

PROYECTO EDUCATIVO



Del Desierto al Bosque Tropical

Una experiencia de aprendizaje para
estudiantes de 6to grado sobre la
diversidad de culturas y hábitats
naturales en Arizona y Panamá

GUÍA PARA EL MAESTRO

6TO GRADO



PROYECTO EDUCATIVO

Del Desierto al Bosque Tropical

Una experiencia de aprendizaje para estudiantes de 6to grado sobre la diversidad de culturas y hábitats naturales en Arizona y Panamá

GUÍA PARA EL MAESTRO

6TO GRADO



Smithsonian Tropical Research Institute



TABLA DE CONTENIDOR

INTRODUCCIÓN.....	3
OBJETIVOS E IMPACTOS	5
MATERIAL DIDÁCTICO	7
MÓDULO 1 CONSTRUYENDO PUENTES.....	9
MÓDULO 2 EL AGUA EN EL DESIERTO Y EN EL BOSQUE TROPICAL	11
MÓDULO 3 BIOMAS.....	34
MÓDULO 4 DIVERSIDAD.....	45
MÓDULO 5 CONSERVACIÓN	61
LECTURAS ADICIONALES	68
GLOSARIO	85

INTRODUCCIÓN

Del Desierto
al
Bosque
Tropical

INTRODUCCIÓN

Estimados educadores:

¡Bienvenidos a Del Desierto al Bosque Tropical! Este material didáctico tiene como objetivo enseñar a niños de sexto grado en dos países, Panamá y Estados Unidos, sobre las maravillas de los desiertos y los bosques tropicales, la singular diversidad de las plantas y los animales que se encuentran en cada ecosistema y cómo se han adaptado a la vida en estos ambientes tan diferentes. Los niños se sorprenderán al saber lo que estos entornos tienen en común. Por ejemplo, el agua juega un papel vital en ambos ecosistemas, y muchas de las mismas especies de animales y plantas están presentes en los dos. Y, por supuesto, están las personas que viven en estas áreas - los niños explorarán la vida en las cuencas hidrográficas del Río Salado y del Canal de Panamá - y aprenderán sobre la cultura de unos y otros.

El paquete incluye:

1. Cinco planes de lecciones / módulos con hojas de trabajo para los estudiantes
2. Información de fondo y lecturas sobre los desiertos y los bosques tropicales para educadores
3. DVD: Barro Colorado: Una mirada detrás del escenario a la ciencia y los científicos de la isla
4. Presentación en PowerPoint: Introducción a las zonas ribereñas
5. Presentación en PowerPoint: La Ciencia Toma Vuelo - Sonidos de aves
6. Kits de monitoreo de agua

El material didáctico está dirigido a niños de 6 ° grado. Las actividades incorporadas cumplen con varias de las normas de contenido establecidas en las Normas Nacionales de Educación Científica. Los conceptos temáticos principales de las actividades son:

1. ¿Cómo se difiere la vida de las personas en las cuencas hidrográficas del Río Salado y del Canal de Panamá?
2. ¿Qué son los bosques tropicales? ¿Qué son los desiertos?
3. ¿Cómo se han adaptado plantas, animales y otros organismos a la vida en estos ambientes únicos?
4. ¿Qué papel juega el agua en el desierto y en los bosques tropicales? ¿Es el agua más importante en un ambiente que en el otro? ¿Qué son los ciclos de agua y las cuencas hidrográficas?
5. ¿La diversidad de vida en los desiertos y los bosques tropicales se diferencia? ¿Por qué?
6. ¿Cuáles son algunos de los problemas de conservación en estas áreas? ¿Cómo podemos hacer frente a ellos?

A través de Del Desierto al Bosque Tropical, los niños pueden aprender sobre las maravillas de la vida en los bosques y los desiertos, y las tradiciones y culturas de las personas que viven en estos ambientes distintos, así como algunos de los retos de conservación que enfrentan. Le invitamos a reproducir cualquier plan de lección para el aula o actividad de campo, dando crédito a la institución de origen y a Del Desierto al Bosque Tropical. Agradecemos sus comentarios y sugerencias para actividades adicionales en cualquier momento.

— Equipo de Educación Del Desierto al Bosque Tropical

OBJETIVOS E IMPACTOS

Del Desierto
al
Bosque
Tropical

OBJETIVOS E IMPACTOS

Los objetivos del material didáctico y las experiencias de aprendizaje de Del Desierto al Bosque Tropical son la mejora de las habilidades de pensamiento crítico y conocimiento científico entre los estudiantes de sexto grado; aumentar el interés de los estudiantes por la investigación científica y el proceso científico; profundizar el conocimiento de la diversidad de hábitats; y fomentar una mayor comprensión y valoración de la diversidad cultural, aprovechando la tecnología educativa.

Cada módulo didáctico seguirá los pasos del método científico:

- Formular una pregunta
- Investigar los antecedentes
- Construir una hipótesis
- Probar la hipótesis
- Analizar los datos
- Comunicar los resultados

MATERIAL DIDÁCTICO

Del Desierto
al
Bosque
Tropical

MATERIAL DIDÁCTICO

LOS MÓDULOS ESTÁN ORGANIZADOS DE LA SIGUIENTE MANERA:

MÓDULO 1 | CONSTRUYENDO PUENTES

La vida en Arizona y Panamá

MÓDULO 2 | LA IMPORTANCIA DEL AGUA

El papel del agua en el desierto y el bosque tropical

MÓDULO 3 | BIOMAS

Cómo plantas, animales y otros organismos se adaptan a estos hábitats únicos

MÓDULO 4 | DIVERSIDAD

La diversidad y las maravillas de la vida en los desiertos y los bosques tropicales

MÓDULO 5 | CONSERVACIÓN

Explorando los retos de conservación en ambos ecosistemas y buscando soluciones

La presente es una guía para los docentes que servirá como marco para la aplicación de las actividades que simultáneamente estarán desarrollando con sus colegas de otras escuelas en Panamá y Estados Unidos (estas últimas debido al calendario escolar comenzarán más tarde).

Esta guía está dividida en cinco módulos que se enfocan en diferentes aspectos relacionados con el entorno social, cultural y ambiental de los protagonistas de este proyecto.

Cada módulo comienza con una pregunta inicial seguido por la búsqueda de información de referencia. Luego los estudiantes deben presentar una hipótesis y a continuación hacer una prueba para su comprobación. Deben analizar los datos obtenidos y al final comunicar sus resultados siguiendo, de esta manera durante el proceso, el método científico.

Los conocimientos que se adquieren a medida que avanza el proyecto se enriquecerán durante las intervenciones entre las escuelas y entre estas y los científicos de STRI y su socio Arizona State University.

MÓDULO 1

CONSTRUYENDO PUENTES

Del Desierto
al
Bosque
Tropical

MÓDULO 1 | CONSTRUYENDO PUENTES

Pregunta: ¿Cómo se diferencia la vida en las cuencas hidrográficas del Río Salado y el Canal de Panamá?

Investigación de antecedentes: Los estudiantes responden a una serie de preguntas (su comida favorita, actividades, deportes, sus sentimientos generales acerca de su lugar de residencia, etc.), después trabajan juntos para formular respuestas como grupo. Luego, los estudiantes serán introducidos (a través de la investigación o los materiales suministrados) a la cultura de sus contrapartes.

Hipótesis: Trabajando en grupos, los estudiantes formularán una hipótesis de cómo las respuestas a estas preguntas serán diferentes entre un país y otro. Luego, los estudiantes compartirán sus hipótesis con el resto del salón y formularán una hipótesis en conjunto.

Probar la hipótesis: Los estudiantes comparten sus respuestas con sus contrapartes en el otro país.

Analizar los datos: Utilizando las respuestas que obtuvieron, los estudiantes analizarán su hipótesis para determinar cuán precisa fue.

Comunicar los resultados: Utilizando Vidyo para compartir con sus contrapartes, los estudiantes darán un informe sobre sus respuestas iniciales, lo que han aprendido y sus conclusiones finales.

Actividad opcional: Los estudiantes pueden pedir a sus padres que respondan a la misma lista de preguntas y repetir esta actividad para ver cómo la vida de los adultos difiere entre un país y otro.

INTRODUCCIONES PARA LAS AULAS DEL DESIERTO AL BOSQUE TROPICAL

- Describe tu comunidad y explica si es urbana, rural o suburbana.
- ¿Cuáles son los principales relieves terrestres o vías acuáticas de la región donde vives?
- ¿Cuáles son algunas de las atracciones de interés turístico cerca de tu comunidad?
- ¿Si podrías tener tu comida favorita, cuál sería?
- ¿Cuándo comienza y finaliza el año escolar?
- ¿Cuál es el horario escolar?
- ¿Qué clase de deportes juegas?
- ¿Qué tipo de música te gusta?
- ¿Cómo llegas a la escuela?
- ¿Qué fiestas importantes se celebran en la escuela? ¿Estos días de fiesta se dan libres?

MÓDULO 2

LA IMPORTANCIA DEL AGUA

Del Desierto
al
Bosque
Tropical

MÓDULO 2 | LOS DESIERTOS, LOS BOSQUES TROPICALES Y EL AGUA

En este módulo los estudiantes aprenderán acerca de los ecosistemas del bosque tropical y del desierto, el ciclo del agua y las cuencas hidrográficas mediante diarios, actividades de laboratorio y de monitoreo del agua, e interacciones con científicos. Los estudiantes comprenderán mejor los conceptos y procesos científicos, y aprenderán sobre los impactos del ser humano dentro de estos sistemas.

MÓDULO 2A | LECTURAS

PROCEDIMIENTO

Duración: Tres períodos de clase de 50 minutos cada uno

DÍA 1

1. Lecturas (repartir las lecturas el día anterior): Los educadores imprimirán y entregarán copias de las Lecturas 1 y 2 (ver pag. 7) a los estudiantes para introducir los dos ecosistemas distintos – la primera lectura se trata de la importancia de los bosques tropicales y cómo el agua se moviliza en el bosque tropical. La segunda lectura describe un desierto, los extremos que allí existen, y el papel del agua o la falta de ella en este ecosistema.
2. Videos (20 minutos): Los estudiantes verán el video / presentación de powerpoint sobre el bosque tropical. 1. Barro Colorado: The Rainforest Biome (en inglés y español). 2. River Pathways: Introduction to Riparian Areas. (ppt)
3. Videos (Opcionales, si hay tiempo): 1. Los estudiantes pueden ver otros dos videos de los mismos videógrafos 1. Barro Colorado Island: A Behind the Scenes Look at the Science and Scientists of the Island (en inglés y español); 2. Barro Colorado: Biodiversity (en inglés y español); 2. River Pathways, Audubon Arizona. (www.youtube.com/watch?v=GGLZKqVW7MQ)
4. Diarios (15 minutos): Se les pide a los estudiantes escribir algunas definiciones de un desierto o un bosque tropical con sus propias palabras, y hacer bosquejos de algunos de los términos o ideas p. ej. Bosque tropical, desierto, dosel, escurrimiento, lluvia virga, evaporación, condensación, transpiración y otros términos. Dar tiempo a los estudiantes para reflexionar sobre la terminología.

DÍA 2

1. Presentaciones Científicas / Excursión de Campo (2 horas): Después de terminar las lecturas y actividades, científicos del Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales hablarán con los estudiantes en Panamá sobre los diversos beneficios de los bosques tropicales, y de cómo los bosques funcionan como una esponja (las opciones para el sitio de la charla son el Centro Natural Punta Culebra y / o via Vidyo). Los estudiantes en Arizona podrán participar via Vidyo. De igual manera, un científico de la Universidad Estatal de Arizona o un orador invitado de Arizona Audubon (p.ej. para hablar sobre sistemas ribereños) será invitado a hablar en persona o a través de Vidyo sobre el desierto, con la participación de contrapartes panameñas invitadas a unirse a través de Vidyo.
2. Carta al Director (Tarea): Después de que los oradores invitados hayan dado su presentación, se les pedirá a los estudiantes que escriban una carta corta al director (1-2 páginas) en su diario, donde explican lo que están aprendiendo en la clase. Deben animar a los estudiantes a utilizar palabras del vocabulario de las lecturas y del último guía, estimulándolos con preguntas como: ¿Qué han aprendido acerca de los bosques tropicales y sus diversos beneficios? ¿Qué han aprendido sobre los desiertos? ¿Qué han aprendido sobre el movimiento del agua en los desiertos o en los bosques tropicales? ¿Cómo afecta la deforestación el flujo del agua y el cambio climático en los bosques?

LECTURA 1 | ¿POR QUÉ SON IMPORTANTES LOS BOSQUES TROPICALES?

Proporcionan un hogar para plantas y animales y casas para los seres humanos

Los bosques húmedos tropicales proporcionan numerosos beneficios, incluyendo hábitats para las 30 o más millones de plantas, animales y otras criaturas que viven allí. ¡Eso representa la mitad de los animales silvestres del planeta, y por lo menos dos tercios de sus plantas! Muchas otras especies todavía esperan ser descubiertas.

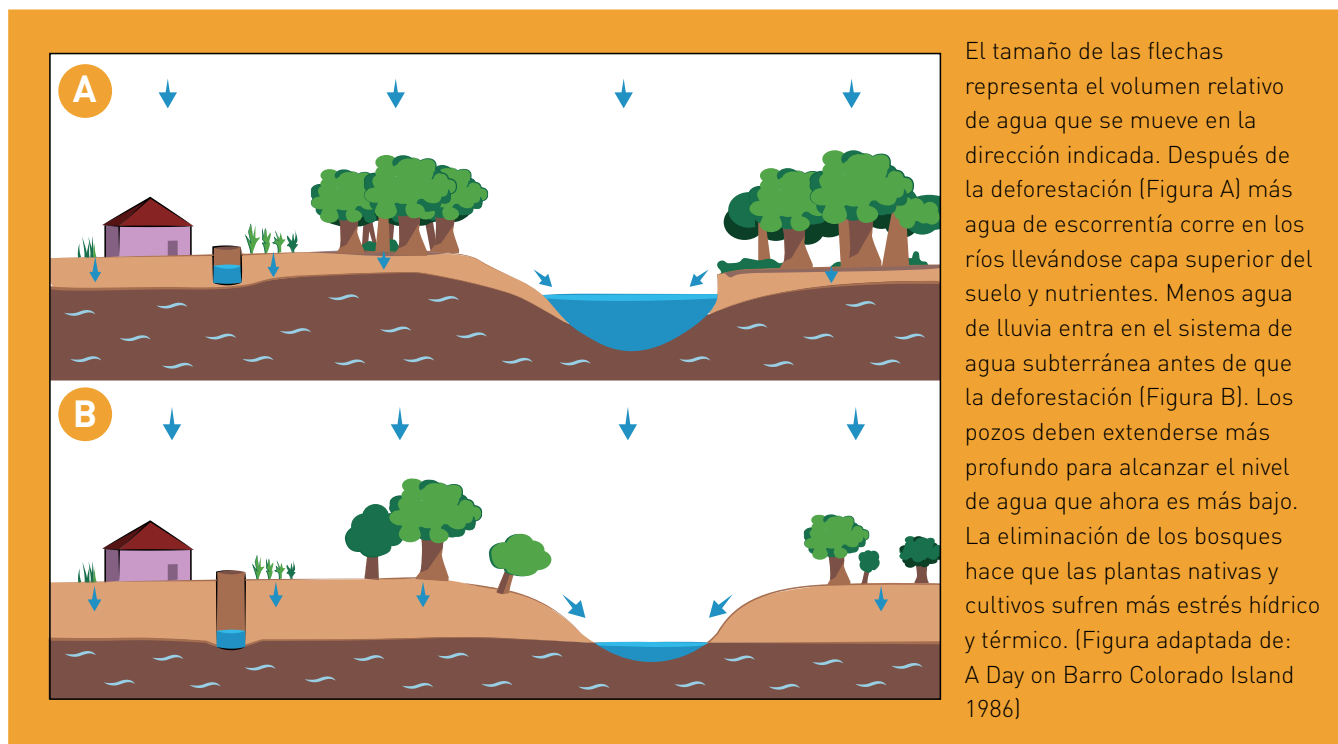
Y piensen en todas las cosas que utilizan todos los días que vienen del bosque. La madera se usa para construir casas, muebles y una variedad de productos para el hogar. Les podrá sorprender saber que muchos medicamentos que nos ayudan cuando nos enfermamos también vienen originalmente de plantas tropicales. Muchos alimentos que consumimos como frutas, nueces, café y especias, y materiales industriales como fibras para hacer manualidades de bambú o de lianas (enredaderas), así como resinas y el caucho – fueron encontrados originalmente en los bosques húmedos tropicales.

Los bosques regulan el clima

Los bosques proporcionan muchas otras funciones valiosas. Los árboles limpian la atmósfera, para comenzar. Absorben el dióxido de carbono que espiramos, y proporcionan el oxígeno que necesitamos para respirar. También almacenan carbono, uno de los elementos fundamentales para la vida, así como el agua. Cuando los bosques son talados o quemados, mucho carbono es liberado en el aire en forma de dióxido de carbono, que bloquea el calor del sol y ayuda a crear el efecto invernadero que produce el cambio climático. La deforestación es un propulsor principal del cambio climático, más que todo el sector de transporte a nivel global. Mantener intactos a los bosques naturales es una manera para regular el dióxido de carbono y mitigar, o moderar, los efectos del cambio climático.

El bosque funciona como una esponja

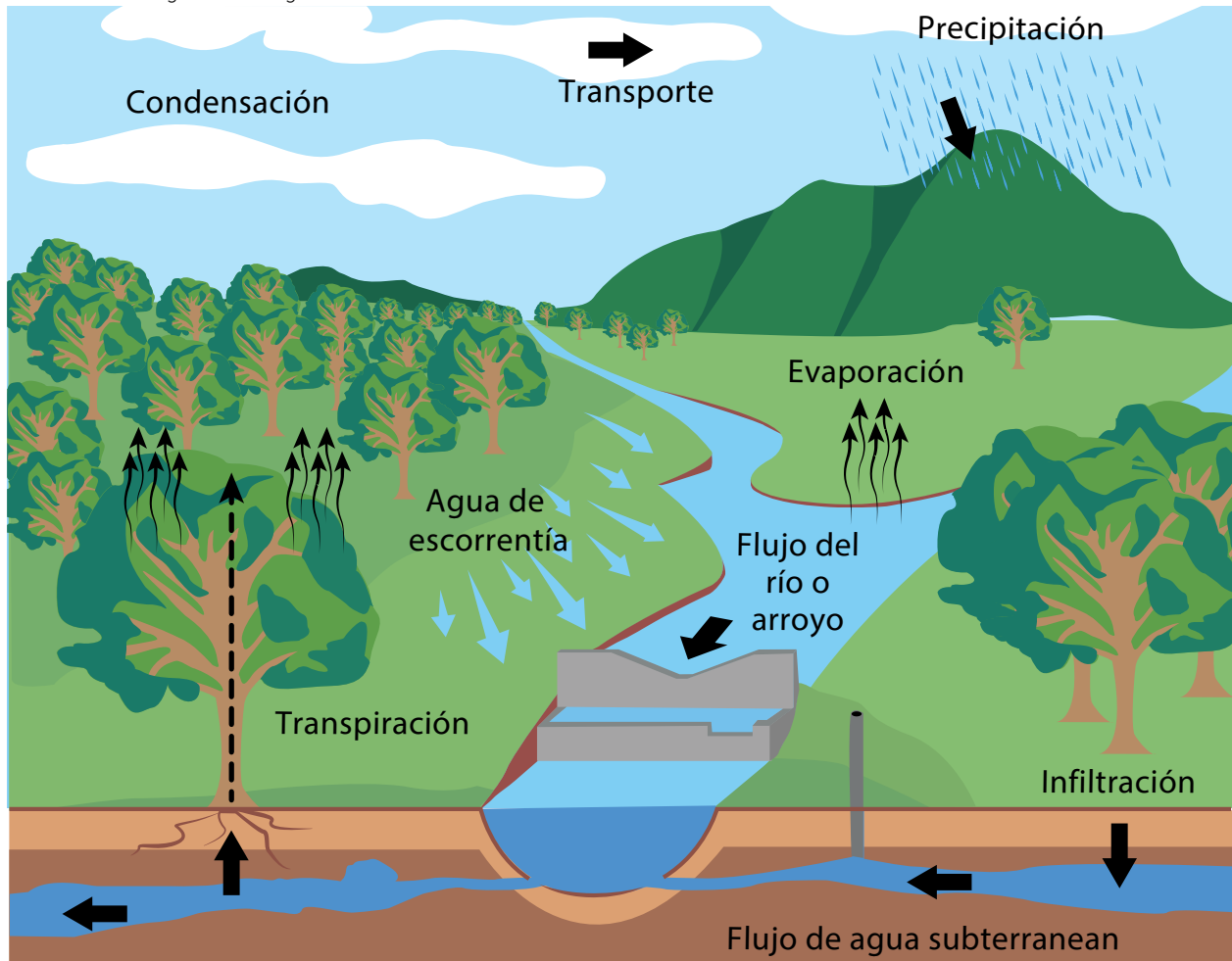
Los bosques tropicales almacenan agua igual que una enorme esponja. Si la lluvia cae directamente sobre un suelo desnudo y seco donde la cobertura vegetal se ha eliminado, muy poco de esa agua entrará en el suelo para formar parte de la reserva de agua subterránea. Un bosque intacto funciona como una esponja que almacena enormes cantidades de agua y regula los flujos de agua – el bosque almacena agua durante la estación de lluvia, y luego la libera lentamente durante períodos secos (¡igual que una esponja!), y eventualmente esta agua se incorpora al sistema de agua subterránea. Son menos probables las inundaciones y se disminuye la pérdida del mantillo en zonas cercanas a los bosques. De esta manera, el bosque ayuda a controlar la escorrentía y que el agua penetre mejor en el suelo durante la estación lluviosa. Durante aguaceros fuertes, que pueden provocar inundaciones, el bosque puede aminorar o moderar los máximos niveles de inundación.



¿DE DÓNDE VIENE EL AGUA DEL BOSQUE TROPICAL?

El agua es esencial para la vida. La tomamos, nos bañamos en ella, nadamos y la usamos para actividades recreativas. Nuestras aguas también proporcionan hábitat para una variedad de especies de plantas y animales, y nos dan maravillosas oportunidades para observar la vida silvestre y disfrutar de todas las actividades al aire libre que tanto nos gustan. Pero, ¿de dónde viene?

En los bosques tropicales de Panamá, la precipitación viene principalmente de las nubes y el agua de lluvia. Llueve en las montañas y los cerros y el agua fluye hacia abajo por las laderas, entrando en los bosques, donde se convierte en lo que llamamos flujo superficial. Hay muchos caminos que el agua puede tomar una vez que llegue al bosque tropical. Una manera es por encima de la tierra hasta llegar a los ríos, o sea, el flujo superficial. El agua también puede caer sobre las copas de los árboles, filtrar entre ellas (esto se conoce como “*escorrentía cortical*”) y caer al suelo, donde penetra o filtra dentro del suelo. Las plantas y los árboles extraen agua del piso del bosque y la liberan en la atmósfera en forma de neblina y nubes, lo cual se conoce como *evapotranspiración*. Entonces el ciclo comienza de nuevo.



Los bosques tropicales tienen tanta lluvia principalmente porque gran parte de ella – si no todo – es producida por los mismos bosques. Debido a su cercanía al ecuador, la luz del sol pega el agua y la tierra durante todo el año en forma más directa que en cualquier otra parte del mundo. Estos rayos directos enfocan la energía del sol y calientan la tierra y el agua. El agua es utilizada por los árboles para transportar nutrientes del suelo hacia toda la planta en un proceso llamado transpiración. Toda esta agua se transporta hasta el dosel y sale en forma de “sudor” por los poros en las hojas, conocidos como estomas. Aquí, el cálido sol evapora el agua que sale de las hojas para formar nubes de vapor de agua. Un árbol puede soltar más de 755 L (1600 libras) de agua al año. Cuando esto se multiplica por millones de árboles, toneladas de vapor de agua están siendo liberadas y calentadas sobre el dosel. El aire caliente puede contener mucho vapor de agua, pero el aire se enfría a medida que sube, lo que significa que retendrá menos vapor de agua.

Entonces, cuando el aire caliente se encuentra con el aire frío, ocurre la condensación (temperatura de punto de rocío) y el vapor forma gotitas, y de allí se forman las nubes. Esto hace que los climas de los bosques tropicales sean muy distintos de otros hábitats donde al vapor de agua es llevado por el viento y luego cae como lluvia en lugares distantes. En la mayoría de los bosques tropicales, más de la mitad de la precipitación cae de vuelta en el mismo bosque. Alrededor del 20 por ciento de la lluvia que cae nunca llega hasta el suelo. Permanece en los árboles porque las hojas hacen el papel de paraguas, pero luego el agua se evapora nuevamente cuando el sol vuelve a brillar.

LECTURA 2 | ¿QUÉ ES UN DESIERTO?

Alrededor del 20 por ciento de la superficie de la Tierra es desierto. Los desiertos tienen tres características que las distinguen de las otras áreas: baja precipitación, temperaturas extremas y rápida evaporación. Estas zonas tienen tan poca precipitación que soportan poca o ninguna vegetación y pequeñas poblaciones de personas y animales. Pueden ser regiones de dunas de arena o amplias zonas de rocas y grava con plantas dispersas. Los desiertos se producen en todos los continentes incluyendo la Antártida, pero África tiene la mayor superficie de desierto. El desierto con aridez más extrema en el mundo es el desierto de Atacama en la costa norte de Chile. Aquí no se ha registrado lluvia en más de 500 años de registros. Los desiertos con menor aridez tienen no más de 250 milímetros de precipitación anual, y los desiertos semiáridos tienen una precipitación anual de entre 250 y 500 milímetros.

Un Lugar de Extremos

Los desiertos son hábitats de extremos: calor, sequedad, inundaciones repentinas y frías noches e inviernos. Cuando la poca lluvia cae, a menudo lo hace en un aguacero durante estaciones cortas del año, separadas por largos períodos de sequía. Las estaciones en el desierto se pueden dividir en cinco: invierno, primavera, pre verano, verano y otoño. La estación adicional de calor del pre verano es un período seco entre el invierno y las temporadas de lluvias de verano. Los cielos son claros y los días se hacen cada vez más calientes. Durante el día, muchos desiertos son muy calientes, con temperaturas bajo el sol que alcanzan de 120 a 140 grados F (50 a 60 grados C). Pero las temperaturas en la noche pueden caer a los 40 o 50 grados F (5 o 10 grados C). Además, muchos desiertos tienen inviernos tan fríos que a veces puede caer nieve.

La mayoría de estos extremos son causados por el aire seco sobre los desiertos. En Phoenix, a veces hay una humedad relativa (vapor de agua en el aire) tan baja como el 4 por ciento, y rara vez se eleva por encima del 45 por ciento. A menudo, el aire cerca de la tierra está tan seco que aunque lloviera, ésta se evapora antes de tocar el suelo (virga). La mayoría de los hábitats son más húmedos y están protegidos por su humedad y la vegetación más densa que pueden sostener. Los bosques, tanto en América del Norte como en las zonas tropicales, a menudo tienen una humedad de más del 80 por ciento. Durante el día, el agua en el aire refleja y absorbe la energía solar para que las temperaturas no se eleven mucho. Por la noche el agua en el aire actúa como una manta atrapando el calor dentro del bosque y así las temperaturas no bajan mucho. Además, los árboles densos y otra vegetación en los bosques ayudan a conservar el calor durante la noche y proporcionan sombra durante el día para evitar que la temperatura cambie rápidamente. El aire seco del desierto no puede mantener su temperatura, y junto con la escasa vegetación hace que se enfríe rápidamente cuando se oculta el sol y que se caliente rápidamente después que salga el sol.

Lluvia de virga evaporando antes de alcanzar el suelo.



Cuando llueve, ¡llueve a cántaros!

Cuando llueve en el desierto, las tormentas son a menudo violentas. Normalmente, el lecho seco de un río, llamado arroyo o rambla, puede llenarse rápidamente después de fuertes lluvias y las inundaciones repentinas los convierten en canales peligrosos. El agua que avanza por un arroyo se aplana, disminuye de velocidad y se extiende en la planicie a la salida de un cañón, para formar una amplia zona de partículas sueltas de limo, arcilla, arena y grava llamada bajada o abanico aluvial. Algunas plantas del desierto como el arbusto de creosota se adaptan especialmente a estas áreas.



Bajada o cono aluvial extendiéndose en la boca de un barranca de la montaña.

En otras zonas, las precipitaciones o derretimiento de nieve en las montañas vecinas pueden provocar el escurrimiento de las corrientes efímeras, o de corta duración, que pueden durar por días o semanas. Estas corrientes llenan el canal con una mezcla de lodo, rocas, ramas de árboles y otros materiales que son arrastrados a cierta distancia antes de posarse en el desierto. Algunas corrientes del desierto tienen agua durante gran parte del año, y franjas de árboles y vegetación adaptada al agua se forman a lo largo de estos ríos. Estos hábitats son llamados ribereños. Muchas de estas zonas ribereñas no cuentan con agua superficial que fluya durante la época más seca del año, pero el agua subterránea a menudo sigue fluyendo por debajo del seco lecho arenoso.

MÓDULO 2B | EL CICLO DEL AGUA

En el módulo 2B, los estudiantes aprenderán acerca del ciclo del agua y sus diferentes componentes y compararán el ciclo del agua del desierto con el del bosque tropical.

PROCEDIMIENTO

Duración: Dos períodos de clase de 50 minutos cada uno

DÍA 1

1. **Revisar el Ciclo del Agua (10 minutos):** Revisar los componentes del ciclo del agua con los estudiantes utilizando las definiciones de abajo y el diagrama en el Módulo 2A o abajo. O, puede utilizar este diagrama interactivo del Ciclo del Agua (opcional) mientras avanza por las diferentes partes del ciclo del agua: <http://earthguide.ucsd.edu/earthguide/diagrams/watercycle/>
2. **Hacer un Ciclo del Agua (15 minutos):** Pedir a los estudiantes que trabajen en pares para hacer su propio ciclo del agua.
3. **Explorar a dónde se va el agua (armar experimento por la mañana; completar durante la noche):** Actividad sobre la evaporación.
4. **Diario (10 minutos):** Pedir a los estudiantes que hagan un bosquejo sobre el ciclo del agua (pueden escoger entre el desierto y el bosque tropical y explorar de qué manera éstos podrían verse distintos) en sus diarios. Recordarles sobre la importancia del sol en sus dibujos sobre el ciclo del agua.

Componentes del ciclo del agua

El ciclo del agua se conforma de cuatro partes principales:

- **Evaporación (y transpiración):** La evaporación es cuando el sol calienta el agua de los ríos, lagos o mares y la convierte en vapor. El vapor de agua deja el río, lago o mar y entra en el aire. La transpiración es un proceso por el cual las plantas pierden agua por sus hojas y devuelven vapor de agua al aire.
- **Condensación:** El vapor de agua en el aire se enfría y se convierte nuevamente en líquido formando nubes. Esto se llama condensación.
- **Precipitación:** La precipitación ocurre cuando tanta agua se ha condensado que el aire ya no puede retenerlo más. Las nubes se vuelven pesadas y el agua cae de vuelta a la tierra en forma de lluvia, granizo, aguanieve o nieve.
- **Colección:** Cuando el agua cae de vuelta a la tierra como precipitación, puede caer en los mares, lagos o ríos, o puede caer sobre tierra. Cuando cae sobre tierra, será absorbida por el suelo y se volverá parte del “agua subterránea” que las plantas y animales usan para beber, o puede correr sobre la tierra y volver hacia los mares, lagos o ríos, donde el ciclo empieza de nuevo.

EL CICLO DEL AGUA



La energía del sol es la fuerza propulsora detrás del ciclo del agua. El sol calienta el agua sobre la tierra y en los océanos, lagos y mares. El agua cambia de líquido a vapor en un proceso llamado evaporación. El vapor de agua se enfría y en un proceso llamado condensación, forma gotitas en la atmósfera. Estas gotitas se convierten en nubes. Las gotitas (o cristales de hielo, si hace mucho frío) se juntan y luego caen del cielo en un proceso llamado precipitación. Esta precipitación se acumula y fluye por riachuelos y ríos, volviéndose escorrentía que fluye de vuelta a los océanos, mares y lagos.

HAZ TU PROPIO CICLO DEL AGUA

Materiales¹

- Tazón grande de metal o plástico
 - Jarra
 - Pedazo de papel plástico transparente
 - Taza de cerámica seca (por ejemplo, una taza para café)
 - Liga de caucho grande
 - Agua
1. Coloca el tazón en un sitio caliente y soleado del exterior. Utilizando la jarra, vierte agua en el tazón hasta que esté $\frac{1}{4}$ lleno. Coloca la taza en el centro del tazón, teniendo cuidado de que no entre agua en la taza. Cubre firmemente la parte superior del tazón con el papel plástico.
 2. Coloca la liga alrededor del tazón para mantener el papel plástico en su lugar. Observa el tazón para ver qué sucede.

La “neblina” o condensación que se forma en el papel plástico se convertirá en gotas de agua más gruesas que comenzarán a gotear. (Puedes acelerar el goteo moviendo el tazón a la sombra con cuidado.) Cuando esto suceda, sigue observando por unos minutos, luego retira cuidadosamente el plástico. ¿Sigues vacía la taza? Puedes ver que el agua del “océano” en el tazón se evaporó. Se condensó para formar “nubes” en el papel plástico. Cuando las nubes se saturaron o se volvieron demasiado pesadas, ¡“llovió” dentro de la taza!

¹Este experimento se adaptó de materiales proporcionados por la Autoridad de Agua del Condado de Monroe - <http://www.mcwa.com/MyWater/KidsWaterFun.aspx#cycleReferences>

EVAPORACIÓN | ¿A DÓNDE SE VA EL AGUA?²

Pedirles a los mismos pares de estudiantes que busquen dos platos. Colocar unos 10 ml (dos cucharaditas) de agua en cada plato. Colocar un plato en el sol o debajo o cerca de una fuente de luz. Colocar el otro plato en la sombra. Observar cada plato cada 4 horas, luego a la mañana siguiente registrar lo que ocurre con el agua en sus diarios.

Los estudiantes deben contestar las siguientes preguntas:

- ¿A dónde se fue el agua?
- ¿De cuál de los dos platos desapareció más rápidamente el agua?
- ¿Qué hizo que el agua desapareciera?

El proceso por el que el agua se difumina o “entra” en el aire se llama evaporación. En sus hojas, anoten algunos otros ejemplos de la evaporación. Conversen con sus compañeros/as sobre qué pasa con el agua después de que se evapora. Escriban sus ideas. Entreguen sus diarios al final de cada lección. Al día siguiente, los pares de estudiantes comparten sus hallazgos con el resto del grupo.

DÍA 2 TRANSPIRACIÓN

1. **¿”Sudan” las Plantas? (15 minutos):** Iniciar la actividad sobre la transpiración.
2. **Comunicar resultados (15-20 minutos):** Los estudiantes terminan de hacer sus observaciones del experimento en pares sobre la evaporación y comparten sus hallazgos con el resto del grupo.
3. **Diarios (15 minutos):** Pedir a los estudiantes que registren sus observaciones sobre la actividad de Transpiración en sus diarios, anotando cualquier diferencia en la transpiración de diferentes tipos de plantas. Pedirles que hagan un bosquejo visual donde representan la “transpiración”.

²Este experimento se adaptó de materiales obtenidos en http://www.k12.atmos.washington.edu/k12/pilot/water_cycle/evaporation.html

¿“SUDAN” DE DIFERENTES MANERAS LAS PLANTAS EN EL DESIERTO Y EN EL BOSQUE TROPICAL?

Pedir a los mismos pares de estudiantes de la última actividad que trabajen juntos nuevamente para este experimento.

Materiales

- Una pequeña planta en pote (los grupos de estudiantes en Arizona y Panamá pueden utilizar un cactus del desierto y una planta tropical ornamental, como un helecho; los grupos pueden comparar las diferencias, de existir, en la cantidad de agua que transpiran.)
 - Bolsa plástica transparente
 - Cierre de alambre
1. Colocar una bolsa plástica sobre la planta o sobre una de sus ramas y sujetar la base alrededor del tallo con el cierre de alambre. Para resultados más rápidos, pueden colocar la planta en un sitio cálido y preferiblemente soleado y observarla durante un período de 40 a 50 minutos.
 2. Los estudiantes deben registrar sus observaciones en sus diarios. Expliquen lo que observaron en la parte interior de la bolsa plástica. (El agua de la planta se difuminó en el aire y se acumuló en el interior de la bolsa.) ¿Observaron diferencias entre las plantas tropicales y las del desierto? De responder que sí, ¿cómo podrían explicar esas diferencias?

ACTIVIDAD ADICIONAL

Se pueden proporcionar mapas regionales de elevación y gráficas para la precipitación y temperatura mensual media a los estudiantes en Phoenix, Arizona y en Panamá. Los estudiantes pueden comparar la precipitación y los patrones en áreas de desierto y de bosque tropical y hablar sobre las diferencias.

MÓDULO 2C | ¿QUÉ TAN SALUDABLE ES EL AGUA DONDE USTED VIVE?

Los estudios de la calidad del agua nos ayudan a determinar la salud de un cuerpo de agua. Este módulo ayudará a los estudiantes en la comprensión de qué es una cuenca y qué es la calidad del agua; los estudiantes aprenderán cómo llevar a cabo pruebas sencillas de monitoreo de agua, identificar y monitorear los problemas en la calidad del agua y a evaluar cómo la lluvia o la escorrentía podrían afectar la calidad del agua. Los estudiantes trabajarán con un arroyo, río o lago cercano—los educadores decidirán dónde será el área de estudio.

Materiales

- Equipo Lamotte Green de bajo costo para el monitoreo del agua
- Presentación en Powerpoint de Los Indicadores de la Calidad del Agua
- Guía del Educador
- Hojas de Trabajo de los Estudiantes

Duración

- Una clase de 50 minutos para presentarle a los estudiantes los conceptos y la presentación de Powerpoint.
- 10 bloques separados de tiempo para llevar a cabo las pruebas de monitoreo de agua.

Procedimiento

Los estudiantes aprenderán sobre las cuencas hidrográficas y la calidad del agua, luego llevarán a cabo pruebas de agua, registrarán sus observaciones a través del tiempo, aprenderán acerca de sus entornos locales y compartirán la información que han reunido con sus compañeros.

Pregunta

¿CÓMO LOS CAMBIOS EN LA PRECIPITACIÓN AFECTAN LA SALUD DEL AGUA?

Investigación de Antecedentes: Los estudiantes se dividirán en grupos y realizarán pruebas sencillas de la calidad del agua durante un período de 10 semanas. Durante ese mismo período, los estudiantes recogerán y registrarán diariamente datos del clima, por ejemplo, los datos a través de informes meteorológicos o medidores oficiales de la lluvia via internet.

Formar una hipótesis: En sus grupos, los estudiantes formularán hipótesis acerca de cómo la lluvia (o falta de ella) puede afectar la calidad del agua. A los estudiantes se les deberá pedir primero que exploren diversas preguntas: ¿Qué ven cuando llueve?, ¿El agua del estanque o arroyo cambia su apariencia?, ¿Qué sucede con un estanque o arroyo cuando llueve? Estas observaciones deben dar lugar a preguntas causales. Por ejemplo, ¿Hay cosas que suceden con la escorrentía, así como la lluvia misma, que pueden cambiar la calidad del agua en el estanque? Los estudiantes pueden hacer algunas hipótesis y predicciones específicas que harán que el tipo de datos requeridos sea obvio. Luego, los estudiantes presentarán varias predicciones distintas que podrían ser sometidas a pruebas para la hipótesis (ver más abajo para un ejemplo).

MUESTRA

Hipótesis: La calidad del agua es controlada por la cantidad de precipitación y escorrentía.

- P1 Más precipitación y escorrentía hace que la calidad del agua baje
- P2 Más precipitación y escorrentía hace que la calidad del agua suba
- P3 Más precipitación y escorrentía no tiene ningún impacto perceptible en la calidad del agua

Los estudiantes deben discutir por anticipado por qué ellos podrían esperar por lógica alguno de estos resultados. Es muy posible que algunas de las mediciones vayan en direcciones diferentes a otras o al menos no tan rápido.

Prueba de hipótesis: Los estudiantes recogerán y analizarán muestras de agua, harán observaciones, tomarán fotos y compararán los cambios en el clima a los cambios en la calidad del agua.

Análisis de datos: Los estudiantes revisarán sus datos y serán capaces de evaluar si el agua es de buena calidad o si es de calidad pobre y si la calidad del agua se relaciona con las precipitaciones.

Comunicar los resultados: Los estudiantes completan un informe de 2-3 páginas o una presentación con los datos científicos, sugiriendo cuál predicción está mejor sustentada por los datos recogidos y esbozarán sus ideas sobre lo que se puede hacer para mantener la calidad del agua lo más saludable posible. Los informes pueden contener gráficos u otras técnicas para la comunicación de datos en un formato fácil de entender. A través de Vido, los estudiantes comunicaran los resultados de sus actividades de monitoreo y se les pedirá que sugieran maneras, ya sea para mantener la fuente de agua limpia, si está limpia, o en caso de ser pobre, para mejorar la calidad del agua en sus sitios individuales de investigación.

ACTIVIDADES ADICIONALES

Los educadores deben trabajar con los estudiantes usando mapas de su comunidad para identificar las cuencas hidrográficas. Realizar una excursión a una o dos de esas cuencas y observar las condiciones allí. ¿Ven ustedes alguna condición que pueda ocasionar la contaminación del agua en esa cuenca? ¿Hacia dónde va la escorrentía de esa cuenca hidrográfica?

MÓDULO 2C | GUÍA DEL EDUCADOR

¿QUÉ ES LA CALIDAD DEL AGUA?

Antes de iniciar las actividades de monitoreo del agua, comente el término “calidad del agua” con los estudiantes. Pida a los estudiantes hablar sobre lo que les llama la atención de la condición del agua cuando observan un cuerpo de agua como un arroyo, río o canal. ¿Se ve el agua clara? ¿Tiene olor? ¿Se mueve el agua o está en calma? ¿Cómo saber si el agua es saludable o no saludable? ¿Qué hace que el agua sea de “buena” calidad o saludable? ¿Qué hace que sea no saludable o de calidad “pobre”? Responder a este tipo de preguntas nos habla acerca de la calidad del agua.

¿CÓMO MIDEN LOS CIENTÍFICOS LA CALIDAD DEL AGUA?

Los científicos usan instrumentos como discos de Secchi (sek'-EE), sondas, redes y medidores para determinar la salud de un cuerpo de agua. Toman mediciones de la condición física y química del agua y la salud de las plantas, animales y otras criaturas que allí viven.

Los científicos recogen el agua de diferentes maneras- desde barcos en medio de lagos o lagunas, vadeando en los arroyos o dejando caer cubos a los lados de los puentes. Las muestras de agua no son las únicas cosas que los científicos recogen en la investigación de la calidad del agua. Ellos usan sus ojos para observar lo que está sucediendo a lo largo de arroyos, lagos y bahías para tener una sensación general de la salud del agua. Incluso, toman fotografías desde aviones y satélites. También recogen peces, plantas, tierra e insectos acuáticos y estudian lo que está sucediendo en la tierra próxima al agua.

¿QUÉ ES UNA CUENCA HIDROGRÁFICA?

“Todos vivimos, trabajamos y jugamos en las cuencas hidrográficas y lo que hacemos afecta a todo y todos los demás en la cuenca.” – Agencia de Protección Ambiental, USA.

Introducir el concepto de cuencas hidrográficas a los estudiantes (mostrar las fotos que comparan una cuenca de desierto con una cuenca hidrográfica de la selva tropical, incluidas en la Hoja de Trabajo 2C, y ver la ilustración de una cuenca en <http://www.recycleworks.org/kids/watershed.html>.)

Una cuenca hidrográfica es un área de terreno que drena toda la escorrentía superficial (agua de lluvia o nieve) hacia una sola ubicación, como un arroyo, río, lago o humedal. Esto significa que la escorrentía de las calles, campos y jardines eventualmente desemboca en los arroyos, ríos, lagos o humedales. Las cuencas hidrográficas son de muchos tamaños y formas, desde un par de kilómetros cuadrados a cientos de miles de kilómetros. Por ejemplo, la Cuenca Hidrográfica del Canal de Panamá provee de agua dulce a más de la mitad de los ciudadanos de Panamá.

Contaminación de fuente puntual en comparación con la contaminación de fuente difusa

La mayoría de los problemas en nuestras aguas, ya sea en el desierto o en los trópicos, proviene de aguas contaminadas que se vierten en ríos, lagos y bahías. El agua de lluvia arrastra suciedad, fertilizantes, aceite, pinturas, pesticidas, desechos de animales y otros contaminantes presentes en el paisaje hacia nuestras vías acuáticas. Como proviene de muchas fuentes diferentes, esta contaminación se llama contaminación de fuentes difusas. Esto contrasta con la contaminación de fuente puntual, que puede provenir de una única fuente.

PRUEBAS DE MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA

¿QUÉ PRUEBA LLEVAN A CABO LOS CIENTÍFICOS PARA MEDIR LA CALIDAD DEL AGUA Y POR QUÉ?

Ver la presentación en español de los Indicadores de la Calidad del Agua en el CD (o se encuentra en Inglés en el sitio web http://step.nn.k12.va.us/science/6th_science/ppt/6sci_ppt.htm) para presentar a los estudiantes las diferentes pruebas que los científicos pueden hacer para medir la calidad del agua. La calidad del agua se relaciona con los cuerpos de agua tales como lagos, ríos y océanos. Cuando los científicos monitorean los cuerpos de agua dan una de las siguientes puntuaciones:

BUENA - El agua es totalmente compatible con los usos previstos.

DETERIORADA - El cuerpo de agua no es compatible con uno o más de sus usos previstos.

Indicadores de la Calidad del Agua (ensayos a realizar por los estudiantes)

Temperatura

Los científicos miden la temperatura del agua por varias razones. La temperatura determina los tipos de animales que pueden sobrevivir en un cuerpo de agua. Algunos organismos mueren si la temperatura es demasiado caliente o demasiado fría. La temperatura también puede afectar la composición química del agua. Por ejemplo, el agua caliente contiene menos oxígeno que el agua fría.

- Siga las instrucciones del equipo para probar la temperatura del agua.

Oxígeno Disuelto

Los científicos miden el oxígeno disuelto, u OD (pronunciado o-dei). Esto les dice la cantidad de oxígeno disponible en el agua para la respiración de peces y otros organismos. Las aguas saludables por lo general tienen altos niveles de oxígeno disuelto (algunas zonas, como los pantanos, tienen bajos niveles de oxígeno disuelto por su naturaleza). Así como la gente, la vida acuática necesita oxígeno para sobrevivir, y la mayoría de los organismos necesitan por lo menos 5 o 6 ppm de oxígeno para sobrevivir (aun el agua fría rara vez contiene más de 15 ppm).

El oxígeno se añade al agua al ser mezclado con en el aire a través de la lluvia, el viento y las olas. El oxígeno también se añade al agua por las plantas acuáticas y las algas marinas que lo liberan durante la fotosíntesis.

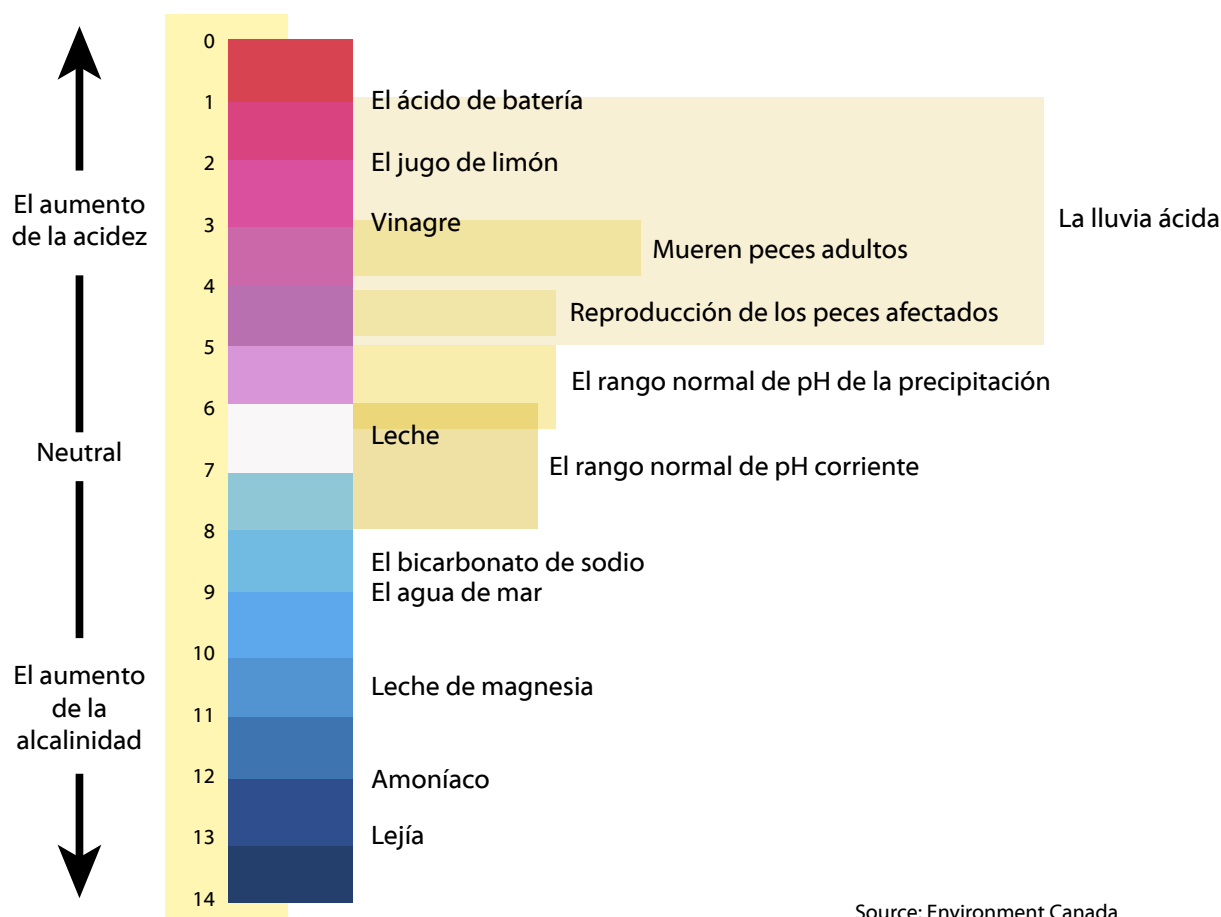
Factores que influyen en la cantidad de oxígeno disuelto en el agua incluyen: 1) la temperatura (entre más caliente el agua, menos oxígeno puede contener), 2) la cantidad y velocidad de la corriente del agua, 3) las plantas y las algas que producen oxígeno durante el día y lo toman de nuevo en la noche, 4) la contaminación en el agua y 5) la composición del fondo de la corriente.

- Siga las instrucciones del equipo para la prueba de oxígeno disuelto

pH

Los científicos miden el pH para determinar la concentración de hidrógeno en el agua (La p significa “potencial de” y el H es el hidrógeno.) El pH tiene rangos que van de 0 (muy ácido) a 14 (muy básico), con 7 que es neutro. La mayoría de las aguas están en un rango de 6,5 a 8,5.

Diagrama del pH: Como lo ilustra este diagrama, el pH varía de 0 a 14, con 7 siendo neutro. Los pH inferiores a 7 son ácidos, mientras que valores de pH superiores a 7 son alcalinos (básicos). Una precipitación normal tiene un pH de aproximadamente 5,6 -ligeramente ácida debido al gas de dióxido de carbono de la atmósfera. Se puede ver que la lluvia ácida puede ser muy ácida, y puede afectar el medio ambiente de una manera negativa.



Los cambios en el pH pueden afectar la manera como las sustancias químicas se disuelven en el agua y si los organismos se ven afectados por ellas. La alta acidez puede ser mortal para los peces y otros organismos acuáticos. La contaminación puede cambiar el pH del agua, que a su vez puede dañar a los animales y plantas que viven en el agua. Por ejemplo, el aire contaminado liberado por los automóviles y las chimeneas se combina con el agua mientras está en la atmósfera para formar ácidos que luego caen a la tierra como lluvia ácida. El agua de lluvia también recoge contaminantes procedentes de los fertilizantes, las carreteras y los desechos de mascotas, que pueden afectar el pH del agua, haciéndola más ácida.

- Siga las instrucciones del equipo para las pruebas de pH

Turbidez

Los científicos miden la claridad del agua para determinar cuántas partículas están flotando en ella. Si estás sentado en el muelle de un estanque en un cálido día de verano, es posible que veas el fondo. Esto se debe a la turbidez baja. Pero si visitas el muelle después de una tormenta, cuando todo el lodo del fondo se ha revuelto, no serás capaz de ver el fondo por la alta turbidez. Los científicos usan las mediciones de turbidez para calcular las aportaciones de la erosión y los nutrientes. La alta turbidez es causada a menudo por la suciedad que se ha arrastrado hacia los arroyos y ríos por la lluvia. La suciedad sofoca los animales acuáticos, mata a los huevos de los peces y tapa sus branquias, asfixiándolos. Si las plantas que utilizan el sol para fabricar alimento (fotosíntesis) no pueden obtener suficiente luz solar debido a las aguas turbias, mueren.

Nutrientes

Los nutrientes son esenciales para las plantas y los animales. Al igual que con los seres humanos, los nutrientes son importantes para la salud de los animales, las plantas y los peces. La presencia de demasiados nutrientes también puede dañar los organismos acuáticos, causando el crecimiento de muchas algas en el agua, dándole un color verde. Si las algas crecen fuera de control, ellas extraen todo el oxígeno del agua de forma tal que los peces y otros organismos no pueden respirar. Los nutrientes también pueden afectar el pH, la claridad del agua y la temperatura y hacen que el agua huela y se vea mal.

Los dos principales nutrientes que los científicos miden son el nitrógeno (nitratos) y el fósforo (fosfatos). El nitrato es un nutriente principal de las plantas que es soluble en agua y se mueve con facilidad desde la superficie hasta las aguas subterráneas; el exceso de nitrato provoca la proliferación de algas que reducen la calidad del agua. Las concentraciones de fosfato en el agua potable en general son bajas, aunque el fósforo es ampliamente utilizado en fertilizantes y otros productos químicos. Las principales fuentes de fosfatos en las aguas superficiales son los detergentes, fertilizantes, y los depósitos de minerales naturales. Los altos niveles de fosfato pueden sobre-estimular el crecimiento de las plantas acuáticas y algas. Esto a su vez causará un alto consumo de oxígeno disuelto y la muerte de muchos peces y organismos acuáticos.

- Siga las instrucciones del equipo para hacer las pruebas de nitratos y fosfatos

Kit de prueba y la hoja de trabajo para estudiantes

Los estudiantes realizarán las pruebas de calidad del agua que utilizan los kits de Costos Bajos de Monitoreo Agua de Lamotte Verde. Asegúrese de revisar las instrucciones del kit de prueba de agua antes de que los estudiantes ponen a prueba los nitratos y fosfatos.

Los estudiantes registran los resultados de cada prueba en la columna apropiada y de la fila correspondiente de la Tabla de Resultados del Prueba de Monitoreo. A continuación, puede clasificar todos los resultados de las pruebas a excepción de oxígeno disuelto (ppm) usando la tabla de Resultados de la Prueba de Clasificación.

Los estudiantes calculan oxígeno disuelto (ppm) usando la Tabla de Porcentaje de Saturación. Los resultados se registran en la Tabla de Análisis de la Calidad del Agua. Los estudiantes entran una “+” o “-” para mostrar si el oxígeno disuelto (ppm) se encuentra por encima o por debajo de 5 ppm (la cantidad mínima de oxígeno necesaria para apoyar la mayoría de la vida).

Los estudiantes utilizarán la Tabla de Prueba de la Calidad del Agua acabada cuando discuten los resultados de calidad del agua sobre todo.

MÓDULO 2C | HOJA DE TRABAJO DE CALIDAD DEL AGUA

Introducir Datos

Asegúrese de seguir las instrucciones del equipo de prueba de agua al hacer sus mediciones de la calidad del agua. Después de probar sus muestras de agua, utilice el Cuadro de Prueba de Calidad del Agua para introducir los resultados de las pruebas de calidad del agua.

Colocar Resultados en su Rango

Utilizar la Tabla del Rango de Resultados de Prueba para clasificar el rango correspondiente. Por ejemplo, si el pH del agua es de 8 el rango se introduciría como 3 (bueno).

Calcular Oxígeno Disuelto

Buscar la temperatura del agua en el lado izquierdo de la Tabla de Saturación abajo (pag. 23). Localizar el resultado del Oxígeno Disuelto en el agua en la parte superior de la tabla. El % de Saturación del agua es donde la línea de Temperatura y la columna de Oxígeno Disuelto se cruzan. Por ejemplo, si la temperatura del agua es 13°C y el resultado del Oxígeno Disuelto es 2ppm, entonces el % de Saturación es 19.

Anotar la temperatura, el Oxígeno Disuelto y el % de Saturación en la tabla de abajo.

CUADRO DE PRUEBA DE CALIDAD DEL AGUA

Mes del año						
	Resultados	Rango*	Resultados	Rango*	Resultados	Rango*
Temperatura del agua (°C)						
pH						
Turbidez (JTU)						
Nitratos (ppm)						
Fosfatos (ppm)						
Oxígeno Disuelto (% saturación)						
Oxígeno Disuelto (ppm)						

*Utilizar las tablas (Rango de Resultados de Prueba y el Cuadro de Porcentaje Disuelto de Saturación de Oxígeno) para clasificar los resultados. Para Oxígeno Disuelto (ppm) entran “+” o “-” para mostrar si ppm está por encima o por debajo de 5 (cantidad mínima para mantener la mayoría de organismos). La turbidez se mide en Unidades de Turbidez Jackson (JTU)

MÓDULO 2C | HOJA DE TRABAJO 2

LA TABLA DEL RANGO DE RESULTADOS DE PRUEBA

Factor de Prueba	Resultado	Rango
Oxígeno Disuelto	Saturado	4 (excelente)
	Saturado	3 (bueno)
	Saturado	2 (regular)
	Saturado	1 (malo)
pH	5	1 (malo)
	6	3 (bueno)
	7	4 (excelente)
	8	3 (bueno)
	9	1 (malo)
	10	1 (malo)
Nitratos	5 ppm	2 (regular)
	20 ppm	1 (malo)
	40 ppm	1 (malo)
Fosfatos	0-1 ppm	4 (excelente)
	2 ppm	3 (good)
	3-4 ppm	2 (regular)
Turbidez	0 JTU	4 (excelente)
	40 – 100 JTU	3 (bueno)
	más que 100 JTU	1 (malo)

CUADRO DE % DE SATURACIÓN (OD / TEMPERATURAS)

Oxígeno Disuelto (ppm)

	0 ppm	2 ppm	4 ppm	6 ppm	8 ppm
9	0	17	34	51	67
10	0	18	35	53	71
11	0	18	36	54	72
12	0	19	37	56	74
13	0	19	38	57	76
14	0	20	39	59	78
15	0	20	40	60	80
16	0	21	41	61	81
17	0	21	41	62	83
18	0	21	42	63	84
19	0	22	43	65	86
20	0	22	44	66	88
21	0	23	45	68	91
22	0	23	46	69	92
23	0	24	47	71	95
24	0	24	48	72	96
25	0	25	48	73	98
26	0	25	49	74	99

*Los cálculos basados en la solubilidad del oxígeno en agua a nivel del mar.

MÓDULO 2C | HOJA DE TRABAJO 3

CUENCA HIDROGRÁFICA DEL BOSQUE TROPICAL VS CUENCA HIDROGRÁFICA DEL DESIERTO

Examinar las cuencas hidrográficas del bosque húmedo y del desierto que aparecen abajo y luego apuntar en el diario cualquier diferencia o similitud que se observa.



Cuenca del desierto



Cuenca de la selva tropical

1. Describe una cuenca hidrográfica.

2. ¿Por qué es importante la temperatura para la salud de un cuerpo de agua?

3. ¿Cómo se incorpora oxígeno al agua?

4. ¿Qué factores afectan la cantidad de OD en el agua?

5. ¿Qué significan las calificaciones de BUENO y DETERIORADO para los científicos?

6. ¿Cómo afecta la salud de los animales acuáticos la alta turbidez?

7. ¿De dónde vienen los nitratos y fosfatos hechos por el hombre y cómo afectan la salud de plantas, animales y otras formas de vida?

REFERENCIAS / RECURSOS

Barro Colorado Island: A Behind the Scenes Look at the Science and Scientists of the Island. Thewildclassroom.com Available at: <http://www.youtube.com/watch?v=tRGG-XmNMhk>

Diagram of pH; Environment Canada. <http://ga.water.usgs.gov/edu/phdiagram.html>

Earthguide.diagrams: The Water Cycle Diagram. <http://earthguide.ucsd.edu/earthguide/diagrams/watercycle/>

Guadalupe-Blanco River Authority: *Intermediate Student Guide to Water Quality Monitoring*. Prepared In cooperation with the Texas Commission on Environmental Quality and the U.S. Environmental Protection Agency.

Project WET, Curriculum & Activity Guide (1996). The Watercourse and the Council for Environmental Education.

River Pathways: Introduction to Riparian Areas. Arizona Audubon. Presentation for River Pathways Curriculum (2011).

River Pathways. Audubon Arizona At: www.youtube.com/watch?v=GGLZKqVW7MQ

Sixth Grade PowerPoint Presentations: Water Quality Indicators. Available at: http://step.nn.k12.va.us/science/6th_science/ppt/6sci_ppt.htm

Water Cycle: <http://www.kidzone.ws/water/>

U.S. Environmental Protection Agency: Water. <http://www.epa.gov/water/education.html>

The Water Cycle: http://www.epa.gov/safewater/kids/flash/flash_watercycle.html

MÓDULO 3

BIOMAS

Del Desierto
al
Bosque
Tropical

MÓDULO 3 | BIOMAS

Preguntas

¿CUÁLES SON LAS PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DEL DESIERTO DE SONORA Y EL BOSQUE TROPICAL PANAMEÑO?

¿QUÉ DESAFÍOS ENFRENTAN LAS PLANTAS Y ANIMALES NATIVOS DE ESTAS ZONAS?

¿CÓMO LAS PLANTAS Y LOS ANIMALES RESPONDEN FRENTE A ESTOS DESAFÍOS?

Investigación de antecedentes: Los educadores dividirán sus alumnos en dos grupos: a un grupo se le asignará el desierto de Sonora, y al otro, el bosque tropical de Panamá.

Formular una hipótesis: En sus grupos, los estudiantes formularán hipótesis sobre las características del bioma asignado. Luego, predecirán los problemas que las comunidades de plantas y animales enfrentan allí y cómo hacen para manejarlos.

Probar la hipótesis: Los estudiantes leen los párrafos proporcionados sobre sus biomas y responden a las preguntas presentadas al inicio del presente módulo.

Analizar los datos: Utilizando las respuestas que obtuvieron, los estudiantes analizarán la precisión de su hipótesis.

Comunicar los resultados: Utilizando Vidyó para compartir con sus contrapartes, los estudiantes presentarán un informe sobre sus respuestas iniciales, lo que aprendieron y sus conclusiones finales.

LAS PLANTAS DEL BOSQUE HÚMEDO TROPICAL DE PANAMÁ



El sol se eleva sobre las selvas tropicales de Panamá, pero muy pocos de los habitantes del bosque todavía están conscientes de la luz del amanecer. Sólo algunos residentes, como los **cactus espina de pescado**, que crecen sobre los troncos de los árboles muy altos en el dosel del bosque, tienen una posición ventajosa que les permite tomar los primeros rayos de luz. Las epífitas, como este cactus, están especialmente adaptadas a envolver sus raíces sobre las plantas en vez de enterrarlas en el suelo del bosque. Desde su posición en lo alto, estas plantas tienen acceso a la luz del sol que hace tanta falta en el sotobosque bajo la sombra del denso dosel del bosque.

A medida que el día avanza, el sol sube más alto en el cielo, permitiendo a sus rayos penetrar a través de pequeñas aberturas en el dosel del bosque, ofreciendo energía vital a la flora que se encuentra cerca del suelo. Aquí, las hojas del **higo estrangulador** están listas y esperando para absorber este valioso recurso. Este árbol comienza su vida como una epífita al igual que el cactus espina de pescado, pero crece en la parte más baja de los troncos de los árboles, ya que carece de la piel gruesa que permite a los cactus retener la humedad a pesar de los vientos cálidos y secos de la parte superior del dosel. Desde su selecta posición, el árbol envía las hojas y ramas hacia arriba para captar la luz solar, mientras sus enmarañadas raíces crecen hacia abajo en busca de agua y nutrientes. Con el tiempo, estas raíces llegan al suelo, se vuelven más gruesas, y eventualmente el árbol huésped muere, dejando al higo en pie por sí mismo y extendido a cientos de metros de altura. Un higo joven que tratara de crecer solo desde el suelo nunca sobreviviría en la oscuridad del sotobosque.



Cactus epifitos



Higo estrangulador

Aún cuando el sol alcance su punto más alto en el cielo, las plantas que están en la parte inferior del bosque siempre estarán a la sombra. Aprovechando al máximo la poca luz que se filtre hacia abajo, las plantas de **jengibre del género Costus**, organizan sus anchas hojas en forma de espiral, previniendo que una hoja impida que el sol llegue a otra. Esta ingeniosa adaptación permite a la planta sobrevivir, pero esto es sólo una parte de su objetivo final: la reproducción. Estas plantas dependen de los polinizadores, como abejas y colibríes, para transferir el polen de una planta a otra con el fin de producir semillas. Con un verdadero banquete de flores entre las cuales escoger, los Costus tienen que convencer a los polinizadores para que los visiten. En lo profundo de sus flores, la planta produce un néctar que contiene una mezcla de azúcares y otros nutrientes que es irresistible a los polinizadores. El líquido azucarado es tan preciado, que muchas plantas del género Costus tienen polinizadores exclusivos para cada una de estas plantas. Además, la planta Costus produce una sola flor al día por muchos días. De esta manera los colibríes pueden aprender y utilizar la misma ruta hacia las flores cada día. Ellos viajan distancias muy largas entre las plantas para alimentarse, lo que garantiza que el polen de una costus llegue a las flores de otra planta de la misma especie. Cuando las flores se convierten en frutas, aves frugívoras aprenden a seguir una ruta diaria que les llevará a las frutas únicas que se forman cada día en las plantas.

A pesar de la gran inversión que las plantas



Jengibre (Costus)

hacen en la producción de semillas, no hay garantía que dichas semillas germinen. Muchas de éstas se perderán debido a infecciones por hongos que resultan de estar en el suelo anegado del bosque, y muchas más se perderán en su etapa de plántula al ser comidas por animales. Para combatir estos factores de estrés, plantas como las del género **Piper** producen frutos que contienen miles de diminutas semillas con la esperanza de que unas pocas puedan sobrevivir. Estas semillas están contenidas en frutos ricos en proteínas y carbohidratos que los murciélagos no pueden resistir. Los murciélagos coleccionan los frutos y los llevan a árboles cercanos, donde se los comen y luego eliminan las semillas en sus excretas. Este proceso lleva a las semillas a lugares lejos de la planta progenitora donde probablemente sea menor el número de animales forrajeando, y pueden dispersarse hasta 60.000 semillas por murciélago por noche.

Una vez que una planta emerge de su semilla, su gran desafío es escalar. En un bioma que cuenta con más especies que en cualquier otro lugar de la tierra, los animales están siempre en busca de follaje fresco para comer. Algunas plantas invierten mucha energía en producir venenos o espinas como defensa, pero las ingeniosas plantas del género **Cecropia** contratan a guardianes entre la gran variedad de criaturas del bosque. Los tallos huecos de estas plantas ofrecen un hábitat y un refugio para colonias de pequeñas hormigas que tienen una picadura dolorosa. Estas hormigas nunca dejan su árbol anfitrión, que les proporciona hospedaje y todos los alimentos que necesitan para sobrevivir. A cambio de la hospitalidad de la **Cecropia**, las hormigas defienden activamente la planta de los animales hambrientos que intentan alimentarse de sus hojas.



Pimienta (Piper)



Cecropia (Cecropia)

Para las muchas plantas de los bosques tropicales de Panamá que probablemente nunca reciban un rayo directo de luz solar, el amanecer significa poco. Cada planta tiene sus propios obstáculos por superar en función del lugar que ocupa dentro de la diversidad del hábitat. Ya sea tratando de mantenerse húmeda y fresca en el calor del dosel superior o buscando tierra seca y un pedacito de luz solar sobre el suelo del bosque, las ingeniosas plantas del bosque tropical están listas para aceptar el reto.

ANIMALES DEL BOSQUE HÚMEDO TROPICAL DE PANAMÁ

Mientras la mañana se abre a través del bosque tropical de Panamá, los sonidos de hojas trituradas que caen de la copa de los árboles son evidencia de que algunos de los residentes más laboriosos del bosque ya están haciendo su incansable trabajo. Pequeños parches circulares de hojas están siendo cosechados por las **hormigas cortadoras**. Cada hormiga lleva su pedacito de hoja recién cortada hacia el tronco del árbol, formando una larga fila de trabajadoras que regresan a su nido en lo profundo del suelo. En el nido, las hojas cosechadas no se comen, sino que se utilizan como parte de una enorme finca de producción. Las hormigas cortadoras de hojas cultivan hongos deliciosos sobre los pedacitos de hojas y se alimentan de este cultivo. La recolección de hojas de los árboles más altos del bosque para cultivar hongos puede parecer una manera poco eficiente de alimentarse ellas y a sus larvas, pero la creatividad es esencial en una de las zonas con los más altos niveles de biodiversidad en el mundo entero.

Haciendo caso omiso del follaje que cae, un **tamandúa** se dirige a una parte hueca del árbol elegido por las hormigas cortadoras. Mientras el sol sigue subiendo, este oso hormiguero nocturno está lleno y listo para un buen día de descanso. Gracias a esta ingeniosa estrategia con muy bajo costo energético, podrá conciliar el sueño con su estómago lleno. Este animal, que se alimenta únicamente de hormigas y termitas, tiene una fuerte cola prensil que le permite trepar árboles, fuertes patas anteriores para romper los nidos, y una larga trompa con una lengua pegajosa de 40 centímetros de largo perfecta para atrapar larvas. El tamandúa nunca come demasiadas larvas de una sola colonia. En cambio, visita varios nidos dentro de su territorio una y otra vez, aunque no con demasiada frecuencia para no agotar los recursos de los nidos.



Hormiga corta hojas



*Oso
hormiguero*

Temprano en la mañana, cuando el tamandúa se va a dormir, otro animal igualmente especializado e ingenioso está comenzando a forrajear. El **colibrí ermitaño verde** con su larga lengua, pico muy curvado, su capacidad para sostenerse en el aire y volar en línea recta, hacia arriba, hacia abajo, hacia adelante y hacia atrás, está perfectamente diseñado para alimentarse de néctar en lo profundo de las numerosas flores tubulares y curvas que se encuentran en todo el bosque tropical. Este colibrí tiene el pico curvo y con la longitud adecuada para adaptarse a las flores curvas y beber el dulce néctar que allí se almacena. Ninguna otra ave o insecto tiene las partes de la boca necesarias para alcanzar el néctar. Los colibrís pico de hoz pasan el día volando entre grupos de estas flores de forma extraña, por lo cual es casi seguro que encontrarán una recompensa nutritiva en cada parada. Por supuesto, las flores consiguen un regalo de estas visitas de los colibríes. El polen amarillo se pega en las cabezas de estas aves, que lo llevan a la siguiente flor, donde se desprende y da inicio a la formación nuevas semillas.

Mientras que el sol se eleva más alto, algunos animales están trabajando arduamente para encontrar comida y otros están poniendo la misma cantidad de esfuerzo en no convertirse en comida. Un **basilisco verde**, que no muestra el nerviosismo que uno esperaría de una pequeña lagartija en un bosque lleno de depredadores, se atiborra con un banquete de insectos encima de una rama expuesta que cuelga sobre un charco del bosque. En caso de amenaza, esta lagartija se dejará caer al agua y correrá sobre la superficie hacia la orilla más cercana. Sus pequeños pies flecados crean bolsas de aire al chocarse contra el agua, manteniendo al pequeño animal a flote. Esta habilidad de correr de 1,5 a 4,5 metros por segundo sobre la superficie del agua, podría explicar su aparente falta de precaución.

En un árbol cercano, **una rana venenosa verde y negra** se muestra igual de confiada a pesar de su diminuto tamaño. A medida que se acerca la noche, esta rana se moverá de un árbol a otro en busca de pequeños insectos para comer. Al ser tan pequeña, no puede saltar de árbol en árbol y debe bajar para moverse entre ellos, pero al parecer, este viaje peligroso no es motivo de preocupación para el diminuto animal. Sus colores brillantes sirven como advertencia, informando a los posibles depredadores del fuerte veneno que secreta su piel. Gracias a este veneno, la rana venenosa viajará de un árbol a otro con seguridad hasta que termine el día.



Ermitaño Piquilargo



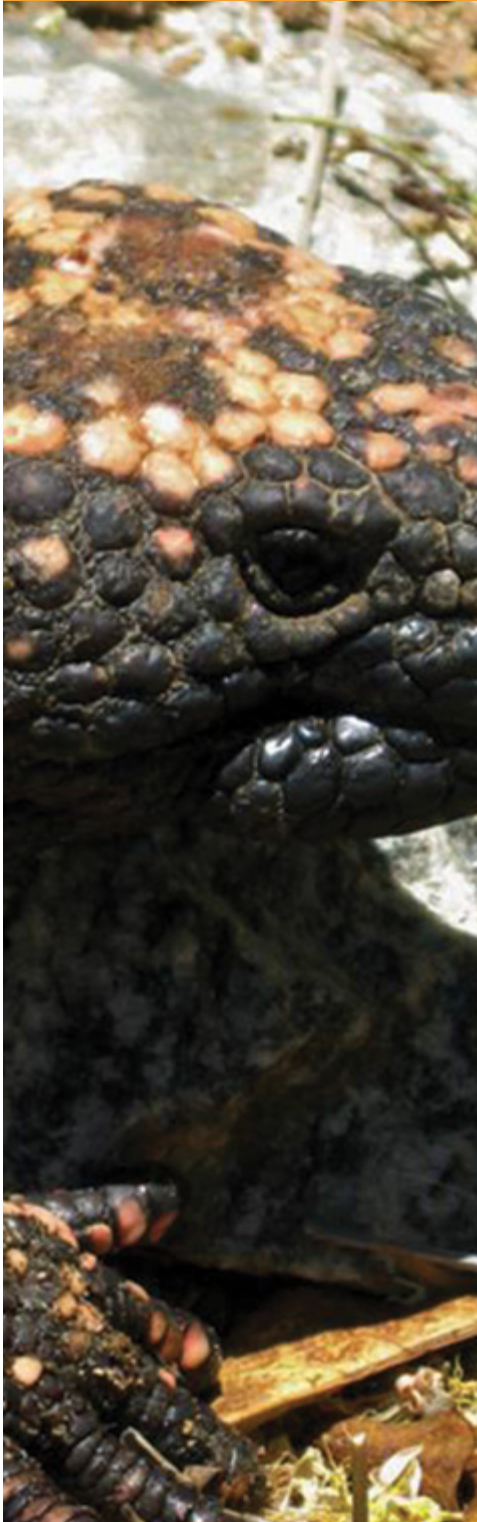
Negro y verde rana punta de flecha



Basilisco verde

Cae la noche sobre la selva panameña, pero la actividad no disminuye en lo más mínimo. Cuando las criaturas diurnas van a dormir, otro grupo de animales, igual de especiales, se despierta para tomar ventaja de las horas de la noche. En un área con una densidad de vida superior a la de casi cualquier otro lugar en la tierra, todos los recursos deben ser utilizados sin importar si es de día o de noche.

LOS ANIMALES
DEL DESIERTO DE
SONORA



*Sapo con
espuelas de
Couch*

Hacia el final de la temporada del monzón en el desierto de Sonora, gran parte del agua de lluvia ha sido rápidamente evaporada por el sol caliente del verano. Eso significa que sólo queda un poco del agua para ser absorbida por las raíces de las plantas sedientas del desierto. Si todavía queda un poco de agua en la superficie, ésta se puede ir a los arroyos temporales que a su vez alimentan a los muy pocos cuerpos de agua estancados en el desierto. Estos aislados remanentes de agua son la salvación de los animales de este desierto.

A medida que avanza el verano, el agua en estos estanques se evapora y se vuelve barroso, salado y caliente. Pero esto poco les importa a los **sapos con espuelas** que han esperado más de un año bajo tierra para reproducirse en estas lagunas. Ellos no se preocupan porque el agua se vaya secando, ya que sus huevos

pueden eclosionar en menos de un día y se convierten en adultos que viven en la tierra. Para otras criaturas del desierto, como el **pez cachorrito del desierto**, es igualmente poco importante, ya que confía en su capacidad para sobrevivir en aguas con temperaturas de hasta 95 ° F y con niveles de sal hasta tres veces mayores a los del mar. Para otros animales del desierto, ver estas piscinas hornear en el brutal sol del desierto es mucho mas peligroso.

Mientras todavía permanezcan algunos remansos de agua en la superficie por un corto tiempo, **las tortugas del desierto** beben frenéticamente tanto como les sea posible, utilizando la vejiga para almacenar hasta el 40 por ciento de su peso corporal en agua. El clima frío obligara pronto a estas tortugas a enterrarse profundamente bajo el suelo del desierto para hibernar durante el invierno.

La página siguiente...



Cachorrito del desierto



Al ser animales de sangre fría, no serán capaces de aprovechar las lluvias de invierno del desierto y tendrán que sobrevivir con lo que han bebido hasta el verano siguiente.

No todos los animales tienen la suerte de ser capaces de inhabilitarse la mitad del año, y muy pocos tienen la fortuna de contar con tanques de agua móviles, como la tortuga del desierto. Uno de estos animales, la *rata canguro de Merriam*, pasa estos calurosos meses de verano de la misma manera que pasa todos los demás: recogiendo y almacenando alimentos con alto contenido de agua. Al consumir semillas, frutos e insectos con alto contenido de humedad, las ratas pueden pasar toda su vida sin beber una sola gota de agua.

Los animales del desierto de Sonora parecen saber que los períodos cuando hay agua presente pasan rápidamente y se preparan acorde a sus necesidades. El Verdin, una diminuta ave del desierto, pasa mucho tiempo construyendo nidos esféricos en los pocos árboles de sombra



Baloncillo



Rata canguro de Merriam

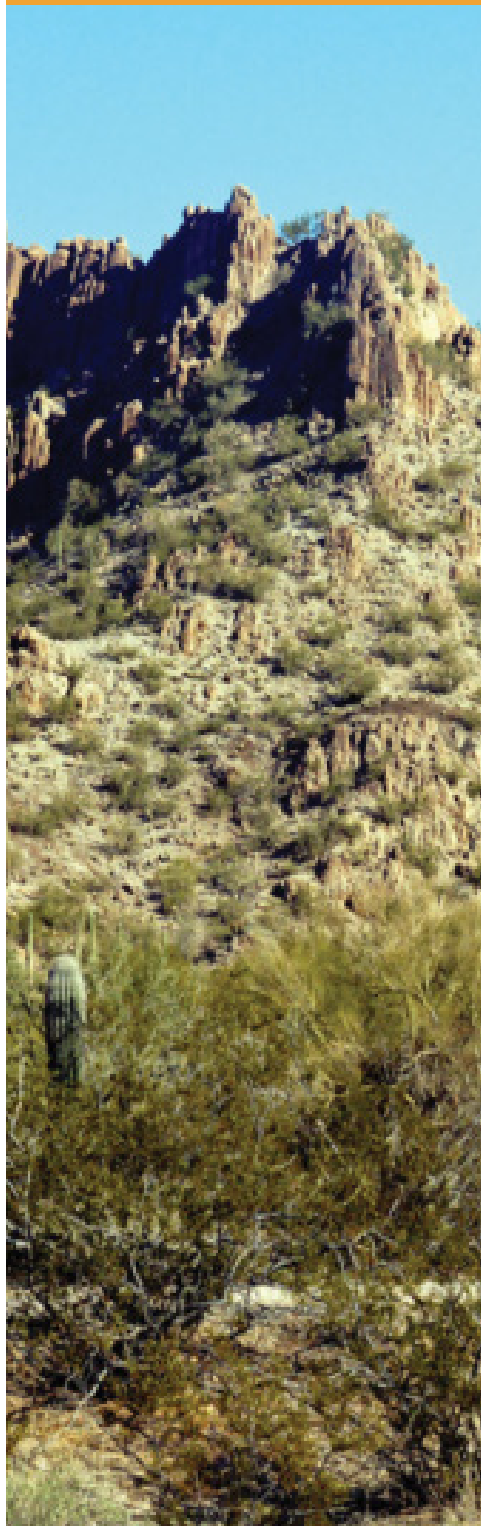
que se encuentran en este desierto. Estos nidos no sólo les proporcionan protección contra el sol del desierto, también están casi siempre posicionados con su entrada orientada hacia los vientos predominantes, haciendo que sean más frescos. Durante los meses fríos que se acercan, los verdins continúan utilizando sus nidos, aprovechando el aislamiento que estos les proporciona. Incluso cuando el desierto se encuentra en su momento más verde, estas aves trabajan activamente en sus nidos, siempre preparándose para las drásticas fluctuaciones estacionales.

Tortugas del desierto



Aunque el otoño está cerca y el calor desaparece, nadie está descansando en el desierto de Sonora. Los sapos y peces hacen uso frenéticamente de los últimos restos de agua estancada para dejar una nueva generación preparada para sobrevivir a los desafíos del próximo año, las tortugas beben hasta que están a punto de estallar, los roedores acumulan las semillas como si cada una fuera la última y las aves acumulan insectos ricos en humedad posados bajo alguna sombra. Algo de salvación vendrá con el tiempo en forma de tormentas de invierno, pero esto sólo sirve para anticipar el brutal calor del próximo verano que sin lugar a dudas llegará. Debido a sus duras condiciones y puntuales estaciones de lluvias, los habitantes del Desierto de Sonora se encuentran constantemente en estado de preparación.

LAS PLANTAS DEL DESIERTO DE SONORA



El final del verano se está acercando en el desierto de Sonora y el agobiante calor está empezando a desvanecerse. A medida que el calor desaparece, también lo hacen las tormentas monzónicas que mantienen el desierto hidratado a través de los meses más calurosos del verano. Aunque los residentes del desierto se regocijan cuando las temperaturas caen por debajo de 100 ° F, no es tiempo para celebrar siendo que las próximas lluvias previstas no llegarán hasta el próximo invierno.

Por ahora, el desierto está prosperando. Un joven cactus **saguaro**, habiendo sobrevivido a sus primeros veranos escondiéndose a sus primeros veranos escondiéndose del sol abrasador a la sombra de los poco comunes árboles del desierto, se llena de agua que almacena en las costillas expandibles que se extienden por los lados de la planta. Después de una buena lluvia, un saguaro adulto más el agua que almacena puede llegar a pesar hasta seis toneladas.

Obligados a ser creativos para sobrevivir con tan codiciosos vecinos viviendo debajo de ellos, árboles como el **mezquite de terciopelo** utilizan sus larguísimas raíces primarias para beber directamente del agua freática por debajo del suelo del desierto. Este recurso oculto permite que sus hojas pequeñas, compuestas de muchas hojitas, permanezcan abiertas ante el sol abrasador, fotosintetizando la energía vital y sacrificando la preciada agua al aire caliente y seco del desierto. A medida que el nivel freático baja durante los meses siguientes, las raíces primarias de los árboles no podrán halar el agua suficiente para mantener a estas hojas, las cuales caerán para reaparecer en la primavera siguiente.

a la página siguiente...



Mezquite



Saguaro

de la página siguiente...

Incluso con la absorción de casi cada gota de agua que toca el suelo, las plantas suculentas del desierto, tales como el **agave**, siguen prosperando en estos meses posteriores al monzón. Sus hojas puntiagudas, que también se pueden expandir para almacenar más agua, actúan como canales, dirigiendo el agua de la lluvia hacia las raíces para que éstas puedan absorberla antes de que otras plantas del desierto tengan la oportunidad.

Con plantas tan ingeniosas poblando el paisaje del desierto, no siempre hay agua suficiente para todos. Plantas como el **ocotillo** dejan caer sus hojas, eliminando casi por completo su necesidad de agua. Estas hojas pueden crecer y caer muchas veces a lo largo del año, dependiendo de las condiciones meteorológicas. Otras plantas, como la **caléndula del desierto** toman un camino menos dramático. Estas plantas rastreras tienen hojas de color claro cubiertas de finos pelos que ayudan a reflejar el sol del verano. Aunque no es llamativa, esta estrategia permite producir hermosas flores amarillas, incluso cuando otras plantas florecientes del desierto no pueden reunir la fuerza para florecer.



Agave



Ocotillo



Maravilla del desierto

photo: Sean Sheels (Wikimedia)

A pesar de tener una gran diversidad en técnicas de recolección de agua durante todo el verano, el fin de este trae las plantas de vuelta al estado habitual. Entonces, cada planta debe mantener su humedad por suficiente tiempo para sobrevivir hasta las lluvias de invierno. A medida que las nubes del monzón se retiran con el calor del verano, estas plantas esperan con paciencia protegidas con una serie de espinas, venenos y productos químicos que las hacen de sabor desagradable.

MÓDULO 3 | HOJA DE TRABAJO #1

Instrucciones: Leer los ensayos sobre las plantas y los animales de los del bosque tropical y del desierto. En grupos discutir sobre el contenido de la lectura y responder las siguientes preguntas.

1: ¿Cuáles son tres características del bioma que te fue asignado?

2: Describe dos adaptaciones de las plantas en tu bioma y da ejemplos de cada uno.

3: Describe dos adaptaciones de los animales en tu bioma y da ejemplos de cada uno.

MÓDULO 4

DIVERSIDAD

Del Desierto
al
Bosque
Tropical

MÓDULO 4 | DIVERSIDAD

** Antes de introducirse en el método científico, los estudiantes primero deben completar por lo menos 2 de las actividades específicas para su región de La Ciencia Toma Vuelo o Science Takes Wing (STW) : Bino Blitz y los sonidos de las aves. Estas actividades se centran en 10 especies de aves comunes para cada región.

Pregunta

¿DE QUÉ MANERA EL NÚMERO DE ESPECIES DE AVES ENCONTRADAS EN EL PATIO DE LA ESCUELA DIFIEREN ENTRE LOS PAÍSES? ¿POR QUÉ?

Formular una hipótesis: Los estudiantes predicen cuántas aves se detectarán en el patio de la escuela y cómo esa cifra se compara con el salón de sus contrapartes en Arizona.

Probar la hipótesis: Los estudiantes realizan un inventario de aves en el patio de la escuela.

Analizar de los datos: Los estudiantes utilizan sus datos para analizar la precisión de su hipótesis.

Comunicar los resultados: Usan Vidyo para compartir sus hallazgos con sus contrapartes, los estudiantes informarán y compararán el número de especies de aves encontradas en cada área y discutirán sobre el tema.

MÓDULO 4 | HOJA DE TRABAJO # 1

¿Qué es un ave?

Compara estos dos animales:



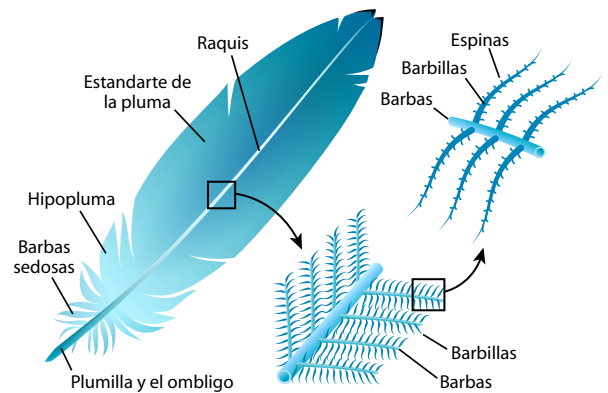
Menciona una cosa que es similar:

Menciona una cosa que es diferente:

¿Alguna vez has encontrado una pluma? ¿Dónde?

- Las aves son el único animal que tiene plumas.
- Las plumas tienen varias funciones, incluyendo el vuelo.

¿Puedes nombrar otra función de las plumas?



¿Alguna vez has encontrado un nido? _____



La mayoría de las aves construyen nidos para contener sus huevos. Todas las aves ponen huevos. Los nidos de las aves y los huevos varían mucho en función del tamaño del ave y el ambiente donde vive.

MÓDULO 4 | HOJA DE TRABAJO # 2

¿Por qué es importante estudiar las aves?

La observación de aves es el segundo pasatiempo más popular en los Estados Unidos después de la jardinería. ¿Por qué crees que a las personas les gusta observar aves?



Foto: MeegsC, Wikimedia



Foto: Guilherme Jofili, Wikimedia

Las aves son MUY DIVERSAS. En Panamá hay más de 900 especies de aves. Mediante la observación de pico de las aves y las patas se puede decir de que se alimentan.

¿Qué comen estas aves? Tome una decisión para cada una y explique su respuesta. Encierra en un círculo la respuesta correcta para cada ave.

- | | | | | |
|-------------------|----------|----------|-------|--------|
| 1. Colibrí: | semillas | verduras | carne | néctar |
| 2. Águila harpía: | semillas | verduras | carne | néctar |

¿Cómo sabes las respuestas?

Los colibríes son polinizadores importantes. ¿Si los colibríes desaparecieran, ¿La gente se vería afectada? ¿Por qué si o por qué no?

Las águilas harpías comen monos, perezosos y osos hormigueros. ¿La gente se vería afectada si los halcones desaparecieran? ¿Por qué si o por qué no?

MÓDULO 4 | RECURSO DEL EDUCADOR – INTRODUCCIÓN A LOS BINOCULARES

INFORMACIÓN GENERAL

Los estudiantes aprenderán cómo funcionan los binoculares, las partes de los binoculares y el cuidado adecuado de este importante instrumento para la observación de aves. Los estudiantes practicarán usando binoculares y al mismo tiempo aprenderán a reconocer 10 aves comunes de Panamá, jugando el juego Bino Blitz y completando la hoja de trabajo “El Ave Misteriosa”.

Materiales

Hoja de trabajo sobre partes de los binoculares

Hojas de respuesta para Bino Blitz

Tarjetas de aves para Bino Blitz

Hojas de trabajo para El Ave Misteriosa

Tiempo: 30 minutos de presentación la terminación de hoja de cálculo, juego Bino Blitz y la actividad de El ave misteriosa.

Instrucciones: Charla breve acerca de los binoculares, el uso del material en la hoja de Recursos para Maestros.

Procedimiento

- Muestre a la clase un par de binoculares y señalar las distintas partes y funciones
- Reparta la hoja de trabajo sobre binoculares y pedir que los estudiantes la completen. Discutir las respuestas como grupo.
- Distribuya los binoculares a cada estudiante (o dividir a los alumnos en equipos si es necesario).
- Dirija a los estudiantes en la técnica apropiada para enfocar los binoculares y luego dejar que practiquen.
- Distribuya las hojas de respuesta Blitz bino y jugar el juego. Si es posible, ofrecer un pequeño regalo para el alumno / equipo ganador.

Cómo enfocar los binoculares

1. Coloque la correa alrededor de su cuello
2. Cierre el ojo izquierdo y mirar sólo a través del derecho. Gire el ocular derecho hasta que pueda ver claramente a través del ojo derecho.
3. Abra los ojos y ajustar los binoculares (levantando hacia arriba o hacia abajo) para que se adapten a su cara y se pueda ver a través de ambos oculares.
4. Utilice la rueda central de enfoque para afinar la vista.

MÓDULO 4 | HOJA DE TRABAJO #3**JUGAR EL JUEGO DE BINO BLITZ**

Sé el primer estudiante en utilizar tus binoculares para leer los nombres de las aves en las imágenes colocadas alrededor del salón. Todas estas aves son comunes en el área donde vives. Grita “Blitz” cuando terminas.

#	NOMBRE DEL AVE
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	

MÓDULO 4 | “BINO BLITZ” – HOJA DEL INSTRUCTOR

Instrucciones:

Antes de la clase, recorte las imágenes de 10 aves, péguelas sobre una cartulina o bien colgarlas alrededor del salón.

Distribuya los binoculares y las hojas de respuesta “Bino Blitz”. Recordar a los estudiantes como enfocar los binoculares. Asegúrese de que todos puedan ver claramente a través de sus binoculares, y ayudar cuando sea necesario. Pida a los estudiantes utilizar sus binoculares para ver las imágenes y los nombres de las aves y escribir el nombre correcto de cada ave en la hoja de respuesta “Bino Blitz”. Esta es una competencia - puede que desee premiarle al ganador con un pequeño obsequio.

MARCAS DE CAMPO

Posterior a la actividad “Blitz Bino”, dirija una discusión sobre “marcas de campo”.

Las marcas de campo son características tales como tamaño, color, formas de pico y cola y las marcas especiales sobre las aves, como cejas o puntos que permiten a las personas identificarlas.

Pida a los estudiantes seleccionar una de las 10 aves representadas y describirla siguiendo las marcas de campo de las aves en la hoja de trabajo “El Ave Misteriosa”. A continuación los estudiantes deben elegir un compañero e intercambiar las hojas de trabajo. Los compañeros deben adivinar qué ave se está describiendo. Esta actividad puede repetirse tantas veces como el tiempo lo permita. A continuación, pida a los estudiantes elegir una de las aves para la investigación con una guía de campo u otro recurso.



Foto: Cláudio Dias Timm, Wikimedia

1. MARTÍN PECHIGRIS



Foto: Dario Sanches, Wikimedia

2. TORTOLITA ROJIZA

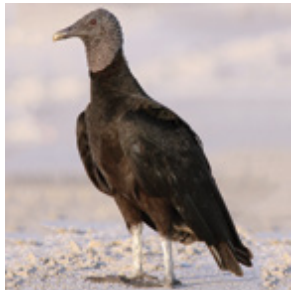


Foto: Mdf, Wikimedia

3. GALLINAZO NEGRO

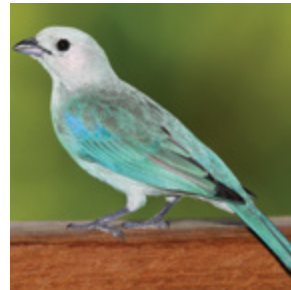


Foto: Mdf, Wikimedia

4. AZULEJO

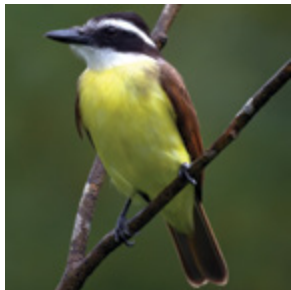


Foto: Mike & Chris, Wikimedia

5. BIENTEVEO GRANDE

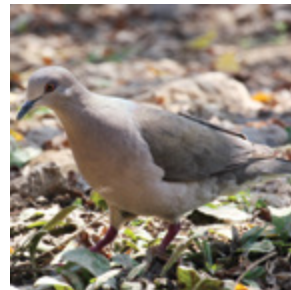


Foto: Alastair Rae, Wikimedia

6. PALOMA RABIBLANCA



Foto: Laura Gooch, Wikimedia

7. CHANGO

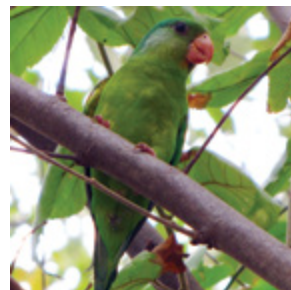


Foto: Cristóbal Alvarado Minic, Wikimedia

8. PERICO BARBINARANJA



Foto: dfaulder, Wikimedia

9. TIRANO TROPICAL



Foto: Greg Gilbert, Wikimedia

10. MIRLO PARDO

* Asegúrese de hacer hincapié en que las aves que aquí se muestran son muy comunes en nuestra área. Pregúnteles a los estudiantes si alguna de estas especies son familiares para ellos

SELECCIONE UNA DE ESTAS AVES Y DESCRÍBALA EN SU HOJA DE TRABAJO



**MARTÍN
PECHIGRIS**



**TORTOLITA
ROJIZA**



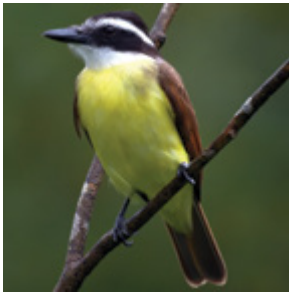
**GALLINAZO
NEGRO**



MIRLO PARDO



AZULEJO



**BIENTEVEO
GRANDE**



CHANGO



**PALOMA
RABIBLANCA**



**PERICO
BARBINARANJA**



TIRANO TROPICAL

MÓDULO 4 | HOJA DE TRABAJO #4

EL AVE MISTERIOSA

Instrucciones: Elige una de las aves que se muestran y descríbela a tu compañero sin utilizar el nombre del ave. Permite que tu compañero adivine. Utiliza las pistas de abajo. Intercambia tu hoja con un compañero y trata cada uno de adivinar el ave del otro. Si tienes tiempo, repetir la actividad con otra pareja.

Mi ave misteriosa es en su mayoría: _____

El pico de mi ave es: _____

La cola de mi ave es: _____

Los ojos de mi ave son: _____

Mi ave probablemente come: _____

Mi ave probablemente vive (¿Dónde?): _____

Mi ave misteriosa fue: _____

Nombre Científico: _____

Tamaño: _____

Hábitat: _____

Otros comentarios: _____

MÓDULO 4 | RECURSO DEL EDUCADOR — LOS SONIDOS DE LAS AVES

INFORMACIÓN GENERAL

Los estudiantes aprenderán a identificar 10 aves comunes de Panamá por el sonido al ver una presentación de PowerPoint y responder a las preguntas que se le solicite.

Materiales

- Hojas de Respuesta de Sonidos de las Aves
- Presentación de PowerPoint de los Sonidos de las Aves de STW
- Computadora / proyector con altavoces

Tiempo: 45 minutos para la presentación y discusión.

Antecedentes: Las aves pueden ser identificadas por los sonidos que emiten. Las aves emiten varios sonidos diferentes. Ellos cantan para atraer a compañeros y llaman para alertar a otras aves cuando hay peligro o alimento. Escuchar los sonidos de aves es una habilidad importante que se debe desarrollar si desea ser un observador de aves experto.

Procedimiento

Ver la presentación en PowerPoint de La Ciencia Toma Vuelo sobre Sonidos de las Aves y utilizar la hoja de respuesta para registrar las respuestas.

Después de completar la presentación en PowerPoint, pida a sus estudiantes que salgan afuera a escuchar los sonidos de las aves tanto tiempo como sea posible.

Preguntas

¿Qué pudieron escuchar?

¿Cuál sería el mejor momento para oír las aves? (durante la mañana)

¿Dónde sería el mejor lugar? (un sitio callado y cubierto),

¿El grupo pudo oír otros sonidos? De ser así ¿Qué escucharon?

**Para aprender más sonidos de las aves de Arizona, visite “El Aviario virtual” creado por la Universidad Estatal de Arizona en el programa de “Pregúntale a un biólogo”*

<http://askbiologist.asu.edu/>

MÓDULO 4 | HOJA DE TRABAJO #5 — SONIDOS DE LAS AVES

IMAGEN	NOMBRE DEL AVE	Descripción del sonido (palabras como silbido, chirrido, etc. pueden ser de ayuda)	RESPUESTAS AL QUIZ (coloca abajo la letra correcta para cada pregunta)
			
			
			
			
			
			
			
			
			
			

MÓDULO 4 | RECURSO DEL EDUCADOR — INVENTARIO DE AVES Y REGISTRO DE DATOS EN LÍNEA

INFORMACIÓN GENERAL

Los estudiantes usarán binoculares para encontrar e identificar las aves comunes en el patio de la escuela. A continuación, introduzca los datos en línea en el Laboratorio de Ornitología de Cornell de la página web de eBird. Los alumnos podrán formular preguntas y utilizar los datos de eBird para responder a estas. * Nota: Es aconsejable que antes de la lección, el instructor se familiarice con el recurso eBird y crea un perfil en línea.

Materiales

Binoculares

Hoja de Registro de Datos sobre Aves y la hoja “¿Puedes encontrar estas aves?”

(Hacer copias de doble cara de estas dos páginas y entregar una para cada estudiante)

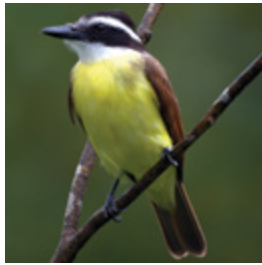
Computador (con acceso a Internet)

Tiempo: 45 minutos para el inventario y la entrada de datos

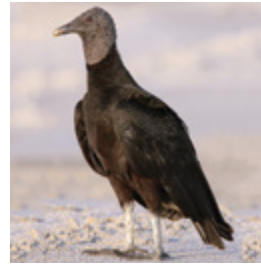
INSTRUCCIONES

1. Diga a los estudiantes que vamos a salir a la calle en busca de aves. Todos ellos se convertirán en lo que llamamos observadores de aves. Los observadores de aves tienen algunas pautas importantes que deben seguir a fin de encontrar las aves. Las directrices básicas para una observación de aves son las siguientes: A) permanecer con su grupo, B) susurrar o hablar en voz baja, C) caminar como en puntillas sin correr, D) respetar el espacio del otro (p.ej. no tocar a los demás).
2. Distribuya los binoculares y organizarse en pequeños grupos (3-4 estudiantes) si es posible. Asigne a cada grupo una sección diferente del patio de la escuela o el parque. Asegúrese de que cada grupo tenga al menos una hoja de datos del inventario con las fotos de aves comunes. Los grupos deben trabajar juntos y llenar UN formulario.
3. Lleve afuera a los estudiantes para encontrar y registrar todas las aves en su área (10-20 minutos generalmente es suficiente tiempo)
4. Volver al salón de clases y construir una lista de aves de toda la clase haciendo que cada grupo comparta sus resultados y registrar el total de cada especie detectada en la pizarra. ¿Qué grupo encontró la mayor cantidad de aves? ¿Por qué?
5. Inicie sesión abriendo el sitio de internet de eBird en <http://www.eBird.com>. Si es posible, proyecte la pantalla para que toda la clase pueda observar el sitio web y ver cómo se introducen los datos. Haga que los estudiantes se turnen para introducir datos en la base de datos en línea y gratuita. Asegúrese de que no haya duplicaciones en el conteo de aves (es decir, dos o más estudiantes están entrando datos de la misma ave). Para evitar esto, es posible que desee asignar a cada estudiante una sola especie (es decir, Juan entra una especie, María entra otra). Pida a los estudiantes que no entren la fecha en la hoja de inventario de aves.
6. Juega con los datos de eBird invitando a la clase a elegir una especie que observaron y ver el mapa de distribución del ave. Mira otras características eBird (como los gráficos de frecuencia), dependiendo de los intereses de los estudiantes y el tiempo disponible.

MÓDULO 4 | INVENTARIO DE AVES



BIENTEVEO
GRANDE



GALLINAZO
NEGRO



MARTÍN
PECHIGRIS

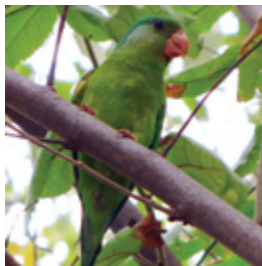


TORTOLITA
ROJIZA



AZULEJO

¿PUEDES ENCONTRAR ESTAS AVES?



PERICO
BARBINARANJA



CHANGO



PALOMA
RABIBLANCA



MIRLO PARDO



TIRANO TROPICAL

MÓDULO 4 | HOJA DE TRABAJO #6 — INVENTARIO DE AVES

Fecha: _____ Hora del inventario: _____

Sitio del inventario: _____

Cielo (Circule uno):

despejado

0% nublado

60% nublado

100% nublado

¿Cuánto viento había? (Circule uno):

calmo

viento ligero

suficiente viento para volar un cometa

viento fuerte

¿Crees que las condiciones climáticas influyen en el número de aves que pueden ser detectadas por los observadores? Si es así, ¿cómo?

Número de aves observadas: _____ Número de especies de aves vistas _____

¿Cuál ave fue tu favorita? ¿Por qué?

¿Cómo puedes atraer más aves al patio de tu escuela?

¿Qué puedes hacer para ayudar a las aves?

MÓDULO 4 | HOJA DE TRABAJO #7 — FORMULARIO DE INVENTARIO DE AVES

IMAGEN DEL AVE	NOMBRE DEL AVE	CONTEO (Utilice palitos para contar)	OTRAS AVES (Describir)	CONTEO (Utilice palitos para contar)
	PALOMA RABIBLANCA			
	BIENTEVEO GRANDE			
	MARTÍN PECHIGRIS			
	AZULEJO			
	MIRLO PARDO			
	TORTOLITA ROJIZA			
	CHANGO			
	TIRANO TROPICAL			
	GALLINAZO NEGRO			
	PERICO BARBINARANJA			

MÓDULO 5

CONSERVACIÓN

Del Desierto
al
Bosque
Tropical

MÓDULO 5 | CONSERVACIÓN

Pregunta

¿Cómo se diferencian las preocupaciones acerca de la conservación del medio ambiente en ambos países?

¿Cómo se diferencian los esfuerzos por conservar el medio ambiente en ambos países?

Investigación de antecedentes: Cada clase presentará al menos un problema ambiental propio de su país. Ellos investigarán el problema a través de libros, internet, materiales proporcionados y/o científicos locales). Como grupo, escogerán una solución al problema, teniendo en mente los recursos y las limitaciones de su país.

Formular una hipótesis: Utilizando la información sobre el país de sus contrapartes adquirida en el Módulo 1, los datos sobre el clima y la flora de ambas regiones del Módulo 2, y la información sobre animales obtenida en los Módulos 3 y 4, los estudiantes trabajarán en grupos para formular una hipótesis sobre problemas de conservación que el otro país podría tener y qué soluciones se pueden proponer para hacerles frente.

Probar la hipótesis: Los estudiantes comparan los datos obtenidos a través de la investigación de antecedentes.

Analizar los datos: Utilizando las respuestas que obtuvieron, los estudiantes analizarán la precisión de su hipótesis.

Comunicar los resultados: Utilizando Vidyo para compartir con sus contrapartes, los estudiantes informarán sobre sus respuestas iniciales, lo que han aprendido, y sus conclusiones finales.

MÓDULO 5 | CONSERVACIÓN

LA EXPANSIÓN DEL CANAL DE PANAMÁ

En las últimas décadas, los navíos se han vuelto tan grandes que el Canal de Panamá apenas tiene la anchura suficiente para dejarlos pasar, y los panameños han decidido ampliar el canal. La expansión, que será terminada en 2014 a un costo de alrededor de \$6 mil millones, podría tener serios impactos sobre animales y plantas que viven a orillas del canal, especialmente sobre los sensibles arrecifes de coral y los bosques de la región, y sobre el abastecimiento de agua dulce.⁴



El canal de Panamá hoy

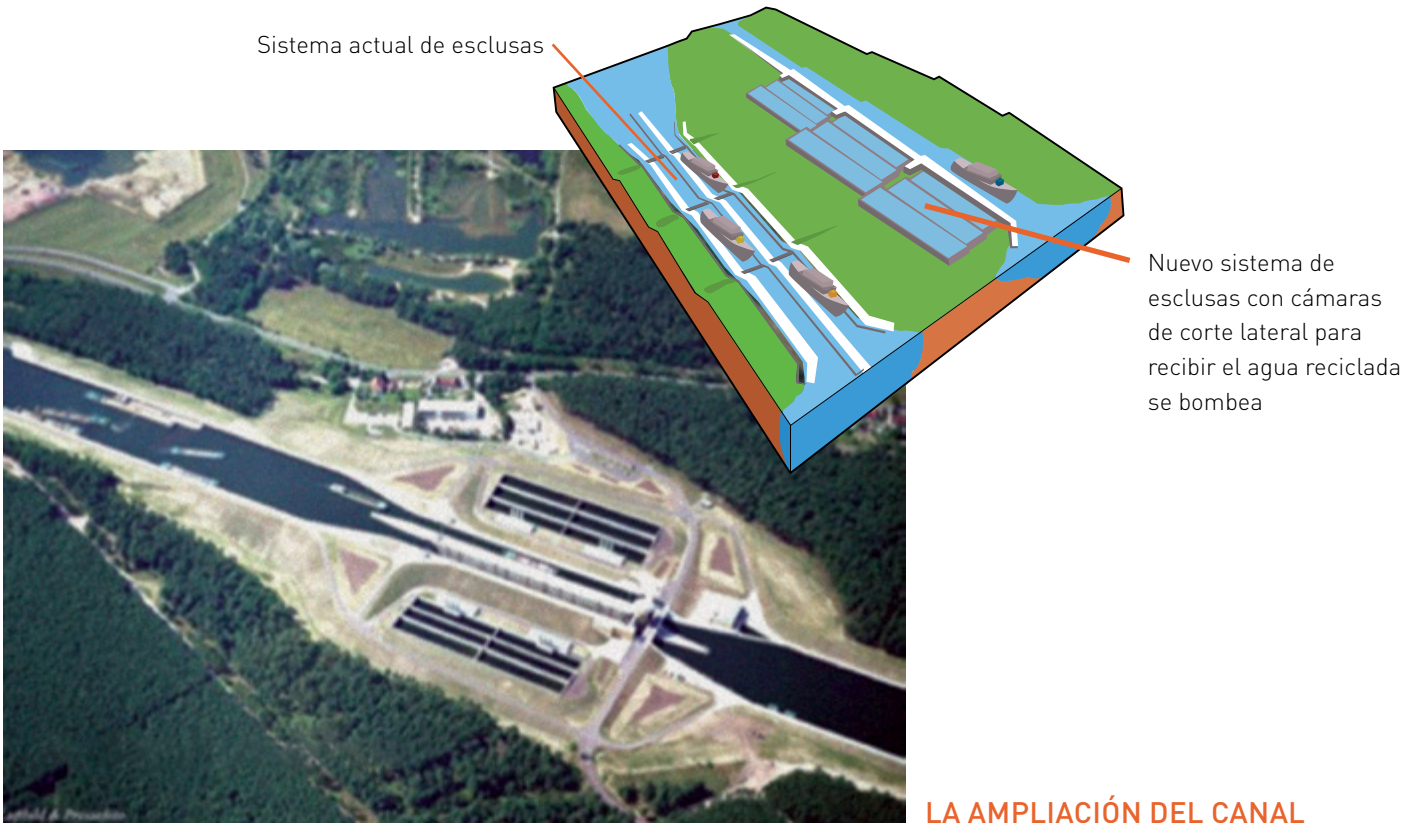
Por otro lado, la ampliación del Canal de Panamá podría ayudar a mitigar el cambio climático. El proyecto podría reducir las emisiones de gases de efecto invernadero de los grandes navíos marítimos al permitir que más barcos utilicen el canal como atajo en vez de quemar toneladas de combustible para recorrer miles de millas alrededor de América del Sur.⁵

Los barcos que pasan por el canal llevan contenedores cargados de bienes que utilizamos todos los días. El canal actual puede recibir barcos con una capacidad hasta de 4400 contenedores. Con las nuevas esclusas y un canal más amplio, los navíos conocidos como Post-Panamax podrán llevar hasta 14,000 contenedor

⁴ Guzman, H.M., R. Cipriani & J.B.C. Jackson. 2008. Historical decline in coral reef growth after the Panama Canal. *Ambio* 37: 342-346.

⁵ STRI News. STRI Hosts IPCC Working Group in Panama. (2009).

http://www.stri.si.edu/Inglés/about_stri/headline_news/noticias/article.php?id=1060



Al igual que con la construcción del Canal original hace más de 100 años, la expansión del Canal de Panamá ofrece oportunidades sin precedentes para los paleontólogos, geólogos y biólogos para descubrir nuevos conocimientos sobre el pasado y la diversidad de vida en Panamá. Los descubrimientos hallados durante la excavación por los científicos del Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales ya están dando lugar a nuevas teorías sobre la historia de los orígenes del istmo e incluso de hace millones de años.

Preguntas para pensar y discutir:

¿Crees que el canal necesita agrandarse? ¿Por qué?

¿Puedes crear una lista de los posibles beneficios o efectos negativos que la expansión del Canal de Panamá podría dar?

¿Puedes pensar en maneras en que el Canal de Panamá impacta tu vida? (piensa en los alimentos que comes, los bienes de consumo que compras y los equipos electrónicos que usas)

¿ESTÁ EL ESTADO DE ARIZONA QUEDÁNDOSE SIN AGUA?

Durante los próximos 10 años, la escasez de agua será uno de los mayores problemas que enfrentarán las ciudades de Estados Unidos. Según un informe del 2010, varias ciudades grandes de Estados Unidos, incluyendo Tucson y Phoenix en el estado de Arizona, se enfrentarán a una severa escasez de agua dentro de unos pocos años.⁶ Las condiciones de sequía agravarán los impactos de la escasez de agua. Y, como observan oficiales del gobierno estadounidense, “Cuando el agua falta, los impactos económicos en sectores como la agricultura pueden alcanzar los miles de millones de dólares. La escasez de agua también daña el medio ambiente.” Oficiales del gobierno señalan que la disminución de los flujos de agua ha reducido la extensión de los Everglades de Florida a la mitad de su tamaño original. La escasez de agua también puede provocar tensión en las comunidades cuando los usuarios “compiten por suministros limitados.”⁷

Debido a su ubicación en un ambiente desértico con precipitación limitada, Tucson y Phoenix son dos ciudades que son muy sensibles a la escasez de agua.

PHOENIX

Mayor abastecimiento de agua: Cuenca del Río Colorado

Población (EE.UU. ranking): 1.593.659 (5to estado)

Tasa de crecimiento: 21,2% desde el año 2000

Precipitación anual media: 8,3 pulgadas

Phoenix es extremadamente dependiente del agua importada del Río Colorado. Casi la mitad del agua utilizada por los residentes de la ciudad procede de esta fuente. Ya que durante nueve de los últimos 13 años se han producido flujos por debajo del promedio en el Río Colorado, la dependencia de la ciudad sobre el río podría convertirse pronto en un problema serio.⁸ Si este patrón de sequía continúa, las entregas de agua del Río Colorado podrían ser recortadas. Para mantener un suministro suficiente de agua, Phoenix ha adoptado una campaña para reciclar el agua, recargar el agua subterránea y tratar de evitar el consumo excesivo.⁹ Sin embargo, la ciudad no cuenta con normas para el uso del agua, ya sea en forma voluntaria u obligatoria.¹⁰

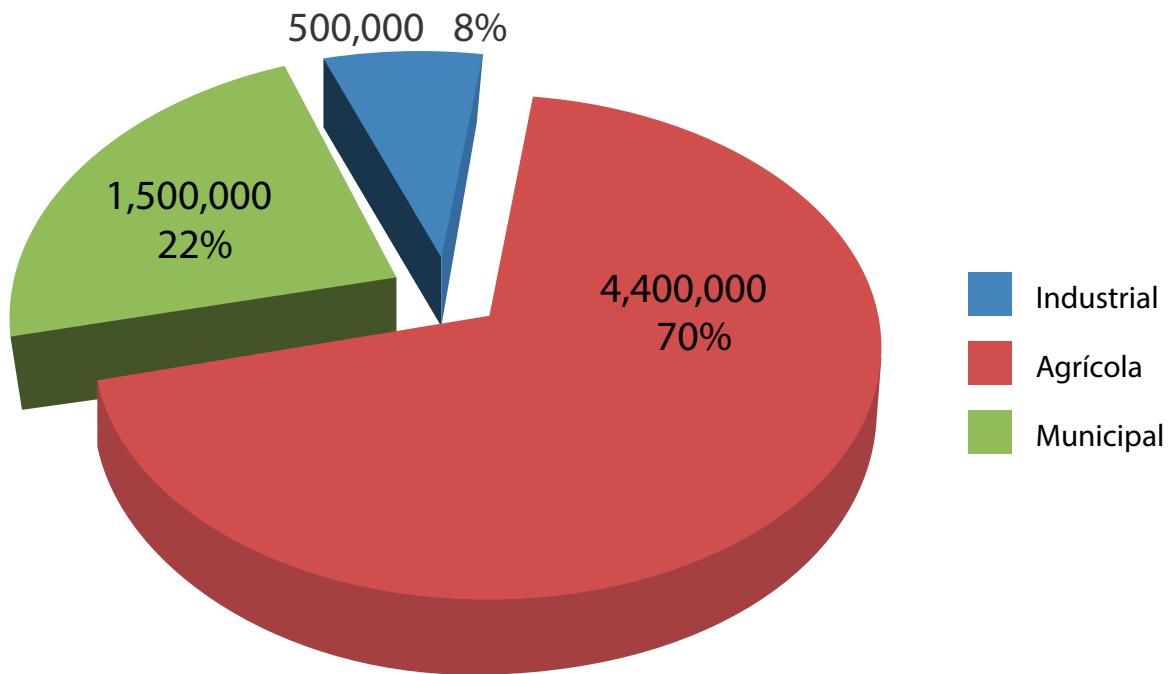
⁶ Stockdale, Charles B., Sauter, Michael B., and McIntyre, Douglas A. (2010). The Ten Biggest American Cities That Are Running Out Of Water. Available at: http://finance.yahoo.com/news/pf_article_111186.html

⁷ Hazelhurst, John. (2012). Smoke on the horizon: City sage. <http://www.csindy.com/coloradosprings/smoke-on-the-horizon/Content?oid=2483884>

⁸ Stockdale, Charles B., Sauter, Michael B., and McIntyre, Douglas A. (2010). The Ten Biggest American Cities That Are Running Out Of Water. Available at: http://finance.yahoo.com/news/pf_article_111186.html

⁹ Residential water efficiency: How building professionals can save our cities (2012). White paper from 2011 Delta Faucet Water Efficiency Summit. Available at: http://www.residentialwaterefficiency.com/wp-content/uploads/2012/04/Delta_WES_WhitePaper12_REV.pdf

Porcentaje de agua utilizada por cada categoría de usuario principal en Arizona
Fuente: Arizona Department of Water Sources (2005).



TUCSON

Mayor fuente de agua: el agua subterránea local

Población (ranking en EE.UU.): 543.000 (32º estado)

Tasa de crecimiento: 20% desde el año 2000

Promedio de precipitación anual: 12.17 pulgadas

Tucson es una ciudad en el desierto de Sonora, una región extremadamente árida que recibe menos de 12 pulgadas de lluvia al año. En 2010, la región de Tucson estaba usando cerca de 114 mil millones de galones (432 mil millones de litros) de agua al año. A este ritmo, el suministro de agua subterránea de Tucson, que proporciona la mayor parte del agua de la ciudad, duraría muy poco. La ciudad también importa unos 102 mil millones de galones (386 mil millones de litros) de agua al año del Río Colorado. Tucson también está creciendo rápidamente y los acuerdos entre los estados del Suroeste para compartir el agua podrían cambiar, aumentando el riesgo de escasez de agua que enfrenta la ciudad.¹

MÓDULO 5 | CONSERVACIÓN — TAREA PARA PENSAR

Pregunta

- ¿Cómo podría la escasez de agua afectar tu vida cotidiana?
- ¿Cómo podría la escasez de agua afectar la industria, como el impacto sobre el empleo, por ejemplo?
- ¿Cuáles son algunas cosas que los gobiernos municipales y estatales pueden hacer para enfrentar la escasez de agua?
- ¿Debe restringirse el uso del agua? ¿Por qué?

ACTIVIDAD: JÓVENES PERIODISTAS CIENTÍFICOS

Materiales

Artículos de periódicos o búsquedas en línea (local, estatal y nacional) sobre temas relacionados con el agua.

- Lápices, marcadores, crayones
- Papel
- Pegamento
- Tijera
- Computadora
- Software para publicaciones (opcional)
- Cámara de vídeo y software de edición (opcional)

Pasos

1. Desarrollar una lista de las maneras en que las personas podrían conservar agua durante períodos de sequía.
2. Diga a los estudiantes que van a desarrollar su propio artículo de prensa, clip de YouTube, video, afiche u otro trabajo informativo sobre el agua. Para el trabajo deben investigar algún aspecto de uno de los dos temas cubiertos en el Módulo 5 (la expansión del Canal de Panamá o la escasez de agua en Phoenix/Tucson), analizando diferentes aspectos del tema y utilizando una variedad de fuentes de noticias (por ejemplo, entrevistas con gerentes de recursos, científicos, o estudiantes/educadores que viven en Arizona o Panamá).
3. Dividir la clase en grupos. Los miembros de cada grupo deben intercambiar ideas e investigar temas relacionados con el agua.
4. Se debe dar a los estudiantes un plazo de 5 días para completar el proyecto.
5. El formato se puede hacer de dos maneras: ya sea en la computadora mediante un boletín de noticias u otro software para publicaciones, o a mano.
6. Una vez que hayan terminado, los estudiantes presentarán sus trabajos al salón y a sus contrapartes en Phoenix o en la ciudad de Panamá. noticias, en programa Publish o puede ser hecho a mano.

LECTURAS ADICIONALES

Del Desierto
al
Bosque
Tropical

LECTURA #1: ¿QUÉ ES UN BOSQUE HÚMEDO TROPICAL?



Un bosque tropical es una región que recibe por lo general entre 50 y 260 pulgadas (125 a 660cm) de lluvia todos los años. Estos bosques son típicamente lugares calientes y húmedos aunque la mayoría tienen una estación corta y seca con muy poca lluvia.

La mayoría se encuentran en o dentro de 1500 millas (2400 kilómetros) de la línea ecuatorial, en África Occidental y Central, el sudeste asiático, las islas del Pacífico, y América Central. El más extenso bosque tropical se encuentra en la Amazonía de América del Sur.

Los bosques tropicales usualmente existen en tierras bajas por debajo de 1500 m de altitud. Sin embargo, los bosques nubosos – bosques con neblina que generalmente reciben mucha lluvia - se encuentran en las frescas laderas de las montañas, entre 5000 y 11,000 pies (1500 y 3300 m).

Los bosques tropicales de todo tipo representan alrededor del 6% de la superficie terrestre de la Tierra, pero contienen más de la mitad de las especies de plantas y animales del planeta. Los bosques tropicales convierten más energía solar en azúcares y energía útil a través de la fotosíntesis (producción primaria) que cualquier otro bioma terrestre del mundo, produciendo una cantidad enorme de vegetación. Estas plantas están altamente especializadas para sobrevivir en las condiciones de los bosques tropicales. Algunos combaten los insectos que se los comerían con un rango amplio de químicos. Otros están especializados para sobrevivir en las condiciones de alta salinidad de las costas tropicales y los estuarios.

Estas adaptaciones también hacen a los bosques tropicales muy valiosos para la sociedad humana. Muchos de estos químicos (toxinas) de las plantas actúan como medicinas para los seres humanos. Tal vez un tercio de todos nuestros medicamentos vienen originalmente de plantas tropicales. Las masivas

acumulaciones de raíces de los bosques de manglares estabilizan la línea costera y la protegen de marejadas, corrientes, olas y mareas. Las raíces y la tierra que éstas atrapan proporcionan refugio y alimento a los peces marinos e invertebrados.

La mayoría de los árboles tropicales tienen troncos lisos y altos que no se ramifican hasta cerca de la copa. Estas copas parecidas a paraguas forman un dosel que impide que gran parte de la luz solar llegue hasta los niveles más bajos de la selva. Muchas enredaderas y lianas buscan la luz del dosel subiéndose por los troncos de los árboles y utilizándolos de apoyo. El higo estrangulador nace en el dosel y crece hacia abajo, descendiendo por el tronco del árbol huésped. Algunos árboles individuales conocidos como



Botella tronco de ceiba

emergentes crecen hasta una altura de 300 pies, sobresaliendo por encima del dosel. Otras plantas llamadas epífitas crecen en lo alto del dosel utilizando las ramas de los árboles para sujetar sus propias raíces. Los niveles más bajos del bosque (el sotobosque) a menudo tienen mucha sombra, y las plantas aquí deben luchar para captar la poca luz solar que logra pasar e impulsar la fotosíntesis.

Debido a las condiciones cálidas y húmedas del piso del bosque, las plantas y animales muertos se descomponen rápidamente por la acción de las abundantes bacterias y hongos, y hay poca oportunidad para que un suelo fértil se forme en la escasa hojarasca. Los árboles necesitan tener sistemas de raíces poco profundas para captar estos nutrientes a medida que se descomponen, y como resultado la mayor parte de los nutrientes en este bosque se almacena en las propias plantas y no en el suelo. Para apoyar estos gigantes árboles con raíces tan poco profundas, muchos árboles tropicales requieren enormes raíces tablares en su base para soportar el peso.

La densidad de hojas y ramas en el dosel del bosque tropical bloquea la mayor parte de la luz solar y limita seriamente el crecimiento de los árboles jóvenes. Muchos bosques tropicales dependen de la formación de los claros de luz para asegurar que los árboles jóvenes reciban suficiente luz para madurar, así manteniendo el bosque a través del tiempo. Los claros de luz son causados cuando los grandes árboles se caen. A medida que caen, los árboles grandes derriban muchos árboles vecinos, resultando en una brecha que permite a luz solar caer sobre el suelo del bosque. Los árboles jóvenes, que pueden haber esperado décadas, ahora podrán crecer para reemplazar los viejos árboles caídos.

Los árboles dependen de varias formas de esparcir sus semillas. Aves, monos y peces se alimentan de las frutas de los árboles, que contienen sus semillas. Luego, las semillas no digeribles son llevadas por los animales o



Claro de luz en la selva

pasan a través del sistema digestivo de ellos y son depositadas lejos del árbol madre. Unos cuantos árboles producen semillas con alas que se aprovechan del viento, el cual las dispersa. Muchas de estas semillas son grandes y tienen suficiente energía para convertirse en pequeños plantones, para esperar la formación de un claro de luz. Otros son especies pioneras cuyas semillas pequeñas esperan en la hojarasca del suelo (un banco de semillas) para germinar con la repentina apertura de un claro de luz.



Semillas en forma de pera con alas para ayudar a atrapar el viento

Una práctica agrícola común en las zonas de bosques tropicales es talar una pequeña área de bosque y quemarla, y luego sembrar cultivos básicos como el maíz y la yuca (agricultura de roza y quema). Este método se utiliza para mantener una familia y por lo general no para vender las cosechas en el mercado (agricultura de subsistencia). Debido a que estos cultivos pueden agotar rápidamente los pocos nutrientes presentes en el suelo, los agricultores que utilizan este método deben mudarse después de unos años y comenzar el proceso otra vez en un nuevo sitio (agricultura itinerante). Un bosque secundario (o bosque de segundo crecimiento) es un bosque que ha vuelto a crecer luego de ser ampliamente perturbado o talado. Un bosque que no ha sido extensivamente perturbado es un bosque primario o bosque de viejo crecimiento.

LECTURA #2: LA BIODIVERSIDAD EN EL BOSQUE TROPICAL



La biodiversidad es la variedad de vida y como ésta interactúa con las partes vivas y no vivas del mundo.

Un indicador útil de la biodiversidad es el número de especies que se encuentran en un área. Por lo general, los bosques húmedos tropicales contienen más especies que otros hábitats terrestres. Sin lugar a dudas los insectos tienen más especies que cualquier otro grupo de organismos. Los bosques tropicales pueden contener más de 5 millones de especies de insectos, pero debido a que la mayoría todavía no han sido avistados ni descritos por los científicos, no sabemos con exactitud cuántas especies de insectos hay. Y los bosques tropicales del mundo contienen 170,000 de las 250,000 especies de plantas conocidas en el mundo. Con pocas excepciones y sin importar el grupo de plantas o animales que se estén comparando, los bosques tropicales siempre ganan. ¿Por qué?

Una explicación para esta tremenda riqueza de especies es que los bosques húmedos tropicales son físicamente complejos. Son altos, con muchos niveles de árboles y plantas que van desde el piso del bosque a arbustos, el sotobosque, el dosel y, finalmente, los árboles emergentes. Algunas plantas son parásitos de otras plantas, pero muchas son epífitas y utilizan las ramas de árboles grandes como su base, sin dañar al árbol huésped. Las enredaderas son abundantes: algunas delgadas y cortas; otras como las lianas, son gruesas y se extienden desde el dosel hasta el suelo. Esta complejidad física permite que muchas otras especies de plantas y animales vivan en o sobre diferentes partes del bosque (la especialización).

Una segunda explicación tiene que ver con el clima. Ya que los bosques tropicales se encuentran en regiones tropicales, reciben mucha lluvia y mucho sol. Esta abundancia y confiabilidad del agua podría ayudar a que las especies eviten la extinción por causa de sequías impredecibles y patrones climáticos comunes en otros lugares.

Gracias a que la luz solar es directa o fuerte en los climas tropicales, hay mucha energía en el

bosque tropical. Mediante el proceso de fotosíntesis las plantas convierten luz solar en energía, que se almacena en las hojas, los troncos y otras partes. Estas plantas se convierten en comida para los muchos animales herbívoros del bosque, que a la vez sirven de alimento para sus depredadores. Esta combinación de un clima relativamente confiable y consistente junto con una abundancia de energía reduce la probabilidad de extinción para las especies que se evolucionan en bosques tropicales y resulta en una extraordinaria abundancia de especies de plantas y animales.



Una tercera explicación es que la competencia entre las especies del bosque húmedo tropical para cosas como alimento, sitios para anidar o fuentes de energía es mucho más intensa aquí que en otros hábitats. Como respuesta, algunos individuos de estas especies en competencia han tenido que evolucionar formas especializadas para repartir las cosas por las cuales compiten a fin de no matarse entre sí. Esta especialización permite que cada vez más especies coexistan y llenen el bosque.



Una posible cuarta explicación es que los altos niveles de depredación permiten que más especies convivan en los bosques húmedos tropicales. Muchos de estos depredadores aprenden a cazar cualquier presa que sea fácil de atrapar. Escogen selectivamente a las presas más abundantes e ignoran a las especies menos comunes. Cuando las poblaciones de presas abundantes decaen, haciéndolas menos comunes y difíciles de encontrar, los depredadores se enfocan en otras especies. A través de largos períodos de tiempo, los depredadores podrían jugar un papel importante en limitar las poblaciones de muchas especies presa, lo cual permite que más especies convivan en una misma área.

La quinta explicación es que las perturbaciones en el bosque tropical no son ni demasiado extremas ni demasiado benignas. Esto es conocido como la Hipótesis de la Perturbación Moderada o Intermedia. Si un bosque se viera azotado por fuertes huracanes cada año durante quince años, sólo unas cuantas de las plantas y animales más resistentes permanecerían en un hábitat tan devastado.

Sin embargo, si un hábitat fuera tan confortable y predecible que ningún cambio inesperado llegara a suceder, el hábitat sería dominado por unas cuantas de las plantas y animales más competitivas, o por las especies que mejor evitan a los depredadores, las enfermedades y otras presiones. Las demás especies, incapaces de soportar estas presiones, se verían reducidas y en toda probabilidad se extinguirían.

En los bosques tropicales, los cambios provocados por la caída de grandes ramas o árboles, que abre claros de luz en el dosel, son considerados como una perturbación intermedia o moderada. Estas brechas formadas por los árboles que caen crean una especie de tablero de ajedrez de segmentos de bosque de diferentes edades. Ninguna de las especies competidoras de árbol o animal tiene la oportunidad de volverse dominante. Más bien, muchas especies, cada una adaptada para distintas cantidades de luz y apertura, están repartidas por el bosque y el resultado es una alta riqueza de especies.

El bosque tropical es tan complejo que es probable que no existe ninguna explicación que por sí sola aclare por qué hay tantas especies en los bosques tropicales. Sin importar la causa de esta tremenda biodiversidad, las consecuencias de la extinción de especies son difíciles de predecir. Algunas especies ayudan a muchas otras especies a sobrevivir en la comunidad (especies clave). Otras especies no son tan importantes. Esta complejidad de interacciones entre las muchas especies podría aumentar la capacidad de los

ecosistemas del bosque tropical para recuperarse de los cambios.

Debido a lo poco que sabemos sobre estos bosques, estamos tomando un riesgo con cualquier extinción que pudiera ser causada por el ser humano. Además de los muchos medicamentos, esta biodiversidad del bosque tropical ha proporcionado muchos productos que usamos diariamente, como el pollo, la vainilla, el caucho y el chocolate. La continua búsqueda de productos como éstos, así como negocios lucrativos como el ecoturismo, son fuertes incentivos económicos para dar un mejor manejo y uso a los bosques a fin de lograr beneficios a largo plazo (sostenibilidad).

Los beneficios de la biodiversidad y el manejo forestal en Panamá son obvios. El Canal de Panamá es la mayor fuente de ingresos del país y también se considera importante para la economía de Estados Unidos. Construido en 1914, el istmo panameño era demasiado elevado y rocoso para construir un canal a nivel del mar, así que los barcos tienen que subirse 26 metros (85 pies) del océano Pacífico para entrar en el lago Gatún a medio camino por el canal, y nuevamente son bajados en el lado atlántico mediante esclusas, que son cámaras fijas en las cuales el nivel del agua puede variarse. Los bosques que rodean el pasaje previenen la erosión del suelo hacia el canal y almacenan las lluvias necesarias para reemplazar el agua perdida todos los días a través de las esclusas. Los bosques no pueden ser raleados ni removidos sin pérdidas económicas devastadoras.

Número de especies de pájaros:

- Norte América (2 billones+ hectáreas) = aprox. 750
- Panamá (7.8 millones de hectáreas) = Más de 970

Número de especies de ranas:

- Norte América (2 billones+ hectáreas) = 81
- Madagascar (58.7 millones de hectáreas) = casi 500

Número de especies de árboles/ hectárea:

- Estados Unidos = aprox. 20
- Brasil = alrededor de 400

Número de especies de mariposa:

- Europa = 570
- Perú = 1200

LECTURA #3: LA REPRODUCCIÓN EN EL BOSQUE TROPICAL



Cuando de sexo se trata, las plantas están en apuros. Para producir las frutas y semillas necesarias para generar retoños tienen que lograr que el polen de una flor macho llegue hasta una flor hembra. Pero las plantas no pueden moverse de un lado a otro para encontrarse y transferir el polen; están literalmente atadas a un solo lugar por sus raíces en el suelo. Así que las plantas necesitan que alguien traslade el polen por ellas.

Algunas plantas dependen de la ayuda del viento para lograr la reproducción sexual. Pero en los bosques tropicales el viento no es una forma muy eficaz de dispersar el polen. Hay demasiadas diferentes especies de árboles juntas, y es improbable que el polen encuentre su camino hacia flores hembras de la misma especie.

Así que la mayoría de los bosques tropicales utilizan a los animales para dirigir su polen en forma más eficiente hacia las flores hembras correctas. Y resulta que hay muchos organismos que pueden transferir polen; de hecho, muchos de estos animales están especializados para asegurar que el polen de la parte masculina de una especie de flor alcance las partes femeninas de una flor de la misma especie.

Para atraer a estos ayudantes animales, las plantas colocan premios como azúcar o néctar cerca o alrededor del polen. Cuando el animal busca su premio, el polen se difunde o cae sobre la cabeza, el cuello, el cuerpo o las piernas del animal, para ser llevado hasta la siguiente flor. Las flores polinizadas por los colibríes a menudo son rojas y tienen forma de copa. La entrada hacia el néctar y el polen puede ser alargada o en forma de una curva que sólo deja entrar a aquellas especies de colibrí que tienen el pico suficientemente largo y curvo para entrar en la flor y obtener el néctar.

Las flores polinizadas por murciélagos sólo abren de noche y a menudo son más claras en color, blancas o amarillas. Las moscas, al contrario, son atraídas a flores azulosas y con un olor a putrefacción o moho. Las flores polinizadas por mariposas tienen un olor

suave y son de color rojo o naranja.

No todas las polinizadoras son especializadas para polinizar una sola especie de flor. Las abejas de las orquídeas son hermosos insectos comunes en los bosques tropicales. Los machos de cada especie son atraídos por muchas especies de flores, donde recogen fragancias que huelen a vainilla, alcanfor, gaulteria y canela. Los machos de estas abejas utilizan mezclas específicas de estas sustancias químicas para atraer a abejas hembras. Las flores guardan su polen en paquetes llamados polinarios, que se sujetan a las abejas machos cuando entran a cosechar las fragancias. Cada especie de flor sujeta su polinario en una parte diferente del cuerpo, la cabeza o las piernas de la abeja. Cuando la abeja entra en la próxima flor, una parte muy pegajosa de la flor hembra atrapa el paquete de polen correcto para esa especie.



Abejas de las orquídeas

La reproducción sexual entre los animales del bosque tropical también da algunos giros inesperados. La hembra de rana veneno de dardo, de vivos colores, deposita sus huevecillos en una parte particular del piso del bosque o de la vegetación. Un macho los fertiliza en el lugar donde fueron depositados, un proceso llamado fertilización externa. A veces, las ranas veneno de dardo machos forcejean entre sí por el privilegio de fertilizar estos huevos. El macho también peleará por el puesto más prominente, desde donde lanzará su canto de apareamiento, usualmente cerca de un lugar excelente para depositar los huevos. Las hembras pelean también por sitios de anidación deseables, e incluso invaden los nidos de otras hembras para devorar los huevecillos de sus competidoras.

Los adultos de algunas especies de rana veneno de dardo que depositan sus huevos en el piso del bosque sujetan los recién salidos renacuajos a sus espaldas y las llevan hasta el dosel. Aquí, el progenitor deposita el renacuajo en los pequeños tanques de agua poseídos por muchas plantas epífitas como las bromélicas. Los renacuajos se alimentan de invertebrados en su guardería arbórea, y su madre incluso suplementará su dieta colocando sus huevos no fertilizados en el agua. Otras ranas venenosas depositan sus huevos en el piso del bosque, escondiéndolos entre la hojarasca.

En vez de tratar de mantener a raya sus competidores, algunas especies atraen pareja con elaboradas demostraciones de color, baile y canto. Los manaquíes son diminutas aves que habitan los niveles inferiores del bosque. Mientras los machos poseen colores espectaculares, las hembras presentan tonos opacos entre pardo, olivo o verdusco. Debido a que se alimentan de bayas que son abundantes durante todo el año, los manaquíes no tienen que preocuparse por buscar comida constantemente. Han tenido la libertad de evolucionar elaborados ritos de apareamiento por parte de los machos, que exhiben un estrafalario plumaje. En algunas especies, los machos forman leks, donde varios subordinados bailan y cantan con un macho dominante. Cuando la

hembra se aproxima al lek, la intensidad del baile y el canto de los machos aumenta. Pero la hembra sólo se apareará con el macho dominante. Los machos subordinados tienen a menudo que esperar años por la oportunidad de ser el macho dominante. Las hembras no se acercarán a un macho que canta solo. La críptica hembra construye el nido, deposita los huevos y cría a los pichones sola.

Encontrar, atraer y aparearse con parejas aceptables puede ser un proceso muy intensivo. Pero algunos animales no pueden darse el lujo de gastar tanta energía. El mono aullador de manto, común en Panamá, es una de esas especies. Los monos aulladores reciben su nombre por sus rugidos como leones, y pueden pesar hasta 9.8 kg (22 libras). Esta especie se alimenta casi únicamente de hojas, que son difíciles de digerir y proveen poca energía. Como resultado, los aulladores de manto pasan la mayor parte del tiempo descansando y durmiendo. El intenso y energético baile y canto de los manaquíes simplemente les costaría demasiada energía.

Para encontrar parejas aceptables, los monos aulladores de manto han evolucionado un sistema social en el cual los jóvenes machos y hembras son expulsados del grupo en el cual nacieron. Encontrar un nuevo grupo al cual unirse es importante, ya que aulladores solitarios no sobreviven por mucho tiempo y porque es dentro del nuevo grupo donde encontrarán y competirán por parejas. Estos jóvenes luchan por ser individuos dominantes en el nuevo grupo, para obtener los mejores alimentos, los lugares de descanso más seguros y las parejas más fuertes. Aunque su dieta a base de hojas impone serias restricciones en sus actividades, la abundancia de las hojas que prefieren los aulladores de manto les permite sobrevivir en un área de bosque relativamente pequeño, que hace más fácil aparearse y criar a los jóvenes comparados con otros monos más activos que comen frutas.



Naranja graeca rana de árbol

photo: Rainforest Harley via Wikimedia

LECTURA #4: LA FOTOSÍNTESIS Y EL CICLO DEL CARBONO EN EL BOSQUE TROPICAL

Las moléculas a base de carbono son esenciales para sostener la vida en la Tierra. Científicos llaman el ciclo en el cual el carbono se desplaza por un hábitat, y finalmente por el medio ambiente, el ciclo del carbono.

Hay muchos caminos que el carbono puede tomar mientras se mueve por un hábitat, pero tal vez el camino más importante para la vida es la fotosíntesis. Durante la fotosíntesis las plantas absorben el dióxido de carbono del aire. Entonces, utilizando la energía del sol, un proceso químico separa el carbono del dióxido de carbono y lo combina con hidrógeno y oxígeno del agua para crear azúcares altas en energía. Las plantas, y los animales que se las comen, utilizan estas azúcares para crecer. La transformación de carbono no vivo (inorgánico) del aire en carbono como parte de un azúcar en un organismo vivo (orgánico) se llama fijación del carbono.

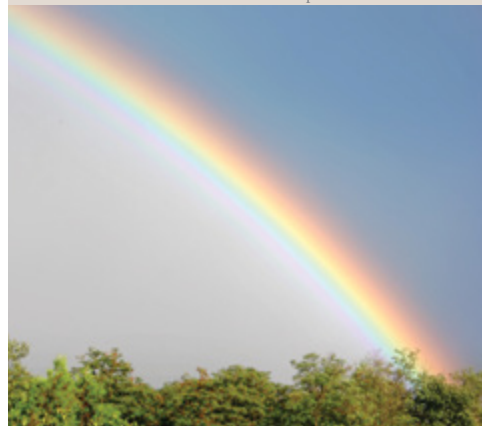
Si bien los bosques húmedos tropicales conforman sólo el 6% de la superficie terrestre del planeta, el carbono que han convertido en azúcares a partir del dióxido de carbono representa casi la mitad de todo el carbono almacenado en el mundo, haciendo de los bosques tropicales lo que los científicos llaman sumideros de carbono. Los bosques tropicales también son responsables del 28% de la producción global de oxígeno, otro producto que resulta de la fotosíntesis. Funcionando como paneles solares miniaturas, los miles de millones de hojas en los bosques húmedos tropicales convierten más luz solar en azúcares que cualquier otro hábitat terrestre del planeta (productividad primaria).

Sin embargo, no toda la luz es igual, como por ejemplo el arcoíris. Cuando la luz solar pasa por el vapor de agua revela los colores separados en bandas – rojo, naranja, amarillo, verde, azul, índigo, y violeta. Los colores son siempre en este orden y representan una progresión desde la cantidad más baja de energía (rojo) a la cantidad más alta (violeta). La luz violeta y ultravioleta es tan alta en energía que puede hacerle daño a células vivas. Las quemaduras solares son un ejemplo de los efectos de la luz violeta y ultravioleta.

La luz roja e infrarroja es mucho más baja en energía. Las plantas pueden usar la luz roja para impulsar la fotosíntesis pero es tan débil que tiene dificultad para traspasar los obstáculos en el frondoso dosel. La luz azul, entonces, es más útil para la fotosíntesis.

Pero no todas las plantas del bosque tienen acceso fácil a la luz solar. En lo más alto del bosque tropical, un techo continuo de hojas y ramas conocido como el dosel conecta los árboles. Este dosel protege el sotobosque de la intensa luz solar, los vientos que resecan y la lluvia fuerte, y mantiene húmedos y con una temperatura más constante los niveles inferiores y el piso del bosque. Sin embargo, el dosel también bloquea mucha de la luz solar necesaria para impulsar la fotosíntesis en las plantas que se encuentran en niveles inferiores del bosque. Entonces, ¿cómo sobreviven los árboles jóvenes hasta reemplazar a los viejos?

photo: Takkk via Wikimedia



Bandas de color en el arco iris

Muchos bosques tropicales dependen de la formación de claros de luz para mantener el bosque a través del tiempo. Estas brechas son causadas por la caída de árboles o ramas grandes que derriban muchos árboles vecinos al caer. Eventos



photo: Geoff Galice via Wikimedia

de este tipo abren brechas en el dosel y permiten que la luz penetre hasta el piso del bosque. Los árboles jóvenes, que pueden haber esperado décadas, pronto crecerán para reemplazar los viejos árboles caídos. Ya que el nivel de fotosíntesis es tan alto, los bosques tienen más energía para crecer rápidamente y producir muchas frutas, semillas, flores y hojas. Esta abundancia de materia vegetal atrae y sostiene a una gran variedad de vida animal.

LAS PLANTAS SON LOS ÚNICOS ORGANISMOS EN LA TIERRA QUE PUEDEN TOMAR LA ENERGÍA DEL SOL Y CONVERTIRLA EN COMIDA.

Los animales que subsisten de plantas son llamados herbívoros. Al comer plantas, estos animales transfieren la energía almacenada en las plantas a sus propios cuerpos, así como las plantas transfirieron la energía del sol a sus células mediante la fotosíntesis.

La mayoría de los herbívoros en el bosque tropical son insectos. Las plantas tropicales combaten a los insectos que se alimentan de ellas mediante una amplia gama de defensas químicas. Algunos insectos esquivan estas defensas con enzimas especiales que neutralizan el efecto de los químicos de las plantas.

Otros insectos, como la hormiga cortadora de hojas, tienen una relación extraordinaria con las plantas. Usando sus mandíbulas cortan segmentos circulares de hojas y los cargan hasta profundas galerías subterráneas. Aquí, cultivan activamente un hongo especial, alimentándolo con el material vegetal fresco y manteniéndolo libre de pestes y mohos. Si un tipo de hoja es tóxico para el hongo, la colonia no lo recolectará más.

¿Por qué cultivarían las hormigas cortadoras un hongo? Resulta que el hongo es un excelente alimento para las larvas de las hormigas. El hongo necesita las hormigas para vivir, y las larvas necesitan el hongo para vivir – una relación conocida como mutualismo. Las hormigas adultas transportan las hojas y los hongos gastados son transportados a un depósito de desechos conocido como un vertedero. La colonia tiene trabajadores que acomodan los desechos y los remueven constantemente para fomentar la descomposición.

Debido a las condiciones cálidas y húmedas del piso del bosque, la descomposición ocurre velozmente en los bosques tropicales. Abundantes bacterias y hongos descomponen las plantas y animales muertos con rapidez, previniendo el desarrollo de una fértil capa de tierra vegetal. Como resultado, la mayor parte de los nutrientes en este bosque son consumidos rápidamente y se almacenan en las propias plantas, no en el suelo.

Para que los árboles puedan crecer necesitan tener sistemas de raíces poco profundas para captar los nutrientes en o cerca de la superficie del suelo durante la descomposición. Ya que sólo tienen sistemas de raíces poco profundas, muchos árboles tropicales tienen enormes raíces tablares en su base para soportar el peso.

Los árboles del bosque tropical utilizan agua para transportar nutrientes de suelo al resto de la planta mediante un proceso llamado transpiración. Toda esta agua se mueve hasta el dosel y es “sudado” por unos poros llamados estomas. El sol cálido evapora el agua que se escapa por los estomas, junto con el agua de lluvia que descansa sobre la

La energía del sol llega a las zonas cercanas al ecuador más directamente y en una forma más concentrada, aumentando la evaporación y las tasas de crecimiento de las plantas.

superficie de las hojas, produciendo nubes de vapor de agua (evapotranspiración). Un árbol puede liberar más de 755 L (1,600 lbs) de agua cada año! Cuando multiplicas esto por millones de árboles, toneladas de vapor de agua son liberadas y calentadas sobre el dosel del bosque todos los años.

Puede ser difícil de creer, pero además de ayudar a producir comida para las plantas, el sol también es responsable de producir las grandes cantidades de lluvia que caen sobre los bosques tropicales. Ya que los bosques tropicales están cercanos al ecuador, la luz del sol pega el agua y la tierra durante todo el año en forma más directa y consistente que en cualquier otra parte del mundo, manteniendo el aire sobre los bosques relativamente caliente.

El aire caliente puede contener mucho vapor de agua, pero a medida que sube, se enfría, disminuyendo su capacidad de sostener vapor de agua (temperatura de punto de rocío). A medida que el aire se enfría, el vapor de agua se transforma en gotitas (condensación) y se forman las nubes. Esto hace que los climas de los bosques húmedos tropicales sean muy distintos de otros hábitats donde el vapor de agua es llevado por el viento y luego cae como lluvia en lugares distantes. En la mayoría de los bosques tropicales, más de la mitad de la precipitación cae de vuelta en el mismo bosque.

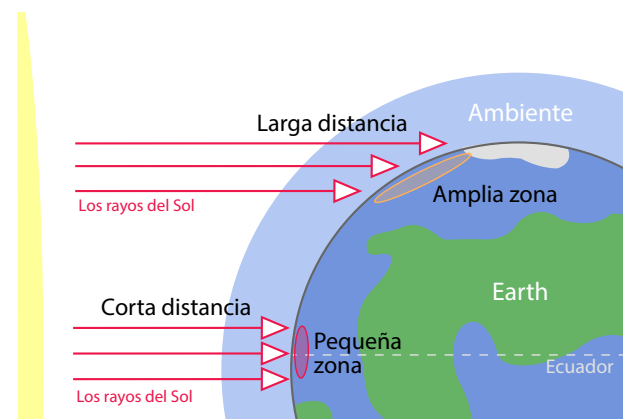


diagram Peter Halasz via Wikimedia

LECTURA #5: ¿QUÉ ES UN DESIERTO?



photo: Tomas Castelazo via Wikimedia

Los desiertos reciben tan poca precipitación que soportan poca o ninguna vegetación y sólo pequeñas poblaciones de personas y animales. Pueden ser regiones compuestas de dunas de arena o amplias zonas de rocas y grava con plantas dispersas.

Aproximadamente 20% de la superficie de la Tierra es desierto. Los desiertos se producen en todos los continentes incluyendo la Antártida, pero África tiene la mayor superficie de desierto.

El desierto con aridez más extrema en el mundo es el desierto de Atacama de la costa norte de Chile. Aquí no se ha registrado lluvia ¡en más de 500 años de registros! Los desiertos de menor aridez reciben no más de 250 milímetros (10 pulgadas) de precipitación anual, y los desiertos semiáridos tienen una precipitación anual de entre 250 y 500 milímetros (10 a 20 pulgadas).

Como lo sugiere el desierto de Atacama, los desiertos son hábitats de extremos: con calor y sequedad extremos, inundaciones repentinas y frías noches e inviernos. La poca lluvia que reciben los desiertos a menudo cae en aguaceros rápidos durante breves estaciones lluviosas, separadas por largos períodos de sequía.

La mayoría de los desiertos tienen cinco estaciones: invierno, primavera, pre verano, verano y otoño. El pre verano es un período seco entre el invierno y las temporadas de lluvia del verano. Durante el pre verano los cielos son claros y los días se hacen cada vez más calientes.

Las temperaturas durante el día en el desierto pueden ser muy calientes, a menudo alcanzando de 120 a 140 grados F (50 a 60 grados C). Las temperaturas en la noche, a lo contrario, pueden caer a los 40 o 50 grados F (4 a 10 grados C). Además, no es inusual que en muchos desiertos ¡caiga nieve durante la estación de invierno!

La mayoría de estos extremos son causados por el aire seco. Los desiertos son secos por

una razón: la cantidad de evaporación en los desiertos excede la cantidad de precipitación que reciben. A menudo el aire cerca del suelo es tan seca que aunque caiga lluvia ésta se evapora antes de llegar al suelo (virga). Phoenix, Arizona, a veces tiene una humedad relativa (vapor de agua en el aire) tan baja como 4%, y rara vez se eleva por encima del 45%.

La mayoría de los otros hábitats son más húmedos y están aislados por su humedad y la vegetación más densa que pueden mantener. Los bosques tanto en América del Norte como en las zonas tropicales a menudo tienen más del 80% de humedad. Durante el día, el agua en el aire refleja y absorbe la energía solar para que las temperaturas no se eleven mucho. Por la noche el agua en el aire actúa como una manta, atrapando el calor dentro del bosque, y las temperaturas no bajan mucho. Los árboles densos y otra vegetación en los bosques ayudan a conservar el calor durante la noche y proporcionan sombra durante el día, lo que impide que la temperatura cambie rápidamente.

El aire seco del desierto no puede mantener su temperatura, y esto junto con la escasa vegetación hace que se enfríe rápidamente cuando se oculta el sol y que se caliente rápidamente después que salga el sol.

¿Por qué reciben los desiertos tan poca lluvia? Muchos de los desiertos del mundo se encuentran en las latitudes medias (entre 30 ° y 50 ° N. y S.). Reciben aire seco descendente

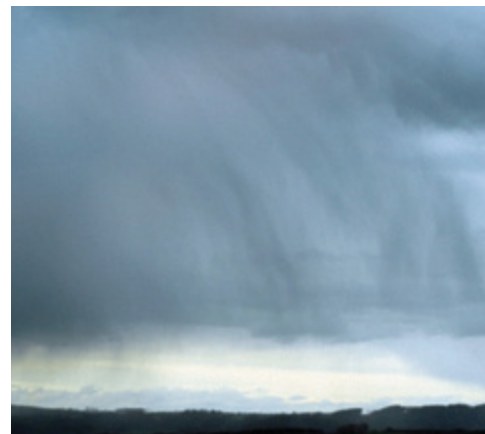


photo: Simon A. Eugster via Wikimedia

Lluvia virga

desplazado hacia el norte y el sur por las columnas ascendentes de aire de alta energía en las regiones ecuatoriales. La mayor parte de la humedad ya ha sido extraída en forma de lluvia para caer sobre los bosques tropicales. El desierto de Sonora de Arizona es un desierto típico de latitud media.

Muchos desiertos están también muy lejos de la costa, lo que impide que la humedad en el aire sobre el océano pueda llegar a estos desiertos del interior.

Algunas veces las montañas contribuyen a la aridez del desierto. Los desiertos de sombra pluviométrica se forman debido a que las altas cordilleras evitan que las nubes ricas en humedad lleguen a las zonas de sotavento o del lado protegido de la cordillera. A medida que el aire se eleva sobre la montaña, se enfría y llueve en el lado de barlovento. El aire fresco y seco ahora es forzado hacia arriba por el viento predominante hasta que llega a la cresta de la montaña, y desciende por el lado contrario (sotavento) con poca o sin humedad alguna, contribuyendo al desarrollo del hábitat del desierto.

Algunas montañas del interior están rodeadas de desierto. Las montañas son lo suficientemente altas como para estar frescas, incluso en el verano, y capturar lluvia en forma regular, de manera que bosques de pinos y robles crezcan en su parte superior. Las plantas y los animales en las cimas de estas islas del cielo están separados por largas distancias entre la cima de una montaña y otra.

Los suelos que se forman en los desiertos son típicamente suelos altos en minerales pero con poco contenido de materia orgánica. Por lo general los suelos son una mezcla de arcilla y arena, lo que permite que el agua penetre con rapidez sin ser aprovechada por las plantas con raíces poco profundas.

Donde hay algo de vegetación, se forman parcelas tipo hormigón denominadas caliche. El caliche es el resultado de reacciones químicas complejas entre el agua y el dióxido de carbono liberado por las

raíces de las plantas o por la descomposición de materia orgánica.

Cuando la lluvia cae en el desierto, las tormentas son a menudo violentas. Normalmente, un lecho seco de río, llamado arroyo o rambla, puede llenarse rápidamente después de fuertes lluvias y las inundaciones repentinas vuelven peligrosos estos canales. Cuando el agua avanza por un arroyo, se aplana, disminuye de velocidad y se extiende en la planicie a la salida del cañón, para formar una amplia zona de partículas sueltas de limo, arcilla, arena y grava llamada bajada o abanico aluvial.

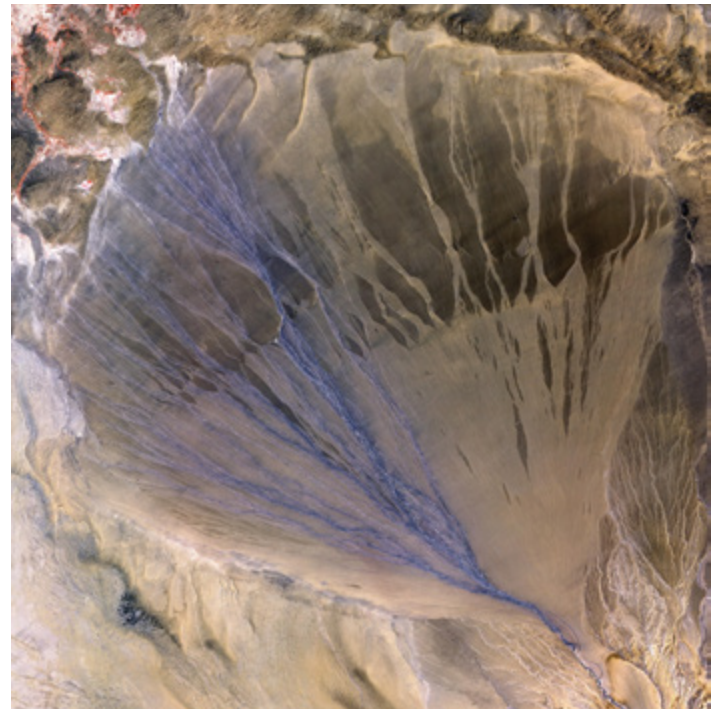
En otras zonas, las precipitaciones o derretimiento de nieve en las montañas vecinas pueden provocar el escurrimiento de corrientes efímeras, o de corta duración, que puede durar por días o semanas. Estas corrientes llenan el canal con una mezcla de lodo, rocas, ramas de árboles y otros materiales que son arrastrados a cierta distancia antes de posarse en el desierto.

Algunos corrientes del desierto contienen agua durante gran parte del año, y franjas de árboles y vegetación adaptada al agua

se forman a lo largo de estos ríos. Estos hábitats son llamados ribereños. Muchas de estas zonas ribereñas no cuentan con agua superficial que fluye durante la época más seca del año, pero el agua subterránea a menudo sigue fluyendo por debajo del seco lecho arenoso.

Con poca vegetación para impedirlo, el viento transporta tierra y otros minerales en el desierto regularmente. Muchos desiertos experimentan tormentas de polvo regulares. Algunas tormentas de polvo, llamados haboob, pueden producir muros de polvo de miles de pies/metros de altura. En algunas zonas donde la arena, los vientos dominantes y la posición de las montañas u otras obstrucciones se alinean de forma correcta, se forman las dunas de arena.

El polvo suspendido en lo alto del cielo al atardecer puede producir coloridas puestas de sol. Pero, el polvo también lleva las esporas de un hongo que al inhalarlo en los pulmones puede causar la Fiebre del Valle o la infección de coccidioidomicosis.



Cono aluvial extenso en el desierto de Taklimakan de China. El azul es el agua fluyendo en muchas corrientes pequeñas del cono.

LECTURA #6: LA REPRODUCCIÓN EN EL DESIERTO



La reproducción – la creación de nuevos individuos – es un proceso fundamental para el mundo biológico. Pero no todos los organismos se reproducen de la misma manera. Plantas y animales disfrutan de una variedad de estrategias reproductivas para asegurar la supervivencia de su especie. Por lo general, las especies toman parte en reproducción asexual o sexual.

Muchas plantas y algunos animales se reproducen sin tener relaciones sexuales con otro individuo (reproducción asexual). Este método produce descendencia que es genéticamente idéntica a la del progenitor femenino. Esto significa que todas las crías de la reproducción asexual son clones de su madre.

Las plantas individuales más antiguas en los desiertos del suroeste de América del Norte son los arbustos de creosota que se reproducen asexualmente mediante el envío de nuevas raíces. ¡Algunos de estos arbustos pueden tener varios miles de años! Para los creosotas, la reproducción asexual es muy útil porque sólo se requieren hembras, reduciendo la competencia por agua y nutrientes valiosos por parte del macho.

Pero la reproducción asexual sólo funciona cuando el entorno al cual la planta o animal está adaptado es similar en grandes superficies o es altamente predecible. Esto se debe a que la reproducción asexual produce poca variación genética. La variación es típicamente un beneficio en ambientes con mucha variedad y cambio. Aparte de las plantas, entre las especies animales, algunos insectos incluyendo áfidos, mosquillas y algunas avispas, y varias especies de lagartijas de cola de látigo en el desierto del suroeste se reproducen asexualmente (partenogénesis).

En contraste, la reproducción sexual combina la mitad de los genes de cada una de los dos padres, por lo que las crías son diferentes de cualquiera de sus padres y unas de otras. Esta variación es la materia prima de la selección natural que a su vez da lugar a la evolución. Los organismos de reproducción sexual sobreviven más fácilmente a las enfermedades

y los cambios inesperados en el medio ambiente. Si cada joven tiene una composición genética diferente, algunos de los descendientes son más propensos a tener la combinación correcta de los genes y las características físicas para manejar cualquier cambio que se presente. Una especie que no pueda reproducirse sexualmente está en mayor riesgo de extinción, porque no puede adaptarse tan rápidamente a nuevas condiciones en el ambiente.

Sin embargo, cuando de sexo se trata, las plantas están en apuros. No pueden moverse para encontrar pareja; están literalmente arraigados a un solo lugar. Tienen que lograr que el polen de una flor macho llegue hasta una flor hembra para producir las frutas y semillas necesarias para producir plántulas.

Entonces cómo mueven las plantas su polen? La respuesta es que no lo hacen – ellas cuentan con otras fuerzas para moverlas por ellas mediante un proceso llamado polinización.

En algunos casos las plantas dependen de animales para

photo: Will Herron via Wikimedia



Paloma Aliblanca polinizando un saguaro. También come la fruta del saguaro y dispersa las semillas.

mover su polen. Mientras algunas plantas usan muchos animales diferentes como polinizadores (generalistas), otras dependen de animales altamente especializados para asegurar que el polen de su especie llegue a una planta hembra de la misma especie. Las plantas atraen a estos útiles animales produciendo pétalos coloridos u ofreciendo recompensas como azúcar o néctar alrededor del polen. Cuando el animal va por la recompensa, el polen cae sobre su cabeza, cuello, cuerpo o piernas para ser llevado a la próxima flor.

En el desierto hay una amplia gama de sistemas de polinización por animales. Algunos cactus, como el Saguaro, son generalistas. Florecen desde tarde en la noche hasta el día siguiente para atraer a aves migratorias y a insectos polinizadores que salen tanto de día (diurnos) como de noche (nocturnos). Sin embargo, la Senita es altamente especializada y atrae solamente a las polillas Senita no migratorias como polinizadores.

Otras plantas utilizan el viento para asistir en el proceso reproductivo. En vez de producir néctar, fragancia, o partes llamativas, estas plantas invierten su energía en producir cantidades enormes de polen que pueden ser soltadas al viento. Porque solamente un pequeño porcentaje de este polen llegará a una hembra receptiva de la misma especie, la polinización por viento funciona mejor cuando muchos individuos de la misma especie viven cerca. Así, en los desiertos, la polinización por el viento es más común en áreas ribereñas donde plantas como los sauces y sicómoros crecen en arboledas densas.

Sin embargo, la reproducción no termina con la polinización exitosa. Las flores polinizadas con éxito se convierten en frutas que contienen semillas. Para tener las mejores posibilidades de alcanzar la madurez, las semillas tienen que crecer lejos de sus progenitores para evitar la competencia de ellos por el agua y los nutrientes.

Una vez más, las plantas dependen de los animales o del viento para ayudarlas a mover

las semillas a lugares apropiados. Algunas semillas pequeñas con apéndices en forma de alas para atrapar el viento. Otras son envueltas en una pulpa dulce en forma de frutas. Estas frutas atraen a animales, quienes se las comen o transportan las semillas a otros lugares. Las semillas no digeribles pasan a través del sistema digestivo del animal y son depositadas lejos de la planta progenitora en una pila de valiosos nutrientes cuando el animal defeca. Aunque parezca asqueroso, esta clase de dispersión de las semillas hace que aumenten las posibilidades de germinación.

¿Cómo sobreviven las semillas en el desierto árido? Muchas semillas de flores silvestres del desierto no germinarán hasta que suficiente agua (lluvia) haya lavado una sustancia química sobre la superficie de la semilla que impide la germinación. Algunas semillas sobreviven años en el suelo (banco de semillas) hasta que las condiciones sean favorables para el crecimiento. Una precipitación mayor que el promedio, incluso después de varios años de sequía, puede producir explosiones anuales de flores silvestres en el desierto.

Como las plantas, los animales del desierto tienen muchas adaptaciones para asegurar el éxito de la reproducción. Las hormigas comedoras de semillas (granívoros) suelen tener colonias cerca de las plantas que producen semillas. La mayoría de los insectos polinizadores, como las abejas, mariposas y moscas, sincronizan su actividad para que corresponda con el período de floración.

Los insectos también ponen sus huevos en lugares que apoyan el desarrollo de sus crías. Las abejas excavadoras construyen nidos subterráneos para proteger sus huevos recién puestos. Las mariposas y polillas tienden a poner racimos de pequeños huevos en el revés de ciertas hojas, las cuales pueden ser utilizadas por las nuevas orugas que nacen como plantas alimenticias.

Otros animales coordinan sus actividades de apareo con los períodos cuando la comida y el agua son más abundantes. Los insectos coordinan su época de apareamiento con la venida de las lluvias. Los pájaros típicamente comienzan a aparearse cuando los días se

hacen más largos, pero muchas clases de aves que se aparean en el desierto, como el Chingolo Sonarense, también utilizan la venida de las lluvias y la disponibilidad de comida para coordinar su apareo.



Sapo con espuelas de Couch

A medida que los insectos se vuelven más abundantes, los pájaros comienzan a aparearse. De esta misma forma, la Rata Canguro del desierto típicamente acortará su período de apareamiento cuando hay sequía y la comida es escasa.

El Sapo Pie de Pala, llamado así por la “pala” en forma de cuña en ambas patas traseras que utiliza para excavar madrigueras, emerge de la tierra y se aparea inmediatamente después de las lluvias de primavera o verano. Las hembras ponen los huevos en pequeñas bolsas que contienen de 20 a 40 huevos que depositan en charcos de agua. Los huevos nacen dentro de unos días, pero los recién nacidos permanecen como renacuajos por solo un par de días, creciendo rápidamente y convirtiéndose en adultos en miniatura antes de que se seque el charco de agua.

El Monstruo de Gila vive hasta 20 años o más en el desierto de Sonora, y es una de sólo dos lagartijas venenosas en el mundo. Hiberna bajo tierra durante todo el invierno y luego sale a finales de abril hasta principios de junio para un combate de macho a macho, lo que estimula la actividad de reproducción. Este es también el momento en que su comida favorita, huevos de aves y tortugas, se encuentra ampliamente disponible. Las hembras ponen de dos a doce huevos correosos que pasan el invierno bajo tierra y nacen diez meses más tarde en la primavera.

LECTURA #7: ADAPTACIONES EN ANIMALES Y PLANTAS DEL DESIERTO



photo: Stan Shebs via Wikimedia

Las plantas necesitan agua para mover material internamente (difusión), así como para la fotosíntesis. Ya que el agua es un bien escaso en los desiertos, las plantas han desarrollado muchas adaptaciones para utilizarla de manera eficiente. Las plantas que se han adaptado a los hábitats secos mediante la alteración de su estructura física se denominan xerófitas.

Muchas plantas han desarrollado adaptaciones para reducir la pérdida de agua por evaporación durante la transpiración. Estas adaptaciones pueden agruparse en estrategias básicas para afrontar la sequía: jugosidad, tolerancia a la sequía, y evitación de la sequía.

Las plantas suculentas como el cactus, el agave y el euforbio almacenan agua en hojas, tallos o raíces carnosas para que no se pierda fácilmente. Las plantas suculentas deben ser capaces de absorber grandes cantidades de agua durante las breves lluvias o inundaciones. Para captar esta agua rápidamente, casi todas las plantas suculentas tienen extensos sistemas de raíces poco profundas.

El sistema de raíces de un Saguaro gigante se encuentra inmediatamente debajo de la superficie del suelo y se extiende la misma distancia que la altura de la planta. A pesar de ser plantas suculentas, los agaves almacenan agua por de sus hojas con formas especiales que canalizan la lluvia a la base de la planta, en vez de implementar un extenso sistema de raíces.

Las plantas que viven sólo durante una estación (anuales) crecen rápidamente cuando llueve y luego mueren al final del corto período húmedo. Las que duran por varios años (perennes) sobreviven al permanecer inactivas durante los períodos secos del año, pero reviven cuando el agua esté disponible.

Las plantas también han desarrollado maneras para mantenerse frescas, acceder al agua, o conservar energía – todas estas son estrategias para tolerar la sequía. Las espinas de las plantas suculentas como los cactus sirven para dar sombra a la planta. Otras plantas, como los árboles de mezquite, tienen raíces centrales muy largas para alcanzar agua subterránea profunda.

Muchas plantas regulan su tamaño y el número de sus hojas para reducir la cantidad de agua perdida a través de la transpiración. La mayoría de las plantas suculentas tienen pocas hojas (los agaves), ninguna hoja (la mayoría de los cactus), u hojas que se caen durante las estaciones secas (boojum). Plantas como el ocotillo resisten a la sequía al mudar sus hojas y formar nuevas hojas sólo después de que haya caído suficiente lluvia. Y las diminutas hojas de los árboles de Palo Verde minimizan la evaporación porque menos superficie está expuesta al sol y al viento, mientras las superficies verdes fotosintéticas han sido trasladadas principalmente a los troncos y las ramas.

Si bien los sistemas de raíces y las estrategias para conservar agua son importantes, las plantas del desierto también luchan por reducir la

photo: Stan Shebs via Wikimedia



Cactus con raíz principal muy larga.

competencia por el agua de plantas vecinas. Algunas plantas, como la creosota, liberan sustancias químicas en el suelo que inhiben que las semillas de otras plantas germinen cerca. Esto se denomina aleopatía.

Cuando se ven desde el aire, las creosotas parecen estar espaciadas uniformemente a lo largo de su hábitat. Este espaciamiento uniforme refleja la distancia efectiva en que las sustancias químicas que liberan pueden prevenir el crecimiento de otras plantas.

Además del calor y la sequía, las plantas también se enfrentan a los peligros de los animales que se alimentan de ellas (herbívoros). Algunas plantas dependen de sus cortos ciclos vitales para reducir la probabilidad de que sean encontradas por algún herbívoro.

Muchas plantas han desarrollado defensas físicas, como espinas, una capa externa gruesa, mal sabor o incluso toxinas para desalentar a los herbívoros.

Los animales del desierto también tienen muchas adaptaciones para sobrevivir a los extremos del desierto. Muchas especies de murciélagos y aves migran fuera del desierto durante el invierno para escaparse del frío y del inicio de la temporada seca del verano. La mayoría de los insectos y algunos mamíferos del desierto no necesitan beber agua. Sus necesidades de agua son proporcionadas por completo de las plantas y los insectos que comen.

Los mamíferos, que utilizan una fisiología interna para mantener una temperatura constante independientemente de la temperatura exterior, son más susceptibles al calor que otros animales. La mayoría de los mamíferos se enfrentan a las temperaturas calientes del desierto siendo activos durante la noche que es más fría (nocturnos) o durante el anochecer y el amanecer (crepusculares).

Los insectos y reptiles, por otra parte, necesitan fuentes externas de calor para elevar su temperatura interna de manera que puedan estar activos. Por lo tanto, tienden a ser más activos durante el día y en las noches cálidas. Sin embargo, si se pone demasiado caliente, dependen del comportamiento para enfriarse - yendo y viniendo de la sombra, orientando su cuerpo para reducir al mínimo la energía solar, y excavando en el suelo fresco.

Durante las noches frías y en invierno, las lagartijas y los insectos pasan la mayor parte del tiempo inactivos, bajo tierra o entre las rocas (hibernación).

Las aves del desierto no hibernan, pero utilizan sus plumas como aislamiento térmico para sobrevivir a las temperaturas extremas del desierto. El Gran Correcaminos tiene plumas de colores claros que reflejan gran parte de la energía del sol durante el día, pero en las mañanas frías de invierno el Correcaminos necesita absorber calor. Así que da la espalda al sol naciente y levanta sus plumas para exponer una gran área de piel color negro en su espalda. Esta área negra absorbe el calor y salva al Correcaminos de usar sus reservas de grasa para calentarse.

Como en la mayoría de los biomas, los animales necesitan desarrollar estrategias tanto para sobrellevar los factores climáticos como para evitar ser devorados. Algunos animales se defienden siendo activos cuando sus depredadores están inactivos. Otros animales, especialmente los insectos, pueden adquirir un sabor desagradable mediante el almacenamiento de toxinas de plantas en su cuerpo. A menudo, estos insectos de mal sabor, como la avispa caza tarántulas, advierten qué tan malos son para comer al exhibir colores brillantes. De esta manera, incluso los enemigos tontos aprenden rápidamente a evitarlos después de una sola experiencia. Y astutamente, otras especies de buen sabor a veces engañan y adquieren colores brillantes similares para que los depredadores no puedan distinguirlas. Estos engañosos se llaman mímicos y las especies de mal sabor se llaman modelos.

Igual que los insectos y las plantas, los seres humanos también necesitan adaptaciones para sobrevivir en los desiertos. Phoenix, Arizona, es una de las ciudades desérticas más grandes



del mundo. Sus habitantes han prosperado principalmente porque ríos como el Salt, el Verde y el Colorado han sido represados, y gran parte de su agua ha sido desviada por canales para satisfacer la demanda. Las poblaciones urbanas del desierto también bombean el agua de grandes lagos subterráneos llamados acuíferos.

Sin embargo, esta estrategia no es sostenible. La mayoría de los ríos en Arizona ya no fluyen con regularidad ya que gran parte de su agua ha sido utilizada para el consumo humano. Esta pérdida de agua ha tenido un gran impacto en algunos animales y plantas del desierto, especialmente en aquellos que son acuáticos y dependen de los ríos y estanques naturales, como el pez Cachorrito del Desierto.



Cachorrito del desierto amenazado

Los futuros planes económicos de Arizona señalan un aumento en el uso del agua para el consumo humano, la industria, la agricultura y la minería. Sitios turísticos y recreativos como los campos de golf usan una gran cantidad de agua. Pero con tan poca agua disponible para satisfacer esta creciente demanda, los humanos necesitan buscar mejores formas de existir en ambientes desérticos. El ecoturismo, por ejemplo, no requiere tanta agua, y apoya el manejo de hábitats, la educación ambiental y el empleo para los residentes locales.

Vista satelital de Phoenix Arizona, con el Río Salado actualmente vacío (resaltado en amarillo).

LECTURA #8: LA FOTOSÍNTESIS Y EL CICLO DEL CARBONO EN EL DESIERTO



photo: US Botanic Garden via Wikimedia

Cactus con espinas y tricomas en el Jardín Botánico de los Estados Unidos.

El ciclo del carbono en los desiertos es muy similar al que se encuentra en los bosques tropicales y otros hábitats. Mediante este ciclo, el carbono se mueve a través de un hábitat y, al final, a través del medio ambiente y la atmósfera.

Hay muchas posibles rutas que el carbono puede seguir a medida que avanza a través de un hábitat como el desierto. Pero tal vez el camino más importante para la vida es la fotosíntesis. Durante la fotosíntesis, las plantas absorben dióxido de carbono. Luego, utilizando la energía del sol, un proceso químico separa el carbono del dióxido de carbono y lo combina con hidrógeno y oxígeno del agua para fabricar azúcares ricos en energía. Las plantas utilizan estos azúcares como energía que impulsa el crecimiento y la reproducción. La transformación de carbono no vivo (inorgánico) del aire en carbono como parte de un azúcar en un organismo vivo (orgánico) se conoce como fijación de carbono.

Los aspectos más singulares de los ciclos de carbono en el desierto son las adaptaciones que las plantas y los animales han desarrollado para manejar y procesar el carbono bajo extremas condiciones de aridez, calor y fluctuaciones de temperatura.

Una manera en que las plantas del desierto sobrellevan la aridez del desierto es utilizando un tipo de fotosíntesis conocido como metabolismo ácido de las crasuláceas o CAM (por sus siglas en inglés).

Para que pueda llevarse a cabo la fotosíntesis, las plantas deben abrir sus poros, llamados estomas, para jalar agua y nutrientes hacia arriba por medio de las raíces en el suelo y para acceder al dióxido de carbono en el aire. Este proceso, conocido como transpiración, ayuda a distribuir el agua y los nutrientes a la planta entera. Sin embargo, es un proceso que produce la pérdida de agua valiosa, ya que a medida que los poros se abren, el vapor de agua se escapa al aire.

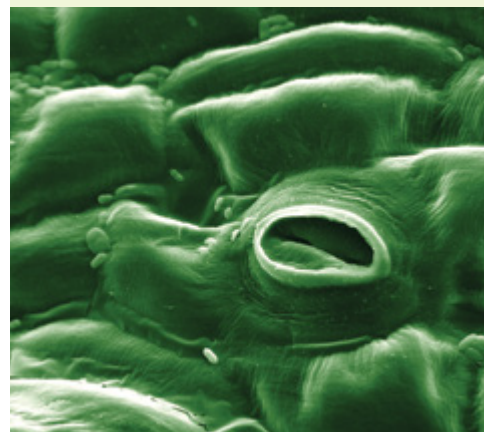
Para sobrevivir con éxito, las plantas del desierto necesitan encontrar maneras para minimizar la pérdida de agua. Una manera sería realizando la transpiración de noche cuando la temperatura es más baja y la humedad es más alta

que durante el día. Pero la fotosíntesis no puede descomponer el dióxido de carbono y combinarlo que elementos del agua para elaborar azúcares sin la luz del sol.

En vez de esto, muchas plantas del desierto se han adaptando al modificar los pasos de la fotosíntesis común, en un proceso conocido como fotosíntesis C3.

Lo que hacen las plantas es recoger el valioso dióxido de carbono durante la noche y almacenarlo como un ácido orgánico. Al día siguiente, los estomas se cierran, sellando casi por completo la superficie de la planta para prevenir la pérdida de agua. La fotosíntesis entonces se lleva a cabo, utilizando el dióxido de carbono almacenado cuando la

Las plantas que utilizan CAM pierden apenas la décima parte de agua por unidad de azúcar producida que aquellas que utilizan la fotosíntesis normal C3. Sin embargo, la desventaja es que la velocidad total de la fotosíntesis es más lenta, por lo que las plantas CAM



Fotografía microscópica de estomas en la superficie de una hoja.

(Nota: imagen nueva) Cactus con espinas y tricomas en el Jardín Botánico de Estados Unidos

(Imagen) Fotografía microscópica de un estoma en la superficie de una hoja.

crecen más lentamente que la mayoría de las plantas C3. Algunas plantas suculentas, como los agaves, pueden cambiar de la fotosíntesis CAM a la C3 cuando el agua es abundante, lo que permite un crecimiento más rápido.

Otras plantas del desierto mejoran la fotosíntesis normal y reducen la pérdida de agua al tener hojas pequeñas o ninguna hoja, y gran parte de la superficie fotosintética verde se ha trasladado a los troncos y ramas (árboles de Palo Verde, cactus). Algunas plantas del desierto poseen tricomas, que son plateados y similares a pelos, que reflejan la energía de la luz para disminuir la evaporación. Revestimientos cerosos en las hojas ayudan a que algunas hojas del desierto sean impermeables. Otras plantas tienen sus hojas en ángulo casi vertical por lo que están en una posición para recibir los rayos más directos de la energía del sol cuando está bajo en el cielo durante las horas más frescas de la mañana y el atardecer. Esto también reduce la superficie de la hoja expuesta durante al sol durante el calor del mediodía.

Además de adaptarse a los extremos del clima desértico, las plantas también tienen que protegerse de los herbívoros, que pueden devorar las valiosas superficies fotosintéticas de una planta. Algunas plantas han desarrollado coberturas duras, espinas, y sustancias tóxicas o desagradables para desalentar a los herbívoros.

Sin embargo, los herbívoros son una parte importante del ciclo del carbono y han desarrollado mecanismos para esquivar estas defensas, tales como bocas resistentes a las espinas. Mientras se alimentan de plantas, los herbívoros ingieren el carbono y la energía almacenada en los azúcares de las plantas. Cuando los herbívoros son devorados por depredadores, la energía se traspasa nuevamente, esta vez al animal depredador.

Eventualmente, el carbono que las plantas extraen del aire a través de la fotosíntesis termina en la superficie del suelo como materia orgánica en la forma de animales y plantas muertas o heces ricos en nutrientes. Aquí, es sometido a un proceso de descomposición.

Igual que en los bosques tropicales, hay muy poca tierra vegetal en los desiertos. Un milímetro (.04 pulgadas) de tierra vegetal puede tomar cientos de años en formarse en el desierto. En el bosque tropical, la rápida descomposición y re-ingestión de nutrientes por las toneladas de biomasa del bosque impiden el desarrollo de tierra vegetal. El desierto tiene mucho menos biomasa que el bosque tropical y eso explica la falta de tierra vegetal. Las plantas y animales en los desiertos evolucionaron mediante la selección para ser menos dependientes del agua, y una desventaja es que crecen lentamente. Menos vegetación y animales resulta en menos materia orgánica disponible para descomponerse en el suelo del desierto.

Además de tener menores cantidades de materia vegetal y animal, los desiertos tampoco son ambientes propicios para el crecimiento de los agentes comunes de la descomposición, como las bacterias y los

hongos, que necesitan condiciones cálidas y húmedas para realizar su trabajo.

Las termitas son posiblemente los agentes más importantes de la descomposición en el desierto. Una población diversa y abundante de termitas vive en nidos subterráneos por todo el desierto. Con la ayuda de su flora intestinal, con la que comparte una relación mutualista, rápidamente pueden digerir la compleja celulosa y otras estructuras celulares de las plantas.

Si no hubiese termitas en nuestro desierto, troncos de árboles, ramas, hojas, hierbas muertas, esqueletos de cactus y estiércol se acumularían a lo largo de los años. Con el tiempo, pocas plantas vivas quedarían para producir alimentos para los animales, porque no habría espacio para el establecimiento de nuevas plántulas. Tampoco habría nutrientes descompuestos y disponibles en el suelo para ser absorbidos por las raíces. Y sin plantas, la mayoría de los animales desaparecerían. Así que sin las termitas, el ciclo del carbono sería más lento o incluso detenido, y el ecosistema del desierto como lo conocemos probablemente colapsaría.



Saguaro muerto en descomposición.

photo: Bernard Gagnon via Wikimedia

GLOSARIO

Del Desierto
al
Bosque
Tropical

Abanico aluvial - depósito en forma de abanico de tipos de suelos formado donde una corriente rápida se aplana, disminuye de velocidad y se extiende en una planicie a la salida de un cañón (ver Bajada).

Ácido – sustancia con un pH menor a 7.

Ácido orgánico - clase de ácidos débiles que son muy solubles en disolventes orgánicos.

Acuífero - una capa subterránea de roca permeable portadora de agua o materiales no consolidados (grava, arena o limo) de la cual el agua subterránea puede ser útilmente extraída por medio de un pozo de agua.

Aleopatía - la producción y liberación de sustancias bioquímicas que influyen en el crecimiento, la supervivencia y la reproducción de otros organismos.

Azúcar - hidrato de carbono compuesto de carbono, hidrógeno y oxígeno, producto de la fotosíntesis que almacena energía química convertida de la energía del sol.

Agricultura de roza y quema – una técnica agrícola en que parcelas del bosque son despejadas para la agricultura mediante la tala y quema de la vegetación.

Agricultura de subsistencia – tipo de agricultura en que el agricultor se enfoca en producir suficientes cultivos o animales para mantenerse a sí mismo y a su familia, con poco excedente para vender.

Agricultura itinerante – sistema de cultivo en que una parcela de tierra es despejada y cultivada por un corto período de tiempo durante el cual los nutrientes del suelo se agotan, para luego ser abandonada, permitiendo que recupere su vegetación habitual cuando el agricultor se traslada a otra parcela.

Anuales - plantas que van desde la semilla hasta la planta madura y luego mueren en un año.

Arroyo – barranco, por lo general en el lecho seco de una quebrada, que de forma temporal o estacional se llena y fluye después de lluvia suficiente (ver Wadi).

Bajada - depósito en forma de abanico de tipos de suelos formado donde una corriente rápida se aplana, disminuye de velocidad y se extiende en una planicie a la salida de un cañón (ver Abanico Aluvial); la convergencia de abanicos aluviales vecinos en una plataforma única de depósitos de suelo contra una pendiente.

Banco de semillas – almacenamiento natural de

semillas, a menudo en forma latente, dentro del suelo de la mayoría de los ecosistemas.

Barlovento – zona o área por donde entra el viento en relación a un lugar específico

Básico – sustancia con un pH mayor a 7.

Biodiversidad – variación en las formas de vida dentro de una especie, un ecosistema, un bioma o un planeta entero; también una medición de la salud de los ecosistemas.

Bosque húmedo tropical de tierras bajas – bosque que ocurre por debajo de 500 m de altitud, aproximadamente entre las latitudes de 28 grados al norte o sur del ecuador y que tienen altas temperaturas promedias y cantidades significativas de lluvia.

Bosque nuboso – bosque de neblina de 500-4000 m de altitud, con un bosque húmedo siempre verde montano caracterizado por una cobertura de nubes de baja altitud que es persistente, frecuente o estacional, normalmente a nivel del dosel.

Bosque primario – bosque prístino y sin tocar, que no ha sido afectado por actividades humanas.

Bosque secundario – bosque que ha sido perturbado, a menudo por acciones humanas como la tala total, la tala parcial y la agricultura de roza y quema.

Caliche - depósito de suelo endurecido de carbonato de calcio que se consolida, junto otros materiales, incluyendo grava, arena, arcilla y limo, generalmente en regiones áridas o semiáridas, también conocida como capa dura.

Capa emergente – nivel superior del bosque conformado por gigantescos árboles que sobresalen por encima del dosel.

Celulosa - componente estructural de la pared celular primaria de las plantas verdes y el compuesto orgánico más común de la Tierra; un azúcar compuesto de una larga cadena lineal de varios cientos a más de diez mil unidades.

Ciclo del carbono – combinación de procesos, incluyendo la fotosíntesis y la descomposición, mediante los cuales el carbono como componente de diferentes compuestos pasa por un ciclo entre la atmósfera y los organismos vivos.

Claro de luz – brecha en el dosel que permite la penetración total de la luz solar hasta el piso del bosque; a menudo es causado por la caída de árboles o ramas grandes.

Clon - organismo cuya información genética es idéntica a la del organismo progenitor.

Competencia – concurso entre organismos por recursos como alimentos, agua, territorio y luz solar; resulta en la supervivencia y el dominio de la variante de las especies mejor adaptada para sobrevivir.

Competidor dominante – especies que tienden a ganar ventaja sobre otras especies y volverse más comunes en una comunidad a menos que sean impactadas por un depredador o enfermedad.

Condensación – cambio del estado físico de la materia de una fase gaseosa a una fase líquida, normalmente cuando se enfría.

Corriente efímera - las corrientes que fluyen solamente durante e inmediatamente después de la precipitación.

Críptico – habilidad de un organismo para evitar la observación o detección por parte de otros organismos.

Cuenca hidrográfica – el área de tierra que drena el agua hacia un riachuelo, río o lago en particular. Es una característica geográfica que puede ser identificada al trazar una línea a lo largo de las mayores altitudes entre dos áreas de un mapa, a menudo un

Depredación – interacción biológica por el cual un organismo que está cazando se alimenta de otro organismo que ha atacado.

Descomposición – el proceso de putrefacción por el cual las sustancias orgánicas se convierten en formas de materia más básicas.

Difusión - tendencia de las moléculas de extenderse en un espacio disponible; las sustancias disueltas en agua se pueden transportar.

Dióxido de carbono - compuesto químico de origen natural formado por dos átomos de oxígeno unidos a un átomo de carbono, un gas traza en la atmósfera que mediante la fotosíntesis proporciona carbono para producir azúcares; también un gas de efecto invernadero.

Diurno – animal activo principalmente durante el día.

Dosel – nivel o zona de hábitat superior de un bosque, formado por las copas de los árboles maduros e incluyendo otros organismos biológicos.

Ecoturismo – forma de turismo en que se visitan áreas frágiles, prístinas y normalmente protegidas, como una alternativa de bajo impacto y a menudo de pequeña escala, en contraste con el tradicional turismo comercial masivo.

Ecuador – línea imaginaria alrededor del mundo equidistante de los polos norte y sur.

Enredadera – cualquier planta trepadora o rastrera.

Epífita – planta que normalmente crece sobre otra planta pero no es parásito, utilizando la planta huésped únicamente para apoyo.

Escorrentía – agua que fluye sobre la tierra después de llover, sea esto antes de entrar en un cuerpo de agua, después de dejar un cuerpo de agua en forma de inundación, o después de subir a la superficie en forma natural desde áreas subterráneas.

Escorrentía vertical – agua de lluvia que no es interceptada por el dosel y alcanza el piso del bosque.

Especialista – especie que solamente puede sobrevivir dentro de una estrecha gama de condiciones ambientales o que tiene una dieta limitada.

Especie pionera – especie que es la primera en establecerse en un área donde hay poca vida o en un área que ha sido afectada por el fuego, las inundaciones, los deslizamientos o la falta de luz.

Estomas – poros en las hojas (y tallos) mediante los cuales el dióxido de carbono es captado y el agua y el oxígeno son liberados durante la fotosíntesis.

Las plantas controlan cuándo se abren o se cierran los estomas, así como el ancho de la apertura (formada por dos células guardianas que se expanden y se contraen para abrir y cerrar el espacio entre ellas).

Evaporación – proceso físico por el cual una sustancia líquida o sólida es transformada en un estado gaseoso.

Evapotranspiración – la suma total de agua que pierde una planta, a través de la evaporación del agua en la superficie de las hojas y la transpiración.

Evolución – el proceso biológico mediante el cual todos los seres vivos han evolucionado a través de muchas generaciones a partir de ancestros comunes; el cambio a través de sucesivas generaciones en la proporción de cualquier rasgo hereditario representado en una población; este proceso explica tanto la unidad como la diversidad de las especies.

Extinción – estado o proceso en que una especie, familia o grupo mayor se extingue.

Fertilización externa – forma de fertilización en que una célula espermatozoide se une con una célula óvulo fuera del cuerpo.

Fiebre del Valle - enfermedad fúngica causada por *Coccidioides immitis* y que sólo se encuentra en el suelo de ciertas partes de

Arizona, California, Nevada, Nuevo México, Texas, Utah y el noroeste de México. Infección causada por la inhalación de las esporas cuando son liberadas en el aire por la perturbación del suelo, como por ejemplo durante la construcción, la agricultura o un terremoto, provocando infección cuando las partículas son inhaladas.

Fijación de carbono - el cambio del carbono inorgánico (dióxido de carbono) a compuestos orgánicos (azúcares) por los organismos vivos, especialmente en la fotosíntesis.

Flora intestinal - protozoarios y otros microbios en el tracto digestivo de los animales; microorganismos que ayudan a las termitas a digerir la celulosa de las plantas.

Fotosíntesis – la unión del CO₂ (dióxido de carbono) y el H₂O (agua) para hacer CH₂O (azúcar) y O₂ (oxígeno), utilizando la energía del sol.

Fotosíntesis CAM – una forma de fotosíntesis utilizada comúnmente por plantas adaptadas a condiciones áridas para aumentar la eficiencia en el uso del agua; Los estomas en las hojas de las plantas se cierran durante el día para prevenir la pérdida de vapor de agua y se abren de noche para coleccionar dióxido de carbono, lo cual es utilizado para la fotosíntesis al día siguiente.

Fotosíntesis C3 – la forma de fotosíntesis utilizada por 95% de las plantas de la Tierra; tiene mayor eficiencia en áreas con moderación de temperaturas y luz solar y abundante agua subterránea.

Gen - una unidad molecular de la herencia de un organismo vivo; tramo identificable de ADN en un cromosoma.

Generalista - una especie que puede sobrevivir en hábitats múltiples o come alimentos de múltiples fuentes.

Germinación - proceso en el que una planta emerge de una semilla y empieza a crecer.

Granívoro – animal que se alimenta de semillas.

Haboob - tormenta de polvo intensa llevada por fuertes vientos de corrientes descendentes y observada con regularidad en las regiones áridas en todo el mundo.

Herbívoro – organismo adaptado para comer plantas o partes de plantas.

Hibernación - período o estado de inactividad de los animales con el fin de conservar energía.

Higo estrangulador – árbol que inicia su vida como una semilla, a menudo dispersada por aves,

germina en las grietas en lo alto de otros árboles y echa raíces hacia abajo; eventualmente encierra el árbol huésped y lo priva de luz solar al crecer hacia arriba para alcanzar la zona de luz solar por encima del dosel.

Hipótesis de Perturbación Moderada – Una explicación propuesta por científicos que sugiere que las comunidades que experimentan perturbaciones frecuentes pero moderadas tienen la mayor diversidad de especies (también conocida como “hipótesis de perturbación intermedia”).

Hojarasca – material vegetal muerto, como hojas, corteza, agujas de pino y ramitas que han caído al suelo.

Humedad relativa - la cantidad de vapor de agua en el aire, expresada como un porcentaje.

Infiltración – proceso por el cual el agua en la superficie del suelo penetra el suelo.

Inundación repentina - una súbita y destructiva corriente de agua que avanza por un barranco estrecho o sobre una superficie inclinada, provocada por lluvias torrenciales.

Isla del cielo - montaña que está aislada por las tierras bajas circundantes de un ambiente totalmente diferente.

Latitudes medias - las áreas de la tierra entre los trópicos y las regiones polares, de aproximadamente 30 ° a 60 ° norte o sur del ecuador y donde la mayoría de los desiertos del mundo se encuentran.

Lek – reunión de machos para atraer a parejas hembras mediante exhibiciones competitivas de apareamiento.

Lianas – enredaderas leñosas de tallo largo que tienen sus raíces en el suelo a nivel de tierra y utilizan los árboles para subir hasta el dosel y ganar acceso a áreas bien iluminadas del bosque.

Manglar – bosque de árboles y arbustos de mediana altura que crecen en hábitats costeros sedimentarios salinos en el trópico y subtropico.

Migración - el movimiento de individuos por distancias relativamente largas, generalmente en forma anual o estacional.

Mímico – especie cuya apariencia, comportamiento, sonido u olor es similar a otra especie desagradable o tóxica, lo cual protege a uno o ambos de los depredadores.

GLOSARIO DEL DESIERTO AL BOSQUE TROPICAL

Modelo - especie desagradable o tóxica cuyo color, sonido u olor es rápidamente aprendido y evitado por los depredadores e imitado por mímicos que intentan simular las características del modelo para su propia protección.

Mutualismo – la interacción entre diferentes especies es beneficiosa para ambas.

Néctar – líquido rico en azúcares producido por las plantas dentro de sus flores para atraer a animales polinizadores.

Nocturno – animal que está activos principalmente durante la noche.

Partenogénesis - forma de reproducción en la cual un óvulo no fertilizado se convierte en un nuevo individuo.

Perenne - planta que vive más de dos años.

pH – una medida de qué tan ácido o básico sea una sustancia.

Piso del bosque – nivel inferior del bosque donde se descompone rápidamente el material vegetal y los animales muertos.

Planta alimenticia - tipo de planta del que se alimenta una especie herbívora en particular.

Plántula – joven planta leñosa perenne con un tronco principal y ramas que forman una copa elevada.

Polen – partículas de proteínas parecidas al polvo que son producidas por las partes masculinas de las plantas y diseminadas a las partes femeninas de las plantas para iniciar la fertilización.

Polinario – masa pegajosa de granos de polen en una planta que es trasladada, durante la polinización, como una sola unidad.

Polinización – proceso por el cual el polen es trasladado en la reproducción de las plantas, permitiendo la fertilización y la reproducción sexual.

Polinización por animales – transferencia de polen adherido a un animal y llevado desde las partes masculinas de una flor a las partes receptivas femeninas de otra flor; resulta en la fertilización.

Polinización por el viento – forma de polinización en que el polen es distribuido por el viento.

Precipitación – agua que cae a la superficie de la Tierra.

Pre verano – la temporada seca y caliente del desierto que sigue a la primavera y precede las estaciones lluviosas del verano.

Productividad primaria – una medida de la tasa de desarrollo de nuevo material orgánico a través de la fotosíntesis en plantas.

Raíz central - raíz grande y recta que crece verticalmente hacia abajo.

Raíz tablar – raíz arbórea que se extiende por encima del suelo en forma de placas sobresalientes que apoyan el árbol.

Reproducción asexual - el modo de reproducción por el cual la descendencia surge de un solo progenitor, y heredan los genes de ese progenitor solamente.

Reproducción sexual - la creación de un nuevo organismo mediante la combinación del material genético de dos organismos.

Ribereño – describe el hábitat y la fauna que se encuentra a lo largo de las orillas de un río, arroyo, lago u otro cuerpo de agua

Riqueza de especies – el número de diferentes especies en un área dada.

Selección natural - un proceso gradual, no aleatorio, por el cual las características biológicas se vuelven más o menos comunes en una población en función de la reproducción diferencial (por ejemplo, es probable que características que dan ventaja a ciertos individuos serán traspasados de padres a hijos y gozarán de mayor representación en la población de la especie).

Sotavento – sector opuesto a donde sopla el viento en relación a un cierto punto.

Subterráneo - bajo tierra; que ocurre bajo tierra.

Suelo alcalino – un suelo básico con pH alto (> 8.5), normalmente causado por un alto porcentaje de carbonato de sodio.

Sumidero de carbono – reservorio natural o artificial que acumula y almacena un compuesto químico que contiene carbono por un período indefinido.

Temperatura de punto de rocío – temperatura por debajo de la cual el vapor de agua se condensa en agua líquida; mientras más alto el punto de rocío, más será la humedad presente en el aire.

Terrestre – un animal o planta que vive en tierra, en contraste con los que viven en agua, o a veces un animal o planta que vive sobre o cerca del suelo, en contraste con los que viven en árboles.

Tierra vegetal – capa superficial del suelo, normalmente las primeras 2 pulgadas (5.1 cm) a 8 pulgadas (20 cm); tiene la mayor concentración de material orgánico y microorganismos y es donde ocurre la mayor parte de la actividad biológica del suelo.

Toxina - sustancia venenosa producida en células vivas u organismos.



GLOSARIO DEL DESIERTO AL BOSQUE TROPICAL

Transpiración – proceso en que el agua se evapora de las hojas a través de los estomas abiertos, lo cual sirve para refrescar la planta y facilitar el flujo de minerales desde las raíces hasta las hojas, pero que puede deshidratar las plantas en regiones áridas.

Tricomias - finas protuberancias en forma de cabello o apéndices en las plantas.

Turbidez – la medida de la claridad relativa de un líquido.

Sombra pluviométrica - zona seca en el lado de sotavento o el reverso de una zona montañosa.

Sotavento – lugar opuesto a donde sopla el viento en relación a un cierto punto de referencia.

Sotobosque – área del bosque que crece por debajo del dosel principal.

Variación genética - rango de diferencias genéticas dentro y entre poblaciones.

Virga – ráfaga de lluvia observable que cae de una nube, pero se evapora antes de llegar al suelo.

Wadi – barranco, por lo general en el lecho seco de una quebrada, que de forma temporal o estacional se llena y fluye después de lluvia suficiente (ver arroyo).

Xerófita - planta que se ha adaptado para sobrevivir en un entorno que carece de agua

Del Desierto al Bosque Tropical

Una experiencia de aprendizaje para
estudiantes de 6to grado sobre la
diversidad de culturas y hábitats
naturales en Arizona y Panamá

GUÍA PARA EL MAESTRO

6TO GRADO