



# 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 descende 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).

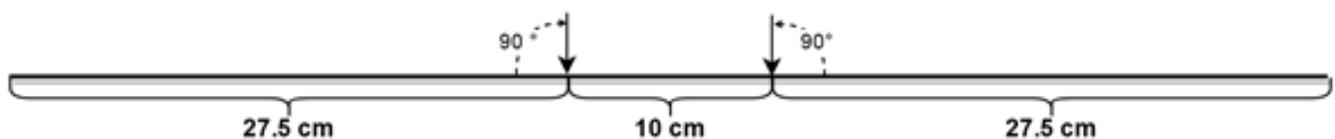
Arma las canastas de alambre galvanizado que soportarán a los envases Tetra Brik y además permitirán colgarlos en la estructura del jardín vertical. Corta un tramo de alambre de 65 cm con la pinza. Este será el marco de la canasta. Realiza los dobleces como se indica en la Figura 6:



**Figura 4.** Maceta de Tetra Brik. a) Vista frontal, b) Vista lateral.



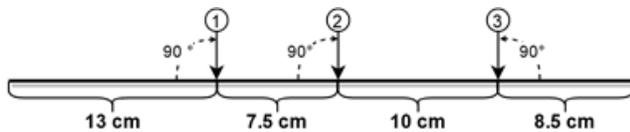
**Figura 5.** Apertura del fondo del envase Tetra Brik.



**Figura 6.** Dobleces para el marco de la canasta.

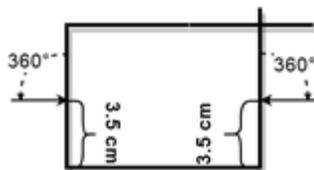


Corta dos tramos de alambre de 39 cm con la pinza de corte. Estos actuarán como costillas de la canasta, aprisionando el envase Tetra Brik. Realiza los dobleces como se indica en la Figura 7:



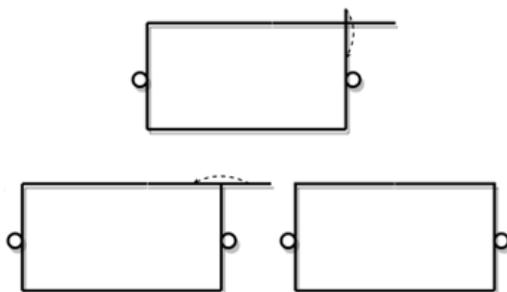
**Figura 7.** Dobleces para la costilla de la canasta.

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.

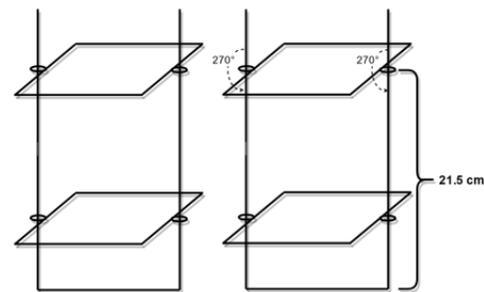
Coloca la pinza en el extremo corto de la intersección de alambre y realiza un doblez de 180° que aprisione al extremo largo, como se observa en la primera secuencia



**Figura 9.** Cierre de la costilla.

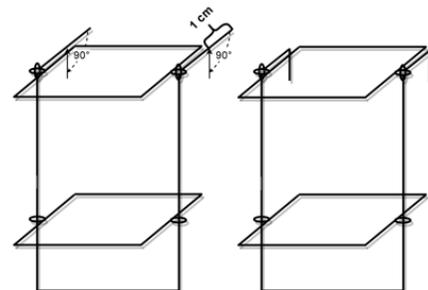
de la Figura 9. Realiza el mismo procedimiento con el extremo largo para cerrar la costilla.

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, soga, 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

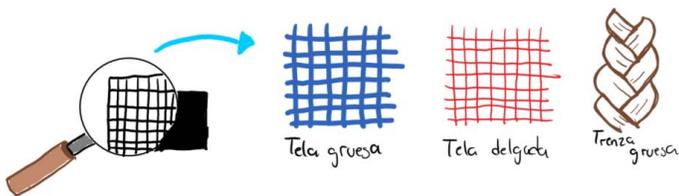
- 30 cm de los siguientes materiales: cordón, estambre, rafia, tela y/o cuerda de diferentes tipos.
- Papel de aluminio.
- Recipiente o contenedor para agua.
- Vasos pequeños del mismo tamaño.
- Tijeras.
- Cronómetro o reloj.
- Regla.

## 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. Dobla 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.

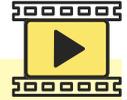
Analiza los resultados de la prueba de goteo, haz una tabla donde queden ordenados los materiales de mayor al menor caudal, a un lado pon las características de los materiales que observaste y compara resultados.



## 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](https://identify.plantnet.org/es) y hacemos clic en la herramienta "Identificar".



**Figura 17.** Pantalla de inicio de la página web.

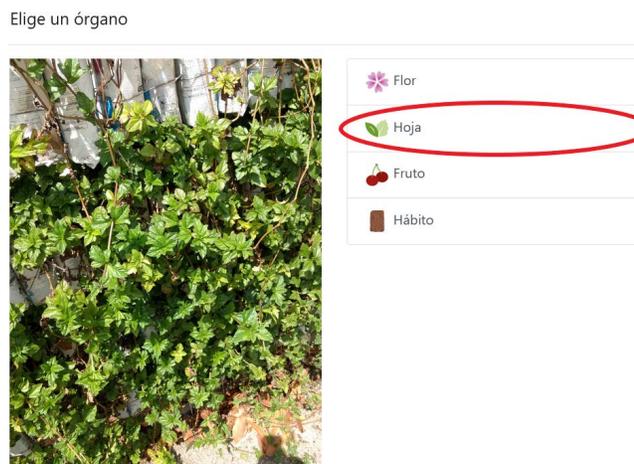


Una vez que se despliegue la herramienta, arrastramos la fotografía que tomamos hasta la caja que dice "agregar/soltar aquí una imagen".



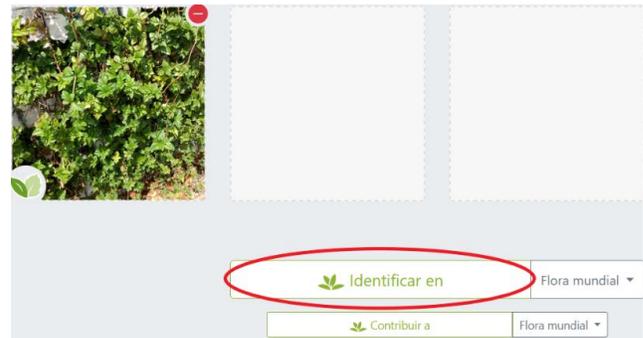
**Figura 18.** Carga de la fotografía en la página web.

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).



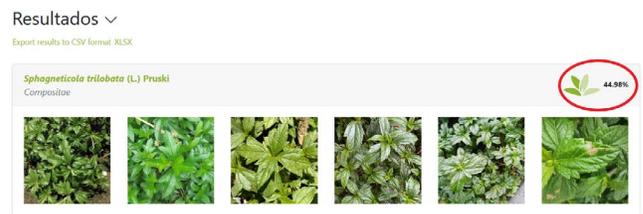
**Figura 19.** Selección del órgano mejor capturado en la fotografía

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.



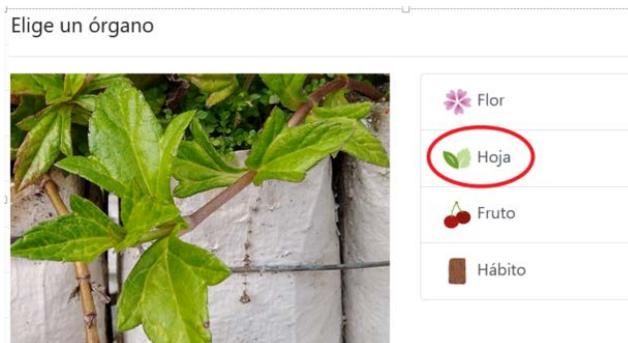
**Figura 21.** Comprobación de la identificación y el porcentaje de coincidencia

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 ( $\text{CO}_2$ ) 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.

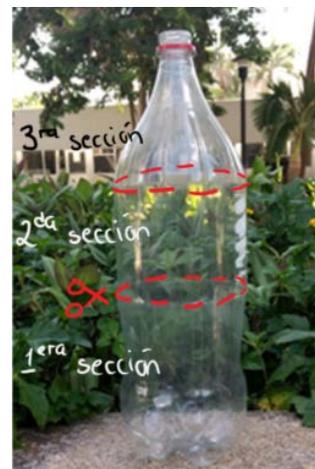


### Materiales

- 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.



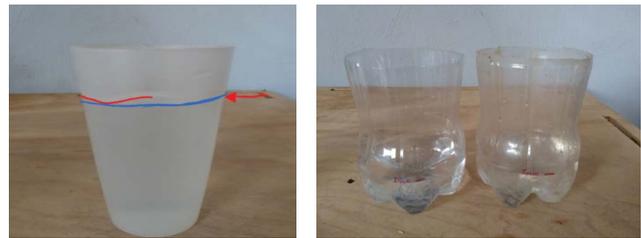
**Figura 25.** Armado de la parte inferior de las macetas. a) Colocación de la "mecha" de tela.

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=EWVVPFLtHU](http://www.youtube.com/watch?v=EWVVPFLtHU).

## 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 desechen 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?



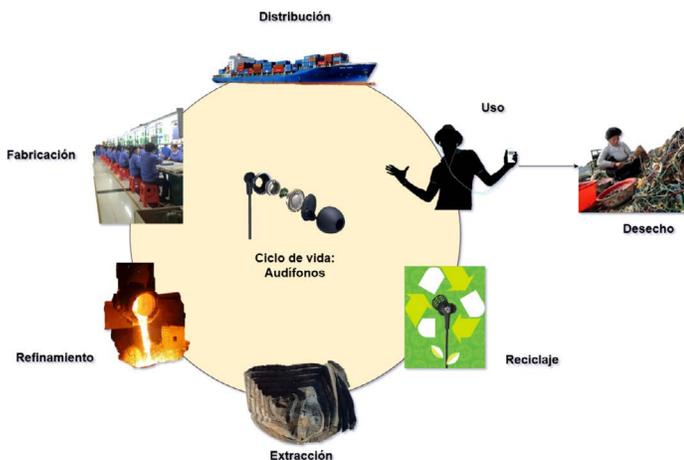
### Observar

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 taparrosca, 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.

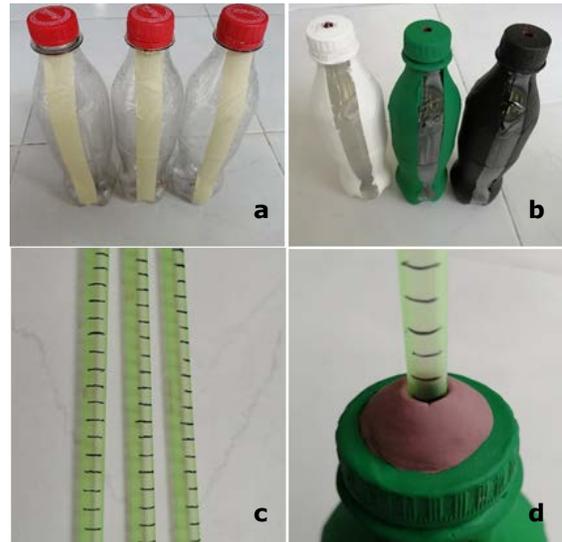


#### Experimentación

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=OEPcZIk2tX8](http://www.youtube.com/watch?v=OEPcZIk2tX8).
- 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.