imagina que te encuentras afuera en un día soleado, ¿cuánto tiempo eres capaz resistir antes de buscar sombra? Ahora, imagina que eres incapaz de moverte, ¡ya no puedes correr a cubrirte!, ¿qué estrategia emplearías para tolerar hasta que llegue la noche?, ¿crees que necesitarías más agua de la que usarías si estuvieras en la sombra?, ¿por qué? Escribe tus reflexiones al respecto en tu bitácora.

### Hipótesis

¿Qué similitudes hay entre el ejemplo donde no te puedes mover y una planta?, ¿crees que las plantas tienen mecanismos similares a nosotros para lidiar con el ca-

lor? Escribe tus respuestas en tu bitácora y formula tu hipótesis.

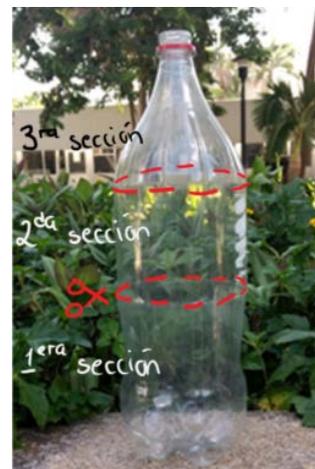


### Materiales

- Cúter.
- Dos botellas de refresco desechables, de preferencia de 2.5 litros.
- Tierra.
- Dos secciones de tela de 8 X 30 cm. Pueden ser de reúso.
- Vaso.
- Agua.
- Regla.
- Marcador.
- Planta que puedas trasplantar.

### Experimentación

Toma las botellas que recuperaste e imagina que están divididas en tres secciones, procurando que la tercera sea más corta que la primera para que encajen perfectamente más adelante. Con ayuda de tu cúter o tijera corta con cuidado donde termina la primera sección en ambas botellas.



**Figura 24.** Ilustración de la altura a la que deberás realizar el corte en la botella.



Toma las partes que tienen el cuello de la botella. En cada una coloca un trozo de tela anudado de forma que queden como "mecha" (Figura 25 a). Encaja los cuellos de botella en sus bases correspondientes para armar tus macetas con reservorio de agua.



**Figura 25.** Armado de la parte inferior de las macetas. a) Colocación de la "mecha" de tela.

Toma una maceta y llénala con tierra hasta uno o dos dedos del borde. Esta será tu maceta de control. Toma la otra maceta, llena de tierra hasta la mitad, traslada la planta que elegiste y añade tierra hasta llegar a uno o dos dedos del borde (Figura 26).



**Figura 26.** Llenado con tierra y trasplanto de la planta.

Te sugerimos que marques en un vaso el nivel de agua que deseas emplear. Llénalo con agua hasta la marca, destapa una de tus macetas, vierte el contenido del vaso en el reservorio, marca hasta dónde llegara el agua y vuelve a armar tu maceta colocando la parte superior que contiene la tierra. Repite este procedimiento con la maceta restante.



**Figura 27.** a) Delimitación de la cantidad de agua a emplear, b) Vertido en los reservorios de agua y marcado del nivel original



**Figura 28.** Macetas terminadas con la cantidad de agua adecuada para iniciar el experimento.

Toma tus macetas y colócalas al sol, de preferencia del mediodía (Figura 29). Si haces este experimento en algún otro momento del día procura que las macetas no se sombreen entre sí.



**Figura 29.** Macetas en el sitio del experimento.

Al cabo de dos horas de exposición al sol, destapa tus macetas y marca el nuevo nivel al que llega el agua. En las siguientes fotografías remarcamos digitalmente el nivel que encontramos antes y después de las dos horas para que lo veas más claramente (Figura 30).



**Figura 30.** Marcado del nuevo nivel al que llega el agua. a) Maceta de control, b) maceta con planta.

Vuelve a marcar y registrar el nivel del agua después de 24 horas, así podrás observar su comportamiento durante un ciclo completo (desde el amanecer hasta el anochecer).



### Análisis de datos

Con ayuda de una regla, mide cuantos centímetros varió el nivel del agua en cada punto de medición con respecto a su valor inicial. ¿Qué maceta tuvo la mayor variación en su nivel de agua al cabo de 24 horas?, ¿cuántos centímetros hubo de diferencia entre la variación de una y otra maceta?, ¿a qué le puedes atribuir estos resultados? Registra tus respuestas en tu bitácora.

### Conclusiones

Reflexiona sobre lo siguiente, ¿a dónde va el agua extra que consume la maceta con la planta? Sin duda una parte la emplea la planta en la fotosíntesis, pero el resto la utiliza para combatir el calor a través de la transpiración, así como hacemos los humanos. En ese sentido, ¿cuál es la sensación térmica después de que sudas?, ¿será posible que el “sudor” de las plantas refresque una casa?, y ¿qué hay de lo que se evapora a través de la tierra? Escribe tus respuestas en tu bitácora.

La variación en el nivel del agua al cabo de 24 horas representa la cantidad de líquido que requiere tu planta diariamente, ni más ni menos. Cuando regamos a veces es difícil proporcionarles la cantidad adecuada de agua, pero si usamos lo que aprendimos en el experimento de riego por goteo y las macetas con reservorios de agua de este experimento tendremos una combinación ganadora que cuidará de nuestras plantas justo como lo necesitan.

Finalmente, te invitamos a que revises el experimento sobre fotosíntesis que te ponemos en la lista de recursos multimedia. Esperamos que sea ilustrativo y por fin puedas ver como las plantas producen oxígeno. Si tienes la oportunidad ¡realízalo!



### Recursos multimedia

#### Evapotranspiración

- Las plantas transpiran agua – Aprende infantiles: [www.youtube.com/watch?v=BOalad1lIpg](http://www.youtube.com/watch?v=BOalad1lIpg).
- ¿Qué es la evapotranspiración? - TvAgro: [www.youtube.com/watch?v=d7siSVHpuyA](http://www.youtube.com/watch?v=d7siSVHpuyA).

#### Transpiración

¿Qué factores regulan la transpiración

en las plantas? - Dayana García: [www.youtube.com/watch?v=c-a2k0oWA\\_M](http://www.youtube.com/watch?v=c-a2k0oWA_M).

Pérdida de agua o transpiración - Cravo: [www.youtube.com/watch?v=zc-4qDzkkf4g](http://www.youtube.com/watch?v=zc-4qDzkkf4g)

#### Fotosíntesis

- Experimento para mostrar la fotosíntesis a niños de primaria – Lucia Santamaría Vallejo: [www.youtube.com/watch?v=EWVVAPFLtHU](http://www.youtube.com/watch?v=EWVVAPFLtHU).

## SECCIÓN 3

La sustentabilidad y su importancia.  
Impacto ambiental de tu estilo de vida. Las 4 Rs

### La sustentabilidad y su importancia

A pesar de que a veces los seres humanos nos sentimos desconectados de la naturaleza, la realidad es que mantenemos una intrincada relación con el medio ambiente que nos rodea. Los objetos que producimos, la comida que consumimos, los servicios que utilizamos toman algo del medio (materia prima y energía) y retornan algo al medio (desechos).

En la antigüedad, antes de la revolución industrial, nuestra capacidad para tomar y transformar la naturaleza era limitada; el medio ambiente tenía la oportunidad para absorber los desechos y regenerar sus recursos. Sin embargo, con el paso del tiempo, nos volvimos mejores en extraer

materia prima y nuestros productos se volvieron más complejos, al punto que a la naturaleza le toma siglos descomponerlos.

Ante esta problemática, la ONU postuló el concepto de desarrollo sostenible, que implica satisfacer nuestras necesidades presentes sin sacrificar la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer las suyas. No estamos diciendo que tenemos que volver a la era previa a la revolución industrial, pues había muchas carencias y la vida era ardua, lo que decimos es que hay que ser conscientes de lo que tomamos de la naturaleza y se lo devolvamos de forma que se sostenga para lograr un cambio de siglos.



Para un cambio de fondo hace falta replantear nuestras industrias y la forma en que planeamos el consumo, pero mientras ese día llega podemos aportar nuestro granito de arena con un problema apremiante: la acumulación de residuos. Para ello una estrategia son las 4 R's: **Rechazar** productos que realmente no usas (por ejemplo, las

bolsitas de cátsup), **Reducir** el consumo de productos que generan mucho desperdicio, **Reusar** los objetos una vez que concluyen su vida útil y **Reciclar** los materiales para integrarlos en nuevos productos. Así, minimizaremos nuestro impacto actual y le daremos la oportunidad a la naturaleza de procesar lo que ya hemos desechado.



### Actividad 3. Impacto ambiental de tu estilo de vida.

#### Preparación

Si tus papás te lo permiten, recupera durante una semana todos los envases que se desechan en tu casa, pudiendo ser botellas de plástico, cajas Tetra Brik y latas de aluminio, frascos de vidrio, etcétera. Te sugerimos que los enjuagues rápidamente y los almacenes en una bolsa de plástico grande.

#### Pregunta de investigación

¿Cuál es el impacto ambiental del estilo de vida de mi familia?



#### Observar

A la par que recolectas los envases, analiza los hábitos de consumo de tu familia. Por ejemplo, ¿las verduras que emplean para cocinar vienen enlatadas o son frescas?, si acompañan sus comidas con bebidas dulces, ¿vienen en botellas o en polvo para ser preparadas? Registra en tu bitácora si tu familia favorece el consumo de alimentos frescos o envasados, y si reaprovecha los envases o se colocan en la basura después de su consumo.

#### Manos a la obra

Toma la bolsa de los envases que recolectaste, apílalos según su tipo y registra el número de envases por tipo que se desecharon durante la última semana. Fotografía cada pila de envases que hiciste y observa el volumen que ocupan. Guárdarlos en la bolsa, pues te servirán en la actividad siguiente.

Investiga en internet el ciclo de vida de cada tipo de envase y sintetiza la información en tu bitácora usando un diagrama como el siguiente (Figura 31). Intenta señalar en cada etapa lo que se usa (materiales y energía) y lo que se obtiene (partes del producto y residuos).



#### Análisis de datos

Con base en la información que sintetizaste, ¿cuál de los tipos de envase tiene el ciclo de vida más complejo?, ¿coincidió con el tipo de envase que más se produjo en tu casa?, ¿qué alternativas existen para los productos que usan ese tipo de envase que se consumen en tu casa (aunque no haya sido el más producido)? Escribe las respuestas a estas preguntas en tu bitácora.



Figura 31. Diagrama del ciclo de vida de una bolsa de plástico.

### Conclusiones

El objetivo de esta actividad no es juzgar los hábitos de consumo en tu hogar, en lo absoluto. Por ejemplo, si en tu casa se emplea mucha latería tal vez sea porque tus papás trabajan y no les es fácil conseguir verduras frescas. Lo que queremos lograr con esta actividad es que reflexiones sobre lo complejo que son los procesos detrás de cosas tan sencillas como el

cartón en el que viene la leche y lo fácil que es para nosotros descartarlos, incluso el mismo día que abrimos el producto.

Con suerte llamar tu atención sobre estos temas te anime para la siguiente actividad y le encuentres usos creativos a los objetos que desechamos todos los días. La vida de un material no acaba cuando son puestos en un basurero.

### Recursos multimedia

#### Hábitos de consumo

- Ser ecológicos no debería ser tan difícil - Vox: [www.youtube.com/watch?v=BxKfpt70rLI&list=WL&index=297&t=88s](http://www.youtube.com/watch?v=BxKfpt70rLI&list=WL&index=297&t=88s).
- Tienda de la felicidad - The Story of Stuff Project: [www.youtube.com/watch?v=6uct7LSbYf0](http://www.youtube.com/watch?v=6uct7LSbYf0).
- Consumidores responsables - Profeco TV: [www.youtube.com/watch?v=Wv5ROdrLzPY](http://www.youtube.com/watch?v=Wv5ROdrLzPY).

#### Ciclo de vida de los productos

- ¿Qué pasa realmente cuando desechas una botella de plástico? - Ted ED: [www.youtube.com/watch?v=6xINyWpPB8](http://www.youtube.com/watch?v=6xINyWpPB8).
- El ciclo de vida de una camiseta - Ted ED: [www.youtube.com/watch?v=BiSYoeqb\\_VY](http://www.youtube.com/watch?v=BiSYoeqb_VY).

Nota: algunos vídeos de esta sección se encuentran en inglés. No olvides activar los subtítulos para poder disfrutarlos.





## Actividad 4 – Las 4 R's

### Preparación

El esquema que te presentamos en la Actividad 3 está deliberadamente incompleto. La vida de un producto no tiene por qué ser lineal y que inevitablemente termine descomponiéndose en la fase de "Desecho", puede reingresar a su ciclo de vida y minimizar la cantidad de material nuevo que tiene que extraerse y refinarse. A continuación, te presentamos un esquema del ciclo de vida de los audífonos una vez que se contempla el reciclaje (Figura 32).

Antes de arrancar, investiga el tiempo que le toma a cada tipo de envase (botella de plástico, Tetra Brik y lata de aluminio) en degradarse en la naturaleza.

### Pregunta de investigación

¿Qué puedo hacer para reducir el impacto ambiental de mis actividades cotidianas?



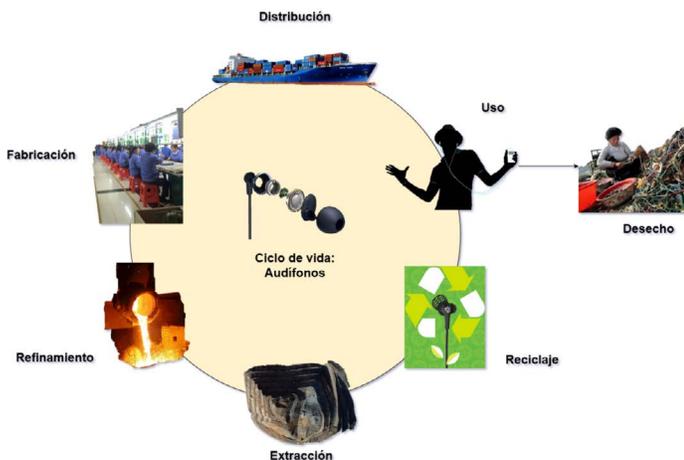
### Observar

Reflexiona sobre el tiempo de uso que se les da a los envases (desde que el alimento es envasado hasta que se consume) y el tiempo que pueden tardar en degradarse si no se interviene de alguna forma.

Con base en tu reflexión, ¿qué categoría de envase debemos evitar?, ¿es posible sustituir los alimentos que emplean envases de difícil degradación por alternativas que usen envases más amigables?, ¿qué usos se les pueden dar cuando concluyen su propósito si es que es inevitable consumirlos? Escribe tus respuestas en tu bitácora.

### Manos a la obra

En la introducción te mencionamos brevemente que son las 4R's: rechazar, reducir, reusar y reciclar, pero este es el momento para que refuerces tus conocimientos al respecto. Revisa los videos que seleccionamos para ti en la sección de recursos multimedia al final de esta sección "4 R's".



**Figura 32.** Ciclo de vida de unos audífonos, contemplando una etapa de reciclaje.

De igual forma, el desecho de un producto puede integrarse a un nuevo ciclo de vida, por ejemplo, servir para el mismo propósito para el que fue creado, y en el caso que se tenga una calidad inferior, puede servir para un propósito totalmente nuevo. En la presente actividad veremos qué podemos hacer al respecto desde nuestro hogar.



Posteriormente elabora tantos ejemplos como desees de cada una. Los ejemplos referentes a rechazar y reducir los escribirás en tu bitácora, y los de reusar y reciclar te invitamos a que los realices, pues tienes suficiente materia prima de la actividad pasada, al juntar los envases de tu casa. De igual forma, si al inspeccionar tu casa en las actividades 1 y 3 identificaste materiales u objetos a los que les puedas dar una segunda vida, no dudes en usarlos aquí.

Si puedes, documenta en tu bitácora cómo le hiciste para reutilizar o reciclar ciertos objetos, pues podría ser útil para compartir la información entre tus conocidos. Por ejemplo, aquí te compartimos una idea: hacer una regadera para jardín con una botella. Le hicimos varios agujeros en la tapa y le abrimos una ventanita en el costado, que es por donde la llenamos.



**Figura 33.** Regadera para jardín hecha a partir de una botella de plástico.

## Conclusiones

Responde a la siguiente pregunta en tu bitácora: ¿Es posible evitar el desecho de todos los envases generados en tu casa a través de las 4R's? Argumenta tu respuesta.

Supón que no puedes evitar tirar a la basura algunos envases, pero los que se desechan son del tipo más amigable con el medio ambiente que pudiste conseguir, ¿cuánto tiempo tomará para que se degraden por sí mismos los envases de este tipo que se desechen esta semana en tu casa? Aun si demoran un año en degradarse, ¿qué pasará si cada semana durante ese año siguen llegando envases? Escribe tu reflexión en tu bitácora.

Con esta conclusión no pretendemos desanimarte, los esfuerzos que realices son muy importantes. Lo que queremos mostrarte es que nuestras acciones individuales deben combinarse y amplificarse con acciones a otros niveles de la sociedad. Escribe en tu bitácora algunas propuestas de acciones colectivas que podrían combatir esta problemática.



### Recursos multimedia

#### Las 4 R's

- Mini Clases "Las 4R" - Colegio de la Asunción: [www.youtube.com/watch?v=THxxowkbz\\_U](http://www.youtube.com/watch?v=THxxowkbz_U).
- Las 4R video – tairo Conde Montalbán: [www.youtube.com/watch?v=n7c1gAa7foE](http://www.youtube.com/watch?v=n7c1gAa7foE).
- Las 4R – TirmeSA: [www.youtube.com/watch?v=t7YKnTYSN\\_Y](http://www.youtube.com/watch?v=t7YKnTYSN_Y).
- La comida para llevar produce mucha basura. No tiene que ser de esta forma – Vox: [www.youtube.com/watch?v=5qx2WFpNTPs](http://www.youtube.com/watch?v=5qx2WFpNTPs).

#### Proyectos colectivos para reciclar

- Precious Plastic – davehakkens: [www.youtube.com/watch?v=8J7JZcsoHyA](http://www.youtube.com/watch?v=8J7JZcsoHyA).

- Precious Plastic Universe – davehakkens: [www.youtube.com/watch?v=Os7dREQ00I4](http://www.youtube.com/watch?v=Os7dREQ00I4).
- ¿Por qué el mundo necesita ladrillos de plástico reciclados (y cómo hacer uno usted mismo)? - Recycle Rebuild: [www.youtube.com/watch?v=Aqn1PYbkgf0](http://www.youtube.com/watch?v=Aqn1PYbkgf0).

#### Políticas públicas sobre desechos

- Programa de reciclaje de basura en Mérida "Puntos verdes" - Noticieros Televisa: [www.youtube.com/watch?v=hecQ4hBDRWM](http://www.youtube.com/watch?v=hecQ4hBDRWM).
- Prohibirán plásticos de un solo uso en la CDMX – Noticieros Televisa: [www.youtube.com/watch?v=iKN-na-OSZs4](http://www.youtube.com/watch?v=iKN-na-OSZs4).

## SECCIÓN 4

### Radiación y transferencia de calor.



### Experimento 3: Del sol a mi casa

Este experimento consiste en analizar la influencia de la radiación solar sobre los objetos o cuerpos. Cuando la radiación incide sobre un objeto, una parte de esta radiación es absorbida, otra es reflejada, otra es transmitida a través del objeto y otra es dispersada. Cada objeto, debido a su color, tiene la capacidad de absorber cierta cantidad de esta energía de radia-

ción y acumularla en forma de calor, el porcentaje de radiación reflejada es conocido como albedo; además los cuerpos pueden transferir el calor ganado a otros cuerpos por medio de otros mecanismos de transferencia de calor como son la conducción y la convección. Las plantas por su parte, debido a su naturaleza, aprovechan la energía de radiación para su fotosíntesis



en vez de acumular calor, sin embargo, en las zonas urbanas que generalmente carecen de áreas verdes, se rompe el equilibrio natural de la temperatura ambiente formándose lo que se conoce como **Efecto de Isla de Calor**. Los seres humanos no evolucionaron para vivir en islas de calor, a veces, el ambiente en estos lugares resulta sofocante, principalmente en las ciudades que se encuentran en clima cálido. ¿Qué se puede hacer para eliminar las islas de calor? Considera que es difícil deshacerse de los edificios existentes, reflexiona al respecto.

Imagina que estás haciendo actividades bajo el sol, como, por ejemplo, practicando algún deporte. ¿Alguna vez te has preguntado cual es el color ideal del uniforme de tu equipo para sentir menos calor al estar bajo el sol? Es el momento de responder esa pregunta, para esto necesitarás un termómetro, y que mejor que construir uno durante este experimento.

### Pregunta de investigación

¿Los colores de los cuerpos influyen en su temperatura?



#### Observar

Observa el mundo que te rodea, ¿crees que la gente toma en cuenta los colores de los materiales a la hora de elegirlos, sabiendo que estos materiales estarán bajo el sol? Observa los colores de los automóviles, impermeabilizantes de las azoteas, toldos, etcétera. ¿La mayoría son de color claro o de color oscuro?

### Hipótesis

Formula tu hipótesis respondiendo la pregunta de investigación, ahora reflexiona; si el color de los objetos influye mientras está bajo el sol, ¿el color también influye al estar bajo sombra? Formula tu hipótesis.



#### Materiales

- Envases transparentes pequeños con tapa, pueden ser de refresco de 335 ml con taparrosa, o envases aún más pequeños como los que se usan para alimentos para bebés y deben de estar limpios.
- Pintura de varios colores principalmente negra, blanca, verde.
- Popotes transparentes o materiales similares.
- Regla.
- Colorante natural o papel crepé.
- Plastilina.
- Cinta adhesiva.
- Cartulina verde.

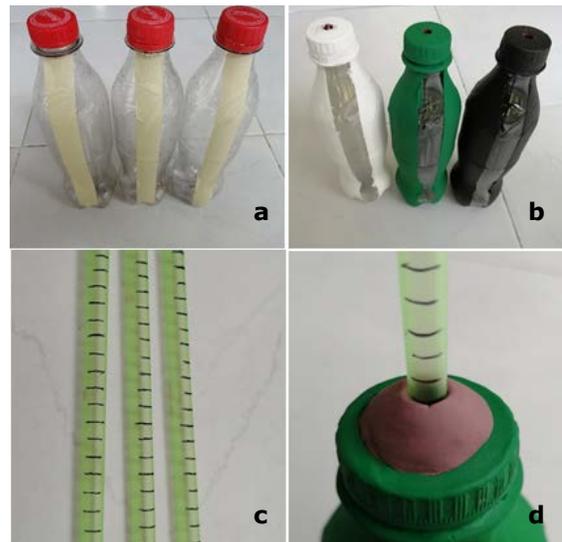


#### Experimentación

Todo el procedimiento debe ser igual para cada envase, la única diferencia será el color de la pintura usada para cubrirlo; si no puedes conseguir popotes transparentes, puedes usar materiales similares, por ejemplo, tubos de dispensadores de gel antibacterial o atomizadores, tubos externos (cañas) de bolígrafos, etcétera. Si estos materiales (tubos) son muy cortos, te sugerimos usar envases pequeños, como, por ejemplo, envases de alimentos infantiles. El procedimiento descrito a continuación es usado para un envase de refresco de 335 ml.



1. Perfora la taparrosca de cada envase en la parte superior, el agujero debe ser de un diámetro ligeramente mayor al diámetro de los popotes.
2. Pega un tramo de cinta adhesiva a lo largo de cada envase, como se ve en la Figura 34 a, la cinta servirá para evitar que el envase sea pintado en esa franja.
3. Pinta cada envase de cada color incluyendo su taparrosca, puedes darle varias capas de pintura. Espera a que seque, después retira la cinta que has pegado; con esto se formará una rendija de observación como se muestra en la Figura 34 b.
4. Usa un marcador permanente o bolígrafo para hacer una graduación a los popotes marcando líneas cada 5 mm para que quede como se muestra en la Figura 34 c.
5. Agrega agua a un recipiente grande, por ejemplo, una cubeta, y colorea el agua con colorante natural. También puedes usar papel crepé para colorearla.
6. Usa un vaso para dosificar el agua coloreada a cada envase de refresco, asegúrate de verter la misma cantidad en cada uno. Si los popotes son largos, agrega el líquido hasta que el nivel llegue a 7 cm de altura en el envase, si los popotes son cortos, primero has una prueba para saber hasta que profundidad puede llegar el popote en el interior del envase, así sabrás cual es el nivel de agua necesario. Hazlo de la siguiente manera: introduce el popote por la taparrosca dejando que sobresalga ligeramente en la parte superior, ahora introduce el popote en el envase y enrosca la taparrosca, haz una marca de referencia al envase indicando hasta que profundidad llega el popote. El nivel del agua deberá llegar 2 cm más arriba de esta marca de referenciareferencia; si el popote es largo y el envase es corto, agrega el líquido hasta la mitad del envase, de tal manera que quede un espacio con aire en el interior del envase.
7. Después de verter el líquido al envase, coloca el popote con la taparrosca en cada envase. El popote deberá quedar sumergido 2 cm en el líquido; enrosca con fuerza la taparrosca.
8. Sella el agujero de cada taparrosca con plastilina (donde entra el popote) como se muestra en la Figura 34 d, asegurando que el nivel del líquido en el interior del popote esté al mismo nivel del líquido en el envase; de esta manera, este sistema sellado de envase-líquido-popote funcionará como un termómetro. Al aumentar la temperatura en el interior del envase, la columna del líquido dentro del popote debe subir, similar al funcionamiento de los termómetros de mercurio.



**Figura 34.** Proceso de formación del sistema envase-líquido-popote, a) colocación de cinta a los envases, b) pintado y formación de rendija de observación del envase, c) graduación de los popotes, d) sellado de la taparrosca con plastilina.



**Figura 35.** Prueba bajo el sol de los sistemas envase-líquido-popote de diferentes colores.

- Coloca los envases bajo el sol al mismo tiempo y espera unos segundos. Las columnas de agua dentro de los popotes empezarán a subir, similar a como se observa en la Figura 35. Espera a que deje de subir y registra las alturas en la bitácora.

- Dobla un trozo de papel cartulina en forma de tubo y colócalo al alrededor de cada envase, dejando al descubierto la sección de la rendija de observación de los envases, esto se hace con la finalidad de proveerle sombra a los envases. Observa qué sucede con la columna de agua dentro del popote (el termómetro) y regístralo en tu bitácora.

### Análisis de datos

Relaciona el color del envase con la altura de la columna del fluido y compara. Recuerda que funciona como un termómetro convencional de mercurio, mientras más alta es la columna del fluido, mayor es la temperatura. Ahora analiza lo sucedido cuando le colocaste una sombra a los envases.

### Conclusiones

Después de analizar los resultados, ¿qué color de envase es el que se calienta menos y por qué?, ¿qué pasa cuando les colocas una sombra a los envases? Anota tus conclusiones en tu bitácora.

### Recursos multimedia



#### Transferencia de calor por radiación

- Experimentos: la reflexión de la luz – EDIBA: [www.youtube.com/watch?v=rJkCDPRFBXI](http://www.youtube.com/watch?v=rJkCDPRFBXI).

#### Espectro electromagnético

- ¿Qué es la luz? - Alex Explica: [www.youtube.com/watch?v=Lio-DuOGGk1M](http://www.youtube.com/watch?v=Lio-DuOGGk1M).
- El espectro electromagnético - Infoclima: [www.youtube.com/watch?v=zQcbLwGT8w0](http://www.youtube.com/watch?v=zQcbLwGT8w0).

- ¿Qué es el espectro electromagnético? - Ministerio TIC Colombia: [www.youtube.com/watch?v=uxSmgkO-qhM](http://www.youtube.com/watch?v=uxSmgkO-qhM).

#### Radiación solar

- La radiación solar – Infoclima: [www.youtube.com/watch?v=T-BEo5z9Zeyk](http://www.youtube.com/watch?v=T-BEo5z9Zeyk).

#### Radiación solar y plantas

- ¿Por qué las plantas son verdes? - Hidden Nature: [www.youtube.com/watch?v=GBjun3TcgHs](http://www.youtube.com/watch?v=GBjun3TcgHs).



## Experimento 4: Transferencia de calor en nuestra casa

### Preparación

Después de hacer el experimento 4, ya tienes termómetros elaborados por ti mismo. Ahora puedes aprovecharlos para hacer un monitoreo de temperatura en los diferentes espacios de tu casa, esto te ayudará a comprobar que la energía de radiación solar entra a los espacios que habitas en forma de calor a través de diferentes mecanismos de transferencia de calor. Para esto, el experimento deberá realizarse en un día soleado.

### Pregunta de investigación

¿Colocar sombra a las paredes externas de una vivienda puede volver el interior menos caluroso?



### Observar

Observa las paredes externas y techos de tu casa, ¿de qué materiales están hechos?, ¿crees que este tipo de materiales facilita la transferencia de calor hacia el interior de la casa? Observa y registra cuáles de estas paredes exteriores están expuestas directamente al sol y cuáles tienen algún tipo de sombra durante el día, por ejemplo, sombra de bardas, árboles, etcétera. ¿Existe alguna habitación que sea más calurosa que otra? Regístralo en tu bitácora.

### Hipótesis

¿La habitación más calurosa recibe la mayor cantidad de rayos del sol? Formula tu hipótesis.



### Materiales:

- Termómetro



### Experimentación

Realiza el siguiente procedimiento durante un día soleado:

1. Identifica dos tipos de paredes; las paredes que estén expuestas directamente al sol y las paredes externas que tengan sombra.
2. Selecciona uno de los termómetros que has elaborado con envases, retira el sello de plastilina y llévalo a lugar fresco (con sensación térmica agradable), incluso puede ser afuera de tu vivienda bajo una sombra. Ahora en ese lugar, prepara tu termómetro sellándolo nuevamente con plastilina, asegúrate que el nivel del líquido en el interior del popote esté al mismo nivel del líquido en el envase.
3. Lleva el termómetro al interior de la vivienda y colócalo junto a las paredes que identificaste (por el lado interno de la vivienda). Primero a la pared con sombra y luego junto a la pared con sol, observa el nivel de líquido en ambos casos y registra la altura de la columna del líquido tomando en cuenta la graduación del popote. Repite este procedimiento en los mismos puntos de monitoreo, pero ahora durante la noche y registra nuevamente.



## Análisis de datos

Agrupar los datos y comparar los resultados de los dos tipos de paredes.

## Conclusiones

De acuerdo a la comparación de resultados de los dos tipos de paredes, ¿qué tipo de pared tiene mayor temperatura? En caso de que exista una diferencia de temperaturas, ¿esta se mantiene durante la noche o se igualan? Explica por qué sucede. ¿Tu hipótesis resultó correcta?

Ahora vamos a la pregunta detonadora con la que iniciaste este proyecto: ¿puedo reducir la temperatura de mi casa al cubrirla con un jardín vertical construido a partir de materiales de desecho?

Al llegar a este punto ya tienes las bases suficientes para responder esta pregunta con más certeza y también podrás demostrarlo al lograr culminar tu proyecto elaborando un jardín vertical para cubrir tu casa.

¡Te deseamos éxito!



## Recursos multimedia

### Mecanismos de transferencia de calor

- El calor y sus mecanismos de transferencia - Tecnológico de Monterrey: [www.youtube.com/watch?v=hq5M-lTauFI](http://www.youtube.com/watch?v=hq5M-lTauFI).
- Mecanismos de transferencia de calor – Gustavo Serna P: [www.youtube.com/watch?v=OEPcZl-k2tX8](http://www.youtube.com/watch?v=OEPcZl-k2tX8).
- Transferencia de calor – Correo del Maestro/Princeton: [www.youtube.com/watch?v=8LWmFq-J5HpI](http://www.youtube.com/watch?v=8LWmFq-J5HpI).

### Absorción de calor

- Experimentos: la absorción de calor – EDIBA: [www.youtube.com/watch?v=qrSpRW9MfH0](http://www.youtube.com/watch?v=qrSpRW9MfH0).

### Masa y aislamiento térmico

- Bioconstrucción: masa térmica y aislación - Bioconstru tips: [www.youtube.com/watch?v=N012uA-j2gI4](http://www.youtube.com/watch?v=N012uA-j2gI4).
- ¿Qué tipo de material aislante es mejor? | Pobreza energética - Sikana ES: [www.youtube.com/watch?v=-ppbyW6TobI](http://www.youtube.com/watch?v=-ppbyW6TobI).



## Sobre los autores

El **Dr. Pedro Iván González Chi** es investigador de la Unidad de Materiales del Centro de Investigación Científica de Yucatán (CICY), especializado en materiales compuestos termoplásticos.

**César Martín Barrera** es Ingeniero Mecánico con maestría en Mecatrónica. Actualmente labora en el Centro de Investigación Científica de Yucatán, adscrito a la Unidad de Materiales. Cuenta con experiencia en materiales laminados fibroreforzados y nanos estructurados, en tecnología de monitoreo y transmisión de datos por radiofrecuencia. Su interés por la ciencia surgió desde la infancia con la curiosidad por saber cómo funcionan las cosas que le rodean.

**Omar Yamil Rodríguez Gamboa**, es ingeniero en Energías Renovables. A la edad de los y las participantes de Talento CICY, tenía interés por investigar y saber cómo es que sabemos algo, los pasos necesarios para tener conocimiento fiable. Una vez en secundaria, realizó un experimento para comparar la eficacia de dos detergentes; relata que, "mientras mis compañeros solo tallaron dos prendas, cada una con un detergente distinto, recuerdo que controlé la fuerza, el tiempo y la forma en que tallé las prendas para asegurar que lo que decía era fiable".



## Glosario

**Esqueje:** tallo, rama o retoño de una planta que se injerta en otra o se introduce en la tierra para reproducir o multiplicar la planta.

**Capilaridad:** fenómeno natural que provoca la ascensión del agua (**columna de agua**) dentro de un tubo estrecho o también denominado **tubo capilar**. Cuando más estrecho sea el tubo, mayor será la ascensión del agua.

**Conducción:** la conducción térmica involucra propagación, por contacto, del calor. Es uno de los tipos de transferencia térmica que permite que el calor se transmita de un objeto caliente a uno frío.

**Convección:** cuando un fluido (agua, aire, aceite, etcétera) se pone en contacto con una superficie sólida a una temperatura distinta, el proceso resultante de intercambio de energía térmica se denomina transferencia de calor por convección.

**Evapotranspiración (ET):** es la combinación de dos procesos:

- Evaporación desde el suelo y desde la superficie cubierta por las plantas.
- Transpiración desde las hojas de las plantas.



**Fotosíntesis:** proceso en el cual la energía de la luz se convierte en energía química en forma de azúcares. En un proceso impulsado por la energía de la luz, se crean moléculas de glucosa (y otros azúcares) a partir de agua y dióxido de carbono, mientras que se libera oxígeno como subproducto.

**Gases de efecto invernadero:** gases que atrapan el calor en la atmósfera al reflejar de vuelta a la Tierra los rayos del sol.

**Hidrofílico:** sustancia que se puede mezclar con el agua o tiene afinidad con ella.

**Hidrofóbico:** sustancia que será repelida por el agua o que no se podrá mezclar con ella.

**Radiación:** la radiación térmica es energía emitida por la materia que se encuentra a una temperatura dada, se produce directamente desde la fuente hacia afuera en todas las direcciones.

**Transferencia de calor:** fenómeno físico que consiste en el traspaso de energía calórica de un medio a otro.



## Imágenes

Las imágenes y diagramas de este capítulo son de la autoría de Omar Yamil Rodríguez Gamboa y César Martín Barrera, con excepción de las que tienen referencia.



# 7S

## Planta vs. Planta

**Dra. Rocío de Lourdes Borges Argáez<sup>1</sup>**

**M. E. D. Fabiola Escalante Erosa<sup>1</sup>**

**M. C. Lucila Aurelia Sánchez Cach<sup>3</sup>**

**Ing. Alfredo Dorantes Euán<sup>2</sup>**

**Q. F. B. Rosa Grijalva Arango<sup>2</sup>**

**Q. I. Irma Leticia Medina Baizabal<sup>1</sup>**

**Q. B. B. Mirbella del Rosario Cáceres Farfán<sup>1</sup>**

1. Unidad de Biotecnología

2. Unidad de Recursos Naturales

3. Unidad de Bioquímica y Biología Molecular de Plantas

### Descripción

Los y las participantes observarán las plantas que están en su entorno cercano, clasificando las que sean malezas. También conocerán cómo los científicos y científicas las identifican, las clasifican y en dónde se depositan para su registro; así como la importancia de las semillas y el proceso de germinación.

Producirán su propio herbicida natural con algunas plantas aromáticas que se usan en la cocina y montarán un experimento científico para demostrar que funciona.

Por último, conocerán cómo los científicos y científicas estudian los componentes presentes en una planta mediante la cromatografía.

¿Listos? ¡Manos a la obra! ¡A divertirnos!

### Objetivo

Conocer que las especies vegetales también pueden servir para controlar el crecimiento de otras.



### Materia afín

- Ciencias/Biología y Química.
- Proyectos de impacto social/Cuidado del medio ambiente.
- Química.
- Tecnología/Técnica y naturaleza/Transformación de materiales y energía.

### ¿Qué vas a aprender?

- Todas las etapas del método científico.
- Identificar las especies de plantas (malezas) en su entorno.



#### Pregunta inicial

Las plantas aromáticas empleadas como condimentos, ¿contienen sustancias que evitan el crecimiento de otras?



### Panorama general del tema

- ¿Qué es un herbicida?
- ¿Cómo afecta su uso indiscriminado?
- ¿Habrá una solución al problema?

El **herbicida** es un producto utilizado para eliminar plantas indeseadas o malezas, interfiriendo en su crecimiento. El uso excesivo en los cultivos, como es el caso del glifosato, ha impactado negativamente en la agricultura, ocasionado resistencia de las malezas, contaminación del medio ambiente y problemas de salud a humanos y animales. Debido a esto, es necesario buscar nuevas fuentes naturales como métodos agrícolas de control de plagas con compuestos alternativos para mitigar estos efectos.

Al surgir el concepto de **granjas ecológicas** y **productos orgánicos**, estos proponen reducir el uso de fertilizantes, pesticidas y desarrollar nuevos productos, saludables, efectivos y ambientalmente amigables.

¿Qué es un herbicida natural? Es un producto de origen biológico que evita la ger-

minación o crecimiento de otras plantas y que es biodegradable, su empleo ayuda en la reducción de la contaminación del suelo, reducción de residuos en las cosechas con menor impacto ecológico.

En este contexto, los metabolitos secundarios (sustancias químicas presentes en las plantas) son de gran interés y pueden ser utilizados para elaborar nuevos herbicidas naturales. Estos compuestos se encuentran en las plantas y comprende tres grupos mayoritarios de sustancias que se encuentran en los aceites esenciales: terpenoides, alcaloides y compuestos fenólicos. Estos son producidos por las plantas y algunos de ellos tienen efectos alelopáticos.

Y, ¿qué es eso de alelopatía?

La **alelopatía** (también conocida como efecto de interacción) es el efecto producido por ciertas plantas sobre el crecimiento de otras. Las sustancias químicas de las plantas que tienen efectos alelopáticos se llaman aleloquímicos, que pueden estimu-



lar o inhibir la germinación, el crecimiento de la planta e incrementar la resistencia al estrés, sin crear efecto tóxico o residual en los cultivos.

Actualmente se presta un gran énfasis en el control de plantas plagas en cultivos de importancia comercial, aprovechando el efecto de la alelopatía entre especies.



## Presentación

¿Sabías que en las plantas que utilizamos como condimentos al cocinar, se encuentran sustancias benéficas que nos pueden servir para evitar el crecimiento de otras plantas y que podrías identificar cuál tiene esta actividad?

Lo que vamos a hacer es conocer las plantas que se encuentran cerca de ti, puede ser en tu jardín, parque, colonia, etcétera, observando cómo afectan las malezas. Ahora

ubiquémonos en la cocina, donde se usan especias o condimentos para darle sabor, color y olor a la comida. Vamos a realizar extractos por cromatografía de capa fina (papel), veremos las sustancias que tienen en su interior; después probaremos si afectan en la germinación de semillas de tomate (*Solanum lycopersicum*). Como es un trabajo serio, usaremos el método científico, en todo el capítulo.



## Desarrollo

Esperamos te diviertas en estas actividades preparadas para que puedas hacerlas con materiales disponibles en tu casa. La velocidad para hacer el trabajo dependerá

de ti; hay actividades muy rápidas y otras en las que vas a tener que esperar, pero puedes organizarte y ahorrar tiempo.



## Actividad 1. Pasos para realizar una investigación científica.

### Pregunta de investigación

¿Qué datos tengo que obtener y registrar en una investigación?

### Actividad

Vamos a hacer revisiones de libros, revistas o notas periodísticas, para conocer la problemática del uso excesivo de herbicidas y su posible solución. Así como el uso del método científico.



## Materiales

- Libreta.
- Lápiz o lapicero.
- Computadora.



## Desarrollo

Buscar, leer y entender los temas de:

- Malezas en los cultivos y cómo afectan.
  - Control químico de las malezas.
  - Uso de herbicidas en el mundo y en México.
  - Los tipos de herbicidas.
  - Consecuencias de su uso.
  - Control natural de malezas.
  - Control con plantas.
  - Principales sustancias naturales.
1. Vamos a hacer un escrito para conocer más del tema y ampliar la información que te proporcionamos; también podemos establecer la pregunta de la investigación que vamos a hacer: ¿podremos usar los condimentos de cocina para evitar el crecimiento de otras plantas y fabricar nuestro propio herbicida natural?
  2. Observa el problema que existe con el uso de los herbicidas.
  3. Plantea una hipótesis con base a lo observado y lo que aprendiste en la revisión de los datos.
  4. La parte experimental la vamos a hacer paso a paso en este capítulo.

5. Analizar los datos generados en los experimentos y poder entender qué está sucediendo.
6. Conclusiones a las que llegaste.
7. No se te olvide que tus datos van a servir para que otros chicos y chicas conozcan sobre el tema. Puedes hacer un video, una maqueta, un Tik Tok, un podcast, etcétera.



## NOTA

Todos tus experimentos, ideas, resultados esperados o no, hay que escribirlos en un cuaderno al que llamamos **bitácora**. Ahí quedarán como evidencia de lo que hiciste, de tus observaciones y resultados.

La imaginación, curiosidad y observación, si las alimentamos con el conocimiento, son herramientas muy útiles que puedes aprovechar para ti, el entorno, las personas y el país.



Tomás M. Cáceres



## Lo que debes saber



¿Qué es el método científico?

Es el “modo ordenado de proceder para llegar a un resultado o fin determinado, especialmente para descubrir la verdad y sistematizar los conocimientos”, por medio del cual se obtiene el conocimiento científico basándose en una serie de etapas interdependientes que han de seguirse.

Las etapas que integran el método científico son:

1. **Definición y planteamiento del problema basado en la observación:** ante la presencia de un fenómeno que carece de respuesta teórica y práctica, surge la necesidad de una metodología que responda al problema que se nos presenta.
2. **Formulación de la hipótesis:** se exige una formulación más elaborada con la aparición de las variables y la relación que esperamos encontrar entre ellas. Es la “verdad provisional” o cómo se explica el problema a la luz de lo que se sabe. Las hipótesis se pueden formular como objetivos o resultados que se quieren conseguir. Para aceptar o rechazar la hipótesis (o conseguir el objetivo) se elige un determinado diseño de estudio.
3. **Experimentación:** uso de métodos y herramientas que prueban o demuestran la hipótesis propuesta para la resolución de la problemática. Si la experimentación la rechaza, será necesario regresar al paso 2.
4. **Conclusiones y generalización de los resultados:** si los datos avalan la hipótesis, esta será confirmada. En caso contrario, se concluirá que, en las circunstancias contempladas, la hipótesis no ha sido confirmada o bien, formular nuevas hipótesis. La investigación nunca termina, es lo bonito de hacer ciencia.



## Actividad 2. Las plantas en nuestro entorno.

En el día a día convivimos con seres muy calladitos que nadie nos ha presentado, ni sabemos su nombre ni de dónde vienen. Por eso vamos a hacer justicia conociéndolos un poco.

### Pregunta de investigación:

**¿Alguna de las plantas que nos rodean pueden limitar el crecimiento de otras (alelopatía)?**

### Actividad

Los y las participantes harán un recorrido por los patios de sus casas, elaborando una lista de las especies que encuentren (nombre común y/o científico); investigarán cuáles son nativas y cuáles son introducidas y además, si alguna tiene propiedades que limitan la germinación y crecimiento de hierbas y malezas.



### Materiales

- Libreta.
- Lápiz o lapicero.
- Equipo de cómputo o celular con conexión a internet.



### Desarrollo

1. Haz un recorrido por el patio o jardín de tu casa.
2. Con ayuda de un familiar, escribe en una libreta el nombre de las plantas, ya sea su nombre común o científico y tómale una fotografía.

3. Elabora una lista de las especies que encuentres en tu casa.
4. Consulta diferentes plataformas en internet, para ver cómo se escribe correctamente su nombre en español o maya, y conocer su nombre científico.
5. Te sugerimos las siguientes páginas.
  - **Flora de la península de Yucatán**  
[www.cicy.mx/sitios/flora%20digital/indice\\_busqueda.php](http://www.cicy.mx/sitios/flora%20digital/indice_busqueda.php)
  - **Plantas del Mayab**  
[www.plantasdelmayab.com/busca-plantas/](http://www.plantasdelmayab.com/busca-plantas/)
6. Escribe cuáles son las especies nativas y cuáles introducidas.
7. Investiga si alguna de estas plantas presenta propiedades que inhiben el crecimiento de otras y elabora una lista de estas especies.



Alfredo Dorantes Euan





### Lo que debes saber

Se dice que una especie animal o vegetal es **nativa**, cuando crece y se encuentra de manera natural en un sitio o región geográfica determinada, sin la intervención humana de algún tipo (ramón, roble, jaguar). Por otro lado, una especie **introducida** es aquella que no encontramos en el medio natural, pero sí cultivadas por las personas (flamboyán, naranja).

La **taxonomía** es la ciencia de la clasificación y ordenación de los seres vivos. Los biólogos usan los nombres científicos para referirse a las plantas, animales, bacterias o virus; el objetivo es que

cada organismo tenga una denominación única que se utilice por todo el mundo y en cualquier lengua, ya que está escrito en latín, evitando así ambigüedades y confusiones que ocasionan los nombres comunes, los cuales varían de una región a otra.

La **alelopatía** es un fenómeno biológico en el que un organismo genera compuestos químicos que tienen influencia sobre la supervivencia, crecimiento o reproducción de otros. Esta característica de las plantas se utiliza comúnmente en la agricultura ecológica para proteger ciertos cultivos de plagas de insectos e incluso, se utiliza para controlar otras plantas que son malezas.



### Actividad 3. El herbario.

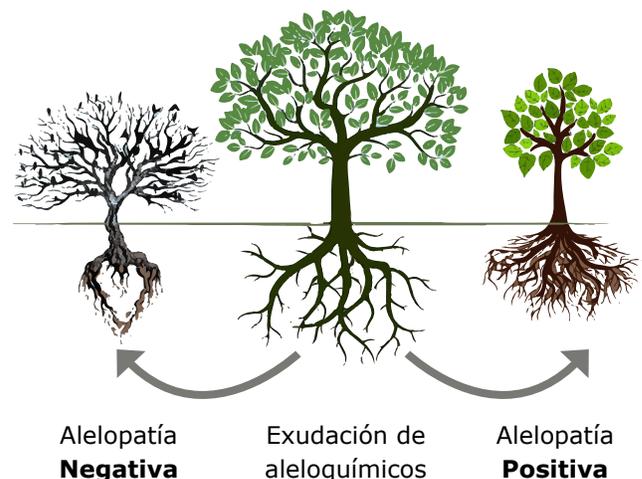
Es un poco difícil que mantengas muchas plantas en tu casa sin olvidarte de ellas, de sus nombres y su apariencia. Pero puedes coleccionarlas en estampas hechas por ti.

#### Pregunta de investigación

¿Qué es un herbario y para qué sirve?

#### Actividad

Colectarás al menos 3 plantas que se encuentran creciendo en el patio de tu casa, las prensaras y secaras, para así obtener tus ejemplares de herbario, los cuales identificarás con su nombre común y nombre científico.





### Materiales

- Tijeras.
- Pegamento.
- Papel periódico.
- Cartón.
- Prensa (o algo pesado que funcione así).
- Cuerda delgada (de preferencia que no sea de plástico).
- Lápiz.
- Libreta.
- Cartulina.



Alfredo Dorantes Euán

2. Cada una de las muestras colectadas se pondrán en papel periódico doblado a la mitad; en la orilla escribe el nombre del colector, la fecha y el nombre común o científico de la especie (en caso que se sepa).
3. En la bitácora escribe los siguientes datos: fecha, nombre del colector, asignale un número a tu colecta, localidad (lugar) donde tomaste la muestra, si puedes las coordenadas geográficas, las especies (en caso de conocer) asociadas a la planta y nombre de la especie.

Fecha de colecta: \_\_\_\_\_

Colector(es): \_\_\_\_\_ Número de colecta: \_\_\_\_\_

Familia: \_\_\_\_\_ Nombre científico: \_\_\_\_\_

Nombre local: \_\_\_\_\_ Determinó: \_\_\_\_\_

Localidad: \_\_\_\_\_

Municipio: \_\_\_\_\_

Coordenas geográficas: Lat \_\_\_\_\_ Long \_\_\_\_\_

Descripción de la planta (abundancia, forma biológica, tamaño, flor, fruto, etc):

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Usos:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Alfredo Dorantes Euán



### Desarrollo

1. Selecciona al menos 3 plantas que se encuentren en los alrededores de tu casa; cuando sea una hierba (de menos de 30 cm de altura) coléctala de ser posible con la raíz. Cuando se trate de un árbol o arbusto, se corta con las tijeras 2 o 3 ramas de una longitud de 20 a 30 cm.



#### IMPORTANTE

Las muestras colectadas (plantas y/o ramas) deben tener flor y fruto, o al menos una de éstas dos estructuras.

4. Acomoda haciendo un sándwich, usa uno o varios cartones por capa. Pones una capa de cartón, luego la muestras y otra capa de cartón, o sea, cartón-muestra-cartón.
5. Prensa con los objetos pesados y amárralo con la cuerda, lo más fuerte posible.
6. Posteriormente pon a secar al sol de 4 a 5 días.



Alfredo Dorantes Eúan

### NOTA



En caso de no tener prensa, puedes amarrar las muestras y sobre ellas colocar un objeto pesado (como libros, tablas); en este caso, tardarán un poco más para secarse, entre 5 y 7 días.

7. En tanto las muestras se secan, elabora las etiquetas, que son un elemento importante de nuestros ejemplares de herbario, ya que contienen toda la información para identificar la especie, la fecha y el lugar donde se colectó. Las etiquetas deben contener los datos que tienes en tu libreta, como son: la familia botánica, el nombre de la especie, la persona que la identificó, descripción

breve, el lugar donde se colecto y que otras especies había a su alrededor, las coordenadas geográficas, la fecha de colecta, el nombre(s) del colector(es) y el número de colecta.

8. Una vez secas las plantas, las pondremos en la cartulina con mucho cuidado para evitar que las hojas, flores o frutos se caigan; ponle pegamento y deja a secar por uno o dos días. Este procedimiento es para cada muestra. ¡Al final de este periodo tendremos nuestras muestras listas!

### NOTA



No se te olvide agregar en tu ejemplar de herbario, la etiqueta que hiciste en el paso 7.



Alfredo Dorantes Euán



### Lo que debes saber

Una de las maneras más fáciles para conocer y conservar la información de las plantas de nuestro entorno, es hacer un herbario.

¿Qué es un herbario?

El herbario no es más que una colección de plantas destinadas al estudio o enseñanza de la botánica. Comúnmente son plantas o partes de un ejemplar desecadas y prensadas, de tal manera que se puedan apreciar para permitir su identificación taxonómica. Por ejemplo, las flores y los frutos, así como las hojas. De esta manera nos podemos familiarizar con la diversidad de formas, colores y texturas de las plantas, así como las diferencias entre las especies.

¿Para qué sirve?

Nos permite conocer las plantas comunes y las que no son tan comunes tanto a nivel local, como a nivel regional y nacional; también nos ayuda a conocer

cuáles son las plantas endémicas (las que solo crecen en determinado lugar), cuáles son las que están amenazadas y cuáles son una plaga. Con esta información podemos tomar mejores decisiones sobre el uso y conservación de las plantas que se encuentran en nuestro entorno.

El herbario del CICY "U Najil Tikin Xiw" (expresión maya que significa "la casa de la hierba seca") cuenta con la colección más completa, mejor curada y documentada de la Provincia Biogeográfica Península de Yucatán (PBPY). Además, es una colección de referencia muy importante para la flora del sureste de México y el norte de Centro América. Incluye cerca de 70 000 muestras montadas y de 3000 a 5000 muestras más en proceso. De ellas, cerca de 67 000 están capturadas en la base de datos del herbario. Esta información también se encuentra en la plataforma *EncicloVida* de la CONABIO, donde inclusive se puede ver en un mapa de los sitios donde se colectaron los ejemplares ([enciclovida.mx](http://enciclovida.mx)).



 **Actividad 4. Obteniendo semillas.**

Encontramos semillas en los supermercados en bolsitas procesadas con diversos tratamientos para su conservación y para que puedan dar buenas plantitas. Sin embargo, nosotros en casa podemos encontrarlas fácilmente en las frutas y vegetales que consumimos.

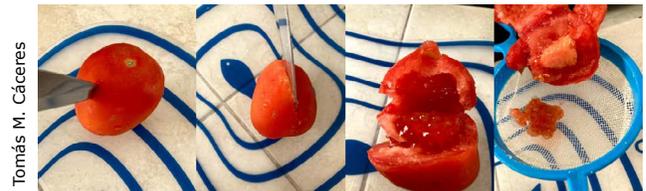
¿Por qué no aprovecharlas?

**Pregunta de investigación**

¿Cómo podemos obtener semillas adecuadas para germinar y tener plantas sanas?

 **Materiales**

- Dos tomates.
- Cuchillo o tijeras.
- Tabla de cocina.
- Colador o tamizador.
- Papel periódico.
- Agua potable.
- Recipiente chico de plástico.



Tomás M. Cáceres

 **Desarrollo**

1. Sobre la tabla de cocina, ya sea con las tijeras o el cuchillo, corta ligeramente el tomate.
2. Retira las semillas con mucho cuidado para no dañarlas.
3. Ponlas en el colador y agrégale agua para lavarlas y quitarle los residuos.
4. Deposita las semillas en el papel periódico y déjalas secar a temperatura ambiente.
5. En uno o dos días tendrás semillas para las actividades que siguen y también para hacer tu huerto familiar.



Tomás M. Cáceres



Tomás M. Cáceres



**NOTA**

Puedes hacer este procedimiento con los vegetales/frutas que gustes, para obtener tus semillas.

Para saber si nuestras semillas son viables (que pueden germinar) vamos a hacer lo siguiente:

1. En el recipiente agrega agua, a la mitad de su capacidad.
2. Agrega las semillas de la actividad anterior.



Tomás M. Cáceres

3. Déjalas reposar por 24 horas.
4. Observa si las semillas se hunden o flotan.
5. Separa las que se van al fondo; las semillas buenas son las que estarán hasta abajo.
6. Ponlas en un papel, nos van a servir en la siguiente actividad.
7. Si eres muy preciso y quieres saber el porcentaje de semillas viables puedes hacer lo siguiente:
8. Contar las semillas viables y las que no.
9. Suma el total de semillas.
10. Divide las viables entre el total de semillas.
11. El resultado multiplícalo por 100, así tendremos el porcentaje de viabilidad de las semillas.



**Lo que debes saber**

La floración, fructificación, formación, dispersión y germinación de semillas, son eventos fundamentales en el ciclo de vida de las plantas: son un medio de propagación sexual y su función es multiplicar y perpetuar la especie.

Para que una semilla cumpla con su objetivo, es necesario que el embrión se transforme en plántula, mediante tres fases: 1) absorción de agua, 2) activación del metabolismo (proceso de respiración, síntesis de proteínas y movilización de las sustancias de reserva), y 3) elongación del embrión y rotura de la testa.



La germinación depende de factores internos (viabilidad del embrión, la cantidad y calidad del tejido de reserva) y externos (el grosor de la testa, disponibilidad de agua, la temperatura y la luz).

En algunos viveros y laboratorios se utilizan tratamientos previos a la siembra para obtener un porcentaje de germinación alto y rápido. Estas técnicas se reducen en dos conceptos principales:

1. **Húmedo:** Uso de agua corriente tibia o caliente, ácidos, solventes orgánicos, alcoholes, entre otros.

2. **Seco:** uso de calor seco, energía de microondas, por impacto, percusión y escarificación manual o mecánica.

Hay que tener mucho cuidado, ya que con estas técnicas existe el peligro de dañar el embrión.

La **viabilidad** es un análisis que tiene por finalidad conocer la probabilidad que existe para poder llevarlo al cabo con éxito, por lo que ofrece información si se puede o no realizar. La viabilidad en una semilla, es el potencial que tiene para germinar en condiciones favorables.



### Actividad 5. Extracción de metabolitos en casa.

En casa hacemos extracciones cuando le sacamos el jugo a las frutas y vegetales, cuando hacemos el café de las mañanas o cuando nos bebemos un té. ¿Qué es o cómo se llama lo que estamos bebiendo o comiendo?

#### Pregunta de investigación

¿Cómo podemos extraer las sustancias que se encuentran en los condimentos que sirven para cocinar?

#### Actividad

Date una vuelta por el jardín y la cocina, seguramente encontrarás más de un condi-

mento que sirve para cocinar, como puede ser el epazote, orégano, canela, clavo, pimienta, cilantro, entre otros. Selecciona 2 o 3 y pide permiso para usarlos.



#### Materiales

- Alcohol.
- Tijeras.
- Papel de cocina (toallas de papel)
- Algunos especias o condimentos de la cocina.
- Frascos chicos de vidrio (la cantidad depende de las especias que vas a utilizar).
- Molcajete o algo para moler.
- Un vaso para medir medicamento o una jeringa (sin aguja).



Tomás M. Cáceres

## Desarrollo

1. Toma un puño de hojas. Si tu especia o condimento es seco, requieres un puño grande o 4 cucharadas soperas.
2. Si están secas, tritúralas con los dedos o con el molcajete. Las que estén frescas, córtalas con unas tijeras lo más pequeño posible.
3. Transfiere el material a un frasco de vidrio y adiciona alcohol del que tengas en tu casa, de manera que los condimentos se cubran bien.



Tomás M. Cáceres

4. Déjalo reposar por 24 horas.

5. Pasado este tiempo, con un conito de papel de cocina, filtra cada una de las especias, colectando en un frasco de vidrio limpio el líquido filtrado. De ahora en adelante se llamarán **extractos!**



Tomás M. Cáceres

6. Tapa los frascos de vidrio con su tapa o con papel de cocina.



Tomás M. Cáceres



### NOTA

Evita jugar o probar los extractos. No son tóxicos, pero te podrían causar alguna irritación porque están muy concentrados, además que contienen alcohol. No se te olvide marcar los extractos con los nombres de los condimentos.



### Lo que debes saber



La **farmacognosia** es la ciencia que se ocupa del estudio de los principios activos de origen animal, microbiano y vegetal. Los extractos vegetales son ampliamente usados en la alimentación e industria farmacéutica en forma de aceites, sabores, fragancias, pigmentos y medicamentos.

Los métodos de extracción han sido ampliamente estudiados para obtener los componentes naturales de gran valor para su comercialización.

Existen diversos métodos de extracción que van desde los simples (infusiones, maceración y extracción con disolventes caseros) hasta los más complejos (destilación, destilación por arrastre de vapor o rotavapor, el método Soxhlet, de fluidos supercríticos y más). En esta ocasión nos enfocaremos en un método de extracción que puedas realizar en casa, llamado maceración. Consiste en poner en contacto directo el material con el disolvente, que puede ser agua o con alcohol de farmacia.

### **Actividad 6. Bioensayo de inhibición de la germinación con semillas de tomate saladet.**

Fácil, rápido y barato, vamos a averiguar si nuestros extractos pueden ser eficaces para evitar que las semillas germinen.

#### **Pregunta de investigación**

¿Puede un extracto obtenido de un condimento evitar o retrasar la germinación de otra planta?

#### **Actividad**

Conocer si las especias utilizadas en la cocina (epazote, orégano, etc.) pueden afectar la germinación de las semillas de otras plantas.



#### **Materiales**

- Semillas de tomate.
- Extractos vegetales: epazote, cilantro, orégano, yerbabuena, canela.
- Servilletas.
- Agua.
- Recipientes de plástico con tapa.
- Pinza de cejas o palillo de dientes.
- Cinta adhesiva.
- Hojas de papel (bond).
- Regla o algún elemento de medición.

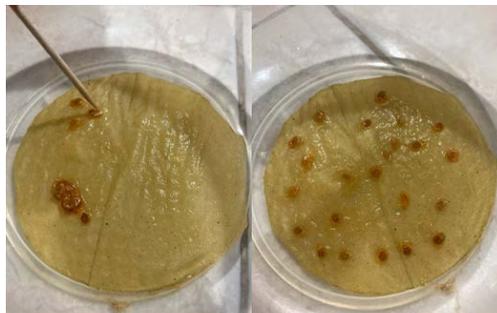


Tomás M. Cáceres



 **Desarrollo**

1. En la servilleta corta círculos de 7 cm de diámetro; el número de discos de papel dependerá de los extractos que quieras probar.
2. Coloca un disco en cada recipiente.
3. Márcalos con los datos del extracto a probar, tipo de semilla, así como la fecha y hora de inicio y término del bioensayo.
4. Afuera del recipiente, moja el papel de servilleta con 4 o 5 ml del extracto.
5. Deja secar el papel con el extracto.
6. Pon en un recipiente una servilleta, después agrégale entre 4-5 ml de agua, este se llamará **Control**.
7. En otro recipiente, humedece con agua las servilletas impregnadas con las muestras.
8. Con la ayuda de una pinza de cejas, o también puedes usar palitos de dientes, coloca cuidadosamente 20 semillas sobre las servilletas húmedas, inclusive al **Control**, dejando espacio suficiente entre una y otra semilla. Recuerda, al final es más fácil trabajar si las pones ordenadas.
9. Tapa los recipientes.
10. Deja en reposo entre 48-120 horas (2-5 días), en un lugar fresco, cuidando que la servilleta se mantenga húmeda; si es necesario, añadiendo un poco de agua.
11. Para estar más seguros, realiza por triplicado cada ensayo.



Imágenes: Tomás M. Cáceres



12. ¿Qué se reporta?

Si se afectó el crecimiento de la raíz, midiendo una por una las raíces de las semillas que germinaron.

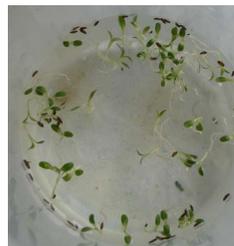
Cálculo del porcentaje de germinación. Contemos cuantas de las 20 semillas germinaron en cada recipiente. Esa cantidad se divide entre las 20 totales, y el resultado se multiplica por 100.

Cálculo del porcentaje de inhibición. Hagamos lo mismo, pero contando las que no germinaron.

13. No se te olvide, escribir en tu bitácora lo que hiciste y si es posible toma una foto.



Imágenes: Leticia Medina Baizabal



**Lo que debes saber**



Los **bioensayos** son herramientas muy importantes para estudiar las interacciones entre sustancias y organismos. De preferencia, estos deben ser de bajo costo, rápidos, y sencillos de realizar. Aunque determinadas investigaciones requieren de equipos especializados.

El bioensayo de toxicidad con semillas de lechuga (*Lactuca sativa*) es una prueba que dura aproximadamente 120 horas de exposición (5 días) de las semillas con la muestra, en el que se pueden evaluar los efectos citotóxicos, es decir, el efecto tóxico de compuestos

puros o mezclas complejas en el proceso de germinación de las semillas y en el desarrollo de la planta durante los primeros días de crecimiento.

En este bioensayo se determina: la inhibición en la germinación y la inhibición en la elongación de la radícula. Es importante destacar que durante el período de germinación y los primeros días de desarrollo de la plántula, ocurren numerosos procesos fisiológicos en los que la presencia de una sustancia tóxica puede interferir alterando la supervivencia y el desarrollo normal de la planta.



## Actividad 7. Conociendo las moléculas que están en las plantas.

Existen equipos muy avanzados para saber qué compuestos forman los extractos de las plantas. Pero, ¿cómo podemos saber esto desde casa?

### Pregunta de investigación

¿Podemos saber si hay sustancias dentro de las plantas?

### Actividad

Con los extractos de los condimentos vamos a hacer cromatografía de papel, para saber si podemos separar sus componentes.



Imágenes: Leticia Medina Baizabal



### Materiales

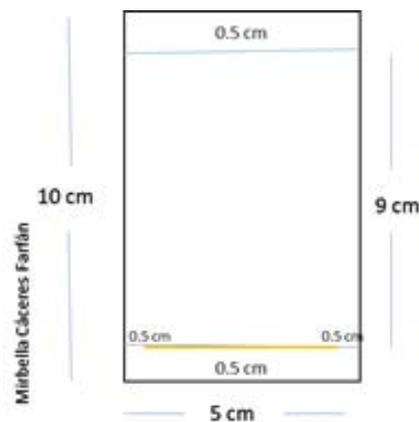
- Tijeras.
- Regla.
- Filtro de cafetera/toalla de papel.
- 2 frascos de vidrio.
- Lápiz o lapicero.
- Pinzas de cejas.
- Palillo de dientes o una jeringa.
- Alcohol etílico (etanol).
- Agua.
- Acetona.
- Vaso medidor de medicina.
- Papel aluminio.



### Desarrollo

1. Marca en toalla de papel un rectángulo de 5 × 10 cm y córtalo.

2. Traza una línea de 0.5 cm de altura en ambas bases del rectángulo, todos los trazos los debes hacer con lápiz. Define la base del rectángulo poniendo una marca de 0.5 cm en el inicio y al final de la línea que trazaste.



3. Con un palillo de dientes o una jeringa aplica el extracto en la línea de una marca a otra. Así, tendrás una hoja para cada líquido.
4. Pon en el frasco 10 ml de alcohol con el vaso medidor o con la jeringa.



5. Cuidadosamente con las pinzas sumerge la base del rectángulo, cuidando que no se enrolle y que el nivel del alcohol no pase la línea de aplicación.
6. Tapa con un papel aluminio el frasco y observa que suba el líquido por el papel.
7. Cuando llegue a la marca superior, retira el papel con las pinzas y deja que se seque.



¿Qué vamos a medir?

8. Escribe el número de bandas que observas.
9. Mide la distancia que se desplazó cada mancha y divide el valor entre la distancia recorrida por el disolvente; así se obtiene el  $R_f$  de cada una de ellas.



$R_f$  = desplazamiento de la muestra / desplazamiento del disolvente.

10. Si quieres seguir experimentando, puedes hacer diferentes proporciones del etanol con acetona o inclusive con agua.



- 2 ml etanol/8 ml acetona
- 5 ml etanol/5 ml acetona
- 8 ml etanol/2 ml acetona
- 10 ml acetona

Y si tienes más dudas

- 2 ml etanol/6 ml acetona/2 ml de agua
- 5 ml etanol/3 ml acetona/2 ml de agua



¡Puedes jugar con las proporciones!



Imágenes: Leticia Medina Baizabal



**NOTA**



Cada vez que cambies de disolvente, deséchalos en el segundo frasco. Tras terminar tus experimentos, deja durante un día el frasco en un lugar aireado lejos

de animales, personas y niños, ya que se debe evaporar el etanol y la acetona. Si utilizaste agua, la que quedó en el frasco la puedes tirar en la tierra o en el lavabo.

**Lo que debes saber**



Las plantas tienen pequeñas moléculas, algunas son comunes y esenciales para su crecimiento y reproducción, por lo que son conocidas como **metabolitos primarios** (azúcares, aminoácidos y lípidos). Otras son diferentes entre las especies y tienen funciones específicas, como mecanismo de defensa contra el ataque de insectos, atrayentes de polinización y protección contra cambios ambientales; estos se llaman **metabolitos secundarios** y su presencia o ausencia son responsables de la diferencia entre familias, géneros y especies.

en agricultura como insecticidas para el control de plagas, en la industria cosmética, etcétera.

Los científicos han utilizado diversas técnicas que permiten la separación de los metabolitos, como la **cromatografía**. Esta permite la separación entre las moléculas. Consta de dos fases, una líquida o móvil (alcohol o etanol) y una sólida o estacionaria (papel). La separación se debe a que las moléculas del extracto tienen propiedades químicas diferentes, las cuales tienen una interacción diferente y preferencial entre la fase líquida y la sólida.

Los metabolitos han tenido un gran número de aplicaciones, como en la medicina tradicional en el tratamiento de diversas enfermedades en humanos y animales, como aditivos alimentarios,

Con el paso de las décadas las técnicas de cromatografía han evolucionado, permitiendo la separación de un gran número de moléculas con equipos de alta tecnología llamados cromatógrafos.



Imágenes: a,b Jorge Bello y c, Alejandro Yam

Cromatografía en columna (a) y placa de aluminio (b,c)



## Actividad 8 (Opcional). Bioautografía

La unión de diferentes disciplinas y técnicas de estudio pueden dar resultados muy interesantes en una investigación, ¡es mejor trabajar en equipo!

### Pregunta de investigación:

¿Nos pueden servir varias técnicas a la vez en un ensayo?

### Actividad

Haremos la prueba de cromatografía con el extracto que observaste que se separó mejor o que inhibió la germinación. Se agregarán semillas de tomate y observaremos qué pasa.



### Materiales

- Los mismos de las actividades 6 y 7



### Desarrollo

1. Selecciona el extracto.
2. Aplícalo en tres papeles, como se mostró en la actividad 6.
3. Ponlo con la fase móvil que lo separó mejor.
4. Una vez que llegue la fase móvil a la marca de arriba, saca los papeles y déjalos secar.
5. Humedece con agua.



Imágenes: Leticia Medina Baizabal

6. Si logras ver las bandas de los componentes, agrega diez semillas en cada fila.
7. Si no logras verlo, con 10 semillas traza filas de 1 cm de distancia entre ellas.
8. Debes poner un **Control**.
9. Sigue los pasos de la actividad 6.
10. Escribe todas tus observaciones. Con esta prueba podemos detectar que hay componentes que le dan la actividad a la muestra.



Imágenes: Leticia Medina Baizabal



## Sobre los autores

Soy **Rocío de Lourdes Borges Argáez**, doctora en Ciencias egresada de la Southern Cross University, en Lismore, Australia. Cuento con tres patentes, he dirigido proyectos de investigación y participado en numerosas publicaciones de artículos de investigación; actualmente, soy investigadora de la Unidad de Biotecnología. Mi interés en la investigación es la Biotecnología de Productos Naturales. Desde la secundaria, la asignatura que más me encantaba era la Química y su relación con la Biología. Es por eso que realicé una licenciatura en Químico Farmacéutico Biólogo, pero cuando tuve la fortuna de realizar mi tesis en el CICY, encontré en el estudio de las plantas y sus compuestos activos, mi gran pasión.

Me presento, soy la Maestra en Ciencias en Biotecnología de Plantas, **Lucila Aurelia Sánchez Cach**. Cuando yo tenía tu edad, me percaté que me gustaban mucho las ciencias naturales. Por esta razón decidí estudiar la licenciatura de Químico Farmacéutico Biólogo. Soy Técnico Académico en el CICY y he colaborado en proyectos de cultivo de tejidos, extracción de metabolitos, clonación de genes y transformación genética. Actualmente estoy enfocada en el estudio de proteínas pequeñas de plantas con actividad antimicrobiana.

Mi nombre es **Fabiola Escalante Erosa**, soy maestra en Educación con licenciatura de Químico Biólogo Bromatólogo. Mi área de desarrollo ha sido en proyectos relacionados en el estudio de las moléculas presentes en plantas con diferentes usos y propiedades, lo cual me ha permitido especializarme en el manejo de diversas técnicas de cromatografía y espectroscopía. Pertenezco a la Unidad de Biotecnología,

donde actualmente mi línea de investigación es la Agrobiotecnología.

Hola, yo soy **Alfredo Dorantes Euán**. Estudié para ser Ingeniero Agrónomo en el Instituto Tecnológico de Conkal y cuando era pequeño me llamaba mucho la atención las formas y colores de las hojas de las plantas; esto me llevó a coleccionarlas y secarlas utilizando libros para hacer una colección.

Soy **Rosa Grijalva Arango**. Desde que estudié la primaria, me di cuenta de que mi área de interés era todo lo relacionado con la química y biología, por lo que más adelante decidí estudiar la licenciatura de Químico Fármaco Biólogo en la Facultad de Química de la UADY. Soy Técnico Titular C de la Unidad de Recursos Naturales, y actualmente la línea de investigación donde colaboro son la extracción e identificación de componentes terpénicos en plantas aromáticas y sus aceites esenciales, así como investigar sus actividades contra algunas enfermedades en plantas.

Mi nombre es **Irma Leticia Medina Baizabal**. En secundaria, recuerdo que me gustaba mucho coleccionar hojas de diferentes tamaños, colores y formas; las pegaba en una libreta, pero tenía la curiosidad de saber más sobre ellas. Es por eso que me enfoqué en el estudio de las ciencias naturales y la química. Realicé una licenciatura en Químico Industrial de la Facultad de Ingeniería Química de la UADY, y actualmente soy Técnico Académico Titular C de la Unidad de Biotecnología del CICY. Colaboro en las líneas de investigación de Biotecnología y productos naturales desde fuentes vegetales y microbianas con aplicaciones en agricultura.



Me llamo **Mirbella del Rosario Cáceres Farfán**. Cuando estaba en la secundaria estuve en contacto con la Química, sus usos y beneficios. Hoy en día, estoy en la Unidad de Biotecnología donde se proponen tecnologías que utilizan sistemas bio-

lógicos y sí, también hay mucha Química. Tengo la Licenciatura en Químico Biólogo Bromatólogo y la línea de investigación donde participo es Biotecnología de Productos Naturales.



## Glosario

**Aminoácido:** compuestos orgánicos que se unen para formar proteínas, que son indispensables para el organismo.

**Bacteria:** son seres vivos, microscópicos unicelulares.

**Bioensayo:** es un tipo de experimento científico que investiga los efectos de una sustancia en un órgano aislado o en un organismo vivo.

**Citotóxico:** es la capacidad o la propiedad de una sustancia de causar efectos adversos a la salud.

**Elongación:** incremento irreversible de una planta en tamaño y volumen.

**Glifosato:** es un herbicida de amplio espectro, desarrollado para la eliminación de hierbas y arbustos. Es el más utilizado a nivel mundial y es objeto de controversia por su toxicidad y el daño al ambiente.

**Herbicida:** es un producto utilizado para la eliminación de plantas indeseadas.

**Infusión:** acción de sumergir una sustancia vegetal en un líquido caliente, pero que no llegue a hervir.

**Lípido:** sustancias orgánicas relativamente insolubles en agua y solubles en solventes orgánicos.

**Maceración:** proceso de extracción de sólido con un líquido, dejándolo reposar por un tiempo determinado.

**Moléculas:** conjunto de átomos que están organizados e interrelacionados mediante enlaces químicos.

**R<sub>f</sub>:** el Factor de Retención se usa en la cromatografía de capa fina o papel, para establecer una relación entre la distancia del soluto y por el eluyente, desde el origen.

**Sustancia:** se emplea para referirse a la clase de materia con la que están formados los cuerpos.

**Taxonomía:** ciencia que trata de los principios, métodos y fines de la clasificación, generalmente científica.

**Viabilidad:** es un análisis que tiene por finalidad conocer la probabilidad de poder llevar con éxito un proyecto.

**Virus:** agente infeccioso microscópico acelular que solo puede replicarse dentro de las células de otros organismos.



## Bibliografía

- Alfaro, A. C., Nguyen, T. V., y Mellow, D. (2019). *A metabolomics approach to assess the effect of storage conditions on metabolic processes of New Zealand surf clam (Crassula aequilatera)*. Aquaculture. Disponible en: [www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0044848618316235?via%3Dihub](http://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0044848618316235?via%3Dihub).
- Centro de Investigación Científica de Yucatán. (s/f). *Flora de la península de Yucatán*. Disponible en: [www.cicy.mx/sitios/flora%20digital](http://www.cicy.mx/sitios/flora%20digital).
- Dutra, Q. P., Christ, J. A., Tavares Carrijo, T., De Assis Alves, T., De Assis Alves, Thammyres, Alves Mendes, L., y Praca-Fontes, M. M. (2020). *Phytocytotoxicity of volatile constituents of essential oils from Sparattanthelium Mart. species*. Disponible en: [doi.org/10.1038/s41598-020-69205-6](https://doi.org/10.1038/s41598-020-69205-6).
- Ishihara, S., Inaoka, T., Nakamura, T., Kimura, K., Sekiyama, Y. (2018). Nuclear magnetic resonance-and gas chromatography/mass spectrometry-based metabolomic characterization of water-soluble and volatile compound profiles in cabbage vinegar. Publicado en: *Journal of Bioscience and bioengineering*.
- Katinas, L. (2001). *El Herbario: significado, valor y uso*. Facultad de Ciencias Naturales y Museo-UNLP: Buenos Aires, Argentina.
- Kim, K. U., y Shin, D. H. (s/f). *La importancia de la alelopatía en la obtención de nuevos cultivares*. Disponible en: [www.fao.org/3/y5031s/y5031s0f.htm](http://www.fao.org/3/y5031s/y5031s0f.htm).
- Li, J., Chen, L., Chen, Q., Miao, Y., Peng, Z., Huang, B., Guo, L., Liu, D., y Du, H. (2021). *Allelopathic effect of Artemisia argyi on the germination and growth of various weeds*. Disponible en: [doi.org/10.1038/s41598-021-83752-6](https://doi.org/10.1038/s41598-021-83752-6).
- ONU, FAO y Africa Seeds. (2019). *Materiales para capacitación en semillas*. Roma.
- Ricker, M., y Rincón, A. (2013). *Manual para realizar las colectas botánicas del Inventario Nacional Forestal y de Suelos*. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México: Ciudad de México.
- Sánchez, J. (2021). *Alelopatía: qué es, tipos y ejemplos*. Disponible en: [www.ecologiaverde.com/alelopatia-que-es-tipos-y-ejemplos-1956.html](http://www.ecologiaverde.com/alelopatia-que-es-tipos-y-ejemplos-1956.html).
- Sibongile, M., y Zerbe, P. (2018). *Plant diterpenoid metabolism for manufacturing the biopharmaceutical of tomorrow: Prospects and challenges*. Phytochem.
- Universidad del Medio Ambiente UMA México. (2020). *#Agro2020 ¿Sabías qué? La alelopatía es un fenómeno biológico por el cual un organismo produce uno o más compuestos bioquímicos que influyen en el crecimiento, supervivencia o reproducción de otros organismos*. Recuperado de: [www.facebook.com/universidaddelmedioambiente/photos/a.257831764257334/4050293481677791/?type=3&eid=ARDRBG9L2iD9tBKo7CKwXrHZxaJ7AC-NPhrkROilG1AISV51UNYo4\\_LeQmk0IGH-9fSYb1\\_tSF5ZfUoVxe](https://www.facebook.com/universidaddelmedioambiente/photos/a.257831764257334/4050293481677791/?type=3&eid=ARDRBG9L2iD9tBKo7CKwXrHZxaJ7AC-NPhrkROilG1AISV51UNYo4_LeQmk0IGH-9fSYb1_tSF5ZfUoVxe).



# 8S

## Árboles vivos, árboles amigos

**Dra. Celene Espadas Manrique**  
**M. C. Gerardo Carrillo Niquete**  
**M. C. Rosa Pérez Hernández**  
**Biól. Uri Yael Ramírez**

Unidad de Recursos Naturales

### Descripción

Los seres humanos obtienen diferentes beneficios del medio ambiente, como el oxígeno, el agua y los alimentos. En diferentes manifestaciones culturales y artísticas, los árboles y los ecosistemas aparecen como protagonistas, lo cual demuestra lo esenciales que son para la humanidad. De este modo, el desarrollo y el bienestar de las poblaciones humanas han estado estrechamente vinculados con las características de su entorno, en particular con los árboles, de los que se obtiene un sinnúmero de productos.

Inicialmente, analizaremos la importancia ecológica y cultural de la gran variedad de formas de vida que existen en el planeta; particularmente, de las especies arbóreas y su influencia en la regulación del clima y el bienestar de las poblaciones humanas, tanto en el campo como en las ciudades.

También estudiaremos la pérdida de la biodiversidad como consecuencia de las actividades humanas, los riesgos para el ambiente y para todos los seres vivos de este planeta.

Culminaremos con algunas bases del conocimiento sobre los procesos ecofisiológicos de los árboles que intervienen en la regulación del clima y cómo pueden usarse en la mitigación del cambio climático, así como el rol que tienen en la vida social.

El alumnado identificará los beneficios que obtenemos de los ecosistemas, la importancia de conservar la biodiversidad y la conservación del patrimonio cultural del país, sobre todo los árboles.



## Objetivo

Que niñas, niños y adolescentes reconozcan a los árboles y la biodiversidad como fundamentales en la vida social, en la salud de los ecosistemas y en el bienestar humano, ya que son nuestros principales aliados para contrarrestar los efectos del calentamiento global y el cambio climático.

## Materia afín

- Ciencias y Tecnología/Biología/Diversidad, continuidad y cambio/Biodiversidad.

Aprendizajes clave (sep.gob.mx)

- Autonomía curricular/Ampliar la información académica/Taller de exploración y cuidado del medio ambiente.

(Currícula en: [www.planyprogramas-destudio.sep.gob.mx/index-Ambitos-hrs-lec2019.html#acc1title](http://www.planyprogramas-destudio.sep.gob.mx/index-Ambitos-hrs-lec2019.html#acc1title))

## ¿Qué vas a prender?

- Bases del método científico.
- Nociones sobre el concepto de clima.
- Reconocimiento de los ecosistemas.
- Valoración sobre los beneficios que obtenemos de los ecosistemas: ecológicos, estéticos y culturales.
- Saber de los beneficios de los árboles para el ambiente.
- Conocer los problemas ambientales urbanos: islas de calor y/o contaminación del aire.
- ¿Cómo regulan el clima los árboles?
- Transpiración.



## Hipótesis

Los beneficios que los humanos obtienen de los árboles en los ecosistemas, dependen en gran medida de la biodiversidad. Visibilizar y entender cómo los árboles generan estos beneficios, lo que contribuirá a su valoración y a su conservación.



## Panorama general del tema

En el último siglo, el planeta ha sufrido cambios profundos; la transformación de los ecosistemas para uso agropecuario, urbano o industrial se ha acelerado, la población humana ha aumentado considerablemente y con ello la generación de materiales sintéticos de productos de uso diario y de compuestos como los fertilizantes y los pesticidas que contaminan el suelo, el agua y el aire. En varias regiones del planeta los climas están cambiando; por ejemplo, algunos se están volviendo

más calientes y más secos, mientras que otros presentan temporadas de lluvias más intensas y extremas.

En los últimos 140 años las temperaturas han incrementado y en la última década, este ritmo se está acelerando. Con base en los registros meteorológicos, cada año se baten récords de mayor incremento de temperatura en las condiciones promedio de la Tierra y a la fecha hemos alcanzando un aumento de 2°C con respecto al siglo



pasado. Es importante analizar las consecuencias de este incremento de temperatura, de las transformaciones de los ecosistemas y de su efecto sinérgico sobre los seres vivos, y en particular en el desarrollo de las poblaciones humanas.

Las áreas donde se ha perdido considerablemente la cubierta vegetal están relacionadas con días de intenso calor y con temperaturas extremas locales que impactan sobre las diferentes especies, la salud y los sistemas de producción de las poblaciones humanas. En las ciudades donde los ecosistemas naturales han sido sustituidos por la pavimentación del suelo, se están registrando islas de calor, áreas donde las temperaturas son mucho más extremas, dada la falta de cobertura vegetal.

El bienestar de las poblaciones humanas en las diferentes regiones del planeta depende de la salud de los ecosistemas y la conservación de la biodiversidad. Es sustancial para los humanos entender cómo funcionan las relaciones entre los seres vivos y su ambiente para contrarrestar los impactos de sus actividades.

Se ha documentado que la vegetación contribuye a mitigar los efectos del calentamiento global y en las ciudades hay una relación directa entre arbolado abundante con temperaturas locales más frescas.

¿Qué modificaciones ocurren en el ambiente cuando se remueve la cobertura vegetal? ¿Cuál es el papel de las plantas, en particular los árboles, en la regulación del clima?



## Presentación

Cada vez que sentimos el calor de la luz solar durante el día, la humedad durante una lluvia o la frescura del aire durante la noche, estamos percibiendo distintos estados de las condiciones ambientales.

Las condiciones ambientales como la luz, la humedad y la temperatura, influyen sobre los seres vivos y funcionan como relojes biológicos que les indican cuándo es momento de estar alertas, de alimentarse o de descansar.

Los seres vivos influyen a su vez sobre el ambiente, observándose en la naturaleza una estrecha relación con el clima y con el suelo a través de la gran diversidad de ecosistemas que existen en el planeta. El

clima, en particular, influye en la gran variedad de formas de vida en la Tierra y a su vez, tienen importancia sobre la vida social y cultural de los humanos. Por ejemplo: el clima templado, característico de las partes altas del centro de la República Mexicana, es adecuado para la vida de plantas como la nochebuena y los abetos, que son muy usados durante las posadas y la Navidad; mientras que, el clima cálido y húmedo del sur y sureste de México es favorable para las palmeras que sirven para obtener alimentos, artesanías y materiales de construcción para refrescar a la población, tales como palapas, sombreros y abanicos.

Es tan importante la relación entre los seres vivos con el clima y el suelo, que cuando



son interrumpidas estas interacciones, conduce a la pérdida del hábitat de especies por contaminación y otras perturbaciones. El clima y los otros procesos que mantienen funcionando los ecosistemas pueden modificarse o desaparecer. Los humanos han desarrollado estilos de vida y sistemas de producción afines con las características de las regiones que habitan, por lo tanto, los cambios en el clima y en los ecosistemas pueden alterar los beneficios que obtienen de la naturaleza.

Para comprender cómo es esta relación y los beneficios que los humanos obtenemos de ella, antes es importante que los estudiantes se familiaricen con conceptos que se han vuelto parte de nuestra vida cotidiana,

como el estado del tiempo, el clima, el cambio climático, el calentamiento global y el cambio ambiental global. Posteriormente, a través de procesos como la evaporación y la transpiración de las plantas, los participantes conocerán un aspecto de la estrecha relación de los seres vivos con el clima, de su importancia para la regulación del clima, de su papel en la vida social de los humanos y de la importancia de conservar la biodiversidad, y por supuesto, los árboles.

Este proyecto fue elaborado por personal académico y estudiantes de posgrado de la Unidades de Recursos Naturales del CICY, de las líneas de investigación *Cambio global en ecosistemas neotropicales y Servicios ambientales de la biodiversidad*.



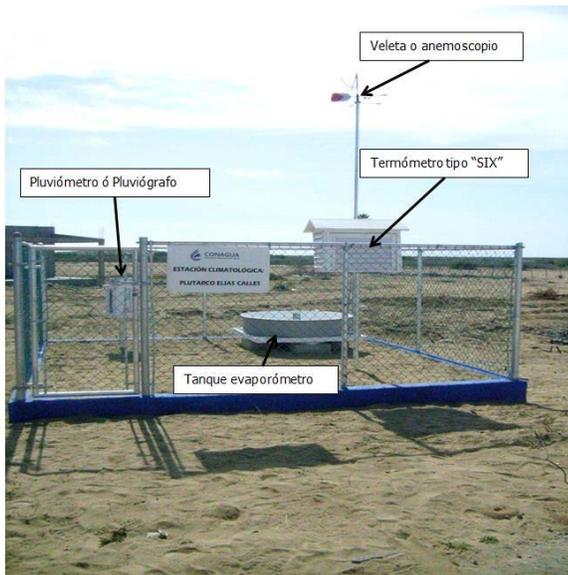
## Desarrollo

### a) El estado del tiempo, el clima y el cambio climático. ¿Por qué están relacionados?

El estado del tiempo y el clima son temas recurrentes en nuestra vida cotidiana. De los adultos aprendemos a mirar el cielo y según la altura, el color, la densidad o la forma de las nubes, intentamos predecir qué tiempo hará, aunque pocas veces acertemos. Para tener mayor seguridad y poder hacer nuestras actividades sin que el tiempo nos sorprenda, recurrimos a los pronósticos meteorológicos, que son realizados con instrumentos especializados en tierra como pluviómetros y termómetros; y en el espacio, satélites y globos meteorológicos que observan las corrientes de aire y

las corrientes oceánicas para predecir sus trayectorias actuales, y con ayuda de sus trayectorias históricas, ya que son procesos que se repiten a través del tiempo de manera casi igual.

Estos pronósticos los podemos consultar en medios de comunicación como la televisión, la radio o el internet, y nos ayudan a conocer la probabilidad de lluvia, la temperatura de las próximas horas, para saber si se aproxima un frente frío o si se aproximan tormentas y huracanes.



Fuente: [www.gob.mx/conagua/acciones-y-programas/estaciones-climatologicas](http://www.gob.mx/conagua/acciones-y-programas/estaciones-climatologicas)

El estado del tiempo se refiere a las condiciones de la atmósfera a corto plazo (horas, días o semanas) y en un lugar determinado. Los pronósticos meteorológicos nos dan este tipo de información, como la temperatura actual o de las próximas horas en el lugar donde vivimos.

En el idioma inglés se usa la palabra *weather* para hablar del estado del tiempo. En cambio, el clima (*climate* en inglés) define las condiciones promedio de la atmósfera en las distintas regiones del planeta, con base en los registros de temperatura, precipita-

ción, radiación solar, presión atmosférica, cobertura de nubes y trayectoria del viento, recolectados en redes de estaciones meteorológicas distribuidas en todo el mundo por un periodo mínimo de 20 años.

Estas condiciones de la atmósfera dependen de factores geográficos como la altitud, la latitud, el relieve, la distancia al mar, las corrientes marinas, entre otras. Al norte de México predominan los climas secos y desérticos, al sureste los climas cálidos subhúmedos, y en las zonas montañosas los climas templados y semifríos.



**Meteorología:** previsiones inmediatas o a corto plazo de las condiciones de la atmósfera.

**Climatología:** condiciones de la atmósfera y sus variaciones a largo plazo.





Para comprender la diferencia entre estado del tiempo y clima, veamos dos ejemplos: en Sonora, un estado ubicado al norte de la República Mexicana, el clima es seco y semiseco, porque existe muy poca lluvia durante todo el año y de ese modo se ha comportado durante muchos años. Sin embargo, el estado del tiempo durante julio y agosto puede variar de un día a otro; uno puede ser soleado y seco, y otro puede estar lloviendo; aun así, su clima sigue siendo seco y semiseco.

En Yucatán, el clima es cálido subhúmedo, porque durante todo el año predomina la humedad debido a la cercanía con el nivel del mar, lo cual es una característica que se ha mantenido estable durante muchos años; sin embargo, durante diciembre y enero, el estado del tiempo puede ser frío debido a la llegada de vientos polares, pero su clima sigue siendo cálido y húmedo.

Actualmente existen temas muy recurrentes como el calentamiento global, el cambio climático y el cambio ambiental global, los cuales ya forman parte de nuestro vocablo para explicar fenómenos en la naturaleza como condiciones de calor intenso, lluvias atípicas o huracanes con vientos extremos. Todos describen cambios en las condiciones ambientales como la temperatura, la precipitación, la nubosidad, la radiación solar, la presión atmosférica y los vientos en la atmósfera, en los continentes y en los océanos a diferentes escalas de tiempo y de espacio. En gran medida, el calentamiento global y el cambio climático se deben al cambio histórico en las concentraciones de algunos gases en la atmósfera, por lo que primero vamos a revisar algunos detalles sobre qué es la atmósfera.

La atmósfera es un conjunto de capas gaseosas que envuelven al planeta. En la tropósfera, que es la más cercana a la Tie-

rra, ocurren las vidas de todas las personas y de los seres vivos que conocemos. Esta se extiende desde el suelo hasta unos 8 o 14 km de altura, y se compone principalmente de gases como el nitrógeno (78 %) y oxígeno (21 %), gases denominados traza por sus concentraciones menores al 1 % como el argón y el xenón, y por otro lado, de otros llamados gases de efecto invernadero (GEI), que se producen por procesos biológicos y geológicos, así como por actividades humanas e industriales; estos son el dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), el metano ( $\text{CH}_4$ ), el óxido nitroso ( $\text{NO}_2$ ), los hidrofluorcarbonos (HFC), los perfluorocarbono (PFC), el hexafluoruro de azufre ( $\text{SF}_6$ ) y el vapor de agua.

Por encima de la tropósfera se encuentra la estratósfera y contiene la capa de ozono, cuya principal función es absorber y proteger gran parte de la luz ultravioleta proveniente del Sol. La capa de ozono bloquea estos rayos y protege a los seres vivos de la luz ultravioleta, pues puede causar daños a los núcleos de cualquier tipo de célula. Otro punto importante de la capa de ozono, es que absorbe el calor que emite la Tierra y que ha dado lugar a las temperaturas confortables que prevalecen y que han permitido la evolución de la vida. Si no existiera la atmósfera, la Tierra estaría congelada y la vida no sería como la conocemos.

Imagina un día soleado de verano y de intenso calor: estás dentro de un salón de clases y de repente alguien cierra todas las ventanas y apaga los ventiladores. Poco a poco, el calor se concentraría en el interior, y tú y tus compañeros comenzarían a sentirlo mucho, a sudar y a estar incómodos. Esto ocurre cuando los gases de efecto invernadero (GEI) aumentan su concentración, porque dejan pasar la energía del Sol en forma de luz visible, pero no dejan escapar todo el calor que se regresa en forma de radiación infrarroja al espacio.



Los GEI absorben la energía solar, y al hacerlo, sus moléculas comienzan a vibrar y producen calor, el cual es transferido al aire de la tropósfera. El calor producido permanece en la superficie terrestre, ya que no puede escapar hacia la estratósfera debido a que la capa de ozono evita este proceso, y por ello ocurre el efecto invernadero. Es por ello que el calentamiento global se debe entonces a un progresivo incremento de la temperatura en el planeta, como consecuencia del aumento en la concentración de los gases de efecto invernadero (GEI). Hoy en día sabemos por evidencias científicas que los GEI, al aumentar su concentración, retienen parte de la energía emitida por la superficie terrestre, y consecuentemente, incrementan la temperatura promedio de la Tierra.

Una característica natural del clima es que puede ser variable; aunque el de una región está caracterizado por datos meteorológicos de muchos años, a veces existen períodos que pueden ser secos o húmedos, fríos o calientes, pero que retornan a la condición promedio. Estos cambios son naturales y se conocen como fluctuaciones

del clima. Sin embargo, el cambio climático implica una modificación irreversible en las condiciones promedio de la atmósfera, lo cual pone en riesgo a los seres vivos de la Tierra, incluyendo a los humanos y su conexión con la naturaleza.

Por ejemplo, en las costas de México viven pescadores que dependen de la extracción de diferentes tipos de peces como forma de empleo. El cambio climático podría ocasionar que las estaciones del año cambien su duración, y esto puede modificar el comportamiento de los peces, especialmente de aquellos que migran a otras aguas para reproducirse. Si los peces no llegan en la temporada más importante de la pesca, estas personas estarían pasando por problemas por la falta de este recurso. Otro ejemplo sucede con las abejas, los árboles y los apicultores; las abejas necesitan de las flores para producir miel, pero si se modifican las estaciones del año debido al cambio climático, existe peligro que se altere el periodo de floración de los árboles y con ello, la alimentación de las abejas y la producción de miel.



## b) El cambio ambiental global. ¿Dependemos de la naturaleza?

Como vimos anteriormente, los cambios en las concentraciones de los gases que componen la atmósfera son capaces de modificar el clima y de alterar procesos naturales. No obstante, no son los únicos cambios que ocurren como consecuencia de las actividades humanas. Las personas transforman los ecosistemas para hacer su vida más cómoda y placentera, y obtener beneficios a partir de ella; pero toda actividad tiene consecuencias sobre el ambiente.

Algunos ejemplos son la destrucción del hábitat y la sobreexplotación de especies, que aumentan el riesgo de que desaparezcan para siempre. Por otro lado, la quema de combustibles fósiles y las actividades industriales contaminan el aire, el agua y el suelo con productos sintéticos y pueden romper con procesos delicados llamados ciclos biogeoquímicos (como el del agua) y con ello el sistema climático. Estas actividades humanas impactan a nivel global y afectan el funcionamiento del planeta, son responsables de los cambios en el clima y ponen en riesgo el bienestar de los seres vivos y de las personas.

Los seres vivos llevan varios millones de años en el planeta y han interactuado con el ambiente a lo largo del tiempo, al grado de adaptarse al clima. Gracias a las interacciones del clima con el suelo y los seres vivos, hoy podemos disfrutar de una gran diversidad de ecosistemas como los arrecifes que albergan miles de especies marinas como caracoles, peces, erizos de mar y pulpos y los manglares, que son lugares inundables donde se combina el mar y la tierra y son el hogar de garzas, gaviotas, pelícanos y camarones. También como los bosques templados, dominados por pinos, encinos y abetos, los matorrales xerófilos,

con plantas y animales adaptados a las sequías como los reptiles; y las selvas estacionalmente secas que reverdecen después de algunas lluvias y que tiran las hojas en los meses más secos del año.

Por las relaciones que se han establecido en los ecosistemas, del clima, los seres vivos y las personas, podemos decir que cualquier cambio en los componentes de esta fórmula puede llevar a resultados indeseados. Cuando estas se rompen por transformaciones en los ecosistemas, el clima puede cambiar y los procesos que mantienen funcionando a los ecosistemas pueden modificarse o desaparecer.

Este es el caso de la humanidad, que desde hace 10 000 años pasó de ser nómada a sedentaria y vio la necesidad de acondicionar su entorno para fundar aldeas, construir refugios y obtener beneficios de la naturaleza para la vida familiar y social. Este proceso ha cambiado a través del tiempo y hoy en día, las aldeas se han sustituido por ciudades, al grado que actualmente hay más personas viviendo en ellas que en el campo.

Tan solo en México, el 79 % de su población se halla viviendo en alguna ciudad, ([cuentame.inegi.org.mx/poblacion/rur\\_urb.aspx](http://cuentame.inegi.org.mx/poblacion/rur_urb.aspx)), y a nivel mundial, el 55% de la gente vive en alguna ciudad del mundo ([datos.bancomundial.org/indicador/SP.URB.TOTL.IN.ZS](http://datos.bancomundial.org/indicador/SP.URB.TOTL.IN.ZS)).

Resulta increíble que, aunque necesitamos de la naturaleza, estamos exigiendo más recursos de ella, contaminando los ecosistemas y alterando el equilibrio que se logró gracias a millones de años de interacción entre el clima y los seres vivos.



### c) El clima y el cambio climático en las ciudades. ¿Dependemos de la naturaleza?

Las antiguas civilizaciones mesoamericanas (como los olmecas, zapotecas, aztecas y mayas) prosperaron gracias a la diversidad de recursos naturales, bióticos (diversidad de plantas comestibles y medicinales, animales para la caza) y abióticos (suelos fértiles, condiciones climáticas, con temperaturas agradables y agua disponible) presentes en esta región de América.

Hace 1000 años en México, las ciudades eran muy diferentes: la gente vivía en los campos frescos, alrededor de ellas trabajaban como alfareros, campesinos, artesanos, sacerdotes o guerreros, desde temprano y se iban a descansar cuando el sol se ocultaba, pues no existía la luz eléctrica. Hoy en día las ciudades en México han cambiado; gracias a la tecnología y a la electricidad podemos realizar actividades durante el día y la noche, y la vida en las ciudades se ha vuelto más cómoda. A pesar de ello, el crecimiento de las urbes también genera problemáticas ambientales y hoy en día se considera que tienen un ambiente diferente al que se vive en el campo.

A principios del siglo pasado, México tenía una población principalmente rural, pero en los últimos 30 años la gente ha migrado a la ciudad y se ha establecido en las ciudades más grandes, como las del centro y norte del país. Esto hizo que crecieran al grado que el campo ha sido absorbido por el crecimiento de las urbes.

Estas son necesarias para la vida social, porque son fuente de empleo y de ingresos para que una gran parte de la población cubra con sus necesidades básicas (comida, vivienda y salud). A pesar de ello, existen problemas generados por su crecimiento acelerado. Por ejemplo, la pavi-

mentación del suelo, que como veremos más adelante, es responsable del excesivo calor y de las inundaciones. Otros son la deforestación, el uso de combustibles fósiles como fuente de energía y las industrias, que incrementan las emisiones de gases de efecto invernadero y hacen que el calor se sienta más. Estas características hacen que las condiciones climáticas locales cambien y se presenten incrementos de temperatura.

El cambio de una vida en el campo a una en la ciudad ha estado acompañada de oleadas de calor, que son masas o bloques de aire caliente que durante varios días se mantienen con temperaturas altas, y en ocasiones, más altas que en el aire en el campo. El problema es que entre más casas y edificios se construyan en un lugar, más intensas y frecuentes serán las oleadas de calor en muchas ciudades del planeta.

Otros factores que incrementan la temperatura de las oleadas de calor, son el tamaño de la ciudad, la cantidad de edificios y construcciones, su posición geográfica (si recibe intensamente los rayos solares todo el año o solo cuando no existen tantas nubes de lluvia), la presencia de arbolado urbano y el estado de conservación de las áreas naturales en los alrededores.

Hablando de oleadas de calor, incrementos de la temperatura y radiación solar, existe un efecto llamado **isla de calor**, que se produce en las ciudades como consecuencia de la pérdida de cobertura vegetal y que impacta la salud de los habitantes, su economía y los beneficios que se obtienen de los ecosistemas. A diferencia del campo, en donde las temperaturas suelen ser más frescas, en las ciudades se registran tem-



peraturas de 1 a 3°C más elevadas. Esta sensación caliente es un tema molesto para la gente en las ciudades, sobre todo en aquellas con clima cálido y húmedo, y cálido desértico.

En las ciudades, las calles y los edificios están contruidos con materiales como el asfalto y el concreto, que son buenos para absorber el calor del sol durante el día y liberarlo durante la noche. Esto nos da la sensación de estar cerca de un horno encendido, particularmente cuando estamos cerca de un muro durante el mediodía o cuando de noche estamos dentro de una casa. Esta se vuelve más fuerte en una ciudad cuando todas las fuentes de calor se suman, por lo que entre más calles y edificios tengamos, más intenso será el efecto de calor que la gente recibe; pero entre más cerca de los campos estemos, menor será el que recibiremos.

Las islas de calor en las ciudades son peligrosas, porque, aunque el cuerpo humano está diseñado para sudar y refrescarse, a veces esto no basta y se presenta un malestar llamado **golpe de calor**. Cuando la gente experimenta uno, la salud corre peligro y en algunos casos puede ser necesaria la atención médica. Para evitarlo, la gente modifica su comportamiento, por ejemplo, utilizan más el ventilador y el aire acondicionado, compran helados o paletas congeladas para refrescarse, o beben más agua, jugos o refrescos embotellados. Aunque esto pueda parecer la solución, todas estas actividades necesitan energía eléc-

trica, lo cual hace que las fábricas generadoras de electricidad tengan que trabajar más tiempo, que generen más humo y que se contamine el aire que respiramos.

Es muy extraño y difícil que en la naturaleza existan las islas de calor. Los espacios urbanos tienen el problema de que no cuentan con suficientes áreas arboladas o tienen poca vegetación en los alrededores. En donde están presentes, las temperaturas son más frescas. ¿Te imaginas por qué?

Esto se debe a que las hojas y las ramas de los árboles actúan como bloqueadores naturales de la radiación solar, absorbiendo una parte de la energía que llega a la superficie terrestre y reflejando otra hacia el espacio, reduciendo con ello la temperatura en el ambiente. Se llama albedo a la energía que es reflejada por una superficie terrestre.

Las ciudades con sus casas, fraccionamientos, edificios y calles pavimentadas con diferentes tipos de materiales sintéticos, como el asfalto y el cemento, tienen un impacto importante en la cantidad de energía solar que es absorbida y reflejada. Por lo general, las superficies oscuras como el asfalto, absorben una gran cantidad de energía solar que aumenta su temperatura e irradia el calor en su entorno, mientras que aquellas de color claro como el cemento blanco, reflejan una mayor cantidad de energía que ocasiona temperaturas más elevadas a su alrededor. El albedo también es la razón por la cual la ropa blanca se calienta menos que la ropa de color negro.

### d) Árboles vivos, árboles amigos.

Los árboles con los primeros rayos de sol comienzan a liberar pequeñas gotas de agua al aire a través de un proceso llamado transpiración, que ayuda a disminuir su

temperatura y a su vez, a que su entorno se sienta más fresco, como si estuviéramos en el campo. Para que este proceso se repita de forma diaria durante toda la



vida del árbol, se necesita suficiente agua en el suelo, temperaturas óptimas y que la planta esté sana. Por esto es muy importante cuidar a los árboles en todas las fases de su vida, y proveerles adecuada agua y estar pendientes de ellos.

En las plantas, las gotas de agua son liberadas a través de unos poros que se encuentran sobre la superficie de las hojas llamados estomas, que también absorben dióxido de carbono para la fotosíntesis. Cuando la gota de agua se libera, pasa del estado líquido al gaseoso y entra en contacto con la atmósfera. Para que esta evaporación ocurra se requiere de energía, conocida como calor latente, que al liberarse enfría a la planta.

Si una planta, al reducir su temperatura hace más fresco su entorno, ¿te imaginas lo que pueden hacer al mismo tiempo todas las hierbas, arbustos y árboles que forman la vegetación? En conjunto, actúan como escudo ante los rayos del sol, refrescan el entorno y transfieren humedad a la atmósfera en forma de vapor de agua, indispensable para la lluvia, parte esencial del ciclo del agua.

En las ciudades, ante la ausencia de vegetación, los árboles no solo adornan las calles con sus formas y colores, sino que cumplen con delicadas funciones que ningún otro ser vivo puede aportar. Gracias al trabajo que realizan diversos centros de investigación en todo el mundo, hoy podemos afirmar que existen muchas razones por las que los árboles vivos son árboles amigos, y a continuación te diremos algunas de las razones más importantes:

- **Inundación en las calles.** Cuando la lluvia es fuerte, el agua que reciben las calles es tan grande que las alcantarillas no pueden eliminar los char-

cos que se forman. ¿Alguna vez has sacudido una rama después de una lluvia y observado toda agua que cae? A esto se llama intercepción de la lluvia y ocurre porque las ramas y las hojas de los árboles reciben el líquido y lo almacenan temporalmente. Toda el agua de lluvia que interceptan los árboles nunca llega al suelo y, por lo tanto, no llega a las alcantarillas. Ingenioso, ¿verdad?

- **Conservación de la biodiversidad.** Los árboles existen en todos los tamaños y formas. Desde las raíces hasta la copa se relacionan con otros organismos como bacterias, hongos, insectos, reptiles, mamíferos y aves, ya sea dándoles un hogar, alimento o protección contra otros organismos que se los pueden comer. Un ejemplo es cuando los árboles florecen, además de mejorar la estética de calles y jardines, las flores también brindan alimento a organismos polinizadores como insectos y aves, y con ello los árboles pueden cerrar su ciclo de vida al producir frutos. Estos después serán fuente de alimento para otros organismos, incluyendo los humanos. Es por esto que los árboles son muy importantes, ya que promueven y ayudan a la conservación de la biodiversidad.
- **Islas de calor.** Como vimos anteriormente, la transpiración y la producción de sombra son dos formas en las que los árboles hacen que las temperaturas sean más confortables en las ciudades. Con los árboles se pueden combatir las islas de calor a través de la sombra, ya que entre más espacios así tengamos, menos oportunidad tienen el concreto y el asfalto de calentarse.



Además de los beneficios ya mencionados que obtenemos de nuestros amigos los árboles, también nos regalan parte de ellos. Estamos hablando de los recursos maderables. Estos son aquellos árboles de los que obtenemos material para la construcción de casas, muebles o incluso artesanías. Los recursos no maderables los podemos obtener de las raíces, la corteza, las hojas y las semillas, ya sea usándolos directamente como el orégano que le pones a la pizza o el achiote que se usa para preparar la cochinita pibil; o después de ser transformados como los aceites, los tintes, los perfumes y las medicinas.

Los árboles han formado parte de nuestra cultura pasada y reciente, conocemos su valor a través de las leyendas de árboles sagrados, de amor y desamor, de los árboles de barro que simbolizan la vida y la muerte, la primavera, la naturaleza y la transformación. Otros árboles milenarios siguen de pie, arropando historias y aguardando el tiempo,

como el árbol de Tule en Oaxaca y el Sotolín Gigante del Jardín Botánico Helia Bravo en Zapotitlán Salinas, Puebla.

Los grandes árboles que ves en tu ciudad fueron plantados hace 20 o 30 años por personas que al igual que tú, estaban preocupados por crear espacios para que las futuras generaciones no sufran tanto por las islas de calor o por las inundaciones. Estos han sobrevivido a las fluctuaciones del clima y a los cambios en la ciudad gracias al cuidado de las personas, ya que de pequeños son más sensibles a la falta de humedad, al excesivo calor y al daño provocado al romperle una rama o arrancarle sus hojas; esto puede retardar su crecimiento o provocarle un daño mayor. Así que la próxima vez que encuentres un árbol pequeño, o incluso si tienes árboles en casa, recuerda que al crecer será un amigo muy valioso y que tal vez en el futuro seas tú y tu familia quienes podrán disfrutar de los beneficios que nos regalan.



### Actividad 1. Al mal tiempo buena cara.

**Tema:** Estado del tiempo, el clima y el cambio climático.

#### Pregunta de investigación

¿Cómo se relacionan los cambios en las condiciones de la atmósfera con el calentamiento global del planeta?

#### Actividad

Antes de iniciar es importante que leas la información del inciso a) *El estado del tiempo, el clima y el cambio climático. ¿Por qué están relacionados?*, que se encuentra en el punto 3. Con esta actividad de lectura te adentrarás al tema del clima, con información que será punto de partida para el desarrollo de las actividades y de tu proyecto.



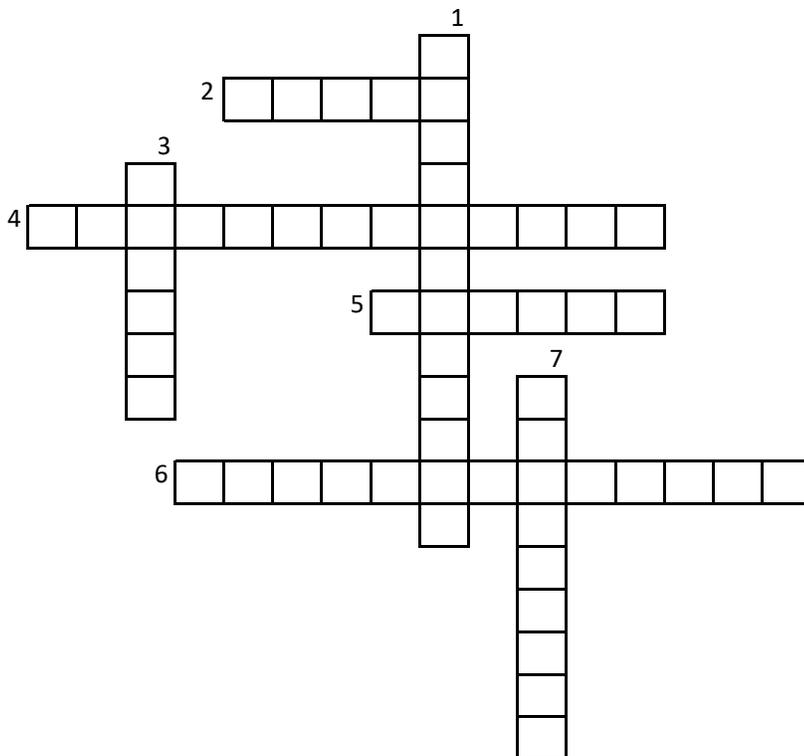
### Materiales

- Lápiz o bolígrafo, crucigrama.



### Desarrollo

Con base en la lectura y comprensión del tema, resuelve el siguiente crucigrama:



#### Horizontales

- 2. Condiciones promedio de la atmósfera de un lugar de la tierra por un periodo de tiempo entre 20 y 30 años.
- 4. Elemento del clima.
- 5. Condiciones de la atmósfera en un momento dado y en un lugar determinado.
- 6. Progresivo incremento de la temperatura en el planeta.

#### Verticales

- 1. Característica del clima, que se refiere a las fluctuaciones climáticas que se presentan en un lugar.
- 3. Gas de efecto invernadero.
- 7. Capa gaseosa que rodea la tierra compuesta principalmente por nitrógeno y oxígeno.



### Lo que debes saber

Antes de iniciar con la resolución de cualquier pregunta de investigación científica, es necesario indagar qué se sabe sobre el tema y qué se desconoce; cuando formulamos una pregunta de investigación, previamente hemos observado y reflexionado sobre una

situación y reconocido un problema. De este modo, la pregunta orientará la resolución de un problema. En el tema que estamos tratando, es importante que tengas claro el significado del estado del tiempo, del clima, del calentamiento global y el cambio climático y sus relaciones con las condiciones de la atmósfera.



## Actividad 2. Marzo ventoso y abril lluvioso, hacen a mayo florido y hermoso.

**Tema:** Beneficios que los humanos obtenemos de la naturaleza.

Conoceremos diferentes beneficios que los humanos obtienen de los árboles, la vegetación y los ecosistemas; directos como los alimentos, e indirectos como la regulación del clima; así como su importancia para el desarrollo de las poblaciones humanas. Nos enfocaremos en los beneficios que los habitantes de las ciudades obtienen del campo.

### Pregunta de investigación

¿Cuáles son los beneficios que los habitantes de las ciudades obtienen de las áreas rurales cercanas?

### Actividad

Lectura de la información del inciso b) *El cambio ambiental global. ¿Dependemos de la naturaleza?*, del punto 3.



### Materiales

- Libreta, hojas de papel, lápiz, encuesta.



### Desarrollo

Uno de los beneficios que obtenemos directamente de la naturaleza son las frutas; además de ser nutritivas, destacan por su gran variedad de formas, colores, olores y sabores, son refrescantes y muy agra-

dables al paladar. También son un recurso natural que se comercializa todo el año en los mercados locales e internacionales. La producción de frutos depende de la polinización y de las condiciones climáticas, por lo que encontraremos frutas que se producen solo en una región del país y durante alguna temporada del año.

1. Preguntas de investigación: ¿Qué frutas consumen los habitantes de las ciudades? ¿Sabes de dónde provienen? ¿Cuál es el beneficio ambiental que se obtiene al consumir frutos locales?
2. Observar: sal y observa las plantas presentes, la forma y el color de sus hojas, si presentan flores o frutos, la cantidad de luz que ilumina el entorno, percibe la temperatura y la humedad del aire. Anota en tu libreta las observaciones y la estación del año en la que te encuentras. Acude a una frutería y observa los diferentes tipos de frutas, sus colores y olores. Anota en tu libreta la lista de frutas y la temporada del año.
3. Hipótesis. Fases de las plantas como la floración y la fructificación responden a las condiciones climáticas, conocer cuando ocurren estas fases en los árboles frutales comestibles de las diferentes regiones es útil para un aprovechamiento sustentable.
4. Experimentación. Elige a cinco personas mayores de 18 años para aplicar una encuesta y así saber acerca de las frutas que consumen durante el año, de dónde provienen, dónde las com-



pran, cuáles son más baratas y si conocen las ventajas de consumir frutas de temporada y locales.

5. Análisis de datos. Organiza los datos de la entrevista para listar las frutas que consumen en las diferentes temporadas e identificar las que son locales y las que provienen de otras regiones. Con base en la frecuencia de las respuestas (número de veces que responden lo mismo) sobre el sabor y precio de las frutas, y sobre su disposición a consumir frutas locales y de temporada, llega una conclusión sobre las ventajas de consumir alimentos que se producen en las zonas cercanas a donde vives.
6. Conclusiones.
  - Las personas mayores de 35 años conocen más frutas de temporada, aprovechan los precios más bajos y compran en los mercados locales.
  - Las personas menores de 35 años compran frutas de otras regiones en el supermercado.
  - Todos opinan que el sabor de las frutas no siempre es igual.
  - Todos están dispuestos a consumir frutas de temporada para ser más respetuosos con el ambiente, además de que beneficia su economía.
  - Consumir frutas locales y de temporada tiene beneficios para nuestra salud y economía, son alimentos más frescos, de mejor sabor y mejor precio, se respetan los ciclos de vida de los árboles y además se evita su transporte a largas distancias y el uso de conservadores, que no solo encarece el precio, sino también impacta sobre el ambiente y la salud de las personas.



### Lo que debes saber

Obtenemos diferentes beneficios de los ecosistemas, entre ellos la polinización; gracias a los insectos, aves y murciélagos, los cultivos como los árboles frutales son polinizados y esto posibilita la producción de frutos y la continuidad de la vida. De los polinizadores depende la producción de alimentos en todo el mundo.

También, es importante que sepas que cuando ocurren grandes transformaciones en los ecosistemas, como la pérdida de selvas y bosques, pueden alterarse los procesos que afectan a los beneficios que obtenemos de la naturaleza. En los sistemas agropecuarios, cultivos como los frutales y la producción de miel dependen de las temporadas de lluvias, ya que los cultivos están acoplados a las diferentes estaciones del año y la producción de miel a las diferentes épocas de floración de las plantas silvestres. De este modo, si las condiciones climáticas cambian, es muy probable que se vea afectada la producción de alimentos.

Para contrarrestar estos impactos se promueve el consumo local de alimentos, que abona al ahorro de energía, reduce las emisiones de gases de efecto invernadero y respeta los ciclos de producción de las plantas, además que evita el uso de compuestos sintéticos que promueven la maduración de los frutos o los conservan por largos períodos de tiempo.



Encuestador: \_\_\_\_\_

Buenos días, me llamo \_\_\_\_\_ y estoy realizando una encuesta para un proyecto de Talento CICY, relacionado con el consumo de frutas, ¡Puede darme unos minutos para hacerle unas preguntas?

EDAD: \_\_\_\_\_ Menor de 20 años      \_\_\_\_\_ Entre 20 y 35 años  
 \_\_\_\_\_ Entre 36 y 50 años      \_\_\_\_\_ Mayor de 50 años

SEXO: \_\_\_\_\_ Masculino      \_\_\_\_\_ Femenino      PROFESIÓN: \_\_\_\_\_

GRADO DE ESTUDIOS: \_\_\_\_\_ Primaria      \_\_\_\_\_ Secundaria  
 \_\_\_\_\_ Universidad      \_\_\_\_\_ Posgrado      \_\_\_\_\_ Otro

ZONA DONDE VIVE: \_\_\_\_\_ Urbana      \_\_\_\_\_ Semi urbana      \_\_\_\_\_ Rural

1. ¿Cuántas veces el mes compra fruta?

- \_\_\_\_\_ Todos los días
- \_\_\_\_\_ Cada 2 o tres días
- \_\_\_\_\_ Cada semana
- \_\_\_\_\_ Cada quincena
- \_\_\_\_\_ Una vez al mes
- \_\_\_\_\_ No compra fruta

2. ¿Dónde compra la fruta?

- \_\_\_\_\_ Frutería cercana
- \_\_\_\_\_ Tienda de la esquina
- \_\_\_\_\_ Mercado local
- \_\_\_\_\_ Supermercado

3. ¿Qué fruta compra?

\_\_\_\_\_

4. ¿Compra las mismas frutas todo el año?

- \_\_\_\_\_ Si      \_\_\_\_\_ No

5. Qué frutas compra en las diferentes estaciones del año?

- Primavera: \_\_\_\_\_
- Verano: \_\_\_\_\_
- Otoño: \_\_\_\_\_
- Invierno: \_\_\_\_\_

6. Piense en una fruta que consume todo el año ¿sabe igual en todas las temporadas?

- \_\_\_\_\_ No
- \_\_\_\_\_ A veces
- \_\_\_\_\_ La mayoría de las veces
- \_\_\_\_\_ Siempre

7. ¿Cuál es la temporada del año que más consume frutas?

\_\_\_\_\_

8. ¿De dónde provienen las frutas que compra?

- \_\_\_\_\_ Se producen localmente
- \_\_\_\_\_ Se producen en otras partes del país
- \_\_\_\_\_ No sabe

9. ¿Cuántas frutas son más baratas?

- \_\_\_\_\_ Locales      \_\_\_\_\_ De otros lugares

10. ¿Estaría dispuesta(o) a consumir más frutas de temporada y locales, si sabe que impacto ambiental del transporte es más respetuoso con el ambiente?

- \_\_\_\_\_ Si
- \_\_\_\_\_ Probablemente
- \_\_\_\_\_ No



### Actividad 3. Quien tiene árbol, tiene pájaros.

**Tema:** Biodiversidad e interacciones.

En esta sección aprenderemos sobre la variedad de formas de vida que se encuentran relacionadas con los árboles, así como sus interacciones y la importancia de estos. Muchos de los beneficios que las personas obtienen de la naturaleza dependen de las interacciones entre los diferentes seres vivos y el ambiente donde habitan. Gran parte de las interacciones favorecen a las especies que participan, pero otras no son benéficas para una de las partes. La polinización es una interacción que beneficia a las plantas y a los polinizadores (insectos, murciélagos y aves, entre otros), pero también indirectamente a los humanos.

#### Pregunta de investigación

¿Qué seres vivos podemos encontrar en los árboles que nos rodean? ¿Cuál es el tipo de interacción que tienen estos organismos con los árboles? ¿Cuál es la importancia de los árboles para otros seres vivos?

#### Actividad

Antes de iniciar, accede al enlace [kahoot.it/challenge/05759732?challenge-id=226b3991-4250-4366-8259-fd-075dbab82d1625072979857](https://kahoot.it/challenge/05759732?challenge-id=226b3991-4250-4366-8259-fd-075dbab82d1625072979857), y pon a prueba tus conocimientos sobre las interacciones. Cuando hayas terminado, acude a un parque o área arbolada (puede ser el jardín o el patio de tu casa o el de un vecino) y recorre los alrededores para registrar las hierbas, los arbustos y los árboles presentes, así como los seres vivos que encuentres en ellos.



#### Materiales

- Libreta, lápiz o pluma.



#### Desarrollo

- Pregunta de investigación: ¿Qué seres vivos podemos encontrar en las plantas que nos rodean? ¿Cuál es el tipo de interacción que tienen estos organismos? ¿Cuál es la importancia de los árboles para estos seres vivos?
- Observar: anotar las observaciones en tu libreta.
- Experimentación: durante la mañana, el mediodía y la tarde, observar detalladamente los árboles a nuestro alrededor, identificando y anotando que seres vivos se encuentran en ellos y lo que están haciendo (ejemplo: abeja tomando el polen de una flor, ave parada en las ramas, etcétera). Posteriormente identifica el tipo de interacción que tienen con las plantas.
- En tu libreta crea un cuadro anotando sus observaciones (ejemplo: análisis de datos. ¿Cuántos seres vivos encontraste? ¿Qué tipo de interacciones encontraste? ¿Por qué crees que es importante este tipo de interacciones?
- Conclusiones: piensa de qué manera se relacionan los organismos que encontraste y cómo influyen en la vida de las plantas y viceversa. ¿Qué pasaría con las plantas si no existieran estos seres vivos? ¿Qué crees que les pasaría a estos seres vivos si no hubiera plantas?



FECHA	HORA	FORMA DE VIDA	SER VIVO	ACTIVIDAD	TIPO DE INTERACCIÓN (Herbivoría, mutualismo, comensalismo, parasitismo)
día/mes/año	00:00 am/pm	Hierba	abeja	abeja en flor, tomando néctar	Mutualismo
día/mes/año	00:00 am/pm	Arbusto	ave	está en su nido	Comensalismo
día/mes/año	00:00 am/pm	Árbol	planta	planta diferente con raíces que penetran la rama del árbol	Parasitismo
día/mes/año	00:00 am/pm	Árbol	oruga	comiendo las hojas	Herbivoría
día/mes/año	00:00 am/pm				
día/mes/año	00:00 am/pm				



### Lo que debes saber

Todos los seres vivos presentes en la Tierra interactúan constantemente entre sí y con su entorno. Dentro de estas se encuentran las interacciones bióticas, aquellas relaciones que se establecen entre dos o más organismos vivos y como resultado de estas, los individuos pueden verse beneficiados, perjudicados o no ser afectados. Algunos tipos de interacciones son:

**Herbivoría:** interacción en la que un organismo (conocido comúnmente como herbívoro) se come todo o una parte de alguna planta, ya sea hojas, corteza, flores o frutos. Un organismo se beneficia, mientras que en el otro (planta o árbol) tiene un efecto negativo. Un ejemplo es cuando una oruga se alimenta de las hojas de un árbol.

**Mutualismo:** este tipo de interacción surge cuando los dos organismos se

benefician por su interacción. Un ejemplo sería la polinización.

**Comensalismo:** este tipo de interacción son beneficiosas para un organismo, pero no afectan al otro de manera positiva ni negativa. Un ejemplo es cuando las aves construyen sus nidos en las ramas de los árboles.

**Parasitismo:** en este tipo de interacción, un organismo (conocido como parásito) utiliza a otro (llamado hospedador) para cubrir sus necesidades básicas y con ello, ampliar su propia capacidad de supervivencia. El parásito se beneficia, mientras que el hospedador sale perjudicado. Un ejemplo es cuando algún insecto pone sus huevecillos dentro de una hoja de alguna planta.

Estas interacciones son de suma importancia, porque regulan el funcionamiento y mantenimiento de los ecosistemas.



## Actividad 4. Abril trae flores y mayo se lleva los honores.

**Tema:** Ecofisiología del arbolado.

Con este tema nos acercaremos al conocimiento de los mecanismos fisiológicos de las plantas que contribuyen a la regulación del clima en el planeta. Empezaremos por conocer la relación de las plantas con el ambiente. Así como en los humanos, las plantas dependen del agua y otros factores como la temperatura y luz; la calidad, cantidad o ausencia de estos pueden tener efectos positivos o negativos en el funcionamiento.

### Pregunta de investigación:

¿Cómo afectan la temperatura, la humedad y la luz a las plantas? ¿Qué les sucederá si las colocamos en diferentes ambientes?

### Actividad

Inicia con la lectura del inciso d) *Árboles vivos, árboles amigos*, del punto 3. Posteriormente, selecciona cuatro plantas/macetas del mismo tipo que puedas mover de un lugar a otro, e identifica dos sitios: uno a plena luz del sol (donde seguramente hará mucho calor) y otro donde dé indirectamente (puede ser debajo de un árbol).



### Materiales

- Cuatro plantas/macetas.
- Libreta o bitácora.
- Agua para regar las plantas.



### Desarrollo

Una vez seleccionadas las plantas del mismo tipo, coloca dos de ellas en el sitio con luz y dos en el sitio con poca luz. A lo largo de tres días haremos lo siguiente:

1. Marca cada planta con un plumón o con una cinta, puedes usar etiquetas que digan "Maceta sin sol 1", "Maceta sin sol 2", etcétera.
2. Una vez marcadas las macetas, para cada sitio selecciona una planta que regarás a diario y otra que dejarás sin riego durante los tres días.
3. Cada día, las plantas con riego deberán recibir una cantidad de agua que humedezca toda la tierra. Recuerda que a las otras dos no se les pondrá nada.
4. Observa cada día las plantas y anota cómo lucen, así como las características de cada una, tanto las de riego como las que no han recibido agua.
5. Una vez pasado este tiempo, ¿qué observas?, ¿qué les pasó a las plantas que no fueron regadas?, ¿qué diferencia hay entre las plantas sin riego que están directo al sol y las que están bajo la sombra? Al final con las observaciones haz un dibujo de cómo fue cambiando la planta a lo largo de los tres días.



FECHA	LUZ	AGUA	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3
<b>Maceta 1</b>	SI	NO			
<b>Maceta 2</b>	NO	SI			
<b>Maceta 3</b>	SI	NO			
<b>Maceta 4</b>	NO	SI			

**Lo que debes saber:**



Las plantas tienen una estrecha relación con el ambiente que las rodea, si este cambia, ellas también lo harán. Recuerda el apartado d) *Árboles vivos árboles amigos*, donde podemos leer sobre la transpiración, que es un proceso muy importante para la planta; pero, ¿qué pasa con la transpiración cuando la temperatura aumenta? La planta para mantener una adecuada temperatura aumentará la transpiración, lo que provocará que el agua se pierda rápidamente.

Si al aumento de la temperatura le sumamos que la planta no tenga agua, lo que pasará es que los poros de la planta (estomas) se cierren. Recuerda que los estomas son los encargados de absorber el dióxido de carbono que las plantas necesitan. Entonces, al cerrarse,

las plantas dejan de hacer fotosíntesis y, por lo tanto, podrían morir.

La luz, por otra parte, es la encargada de iniciar el proceso de fotosíntesis; entonces cuando la cantidad de luz que recibe la planta es mucha, está recibiendo energía para hacer el proceso. Sin embargo, aunque la planta esté recibiendo muchísima cantidad de luz, esto no quiere decir que hará mucha fotosíntesis. Las plantas tienen un límite y cuando este es traspasado, lejos de beneficiar, las perjudica. Todas tienen necesidades diferentes de luz; habrá plantas que requieran estar directamente al sol (como los zacates), mientras que otras necesitarán estar bajo la sombra (como el "teléfono").

Por eso es importante conocer cómo los cambios ambientales pueden afectar o beneficiar el funcionamiento de la planta.



## Actividad 5. La frescura de un árbol proviene de sus raíces.

**Tema:** Transpiración, ¿cómo se mide? (experimento).

### Pregunta de investigación

¿Cómo se transporta el agua desde la raíz hasta las hojas de las plantas?

Las plantas que utilizamos para la actividad anterior, las emplearemos ahora para conocer un poco más sobre la transpiración.



### Materiales

- Macetas/plantas utilizadas previamente.
- Cuatro bolsas suficientemente grandes para cubrir las plantas de las macetas (de preferencia transparentes).
- Libreta o bitácora.



### Desarrollo

Usaremos las plantas/macetas del experimento anterior. En esta ocasión, con las bolsas transparentes de plástico cubrirás las plantas durante dos horas. Esta actividad puede realizarse en los mismos sitios donde se encontraban previamente y durante el mediodía para mejores resulta-

dos. Pasado este tiempo, revisa las bolsas. ¿Se humedecieron? ¿Alguna bolsa tiene más agua que las otras?

Responde las preguntas y reflexiona, ¿por qué tienen agua las bolsas? ¿Por qué unas tienen más que otras? Anota todo lo ocurrido en la libreta o bitácora.



### Lo que debes saber

La transpiración es la salida de agua en forma de vapor de las plantas; al encontrarse atrapado (por las bolsas) se condensa y es así como podemos observar humedad. La condensación es el proceso mediante el cual una sustancia cambia del estado gaseoso (vapor) al estado líquido.

Toda el agua que la planta libera proviene de las raíces; las plantas tienen células especializadas para transportar el agua a través de ellas. Es como el sistema de tuberías que hacen que el agua llegue a nuestros hogares.



## Actividad 6. Quien a buen árbol se arrima, buena sombra le acobija.

**Tema:** Islas de calor en la ciudad.

En esta sesión vamos a conocer qué es el efecto de isla de calor en la ciudad, de dónde proviene y cómo los árboles nos ayudan a combatirlo. Lee la siguiente carta escrita por un viajero en el tiempo y reflexiona: ¿qué diferencias hay entre las ciudades prehispánicas y las ciudades modernas de México?

### Pregunta de investigación:

¿Por qué hay más frescura en el campo que en la ciudad?

### Actividad

Antes de comenzar, lee la sección *Árboles vivos, árboles amigos*. En esta actividad usarás el sentido del tacto para describir los cambios de temperatura en superficies naturales y artificiales a lo largo de un día.



### Materiales

- Una libreta cuadriculada, un lápiz o una pluma, colores diferentes, regla o escuadra para trazar.



### Desarrollo

1. Pregunta de investigación: ¿Qué tipo de superficie cambia más a lo largo de un día, las naturales o las artificiales?

Durante un día soleado, camina en el patio y encuentra las siguientes superficies: a) un espacio de tierra bajo un árbol, b) un espacio de tierra sin sombra, expuesto al sol, c) un espacio con concreto o cemento a pleno sol, d) una reja de metal o un tubo de metal bajo el sol.

Escribe en la libreta un recordatorio para que no olvides tus espacios de observación.

Copia la siguiente tabla en tu cuaderno o libreta usando la regla:

Hora	¿Cómo sientes la superficie? (fresca, tibia, caliente o muy caliente)			
	Tierra, bajo sombra de un árbol	Tierra, que recibe sol	Concreto que recibe sol	Reja de metal que recibe sol
8:00 a.m.				
10:00 a.m.				
2:00 p.m.				
6:00 p.m.				



*En alguna parte de México, cerca del año 1021*

*Hola, a quien sea que pueda encontrar mi carta:*

*¡Ahora sí que estoy en problemas! El teclado de mi máquina del tiempo se descompuso y en lugar de poner 2021, tecleé sin querer 1021 y no puedo volver a mi hogar. Lo extraño es que, aunque estoy en mi lugar de origen, nada es como lo recuerdo. ¿Qué haré?, ¿cómo voy a sobrevivir a esto?*

*Ya que me va a llevar un tiempo arreglar el fallo, he decidido aprender de la experiencia. Primero que nada, la vista es muy bonita; no encuentro más que verde a mi alrededor, puedo sentir muchos aromas frescos, mucho mejores que cualquier perfumería elegante. La gente cultiva sus propios alimentos, hay uno que otro edificio a lo lejos, y a mi parecer, los más grandes son especiales.*

*Hay mucha gente entrando y saliendo con ofrendas y regalos. Quizá estén celebrando algo en este momento. No visten de pantalón, ni utilizan zapatos o automóviles. Están caminando de aquí para allá, cargando canastas con frutas y plumas, y se mantienen en buena salud porque a diario se ejercitan caminando. Algunos están sentados en la puerta tallando artículos de madera y uno que otro juguete para los más pequeños; otros están haciendo herramientas con piedras. No hay ruidos, más que el caminar de las personas, las conversaciones entre la gente. Es un lugar tranquilo y bastante agradable, y estoy pensando mejor podría quedarme un tiempo más por aquí.*

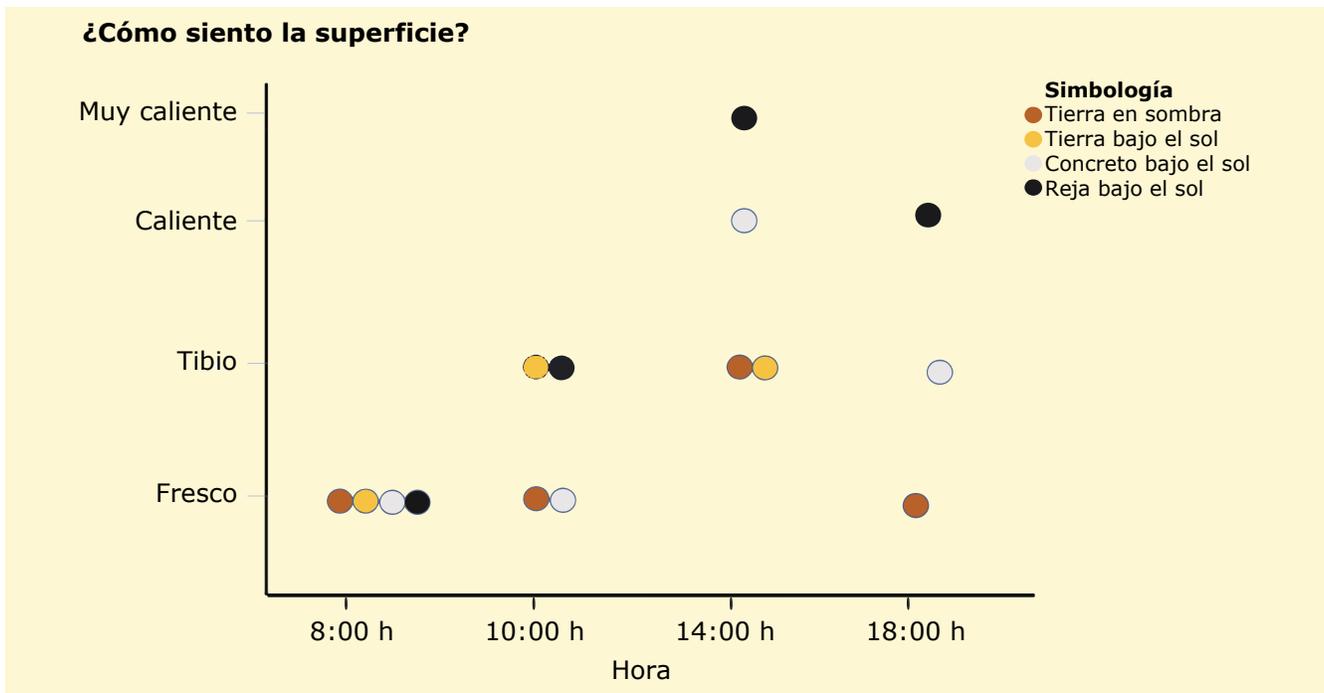


Recorre el patio y encuentra tus sitios a las horas que marca el cuadro. Toca con el antebrazo cada una de las superficies en cada uno de los horarios y registra en la libreta cómo sentiste la temperatura. Al terminar de tocar todas las superficies, lava las manos y el antebrazo con agua y jabón, y espera la siguiente hora para repetir la actividad.

2. Observar: Llena el cuadro en la libreta con las sensaciones de temperatura de cada superficie a lo largo del día.
3. Hipótesis: copia y contesta debajo del cuadro las siguientes preguntas: ¿cuál superficie se siente más caliente y cuál

se siente más fresca?, ¿por qué crees que esto ocurre?

4. Experimentación: piensa cuáles otras superficies artificiales y naturales puedes comparar a lo largo del día y escribe en tu libreta cuáles serían: madera, rocas, unicel, hojarascas, agua, etcétera. Contesta también, ¿qué hubiera pasado si el experimento lo realizamos durante la noche?, ¿todas las superficies se hubieran sentido igual?
5. Análisis de datos: realiza una gráfica como la del ejemplo, para resumir tus resultados. Recuerda usar colores diferentes para cada superficie.



6. Conclusiones: completa las siguientes frases de acuerdo con tus resultados y contesta la pregunta. Si es necesario, puedes comparar tus resultados con otro compañero o compañera.

a) La hora en donde sentí mayor calor fue \_\_\_\_\_.

b) La superficie que sentí más fresca a las 6:00 pm fue \_\_\_\_\_. Por el contrario, la superficie que sentí más caliente a las 6:00 pm fue \_\_\_\_\_.



- c) La hora en la que encontré que el concreto estaba más fresco fue a las \_\_\_\_\_. La hora en la que encontré que el concreto estaba más caliente fue a las \_\_\_\_\_.
- d) ¿Qué superficie de las que estudiaste es la que más predomina al exterior de tu casa o escuela?, ¿esta superficie contribuye a la formación de islas de calor?, ¿por qué?

### Lo que debes saber



En las ciudades, las superficies artificiales como el concreto, el metal y el asfalto son muy comunes. El calor que liberan estos materiales durante la noche son los responsables de las islas de calor. En cambio, la sombra que producen los árboles permite mantener fresca la superficie y por ello, ayudan a evitar que las islas de calor se formen.



## Actividad 7. Proyecto de las niñas, niños y adolescentes

**Tema:** 10 razones para sembrar árboles y conservar los ecosistemas.

### Pregunta de investigación

¿Por qué debemos plantar árboles y conservar los ecosistemas que tenemos?

### Actividad

Con base en las lecturas y los experimentos que realizaste, crea un material de formato libre que transmita lo que aprendiste y comprendiste.

### Lo que debes saber



Los conocimientos que se generan en las investigaciones científicas deben compararse y contribuir al bienestar de las personas, a la toma de mejores decisiones en la vida diaria que procuren también el bienestar de las futuras generaciones.



### Materiales

- Formato libre (póster, video, cuento, poema, narración, TikTok, meme, etcétera).



### Desarrollo

El material debe incluir los beneficios que obtenemos de la naturaleza, las consecuencias de transformar o eliminar a los ecosistemas, y su impacto en el clima y los seres vivos, incluyendo a los humanos. Debes elegir a quién va dirigida la información, a tus compañeros y compañeras de secundaria, a niñas y niños, a personas adultas o a los políticos, por citar algunos casos.

¡Ya tienes la información a quien va dirigido, ya solo te falta echar mano de tu creatividad e ingenio para compartir tus conocimientos científicos y crear conciencia!



## Sobre los autores

**Celene Espadas Manrique** estudió biología en la Universidad Autónoma de Yucatán. Antes de decidirse por esta carrera, de niña quería estudiar paleontología, veterinaria durante la adolescencia, y no se decía entre biología y psicología cuando cursaba la preparatoria. Casi todo le gustaba en su juventud, sobre todo las prácticas y los viajes de campo. Uno de sus temas favoritos es la Biogeografía, que estudia y analiza dónde se encuentran los seres vivos y por qué no se desarrollan igual en todos los lugares del planeta. Estudió su doctorado en el CICY y analizó dónde se encuentran las plantas endémicas de la península de Yucatán. Durante su etapa profesional ha estado trabajando en el análisis espacial de los seres vivos, del clima y el cambio climático, y en el monitoreo a largo plazo de poblaciones epífitas de la familia Bromeliaceae para analizar el impacto del cambio climático en la península de Yucatán.

**Gerardo Carrillo** estudia el doctorado en el CICY-Unidad de Recursos Naturales, en las líneas de investigación de cambio global en ecosistemas neotropicales y servicios ambientales de la biodiversidad. Ha preparado cuatro artículos de divulgación (dos publicados y dos aceptados) y ha partici-

pado como auxiliar e instructor en el curso de Comunicación de la Ciencia del Posgrado en Ciencias Biológicas desde 2017.

**Rosa Pérez** estudió la licenciatura en la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, desde pequeña estuvo en contacto directo con la naturaleza y le preocupaba la contaminación en su comunidad y por eso eligió estudiar biología. Durante la maestría (ECOSUR- Villahermosa) y ahora el doctorado, ha investigado la fisiología de las plantas. En la maestría estudió la fisiología del maíz; ahora en el doctorado, el efecto del riego y la cosecha de las hojas en la fisiología de la hoja santa. Estudia el doctorado en el CICY en la Unidad de Recursos Naturales, en la línea de agrobiodiversidad.

**Uri Ramírez** estudió biología en el Instituto Tecnológico de Chetumal, actualmente estudia la maestría en el CICY-Unidad de Recursos Naturales, en la línea de investigación de cambio global en ecosistemas neotropicales. Su tema de interés son las plantas epífitas y las interacciones planta-insecto. Durante su desarrollo profesional ha trabajado con plantas parásitas, plantas epífitas de la familia Bromeliaceae y microartrópodos.



# 9S

## El tiempo pasa y la ciudad crece, ¿cómo podemos medir este crecimiento?

**M. C. Fernando Jesús Tun Dzul**  
**Dr. José Luis Hernández Stefanoni**  
**M. C. Gabriela Reyes Palomeque**  
**Ing. Juan Andrés Mauricio**

Unidad de Recursos Naturales

### Descripción

¿Has percibido que cada año se siente mayor calor o temperatura en el ambiente de tu ciudad? ¿Has visto cómo aumenta la zona urbana a tu alrededor? ¿Recuerdas ver vegetación donde ahora hay casas habitación?

Si te interesa constatar estos cambios en tu ciudad, con este proyecto descubriremos a través de imágenes de satélite y herramientas de Sistemas de Información Geográfica (SIG), la relación entre el cambio de la cobertura vegetal del suelo de determinada zona y el incremento de la superficie de urbanización en su periferia, lo que conlleva a un aumento de calor año con año.

Los y las participantes conocerán el vocabulario utilizado en los SIG, obtendrán el conocimiento general para ubicarse espacialmente sobre la superficie terrestre y aprenderán a utilizar herramientas de trabajo cartográfico.

### Objetivo

Que las y los estudiantes analicen los cambios en las diferentes coberturas del suelo de su entorno habitacional en un periodo de tiempo determinado, particularmente durante el aumento de la mancha urbana, utilizando herramientas de SIG y percepción remota.



## Materia afín

Geografía:

- Eje: Análisis Espacial y Cartografía. Espacio geográfico
- [www.planyprogramasdestudio.sep.gob.mx/index-mapa-curricular2019.html](http://www.planyprogramasdestudio.sep.gob.mx/index-mapa-curricular2019.html)

(Currícula en: [www.planyprogramasdestudio.sep.gob.mx/index-mapa-curricular2019.html](http://www.planyprogramasdestudio.sep.gob.mx/index-mapa-curricular2019.html).)

## ¿Qué vas a aprender?

- Método científico.
- Sistemas de Información Geográfica.
- Análisis espacial y uso de imágenes de satélite.
- Cambio en el ambiente por modificación de las coberturas del suelo.

### Pregunta inicial

¿De qué manera podemos medir los incrementos de las áreas urbanas en nuestro entorno?



## Panorama general del tema

¿Has visto cómo recientemente muchas ciudades del territorio nacional vivieron una gran expansión urbana debido a la migración de personas entre estados o de la zona rural a la urbana? Quienes hemos vivido en una ciudad desde hace años, nos percatamos que estos cambios ocurren gradualmente a lo largo de la historia de las urbes. Sin embargo, la aparición de una gran cantidad de nuevas colonias, fraccionamientos y centros comerciales ha ocasionado un crecimiento explosivo de la mancha urbana en pocos años.

¿Sabes que un grave problema de la expansión urbana desmedida es el aumento de calor o temperatura del ambiente? Esto también es una consecuencia de la deforestación, es decir, la remoción total o par-

cial de la cobertura vegetal con el fin de cambiar el uso del suelo para algún otro, entre ellos el de zonas de asentamientos humanos que se desarrollan en la periferia de las ciudades. Sin embargo, existen otras consecuencias sobre los demás recursos naturales, como los bosques y los servicios ambientales que estos prestan para la sociedad.

¿Tienes en cuenta que los bosques son importantes en la mitigación del cambio climático al capturar y almacenar el CO<sub>2</sub> del aire? Una de las razones de su importancia dentro de las ciudades es la de reducir la temperatura del área circundante. Además, aumentan la infiltración del agua, funcionan como refugio para la fauna urbana y son una fuente de recreación y embellecimiento.



¿Has notado que las superficies en donde existen árboles que generan sombra pueden ser más frescas que aquellas que no tienen una cobertura arbórea? Las zonas en donde hay asentamientos urbanos son gene-

ralmente más cálidas que sus alrededores, variando de 1 a 10°C. De manera que, la existencia de árboles puede ayudar a disminuir el **Efecto Isla de Calor** al proporcionar sombra.



## Presentación

Para desarrollar este ejercicio, tomamos como sujeto de estudio el crecimiento de fraccionamientos y unidades habitacionales en la ciudad de Mérida, Yucatán. Sin embargo, la guía aquí descrita puede reproducirse en cualquier otra ciudad del país, pues las condiciones de crecimiento urbano son similares en las grandes urbes.

En los últimos años, el rápido crecimiento y desarrollo de infraestructura han convertido a varias partes de la periferia de la ciudad de Mérida en una auténtica “plancha de calor”, que concentra una diferencia de hasta tres grados de temperatura por encima del resto de la capital yucateca. El calor se ha incrementado en los últimos años sobre Mérida y conforme avanza el tiempo, se rompen récords de temperatura. Esto definitivamente se relaciona con el aumento de la masa de concreto y la deforestación constante de la que es víctima la urbe.

El objetivo de este proyecto es analizar la transformación de múltiples zonas en nuestra ciudad, pasando de ser áreas con vegetación a espacios de desarrollo urbano mediante la creación o expansión de fraccionamientos habitacionales. El interés principal es conocer cuánto se ha incrementado aproximadamente la mancha urbana de estas zonas durante un periodo de algunos años y cómo ha sido en términos geográficos.

Durante el desarrollo de este proyecto serán guiados por académicos y estudiantes de posgrado expertos en análisis espacial y sistemas de información geográfica, durante seis sesiones de trabajo a distancia. Se espera obtener como resultados, localizar las áreas que tienen pérdida de cobertura vegetal y cuantificar espacialmente estos cambios en la cobertura del suelo a lo largo de un periodo de tiempo.



## Desarrollo

Para realizar este ejercicio, se ha considerado dividir las actividades por día. ¡Comencemos!



## Día 1. Teoría y definiciones

### Actividad

Sesión teórica y glosario de términos.

#### Lo que debes saber

Reconocer qué es un Sistema de Información Geográfica y algunos términos utilizados en esta disciplina.



### Desarrollo

¿Sabes qué son las TIC? Seguro te estás imaginando ese gesto involuntario y que se repite en alguna parte de tu cuerpo o que se adopta de manera habitual. ¡No! Las TIC para nosotros en este ejercicio serán las:

## TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y DE LA COMUNICACIÓN

O sea, las herramientas tecnológicas que utilizamos hoy en día para comunicarnos.

Los principales aportes que hacen las TIC a la enseñanza actual de la geografía son [1]:

1. El uso de internet como fuente de información cartográfica y de tecnología digital para el tratamiento y reproducción de dichas fuentes. (mapas estáticos, dinámicos y georeferenciados, y softwares como Google Earth, QGis, ArcGis, etcétera).
2. El empleo de software para elaborar mapas y organizar información geográfica (hojas de cálculo y bases de datos que se pueden desarrollar en el software Excel).
3. La utilización de software específico para tratar o manipular información geográfica. Conocido como Sistemas

de Información Geográfica (SIG o GIS, por sus siglas en inglés) que permiten conectar mapas con bases de datos con el fin de reflejar los más variados fenómenos, que pueden incluir en sus representaciones las dimensiones espacio-temporales.

#### Entonces, ¿qué es un SIG?

Existen muchas definiciones sobre el término SIG, las cuales están en función o punto de vista de quien las aplique. Todas no son contradictorias entre sí, sino complementarias y tienen una serie de puntos comunes:

- Como concepto: se puede entender como un sistema informático.
- De acuerdo a su funcionalidad: nos sirve para captura, tratamiento, y almacenamiento de información,

[1] Pilar Comes Solé, profesora de Didáctica de las Ciencias Sociales en la Universidad Autónoma de Barcelona.



datos y capas temáticas, así como el análisis de los diferentes elementos que lo conformarán.

- Que requisitos necesita para su funcionamiento: una serie de datos geográficos que pueden estar en forma de vectores, imágenes y datos numéricos.

En estos términos, tenemos que tomar en cuenta que:

**“El SIG tendrá utilidad cuando sirva para enseñar y aprender conceptos geográficos, producir conocimientos científicos y resolver problemas espaciales”.**

(Gustavo Buzai, 2000) [2]

Con toda esta información, ¿qué problemas puede resolver un SIG?

Muchas de las cuestiones cotidianas que nos planteamos los seres humanos tienen un componente geográfico importante que

estimulan el pensamiento espacial.

Se trata de aspectos que afectan nuestras vidas diariamente; muchos de los datos de nuestro día a día son espaciales. Por ejemplo, caminar por nuestra ciudad nos exige conocer las calles, rutas, vías y todas estas, tienen una ubicación espacial. ¡Ah, claro!, ahora solo sacan sus celulares y se ubican mediante Google Maps, pero esta aplicación del celular tiene que estar alimentada por información espacial previamente capturada, sino no nos serviría.

Esto mismo ocurre con los problemas frecuentes a los que nos enfrentamos.

Nos encontramos ante una herramienta metodológica bastante potente para explorar nuestro planeta y comprender muchas de las dinámicas de nuestro territorio.

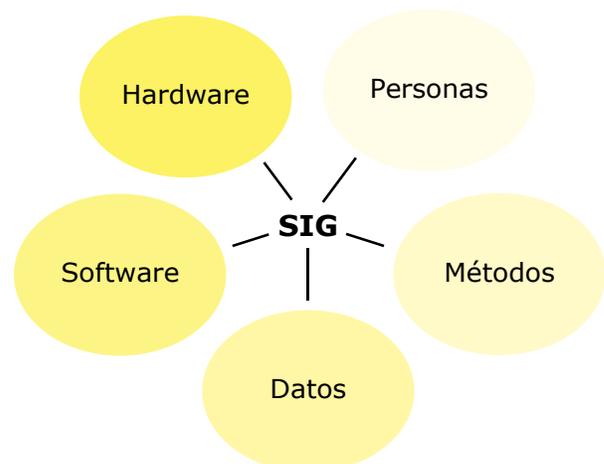
Tomando en cuenta lo anteriormente expuesto, la pregunta ahora es:

## ¿CÓMO PODEMOS DEFINIR UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA?

Es un conjunto de elementos físicos y lógicos, para el cual se requiere de un hardware o equipo de cómputo, softwares o programas especiales, para el análisis de información espacial, así como de personas que se encarguen de su manejo y metodologías diseñadas que interactúan de manera organizada para adquirir, almacenar y procesar datos georeferenciados y producir información útil en la toma de decisiones.

Es un sistema para capturar, almacenar, revisar, manipular, analizar e integrar datos que son espacialmente referenciados a la Tierra.

### Componentes de un Sistema de Información Geográfica



[2] La exploración geodigital (este título en cursivas).  
Gustavo D. Buzai, Lugar Editorial, Buenos Aires, 2000.



## ¿POR QUÉ ES IMPORTANTE UN SIG?

- Podemos visualizar o modelar la sobreposición de mapas.
- Realizar la producción de mapas.
- Lograr la integración de datos de diferentes orígenes.
- Realizar análisis espacial y de modelación.
- Y por último, explorar y predecir eventos geográficos.

### ¿Qué se plantea hacer en este ejercicio?

Como habíamos dicho previamente, el calor se ha incrementado en los últimos años sobre la ciudad de Mérida, y conforme avanza el tiempo se rompen récords de temperatura. Esto definitivamente se relaciona con el aumento de la masa de concreto y la deforestación constante de la que es víctima la urbe. En pocas palabras, vamos a cuantificar la pérdida de cobertura vegetal en un área debido a la construcción de viviendas a lo largo de un periodo. Las imágenes a continuación ejemplifican esta pérdida en dos zonas de la ciudad de Mérida, donde se muestra la expansión urbana por el desarrollo de fraccionamientos habitacionales.

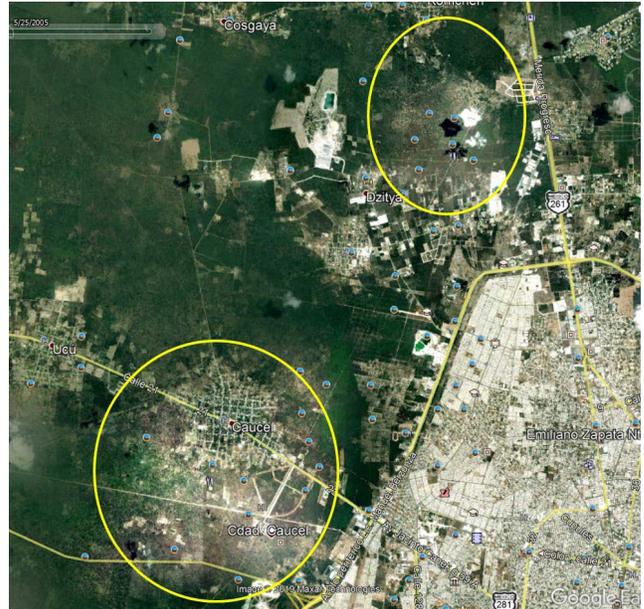


Imagen del año 2005



Imagen del año 2017



**TAREA. GLOSARIO DE TÉRMINOS EN SIG:** \_\_\_\_\_ 

Como tarea de esta sección, tendrás que investigar los siguientes términos utilizados en el lenguaje de los Sistemas de Información Geográfica:

VECTOR	RÁSTER	CARTOGRAFÍA
PUNTO	PIXEL	PERCEPCIÓN REMOTA
LÍNEA	IMAGEN	GEOREFERENCIACIÓN
POLÍGONO	DIGITALIZACIÓN	SATÉLITES



## Día 2. Hardware y software.

- Instalación de programas y necesidades de equipo.
- Digitalización de áreas.

### Actividad

Realizar la instalación del software y aprender el proceso de digitalización.



### Materiales

- Computadora con acceso a internet.

rísticas de rendimiento. Los **requerimientos computacionales** recomendados para su instalación y uso en este manual son las siguientes:

- Sistema operativo: Windows 10.
- CPU: Procesador de doble núcleo de 2 GHz o superior.
- Memoria del sistema (RAM): 8 GB o superior.
- Disco duro: mínimo 20 GB de espacio libre.
- Conexión a internet de alta velocidad.
- Dispositivo de señalización (mouse) para mejorar la precisión de digitalización.

### Lo que debes saber



aprenderás a descargar paquetería por internet, instalar programas. Conocer las capacidades del software y practicar el proceso de digitalización.

Cumpliendo el requisito de hardware o simplemente dicho, el tipo de computadora, ahora el programa a utilizar es el **Google Earth Pro**. Este es un software gratis que integra herramientas de análisis y gestión de información geográfica, también permite la visualización de imágenes de la superficie terrestre tomadas con satélites que orbitan a la Tierra. Las productos y herramientas de Google Earth Pro permiten gestionar, analizar, extraer y visualizar información de la superficie terrestre en objetos como puntos, líneas y polígonos con el objeto de caracterizar elementos y espacios sobre la superficie.



### Desarrollo

Como primer paso para realizar este proyecto, debemos saber las capacidades tecnológicas de nuestro equipo de cómputo, conocer qué programas y herramientas vamos a utilizar y, aprender a descargar software de la red y practicar su uso y capacidades.

Para poder realizar este ejercicio, debes tener una computadora con ciertas caracte-

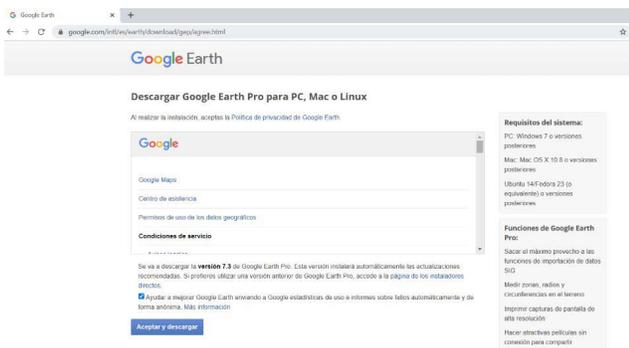
A continuación, realizaremos una serie de actividades en donde podremos conocer cómo ha sido la transformación de las ciudades o de cualquier área urbana.

Como primer paso, tenemos que hacer la **descarga e instalación de Google Earth Pro**.



Para esto, primero tenemos que descargar el software (que es de uso libre) y con el que realizaremos la mayor parte de los ejercicios.

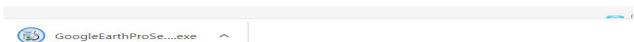
1. Google Earth Pro se obtiene en su página web oficial. Accede al buscador y pega el siguiente enlace de descarga: [www.google.com/intl/es/earth/download/gep/agree.html](http://www.google.com/intl/es/earth/download/gep/agree.html)



2. Da clic en el botón de "Aceptar y descargar".

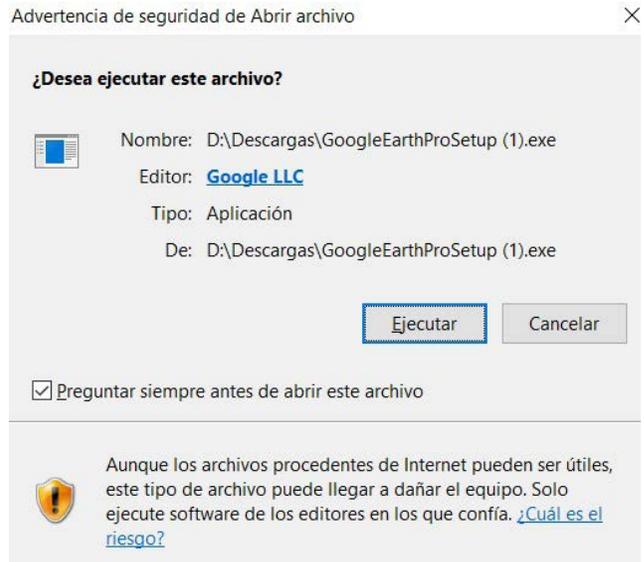


3. Google Earth Pro se descargará automáticamente.



4. Una vez que se ha descargado, dirígete a la carpeta de "Descargas", da doble clic en el archivo .exe de instalación.

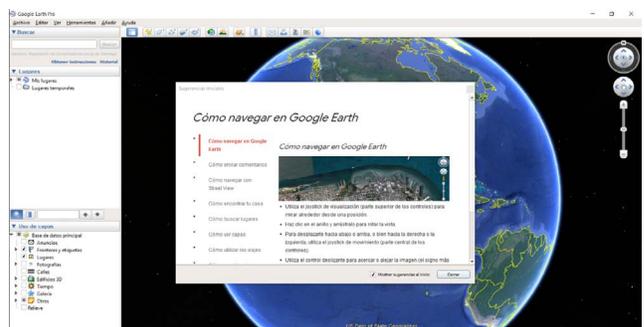
Después aparecerá una ventana de instalación emergente. Haz clic en el botón "Ejecutar".

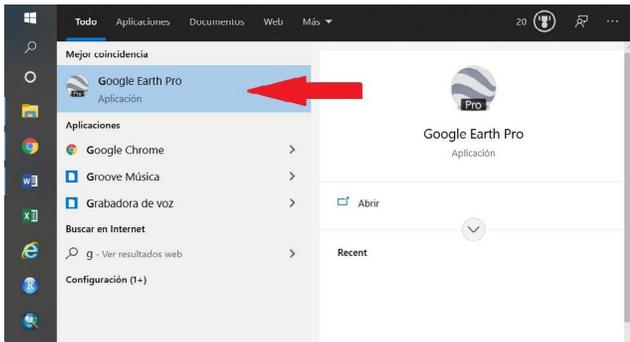


5. Acepta la instalación, la cual comenzará en breve. ¡Casi está listo!



6. Una vez instalado el software, se abrirá automáticamente. Si no se abre directamente después de la instalación, dirígete al acceso de Google Earth Pro desde el menú de "Inicio" de Windows.





7. Una vez instalado el programa, puedes observar todos los componentes de la interfaz del programa. Dentro de ellos se encuentran las herramientas de navegación, resaltadas en el cuadro rojo.



-  Ocultar barra lateral
-  Agregar un punto
-  Agregar un polígono
-  Trazar una ruta o
-  Agregar imágenes
-  Grabar video
-  Información cronológica
-  Luz del sol sobre el área de observación
-  Cambiar a Luna, Marte o Cielo
-  Regla
-  Correo electrónico
-  Imprimir
-  Guardar imagen
-  Ver en Google Maps
-  Ver en Google Earth para web



8. También podemos encontrar otras de las herramientas del programa, como las de digitalización, observación y medición.

¡Listo, ahora puedes navegar y desplazarte por los lugares que quieras! Puedes recorrer tu país, estado o cualquier parte del mundo a través del proceso de navegación con el mouse o mediante la herramienta de "Búsqueda de lugares" en su barra de herramientas lateral. Practica esto durante el tiempo que consideres adecuado para conocer la manera de navegar por este programa.



Como segunda actividad del día, una vez instalado el programa y entendido que sabes cómo navegar a través de él, ahora vamos a aprender el proceso de **digitalización de área**.

1. Para digitalizar, es decir, delimitar un área de interés en forma de polígono, se empleará la herramienta:

- Agregar un polígono
- información cronológica o en el tiempo

2. Primero, necesitas identificar un área de trabajo; para esto es necesario usar el *scroll* del mouse o dirigirse a un área utilizando las herramientas de navegación mencionadas anteriormente.



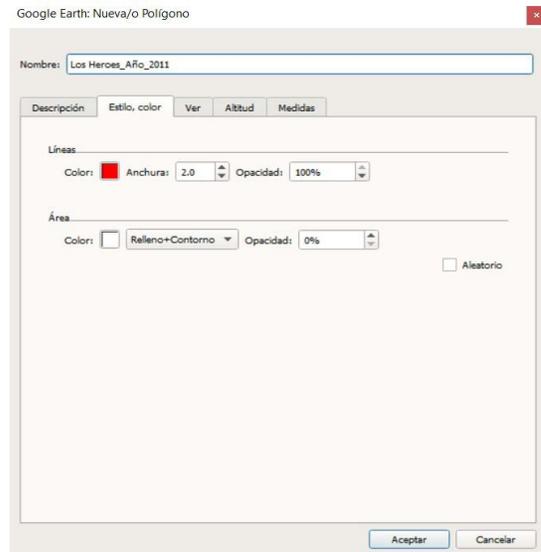
3. Una vez identificada la zona de estudio, activa la herramienta "Información cronológica".



4. Con la herramienta "Tiempo", es posible desplazarse varios años atrás y conocer los cambios sucedidos en el área de interés.



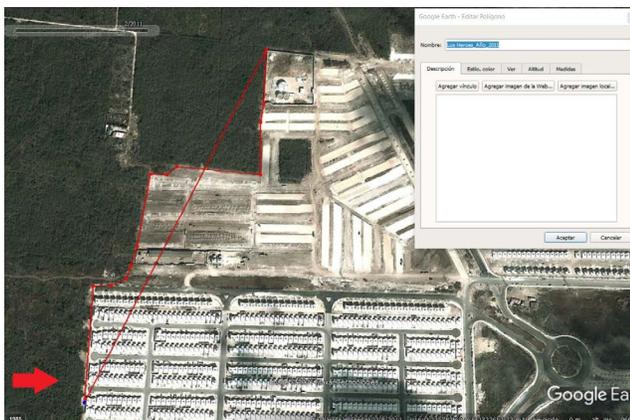
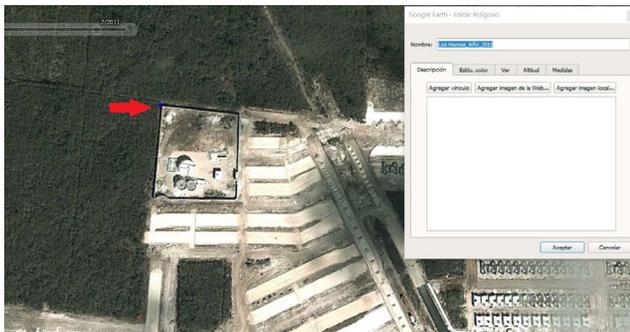
5. Ya que has establecido el año de observación de inicio, activa la herramienta de digitalización, es decir, de "Agregar polígono" . Una vez activa, se abrirá una ventana en donde se determinará el nombre del polígono. También se podrá modificar la apariencia de su trazado.



6. Ahora, podemos comenzar con la digitalización. Para esto, es necesario dirigirse al área de interés y comenzar con un clic izquierdo para marcar el primer punto del polígono. Una vez hecho esto, continúa marcando puntos sobre el contorno de los objetos de interés.



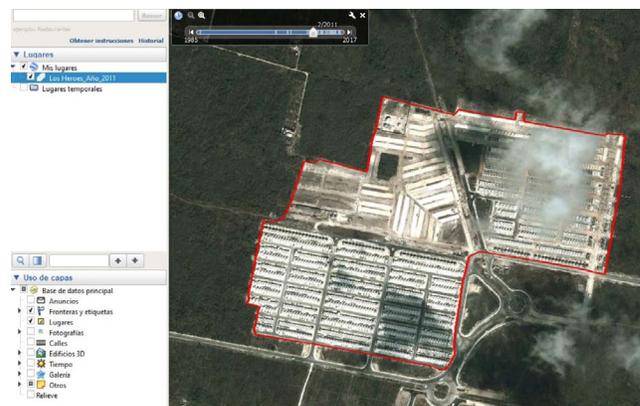
En este caso, el objetivo es digitalizar toda el área que corresponda a asentamientos urbanos o la zona deforestada que se logra observar en la imagen.



7. Continúa marcando puntos hasta cerrar la figura del polígono de interés, que en este caso es el asentamiento urbano.



8. Cuando el polígono del asentamiento urbano ha sido completado, da clic en el botón "Aceptar" para finalizar la digitalización. Automáticamente se mostrará en la barra lateral.



## TAREA



Para que puedas tener más práctica, te invitamos a que realices ejercicios de digitalización para familiarizarte con la herramienta y obtener mayor precisión en esta actividad. Puedes digitalizar tu casa, el parque de tu colonia o cualquier superficie que consideres de interés. ¡Recuerda que la precisión en tu digitalización te dará la exactitud de tu superficie calculada!



## Días 3 y 4. Conociendo los cambios en la cobertura del suelo.

### Pregunta de investigación

¿Cuál es la superficie de cambio de cobertura de suelo con el aumento del área urbana?

### Actividad

Digitalización de las áreas de estudio seleccionadas.



### Materiales

- Computadora con acceso a internet.



### Lo que debes saber

En esta etapa ya podrás tener la capacidad para digitalizar en pantalla y crear polígonos de interés en un área particular en una imagen de satélite elegida.



### Desarrollo

Para la siguiente parte del ejercicio se emplearán dos días, considerando que se puedan tener errores en la digitalización y que se tengan que volver a realizar el ejercicio o que dependa del periodo de tiempo que se eligió para analizar.

¡Ahora sí, viene la parte interesante del ejercicio!

Ya que has aprendido como digitalizar polígonos en el software **Google Earth Pro**, ahora podrás trabajar con aquellos que hayas seleccionado y que presenten un crecimiento en el asentamiento urbano. Recuerda que debes elegir un periodo.

1. Selecciona el asentamiento urbano a analizar y elige un periodo de acuerdo a las imágenes cronológicas disponibles en el software. Digitaliza un área para cada año. Se presenta el ejemplo para un área de la ciudad de Mérida conocida como Fraccionamiento Los Héroes. Se digitalizó en un periodo de siete años, del 2011 al 2017.
2. Procederemos a digitalizar los polígonos por cada cada año, de acuerdo al crecimiento del área deforestada o avance en la construcción del fraccionamiento.



Ejemplo, año 2011.



Ejemplo, año 2012.



Ejemplo, año 2016.



Ejemplo, año 2013.



Ejemplo, año 2017.



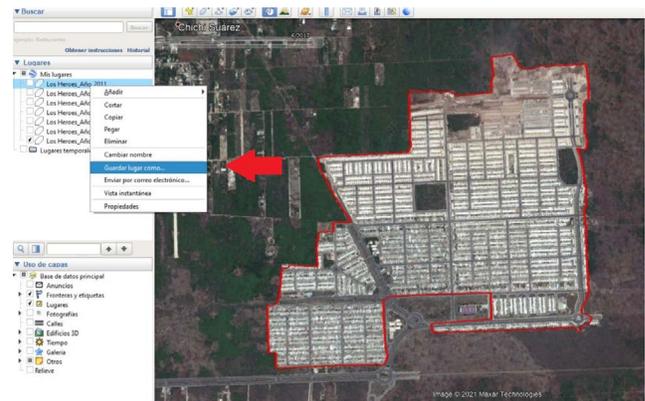
Ejemplo, año 2014.

3. Una vez que todos los polígonos han sido digitalizados, guárdalos de manera individual en el directorio de preferencia, asignándoles en este caso, su año para identificarlo.

4. Para guardar los polígonos, da clic derecho sobre él y escoge la opción "Guardar lugar como".

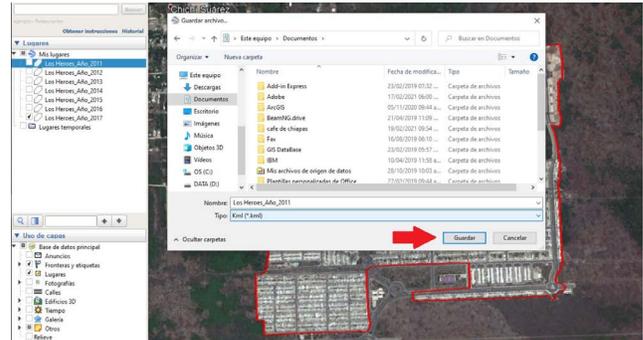


Ejemplo, año 2015.





- Guarda los polígonos dentro de una carpeta o directorio fácilmente identificable y recordable. Selecciona el formato \*.KML o el \*.KMZ, que están por default. Ya que no todos los programas de Sistemas de Información Geográfica pueden abrir formatos \*.KMZ, se aconseja guardarlos en formato \*.KML.



## Día 5. Obtención de superficies de cambio de cobertura del suelo.

### Pregunta de investigación

¿Qué tanta superficie de vegetación fue convertida a área habitacional?

### Actividad

Cálculo del área de cada polígono por año de seguimiento.



### Materiales

- Computadora con acceso a internet.



### Desarrollo

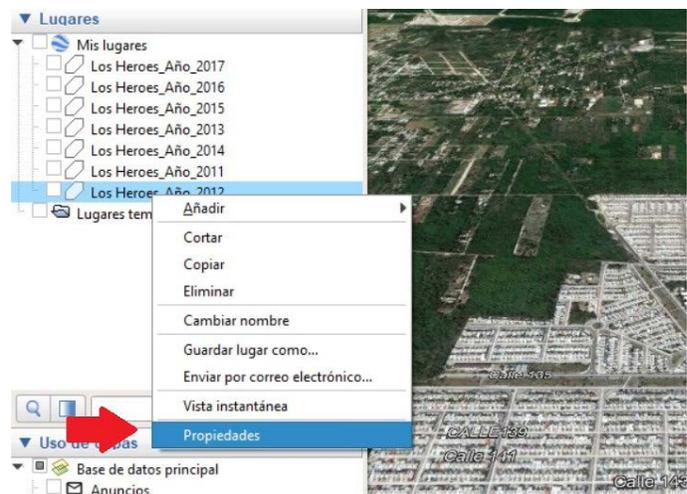
Hasta aquí has logrado hacer la parte más difícil del ejercicio, ya que has aprendido a usar un software con contenido geográfico y has logrado extraer información vectorial de él. Ahora procederemos a hacer los cálculos de superficie de los polígonos que obtuviste.

### Lo que debes saber

Utilizarás las herramientas de cálculo de superficies en el software y obtendrás la cantidad de vegetación que cambió a espacio habitacional.

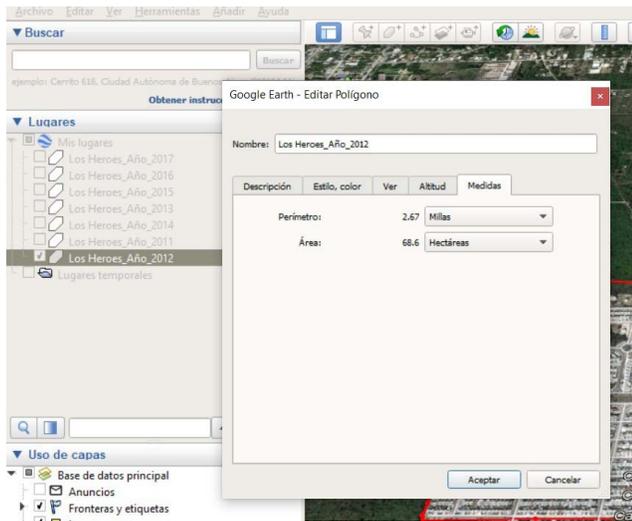
### Hacer los cálculos de las áreas de los polígonos

- Para obtener el área de los polígonos, ingresa a la opción de "Propiedades" de cada uno.





- En la pestaña "Medidas", de la ventana "Propiedades", se visualiza el área del polígono en hectáreas



Esta parte del ejercicio la vamos a desarrollar en el software Excel de la paquetería de Office que debes tener instalada en tu computadora; en caso de no contar con este programa, puedes usar cualquier otra hoja de cálculo o practicar tus clases de matemáticas para calcular los incrementos de superficie de año a año.

- En una hoja de Excel, captura los datos de los polígonos, año, lugar y el área de cada polígono obtenido en las propiedades de los polígonos, tal como se indica a continuación.

	A	B	C	D
1	Año	Lugar	ha	
2	2011	Los Héroes	54.43	
3	2012	Los Héroes	68.39	
4	2013	Los Héroes	91.63	
5	2014	Los Héroes	112.32	
6	2015	Los Héroes	137.90	
7	2016	Los Héroes	164.39	
8	2017	Los Héroes	177.98	
9				

Una vez obtenida tu tabla de Excel con los datos, ahora procederemos a calcular en qué cantidad de superficie, medido en hectáreas, ha crecido el área que digitalizamos; seguramente te sorprenderá ver cómo en un corto periodo de tiempo somos capaces de deforestar una superficie para dar paso a construcciones de concreto que inciden en el aumento de calor que vamos sintiendo cada vez más en nuestro entorno.

- Para calcular las diferencias entre cada año, es decir, el incremento anual, se procede a efectuar una resta. Por ejemplo, del año 2012 menos el año 2011.

	A	B	C	D	E
1	Año	Lugar	ha	incremento por año (has)	
2	2011	Los Héroes	54.60		
3	2012	Los Héroes	68.60	2011-2012	=C3-C2
4	2013	Los Héroes	91.90	2012-2013	23.3
5	2014	Los Héroes	113.00	2013-2014	21.1
6	2015	Los Héroes	138.00	2014-2015	25
7	2016	Los Héroes	165.00	2015-2016	27
8	2017	Los Héroes	178.00	2016-2017	13

- Finalmente se puede conocer el incremento de la zona urbana en hectáreas por cada año.

incremento por año (has)	
2011-2012	14.00
2012-2013	23.3
2013-2014	21.1
2014-2015	25
2015-2016	27
2016-2017	13



**Día 6. Elaboración de la presentación final del resultado del proyecto.**

**Pregunta de investigación**

¿Cómo hacer una presentación de los resultados obtenidos en el proyecto?

**Actividad**

Diseño de una presentación en Power Point.



**Materiales**

Computadora.



**Lo que debes saber**

Uso de software Power Point u otro que permita realizar una presentación de los resultados del proyecto.



**Desarrollo**

¡Ya has sido capaz de realizar este ejercicio y aprendido cómo usar herramientas de SIG!

Ahora te dejaremos una actividad adicional que consistirá en que puedas idear la manera de demostrar tu aprendizaje y trabajo ante tus compañeros y familia.

Es un tema libre para desarrollar, debes tener conocimientos mínimos de Power Point, de la paquetería de Office instalada en tu computadora, u otro programa en el cual puedas realizar una presentación para el público en general.

¡Usa tu creatividad para representar tus resultados!

Puedes emplear fotos, videos o dibujos para esquematizar el proceso de desarrollo de tu proyecto.



## Sobre los autores

El M. C. **Fernando Tun Dzul** es biólogo y tiene formación en ecología vegetal, tipos de vegetación y análisis del paisaje. Es especialista en Sistemas de Información Geográfica y Percepción Remota aplicada a Ecología del Paisaje, principalmente en análisis y descripción de la vegetación de la península de Yucatán. Actualmente se encuentra adscrito al Laboratorio de SIG del Centro de Investigación Científica de Yucatán (CICY). Es originario de Chicxulub, Yucatán, donde creció y conoció el campo. A tu edad le gustaba recorrer los caminos y áreas de monte alrededor del poblado, observando todo tipo de ser vivo y teniendo preferencia por los insectos y las plantas.

La M. C. **Gabriela Reyes Palomeque** es bióloga marina y manejadora integral de cuencas. Su formación está basada en la implementación de herramientas de Percepción Remota y Sistemas de Información Geográfica en el estudio de la vegetación de bosques tropicales. Nació y creció en Cachoatán, Chiapas, y desde muy pequeña se ha sentido atraída por los recursos naturales, en especial por la vegetación y los recursos hídricos. Le interesa conocer cómo los bosques cambian y se transforman en el tiempo y espacio, y cómo estos cambios

ocasionados por el hombre y el cambio climático afectan a la estructura y diversidad de los bosques tropicales.

El Dr. **José Luis Hernández-Stefanoni** es forestal y ecólogo. Actualmente es investigador en el Centro de Investigación Científica de Yucatán y sus líneas de investigación se enfocan en el monitoreo de bosques tropicales por medio de la percepción remota y estadísticas espaciales, además de la ecología del paisaje. A tu edad le gustaba visitar los bosques y quería describir cuántos tipos había y porqué eran diferentes.

El Ing. **Juan Andrés Mauricio** es forestal y estudiante de una maestría en Ciencias Biológicas en el Centro de Investigación Científica de Yucatán. Su formación se enfoca en el uso de herramientas de Sistemas de Información Geográfica y Percepción Remota para el estudio de la vegetación de bosques y selvas. Nació en el estado de Puebla, en una comunidad indígena reconocida como totonaca. A tu edad le gustaba andar por los caminos y senderos de los bosques; durante sus estudios de la preparatoria conoció la carrera de Ingeniería Forestal, que se trata de cuidar los bosques de nuestro planeta. Por eso ahora le gusta estudiarlos con ayuda de la tecnología.



## Glosario

**Análisis Espacial:** conjunto de herramientas que amplían las capacidades del análisis estadístico tradicional para abordar aquellos casos en los que la distribución espacial de los datos tiene influencia sobre las variables medidas y esta se considera relevante.

**Archivo KML:** *Keyhole Markup Language* es un lenguaje de marcado basado en XML para representar datos geográficos en tres dimensiones. Al publicar datos como KML los usuarios pueden usar Google Earth Pro para visualizarlos, que estaba escrito originalmente por una compañía llamada "Keyhole"; de ahí la referencia en el nombre.

**Base de Datos:** conjunto de información estructurada para permitir su almacenamiento, consulta y actualización en un sistema informático. Las bases de datos relacionales son un caso concreto en el que la información se organiza en relaciones (llamadas más frecuentemente "tablas") que son conjuntos de tuplas ("registros"), cada una de las cuales integra información de un elemento en un conjunto de campos (uno por atributo del elemento); si dos tablas comparten un campo con valores dentro del mismo dominio, puede aplicarse una operación de unión mediante la cual las tuplas se enlazan en función de los valores del campo de enlace.

**Cartografía:** conjunto de técnicas utilizadas para la construcción de mapas

**Cobertura del suelo:** se refiere a la descripción del material físico en la superficie de la Tierra, diferenciándose así del término "uso de suelo", el cual está definido por las asignaciones derivadas de la actividad humana en un territorio.

**Deforestación:** la remoción total o parcial

de la cobertura vegetal con el fin de cambiar el uso del suelo por algún otro.

**Hardware:** conjunto de elementos físicos o materiales que constituyen una computadora o un sistema informático.

**Imagen de satélite:** representación visual de los datos reflejados por la superficie de la Tierra que captura un sensor montado en un satélite artificial. Los datos son enviados a una estación terrena en donde se procesan y se convierten en imágenes.

**Islas de calor:** se caracterizan por una notable diferencia de temperatura que se observa entre los espacios urbanos densamente ocupados y construidos en comparación con su periferia.

**Mapa:** modelo gráfico de la superficie terrestre donde se representan objetos espaciales y sus propiedades métricas, topológicas y atributivas.

**SIG:** sistema para capturar, almacenar, revisar, manipular, analizar e integrar datos que son espacialmente referenciados a la Tierra.

**Software:** conjunto de programas y rutinas que permiten a la computadora realizar determinadas tareas.

**TICs:** Tecnologías de la Información y de la Comunicación, son las herramientas tecnológicas que utilizamos hoy en día para comunicarnos.

**Urbanización:** conjunto de viviendas que resultan de urbanizar un terreno y que corresponden a un plano unitario; en especial el que está situado a las afueras de una población destinado principalmente a segundas residencias.



# 10S

## El mosquito amenaza, la comunicación salva

**Dra. Blanca Marina Vera Kú<sup>1</sup>**  
**LCC. Julio César Domínguez Orta<sup>2</sup>**  
**LCC. Erika Gabriela Cano León<sup>2</sup>**

1. Unidad de Recursos Naturales
2. Dirección de Planeación y Gestión

### Descripción

Estudiaremos las amenazas que representa el mosquito transmisor del dengue (*Aedes aegypti*) en la salud de las zonas urbanas y rurales, así como su impacto en la de la comunidad (salud pública); además de cobrar conciencia de la importancia del uso de la comunicación para salvar vidas ante los riesgos epidemiológicos.

Los y las participantes conocerán los cuatro serotipos del virus del dengue, el ciclo de vida de este insecto transmisor, los síntomas que se desarrollan en una persona infectada, así como a prevenir la proliferación de mosquitos en sus entornos cercanos.

### Objetivo

Que la niñez y juventud cobren conciencia de la importancia que tiene el proceso de comunicación para salvar su vida ante riesgos epidemiológicos, tales como el dengue, un problema de salud pública en la región tropical a la que pertenece Yucatán.



## Materia afín

- Ciencias y Tecnología/Biología/Diversidad, continuidad y cambio.
- Proyectos de impacto social/Cuidado de la salud

(Currícula en: [www.planyprogramasdestudio.sep.gob.mx/index-mapa-curricular2019.html](http://www.planyprogramasdestudio.sep.gob.mx/index-mapa-curricular2019.html)).

## ¿Qué vas a aprender?

- Método científico.
- Ciclo de vida del mosquito transmisor del dengue (*Aedes aegypti*).

- Ambientes de riesgo y medidas de prevención para la infección por dengue.
- La comunicación como un proceso para prevenir la infección y la muerte por dengue.



## Pregunta inicial

¿Qué tanto riesgo tenemos de infectarnos de dengue? ¿Cómo poder salvar nuestra vida y la de otros de esta infección?

## ¿Dengue? ¿Y eso a mí qué?

Quizá alguna vez has escuchado la palabra dengue e incluso, es muy probable que conozcas a alguna persona que le haya “dado”.

Esto es muy razonable, ya que es una infección muy común en la zona donde vives, y si a ti no te ha dado, continúa leyendo, ya que te vamos a decir cómo prevenirlo e incluso, cómo puedes salvar a las personas que te rodean de sufrir la enfermedad que provoca este virus que, si no se trata adecuadamente, puede causar la muerte.

Pero bueno, el objetivo no es asustarte; más bien, es que conozcas sobre el dengue para que pongas manos a la obra y actúes en su contra.

Como introducción, tienes que saber que el dengue es un virus que se transmite de un vector (un mosquito o caracol) al

ser humano. En este caso es el mosquito *Aedes aegypti* que, al picarte, una vez que el virus entra al cuerpo comienza a replicarse ocasionado que se manifiesten síntomas y causan diversos malestares, que van desde leves hasta muy graves.

Y seguro para este punto aún te seguirás preguntando: ¿y eso a mí qué?

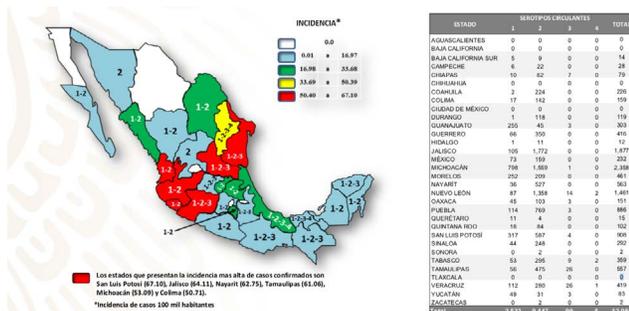
Pues te tengo una noticia, el mosquito del que te he hablado, ese canijo que usa “calcetitas” —metafóricamente hablando, ya que sus patitas tienen unas líneas blancas que se asemejan a las rayitas de los calcetines (Fig.1)— vive junto a ti; es más, quizá vive en tu casa y ni cuenta te has dado del riesgo que representa para ti y tu familia.

Este mosquito vive y se reproduce en América Latina, especialmente en el área tropical que abarca buena parte del país donde



**Figura 1.** Similitud de las patas del mosquito *Aedes aegypti* con una calceta.

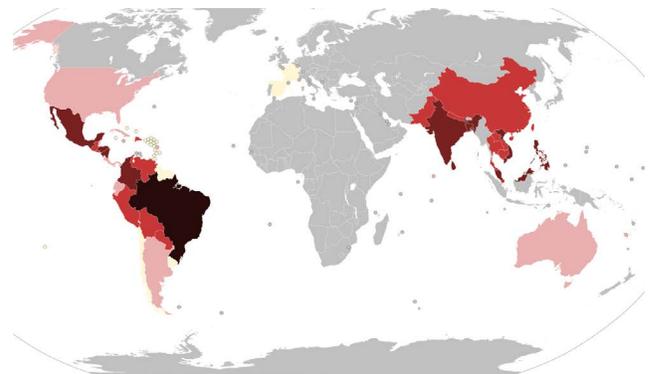
muchos de nosotros vivimos. Sin embargo, esto no salva a nadie de encontrarse con él. Según registros de la Secretaría de Salud del 2020, solo cinco estados no reportaron personas infectadas por dengue (Fig. 2), lo que nos habla de la importancia de que conozcas del tema y puedas salvarte del mosquito y la infección que podría transmitirte (dengue).



**Figura 2.** Incidencia de dengue por entidad [Fuente: Sistema Especial de Vigilancia Epidemiológica de Dengue (4 de enero 2021)].

Y bien, ahora que ya conoces los aspectos generales sobre el dengue, aquí va otro dato por el cual este virus tiene que ver contigo: es una de las **epidemias** más duras que enfrenta el mundo en los últimos años. Y aunque no es una **pandemia** como la Covid-19 (la enfermedad ocasionada por el virus del SARS-CoV2), México, el país en donde vives, al igual que otras naciones del área tropical, están viviendo un fenómeno

de incremento de casos confirmados —personas infectadas y diagnosticadas por una **prueba PCR** con el virus del dengue (DENV, como le conocen también los científicos por ser el acrónimo oficial del virus) (Fig.3).



**Figura 3.** Mapa de la incidencia del dengue en el mundo.

El año más crítico de esta epidemia fue en 2019, cuando se registraron más de 3 millones de casos confirmados y casi 1600 defunciones en el mundo, esto de acuerdo a la Organización Panamericana de la Salud (OPS). Al año 2020, México se encontraba entre los cinco países con mayor registro de casos confirmados por este virus en todo el planeta. ¿Ahora ves cómo el dengue sí tiene que ver contigo?

**¿Y sabes por qué esta epidemia cada vez es más grave? ¿Por qué motivo cada año ha aumentado el número de personas infectadas?**

Hay tres principales factores:

1. Circulación de nuevos **serotipos** de dengue (es cuando llegan otros tipos de virus de otra región, existen 4 tipos conocidos para dengue: DENV1, DENV2, DENV3 y DENV4).



2. No se ha desarrollado la inmunidad del ser humano a los nuevos serotipos (cuando el organismo no ha generado anticuerpos para defenderse a un tipo de virus).
3. El cambio climático (fuertes lluvias e inundaciones han favorecido la reproducción y migración del mosquito transmisor del dengue).

Los científicos y científicas han trabajado arduamente estudiando este virus, sin embargo, aún no existe una vacuna que sea totalmente eficiente para prevenir la infección del dengue. Esto nos lleva a otra pregunta ¿Cómo podemos prevenirlo?

Aunque parezca increíble, es muy fácil. Con acciones muy simples puedes salvarte y salvar a tu familia de la infección. Mantener tu patio limpio, verificar que no haya agua



**Figura 4** La limpieza del patio es fundamental para prevenir la reproducción del mosquito transmisor del dengue.

estancada, limpiar tu azotea; con esta y otras acciones, que más adelante te detallaré, evitarás la reproducción del *Aedes aegypti*, ya que, si no hay mosquito, no hay transmisor del virus.



## El mosquito amenaza, la comunicación salva

Ahora que ya te dimos un panorama acerca de la importancia de conocer sobre el dengue, te invitamos a realizar este proyecto que tiene por objetivo que jóvenes como tú, cobren conciencia de la importancia que tienen aspectos como la prevención y la comunicación para salvar tu vida ante riesgos epidemiológicos, tales como el dengue, un problema de salud pública global con mayor impacto en América Latina, incluida la región en la que vives.

Y si pensabas que los proyectos científicos solo los realizan los especialistas, estás un poco equivocado, ya que tú podrás desarrollar este proyecto de ciencia con materiales accesibles y, al final, podrás salvar vidas divulgando este conocimiento.

Durante este proyecto estudiarás las amenazas que representa el mosquito transmisor del dengue (*Aedes aegypti*) en tu entorno, así como su impacto en la salud de tu comunidad (salud pública), además de cobrar conciencia de la importancia del uso de la comunicación para salvar vidas ante los riesgos epidemiológicos.

### ¡Manos a la obra contra el dengue!

La recomendación es que como toda una científica o científico, realices este proyecto siguiendo una metodología, es por eso que encontrarás la leyenda "día 1, 2, 3..." acompañando el título del tema a desarrollar. Sin embargo, eres libre de elaborarlo acorde a tus tiempos.



## Día 1. El método científico.

### ¿Cómo funciona la ciencia?

La ciencia empezó con la curiosidad del ser humano por entender la naturaleza y el método científico es muy parecido a una receta, o sea una serie de pasos que se deben seguir para hacer investigación científica. Pero, así como existe una receta para hacer huevos revueltos, también existe una receta para hacer el pib. Una es sencilla y el resultado se tiene en 5 minutos, pero la otra es más compleja y tarda poco más de un día (suponiendo que el maíz ya esté molido).

La receta clásica de la ciencia es:

1. Identifica el problema.
2. Plantea unas preguntas: ¿por qué?, ¿cómo?, ¿cuándo?, ¿cuántos?, ¿de qué tamaño?, ¿a qué distancia?, ¿quiénes intervienen?, ¿cómo curar el dengue?, y ¿quién es el transmisor del dengue?
3. Plantear una hipótesis (una idea que debemos comprobar).
4. Plantear un experimento para responder esa pregunta.
5. Analiza los datos y saca una conclusión.

La ciencia es una secuencia lógica de pensamiento que nos permite resolver problemas de todas clases. Y es un proceso emocionante, dinámico e impredecible y depende de personas creativas, capaces de pensar fuera de la caja, pero sin que se derrame la sopa. Usaremos como ejemplo el problema del dengue.

La ciencia depende de las y los científicos, muchas veces descritos como "personas locas que usan batas blancas y hacen experimentos raros". Pero lo cierto es que somos personas incomprendidas haciendo experimentos raros... y la bata blanca la usamos porque nos vemos *cool*. Y aunque un científico puede hacer experimentos, necesita de un equipo para lograr resultados y a eso se le llama colaboración.

Por ejemplo, en el caso del dengue se requiere mucha colaboración. Un equipo de trabajo se encargará de estudiar al virus e identificar sus debilidades (conocer al enemigo), otro equipo se encargará de encontrar moléculas antivirales (fabricar nuevas armas), otro equipo se encargará de buscar vacunas (entrenamiento de las defensas), otro equipo se encarga de identificar las armas del enemigo (el mosquito transmisor de virus) y, finalmente, otro equipo que se encargará de comunicar las estrategias que han encontrado los científicos y las científicas contra el enemigo y ellos son: los comunicadores.

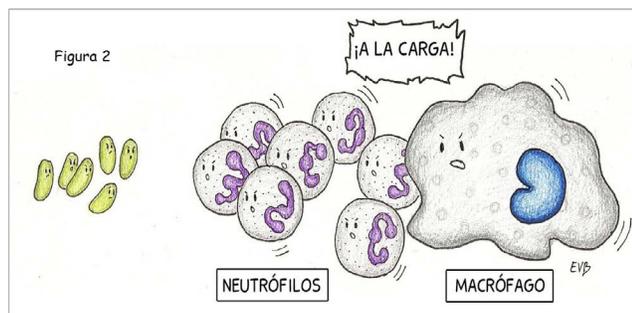
Así que, la ciencia es algo padrísimo que te permite hacer lo que más te guste. Si tu talento son las matemáticas y construir, puedes aportar soluciones a problemas de diseño de edificios autosustentables; o si tu talento es la memorización de historia, fechas, lugares y reglamentos, puedes aportar soluciones a problemas de leyes y mejorar la justicia en el país... o en el mundo. Y todo empieza cuando identificamos la asignatura que más nos gusta y que se nos hace más fácil de entender, es importante seguir tu talento.



Y así como cada uno de ustedes tiene un talento, pasa igual en los grupos de investigación científica, nos unimos para aportar una solución a un gran problema, como es en este caso el dengue, un problema de salud.

### Las defensas del cuerpo

La ciencia que estudia las defensas del cuerpo es una rama de la medicina llamada inmunología y estudia cómo el cuerpo se defiende de las enfermedades (Figura 5).



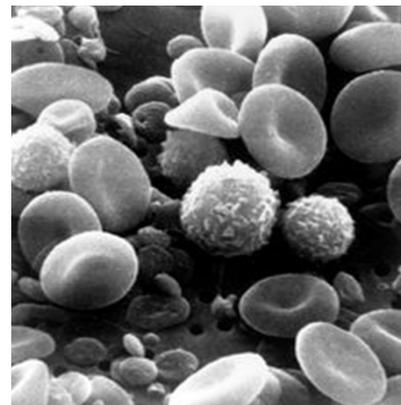
**Figura 5.** Ilustración de los componentes del sistema inmunológico.

Nuestro cuerpo es como un país y el sistema inmune es el ejército nacional. Es por ello que cuando tenemos contacto con bacterias, hongos, virus y protozoarios, inicia la guerra en su contra. Estos microorganismos están en el medio ambiente, el agua, la comida, etc. Los comemos y los respiramos, los tenemos pegados en la piel y en todas partes. Algunos son buenos, otros malos y otros son oportunistas.

Por su agresividad al organismo, los microbios se pueden clasificar en patógenos (malos y muy malos), en pro bióticos (localizados en la flora intestinal para mantenerla controlada) y los oportunistas (que se vuelven malos si nos debilitamos).

Las plantas y animales también tienen un sistema de defensa, pero eso... es otro tema. Todos nacemos con un sistema inmune, y se llama "sistema inmune innato" o sea algo que lo traes en tu programación básica de bebé (como el instinto de comer o respirar).

En la figura 6 se observa una muestra de sangre tomada con un microscopio electrónico, donde se pueden observar unas células con muchos piquitos (parecidas a erizos); esas son las células encargadas de la defensa, o sea los soldados o leucocitos. Las células que son como discos cóncavos son los eritrocitos; mientras que la parte roja de la sangre y las plaquetas (encargadas de la coagulación) se ven como discos pequeños debajo de las demás.



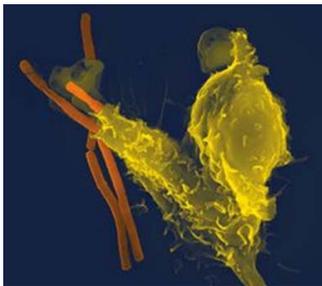
**Figura 6.** Foto de microscopio electrónico de barrido de una muestra de sangre humana.

En los libros de inmunología, a cualquier microorganismo (incluso proteínas) que no son identificados como parte del cuerpo, se les llama antígenos; algo así como un visitante extranjero.

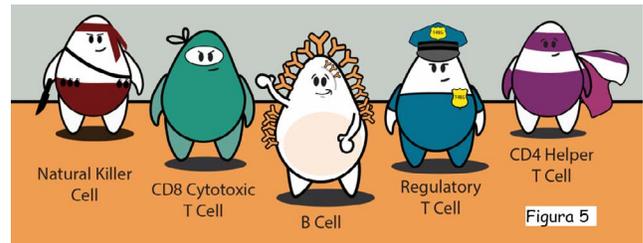
Cuando los antígenos entran en contacto con nuestro cuerpo... nuestros soldados reaccionan de inmediato. ¡Y se los comen! Eso se llama fagocitosis. En la figura 7,



podrán observar como un neutrófilo se come una bacteria de ántrax como si fuera un espagueti. La célula digiere a la bacteria, la corta en pedacitos y les avisa a otras células que ha empezado una batalla.



**Figura 7.** Neutrófilo destruyendo una bacteria de ántrax.



**Figura 8.** Tipos de linfocitos.

Como en todo ejército, hay diferentes clases y rangos militares para las células de defensa. Unas de las más importantes son los linfocitos (Figura 8).

## Inmunología del dengue



**Figura 6**



Dendritic cell CD8 T cell



CD8 Cytotoxic T Cell a.k.a 'Killer T cell'

**Figura 9.** Mecanismo de acción de las células T.

Ya vimos qué le pasa a una bacteria cuando se atreve a entrar al cuerpo. Pero, ¿qué pasa con un virus? Todo empieza con una célula infectada. (Figura 9)

Las células T (del Timo) son las células ninja que destruyen los virus dentro de las células, pero, ¿y los que están afuera? ¡Van a seguir infectando células! Entonces, es cuando llega la artillería con armas de largo alcance y altamente específicas: los anticuerpos.

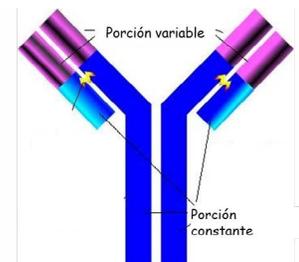
La porción variable de los anticuerpos se produce para cada tipo de virus al que nos

enfrentamos. Los anticuerpos viajan por la sangre y pasan a todo el cuerpo y así se eliminan los virus (Figura 10).



**Figura 7**

Plasma Cell Shooting Antibodies



**Figura 10.** Mecanismo de acción de los anticuerpos.



Como podemos ver, para cada agresor hay un tipo de respuesta. Es decir, si se trata de matar una mosca el arma correcta es el matamoscas, y si se trata de matar una cucaracha, el arma correcta es el insecticida o la chancleta... Si les tiramos una bomba, pues ciertamente también se van a morir, pero la cantidad de energía desplegada es completamente innecesaria y termina haciendo más daño que bien, es más o menos lo que pasa en un **choque anafiláctico**. Es básicamente una respuesta exagerada del sistema inmune a un antígeno.

### Inmunología del dengue grave

Cuando se dice que a alguien le dio dengue grave, antes conocido como dengue hemorrágico, es porque ya ha estado infectado por algún serotipo de dengue antes, por ejemplo, el 1. Ahí el sistema inmune se confunde. Las células detectan al virus del dengue y erróneamente activan una respuesta inmune produciendo anticuerpos con ayuda de las células T Memoria. Pero el virus ya ha cambiado, ahora el virus del dengue que solía ser serotipo 1, puede

evadir los anticuerpos. ¡Ahora es serotipo 2, 3, 4 o 5! ¡Y los anticuerpos no funcionan! (Figura 11). Entonces el cuerpo tiene que empezar de nuevo a presentar el antígeno a las células T natural Killer y a producir nuevos anticuerpos. Y entre tanto, el virus sigue reproduciéndose y matando células ¡exponencialmente!



Figura 11. Representación de una persona que se infectó una segunda vez por dengue con un serotipo distinto, su sistema inmunológico está luchando en lo que produce nuevos anticuerpos.

**Ahora nos toca a nosotros evitar que el virus entre a nuestro cuerpo. ¿Cómo lo haremos?**

### Identifica riesgos en casa



Los hogares de los humanos son de los sitios favoritos de los mosquitos (*Aedes aegypti*), ya que generalmente hay lugares donde se puede reproducir. De hecho, es probable que el mosquito de los calcetines con rallas viva contigo. Para ver qué tan probable es esto, realiza el siguiente experimento:



## Experimento 1. Observación del entorno.



### Materiales

- Un cuaderno
- Un lápiz o algo para anotar



### Procedimiento

1. Es necesario que salgas al patio de tu casa o jardín, incluso, puedes observar todos aquellos espacios que no tienen techo, como pasillos de servicio u otros. Antes de salir deberás ponerte tu repelente de mosquitos, hay que prevenir.
2. Una vez en el sitio a observar, vas a tomar nota de, primero, si es posible ver mosquitos volando y si encuentras algunos. Con mucho cuidado observa cuando se queden inmóviles para ver si tienen sus "calcetitas" (rayitas blancas en sus patas), de esta forma sabrás si en tu casa hay presencia del mosquito transmisor del dengue.
3. Otra parte de la observación es verificar en qué parte de tu patio o jardín es donde está la presencia de mosquitos, aunque no sean *Aedes aegypti*. Toma nota.
4. Posteriormente identifica y enumera en tu cuaderno cuáles son los artículos o elementos donde más presencia de mosquitos existe.
5. Elabora una conclusión respecto a la observado. Este experimento te servirá en el desarrollo de este proyecto.



**Figura 12.** Los patios son los sitios favoritos del mosquito *Aedes aegypti*.



## Día 2. Las defensas del cuerpo.

Ya hemos hablado un poco sobre el dengue. Sabemos que:

- Es un virus.
- Infecta al humano.
- Lo transmite el mosquito *Aedes aegypti*.
- Este mosquito se reproduce en la región tropical, que incluye México.
- Se puede prevenir.

Ahora te preguntarán, ¿y qué pasa si me infecto con este virus? Para ello es muy importante conocer cómo funciona tu cuerpo, en particular, tu **sistema inmunológico**, el encargado de defenderte contra las infecciones, atacando a los gérmenes invasores y ayudándote a mantenerte saludable.

### Más sobre el mosquito de las “calcetitas” rayadas

Si quieres protegerte del dengue debes conocer bien al enemigo, por ese motivo te explicaré más detalles del mosquito transmisor:

El *Aedes aegypti* es el nombre científico del insecto que, como ya leímos, se distribuye en la región tropical. Lo que no te hemos revelado es que no todos estos mosquitos son capaces de transmitir el dengue, ya que lo hacen a través de la picadura, cuando

se alimentan de la sangre, acción que solo realizan las hembras del mosquito, pues son hematófagas (que se alimentan de sangre). Los machos se alimentan de vegetales, por lo que es común encontrarlos en los montes, baldíos o zonas con hierbas.

El *Aedes aegypti* también puede transmitir otras enfermedades como el chikungunya y zika. Este mosquito puede vivir hasta 40 días, y a la hembra —la que nos pica—, le gusta refugiarse en lugares frescos y a la sombra, características comunes de los hogares de la mayoría. De ahí la importancia de prevenir que se reproduzca y, hablando de reproducción, es momento de conocer más al respecto.



**Figura 13.** Hembra de *Aedes aegypti* (Linnaeus, 1762), Fuente: BBC Mundo, 12 enero de 2016.



### Día 3. Ciclo de vida del mosquito.

El inicio del ciclo empieza con un huevecillo, mismo que es puesto por el mosquito hembra. Estos huevecillos son depositados en las paredes de los recipientes de objetos que almacenan agua (cubetas, botellas, etc.) o de sitios con agua estancada (piletas, tinacos, etc.). Las hembras del *Aedes aegypti* son capaces de poner entre 80 y 150 huevecillos, mismos que se mantienen inactivos hasta que tienen contacto con el

agua; incluso pueden durar hasta un año en un ambiente seco y con la primera lluvia o humedad surgen las larvas.

El primer estado es el huevo; si hay presencia de agua, inicia el proceso de incubación y basta un par de días para que eclosione. Una vez que lo hace se convierte en una larva, misma que vive en el agua y, en tan solo cinco días se convierten en pupas. Estas igualmente viven en el agua, pero solo durante dos o tres días, que es el tiempo que tardan en convertirse en mosquitos y salir volando —y picarnos, en el caso de las hembras—.

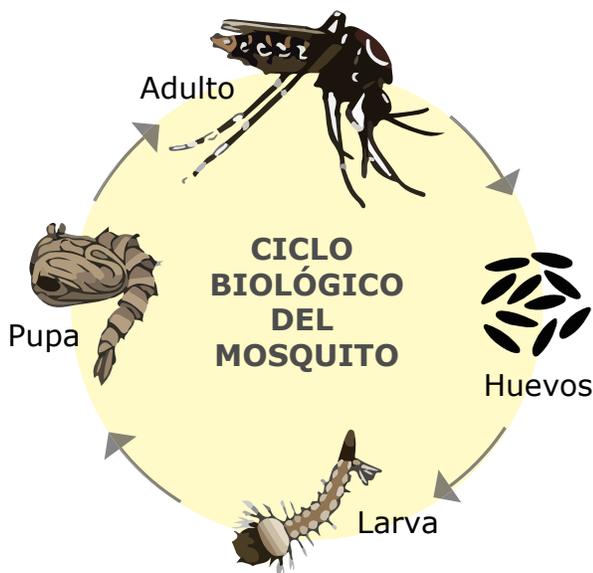


Figura 14. Ciclo biológico del mosquito *Aedes aegypti*.

Y como podrás deducir, una de las formas de minimizar el riesgo de infectarse por dengue, es cortando el ciclo de vida del mosquito transmisor y mejor si es en su primera etapa, cuando es huevo. Para ayudarte a este fin, existen muchas opciones. Una de ellas es la ovitrampa, una herramienta que sirve para identificar si hay presencia del mosquito hembra *Aedes aegypti* en algún sitio definido.

A continuación, construirás unas ovitrampas que te ayudarán a conocer qué tanto riesgo de dengue existe en tu casa y entorno cercano.



## Experimento 2. Construye una ovitrampa



### Materiales

- Dos botellas de refresco de 3 litros con tapa.
- Tijeras de punta redonda.
- Un poco de tela tipo tul.
- Pintura acrílica negro mate.
- Brocha.
- Aro de PVC de 4 pulgadas.
- Exacto o cutter para corte.
- Tira de pellón.
- Silicón .



### Procedimiento

1. Corta un recuadro de 12 x 9 cm en la parte central de la botella de refresco.
2. Pintar la botella, que fungirá como ovitrampa, por la parte externa.
3. Corta un aro de tubo de PVC de 4 pulgadas, la altura aproximada del aro es de 1.5 cm y pégale la malla tul con silicón.
4. Corta una tira de pellón de 3 cm de ancho por 40 cm de largo.
5. Identifica un lugar húmedo, oscuro y fresco en tu hogar (debajo de un lavadero, por ejemplo). Una vez que elijas el sitio con dichas características, ahí colocarás la ovitrampa.
6. Agrega un litro de agua potable al interior del envase. Posteriormente coloca la barrera de contención (aro de PVC) en el interior de la botella recortada y pintada previamente, a una distancia aproximada de 5 cm.
7. Por último, coloca la tira de pellón que recortaste en el interior de la botella, cuidando que esté por encima de la barrera de contención y ajústala a las paredes interiores de la botella.

Repetirás este procedimiento dos veces para obtener dos ovitrampas. Una la colocarás en el patio de tu casa en un lugar fresco, húmedo y sombreado (si tienes mascota, ubícala en un sitio alto que no la alcance). La otra la colocarás en un sitio cercano a tu casa, donde veas que es posible que haya mosquitos transmisores del dengue (igualmente, asegúrate de que no quede al alcance de algún animalito que pueda estropear el experimento).

Dejarás las ovitrampas en los sitios elegidos por un periodo de cinco días. Al quinto día deberás recogerlas para realizar las lecturas y verificar si encontraste presencia de huevos de mosquito. Para ello deberás retirar la tira de papel pellón y observarla con la lupa para ver si logras encontrar huevecillos (son pequeños ovoides color negro, similares a una semilla muy pequeña). Deberás tomar nota de tus observaciones y, en su caso, el número de huevos encontrados en ambas ovitrampas.

Tus resultados te darán un indicador del riesgo de la presencia del mosquito transmisor del dengue en tu casa y tu colonia. Independientemente de los resultados, es fundamental que en tu hogar se emprendan acciones de prevención.



## Día 4. Cómo prevenir el dengue.

Lo principal para estar a salvo es, como has leído antes, cortando el ciclo de vida del mosquito transmisor, o bien, eliminando los criaderos y evitando que las hembras pongan sus huevecillos. Pero, ¿cómo?

Pues con estas cuatro sencillas acciones:

1. Lava y talla con un cepillo aquellos recipientes y objetos que puedan almacenar agua.
2. Tapa todos los recipientes que puedan almacenar agua, principalmente los que estén al aire libre.
3. Voltea botes, tambos, cubetas y otros artefactos que puedan servir como criaderos de mosquitos.
4. Tira llantas viejas, latas, botellas y otros objetos que se encuentren tirados y puedan almacenar agua (incluso una taparrosca o corcholata de refresco pueden ser un criadero).

Aplica estas acciones en:

- Cubetas
- Tinacos
- Floreros
- Piletas
- Cisternas
- Bebederos de animales
- Tambos
- Envases y botellas de vidrio y plástico
- Llantas
- Trastes
- Cacharros



## Día 5. ¿Cómo se siente cuando te da dengue?

Para saber si tienes dengue o alguien de tu familia se ha infectado, es muy importante que sepas que el dengue solo se puede confirmar con una prueba especial, misma que será ordenada por un especialista de la salud.

Por eso, ante cualquier síntoma, es importante acudir por atención médica de primer nivel (centros de salud), o dependiendo la gravedad, a un servicio de urgencias. Para orientarte te presento los síntomas y clasificaciones del dengue:

Existen tres definiciones:

### 1. Dengue no grave

Se considera cuando una persona de cualquier edad, que en los últimos 14 días haya estado en una región donde exista la circulación del virus, presente fiebre y dos o más de los siguientes síntomas:

- Náusea.
- Vómitos.
- Dolor muscular y de huesos.
- Dolor de cabeza.
- Dolor detrás de los ojos (retroocular) .
- Aparición de manchas pequeñas rojas en la piel.

#### NOTA

Esta definición se puede atender de manera ambulatoria en casa.



### 2. Dengue con signos de alarma

Toda aquella persona que cuente con la primera definición y, además, sume uno o más de los siguientes síntomas:

- Dolor abdominal intenso y continuo y/o a la palpación del abdomen (este es el síntoma de más alerta para tomar en cuenta y acudir a una unidad médica).
- Vómitos persistentes.
- Ascitis (acumulación de líquido en la cavidad peritoneal).
- Inflamación de piernas.
- Sangrado de nariz o encías.
- Letargo, irritabilidad o somnolencia.
- Hipotensión postural (que al cambiar de posición del cuerpo se baje la presión).

En esta definición ya es importante que la persona cuente con atención médica, sin embargo, no significa que requiera estar hospitalizada.

### 3. Dengue grave

Todo caso probable como los anteriores y, que cuente además con los siguientes datos de choque, se convierte en una urgencia para hospitalización:

- Sangrados muy abundantes que generen taquicardia.
- Extremidades frías.
- Llenado capilar mayor a 3 segundos (acción de apretar las uñas y que el cambio de color tarde más de 3 segundos en regresar).
- Pulso débil o indetectable.
- Presión arterial baja.
- Dificultad para respirar.



## Día 6. El mosquito amenaza, la comunicación salva.

Afortunadamente vivimos en una época en la que es muy fácil y rápido acceder a la información por medio de las nuevas tecnologías, pero es un arma de doble filo, ya que puede ser una amenaza pues no toda la información que encontramos es confiable y verídica; así que seguir difundiendo información falsa e incorrecta puede ser muy peligroso.

Asimismo, difundir información confiable – como la de nuestros científicos- es la clave principal para salvarnos de muchas situaciones. Por ejemplo, cuando hay un sismo existe un cartel que nos indica cuáles son las acciones a seguir o incluso en los edificios está la señalética que nos indica por dónde evacuar. Lo mismo pasa con los riesgos epidemiológicos, existe la información y estudios acerca de la salud pero hay que convertirlos en mensajes que sean claros, poderosos y, lo más importante, fáciles de entender y recordar para que la población se apropie de esa información y se convierta en conocimiento que podrá aplicar en su vida.

En páginas anteriores tienes toda la información sobre el dengue e hicimos experimentos para conocer al enemigo, es decir, ya aprendimos lo necesario para que en nuestras casas el mosquito deje de ser una amenaza. Pero ahora, ¿cómo podemos ayudar a nuestra comunidad para que el mosquito tampoco los amenace? ¡Claro! La respuesta es la comunicación; vamos a difundir lo que aprendimos de una manera atractiva. Sigue estos dos sencillos pasos:

1. Primero haremos un ejercicio sobre comunicación efectiva, es decir, debemos transmitir mensajes que sean bien comprendidos por las demás personas sin la necesidad de que les expliquen

lo que tú ya sabes sobre el dengue. Escribe un mensaje sobre:

- ¿Qué es el dengue?
- ¿Cómo identificamos al transmisor del dengue?
- ¿Cómo se transmite el dengue?
- ¿Cuántos tipos de dengue hay y cuáles son los síntomas de cada uno?
- Ciclo de vida del *Aedes aegypti*
- ¿Cómo podemos evitar la reproducción del *Aedes aegypti*?



### NOTA

Recuerda que es importante volver a consultar tu información para no dar un mensaje incorrecto.

2. Si tus mensajes son largos, intenta hacerlos más cortos y realiza dibujos pequeños para reforzarlos.



### NOTA

Para saber si tus mensajes son efectivos, pídele a alguien más que los lea y pregúntale si los comprende.

1. Deja que vuele tu imaginación y realiza una infografía atractiva con los mensajes y dibujos. Según tus posibilidades puedes hacerlo a mano o con alguna herramienta digital.
2. Ya con la infografía lista, ahora solo falta ponerlo en algún lugar visible donde mucha gente pueda consultarlo, pues recuerda que la comunicación salva.



## Sobre los autores

La Dra. **Blanca Marina Verá Ku** es doctora en ciencias y cuenta con un posdoctorado en farmacología. Es experta en el estudio de la medicina tradicional maya, específicamente en el uso de las plantas. Trabaja con la caracterización fitoquímica y la producción de fitomedicamentos.

*"Yo a tu edad quería ser veterinaria para curar a mis perritos y gatitos".*

El Lic. **Julio César Domínguez Orta**, es comunicólogo y divulgador de la ciencia. Cuenta con experiencia en la comunicación social, de la ciencia y en comunicación de riesgos epidemiológicos. Actualmente es académico en el Centro de Investiga-

ción Científica de Yucatán (CICY) —Centro de investigación del Conacyt—.

*"Yo a tu edad quería ser médico y estudiar enfermedades raras para ayudar a las personas".*

La Lic. **Erika Cano León** es comunicóloga con experiencia en comunicación organizacional, comunicación social y desarrollo de productos de divulgación científica y tecnológica para diversas plataformas. Actualmente es académica en el Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C.

*"Yo a tu edad quería ser bióloga para comprender el ciclo de vida de las especies vegetales y su importancia en el medioambiente".*



## Glosario

**Choque anafiláctico:** Reacción alérgica aguda y potencialmente mortal. La reacción puede ocurrir segundos o minutos después de la exposición a un agente alérgeno. Los síntomas incluyen erupción cutánea, náuseas, vómitos, dificultad para respirar y shock.

**Epidemia:** enfermedad que ataca a un gran número de personas o de animales en un mismo lugar y durante un mismo período de tiempo.

**Infografía:** representación visual de información y datos sobre un tema específico

**Pandemia:** enfermedad epidémica que se extiende a muchos países o que ataca a casi todos los individuos de una localidad o región.

**Serotipo:** es un tipo de microorganismo infeccioso clasificado según los antígenos que presentan en su superficie celular. Los serotipos permiten diferenciar organismos a nivel de subespecie, algo de gran importancia en epidemiología.

**Sistema inmunológico:** es la defensa del cuerpo contra los organismos infecciosos y otros agentes invasores. A través de una serie de pasos conocidos como respuesta inmunitaria, el **sistema inmunológico** ataca a los organismos y sustancias que invaden el cuerpo y provocan enfermedades.



## Bibliografía

Dirección General de Epidemiología de la Secretaría de Salud del Gobierno de México. (2020). *Panorama epidemiológico de Dengue 2020*. Consultado en: [www.gob.mx/salud/documentos/panorama-epidemiologico-de-dengue-2020](http://www.gob.mx/salud/documentos/panorama-epidemiologico-de-dengue-2020)

Quispe-Petrel, E., Carbajal-Villaverde, A., Gozzer-Fernández, J., y Moreno Rodríguez, B. (2015). *Ciclo biológico y tabla de vida de Aedes Aegypti en laboratorio*. Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad de Trujillo, Perú. [www.cdc.gov/zika/pdfs/spanish/MosquitoLifecycle-sp.pdf](http://www.cdc.gov/zika/pdfs/spanish/MosquitoLifecycle-sp.pdf)

Secretaría de Educación del Gobierno del Estado de Veracruz. (s/f). *Guía rápida para la Elaboración de una Ovitrapa Casera para el Mosquito Transmisor del Dengue*. Consultado en: [www.sev.gob.mx/cla-sedesdecasa/documentos/018e36a6ce-71c02a7a91afe4e2873c59Ovitrapa.pdf](http://www.sev.gob.mx/cla-sedesdecasa/documentos/018e36a6ce-71c02a7a91afe4e2873c59Ovitrapa.pdf)

Secretaría de Salud de Jalisco. (2020). Recomendaciones para casos confirmados o sospechosos en casa. Gobierno del Estado de Jalisco. [aguasconeldengue.jalisco.gob.mx/wp-content/uploads/2020/06/200528\\_Ficha-Protocolo-Dengue-Casas.pdf](http://aguasconeldengue.jalisco.gob.mx/wp-content/uploads/2020/06/200528_Ficha-Protocolo-Dengue-Casas.pdf)



*Descubriendo mi Talento*

se terminó de producir en el mes de diciembre de 2021 en:  
Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C.  
Departamento de Divulgación.

La edición es digital, creada en Adobe InDesign.

# Descubriendo mi Talento



ISBN: 978-607-7823-46-9

