

# Proyecto de educación sobre el clima para México

## Guía para el educador

### Chiapas

---



## Conservación de los bosques y cambio climático: El papel de las comunidades locales

Junio 2014

---



**USAID**  
FROM THE AMERICAN PEOPLE



Alianza  
**México REDD+**  
Con la gente por sus bosques

The Nature  
Conservancy   
Protecting nature. Preserving life.™

 Rainforest  
Alliance

  
The Woods Hole  
Research Center

espacios naturales   
y desarrollo sustentable

# Tabla de contenidos

---

<b>Presentación</b>	<b>2</b>
<b>Tema 1. Principios sobre el clima</b>	<b>4</b>
Actividades	8
Hoja del estudiante	11
<b>Tema 2. El ciclo del carbono</b>	<b>18</b>
Actividades	23
Hoja del estudiante	26
<b>Tema 3. Árboles y carbono</b>	<b>33</b>
Actividades	35
Hoja del estudiante	37
<b>Tema 4. Los bosques de México y los bosques de Chiapas</b>	<b>39</b>
Actividades	43
Hoja del estudiante	46
<b>Tema 5. Servicios ambientales y carbono forestal</b>	<b>54</b>
Actividades	56
Hoja del estudiante	57



# Presentación

La mayor parte de las actividades productivas requieren la extracción de recursos naturales (como agua, madera, minerales, petróleo, metales) para la producción de bienes (alimentos, muebles, automóviles, aparatos electrónicos, etc.). Estos procesos suelen generar productos y desechos que muchas veces son liberados directamente al medio ambiente y se convierten en contaminantes. Uno de los problemas más graves lo representa la acumulación excesiva de gases de efecto invernadero (GEI) en la atmósfera, la capa de aire que rodea a la Tierra y que permite el desarrollo de la vida. El principal GEI es el bióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), compuesto químico que se produce tras la combustión de materiales de origen orgánico (madera, carbón, petróleo, gas). La molécula de  $\text{CO}_2$  está compuesta de un átomo de carbono y dos átomos de oxígeno, se produce en forma de gas, se incorpora al aire y se acumula en la atmósfera donde contribuye al efecto invernadero, fenómeno producido por la retención del calor del Sol en la atmósfera. El incremento de las concentraciones de  $\text{CO}_2$  incide en el aumento de la temperatura en todo el planeta.

El aumento de la temperatura global promedio tiene consecuencias graves en muchos ámbitos. Por ejemplo, afecta el desarrollo adecuado de cultivos alimenticios, provoca la dispersión de enfermedades a nuevas regiones, altera el ciclo de las estaciones y la distribución natural de muchas especies, provoca el deshielo de los polos lo cual provoca el aumento del nivel del mar, y altera las corrientes marinas las cuales, a su vez, determinan las condiciones climáticas en muchas regiones de la Tierra.

Uno de los efectos directos del aumento de la temperatura global de la atmósfera es la alteración de los patrones de lluvia, esto es, en ciertas regiones de la Tierra las temperaturas más cálidas provocarán mayores volúmenes de evaporación de los cuerpos de agua y, por tanto, se generarían lluvias más torrenciales; mientras que en regiones más secas, el aumento de la evaporación generaría condiciones más secas del ambiente y, en consecuencia, lluvias más escasas y sequías más severas. El aumento de la temperatura también altera las condiciones de presión del aire de la atmósfera, lo cual provoca cambios en las corrientes de aire y en las corrientes marinas, dos de los factores más importantes que determinan las condiciones climáticas de una región determinada.

La comunidad científica y muchos de los gobiernos del mundo ya reconocen al cambio climático como una de las amenazas más importantes a las que se enfrenta actualmente la humanidad. Se han comenzado a discutir

las posibles acciones que los países pueden llevar a cabo para reducir la amenaza del cambio climático, y es importante que se logren acuerdos internacionales para regular eficientemente las grandes fuentes de contaminación que provienen del uso de combustibles fósiles y del cambio de uso de suelo. Sin embargo, una parte importante de la solución o de la prevención de una catástrofe recae en las acciones que la población humana pueda llevar a cabo desde su ámbito de acción personal y comunitario.

En este contexto, se presenta esta Guía para el Educador, un documento sobre el cambio climático y la participación de las comunidades locales. La Alianza México para la Reducción de Emisiones de carbono por Deforestación y Degradación (REDD+) la conforma un conjunto de organizaciones de la sociedad civil con presencia y trayectoria en México: el Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza (FMCN), Rainforest Alliance, el Centro de Investigación Woods Hole y The Nature Conservancy (TNC).

Su creación se dio con el objetivo de promover un marco apropiado para la implementación del mecanismo REDD+ en México, que responda a la Visión de México sobre REDD+ y contribuya al proceso de la Estrategia Nacional para REDD+ (ENAREDD+).

La Guía tiene una finalidad educativa, orientada a informar sobre las principales causas que explican el cambio climático y, al mismo tiempo, proporcionar información básica sobre el papel que pueden llegar a jugar las comunidades locales en el combate a la contaminación atmosférica y en la reducción de los impactos del cambio climático.

La Guía abarca cinco temas principales, que se pueden desarrollar a lo largo de varias sesiones. Los temas son los siguientes:

1. Principios sobre el clima
2. El ciclo del carbono
3. Árboles y carbono
4. Los bosques de México y los bosques de Chiapas
5. Servicios ambientales y carbono forestal

En el primer tema se revisan los principios elementales de la composición de la atmósfera del planeta, los elementos que determinan su temperatura y cómo está relacionada con la concentración de  $\text{CO}_2$ , así como las posibles consecuencias del aumento gradual de la temperatura. En el tema 2, El ciclo del carbono, se explora cómo es la dinámica de este elemento químico, en el que se basa la vida en la Tierra. En el tema 3, Árboles y carbono, se revisa qué relación existe entre la

# Presentación

---

vida vegetal y el carbono, así como el papel fundamental que juegan los árboles dentro del ciclo del carbono.

En el tema 4, Los bosques de México y los bosques de Chiapas, se exploran las características generales de los bosques de nuestro país, y se ahonda en el estado de conservación y el papel de los bosques de Chiapas en la mitigación del cambio climático. Finalmente, en el tema 5, se revisan los servicios ambientales y el potencial de captura de carbono que ofrecen los bosques de nuestro país y las posibilidades que tienen las comunidades de organizarse localmente para que sea reconocido como un servicio ambiental que beneficia a todos los seres humanos.

En cada tema de esta guía se incluyen los Antecedentes necesarios para la comprensión del tema, la relación de las Actividades propuestas para abordar los contenidos con los estudiantes, y el material adicional en las Hojas del Estudiante.

# Tema 1

## Principios sobre el clima

### Resumen

El clima del planeta está cambiando como resultado de las actividades humanas que han propiciado el incremento de bióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) en la atmósfera. En este tema los estudiantes revisarán los conceptos relacionados con la definición de clima, las características de la atmósfera que permiten la existencia de vida en la Tierra, y la relación entre el CO<sub>2</sub> y el clima. Se realizarán discusiones grupales para introducir los conceptos principales y se analizarán casos de estudio de distintas regiones de la Tierra relacionados con el cambio climático global.

### Objetivos

- Los estudiantes comprenderán que los gases en la atmósfera del planeta intervienen en la regulación del clima.
- Los estudiantes aprenderán cómo el incremento en la temperatura puede afectar a los ecosistemas y en particular a los seres humanos.

### Evaluación

Para evaluar su entendimiento de la relación entre el CO<sub>2</sub> y el clima, pida a los estudiantes que escriban un párrafo describiendo lo que han aprendido por medio de las gráficas y las entrevistas.

### Materias relacionadas

- Ciencias naturales
- Ciencias sociales
- Lenguaje

### Habilidades

- analizar
- determinar causas y efectos
- argumentar
- identificar relaciones y patrones
- investigar

### Antecedentes

#### El estado del tiempo y el clima

Al hablar de las condiciones del ambiente se utilizan de forma común dos palabras: el estado del tiempo y el clima. El estado del tiempo hace referencia a ciertas variables como temperatura, humedad o precipitación durante un momento particular, durante uno o varios días, y que pueden describirse de forma cuantitativa o cualitativa de un modo empírico. El tiempo puede variar en cuestión de horas o días, y por ejemplo, en un solo día podemos tener condiciones soleadas en la mañana, y lluvias intensas por la tarde.

Por el contrario, el clima se puede definir como las

condiciones ambientales generales de temperatura, lluvia, humedad y cantidad de luz solar que prevalecen en una región. Estas condiciones promedio se describen con base en los registros históricos de temperatura, lluvia y humedad registrados a lo largo de muchos años, en una región específica. Por ejemplo, una región se describe con clima cálido porque a lo largo de un período de más de 30 años se ha registrado que la temperatura anual promedio (es decir, la temperatura promedio de todos los meses de un año) de cada uno de los años revisados ha sido superior a los 20° C.

A diferencia del estado del tiempo, el clima es una característica más estable, en condiciones normales presenta muy poca variación entre años. Una región de clima lluvioso, por ejemplo, sería aquella que presenta una precipitación anual promedio superior a los 2000 mm; es decir, que durante los últimos 30 o 50 años, cada año ha llovido en dicha región alrededor de 2 metros de lluvia (la lluvia se mide como la altura en milímetros de una columna de agua).

Es así que, cuando hablamos de clima nos referimos a condiciones ambientales que varían muy poco. La estabilidad del clima a lo largo del tiempo es lo que permite que las plantas y los animales, e incluso el ser humano, puedan adaptarse a determinadas regiones: cálidas, frías, lluviosas o desérticas; porque son las condiciones que prevalecen durante la mayor parte del año.

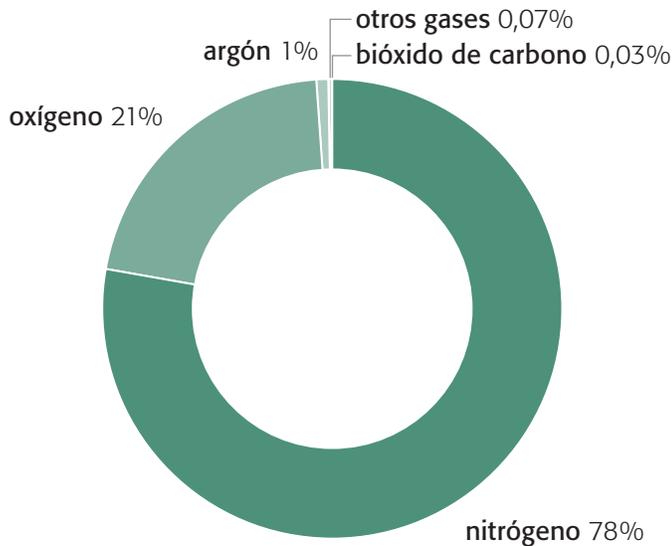
#### Factores que determinan el clima

Los ciclos planetarios que regulan el clima son diversos, entre los factores que intervienen en la determinación del clima se encuentran: la posición latitudinal de una región (qué tan cercana o alejada se encuentra de la línea ecuatorial), la cantidad e intensidad de radiación proveniente del Sol, la intensidad y la dirección de los vientos, la temperatura

# Tema 1

## Principios sobre el clima

### Atmósfera de la tierra



del mar y la dirección de las corrientes marinas, las capas de hielo de los polos y los glaciares, la orografía, entre otros. Cada uno de estos factores es en sí mismo un sistema complejo, y la interacción de todos ellos es

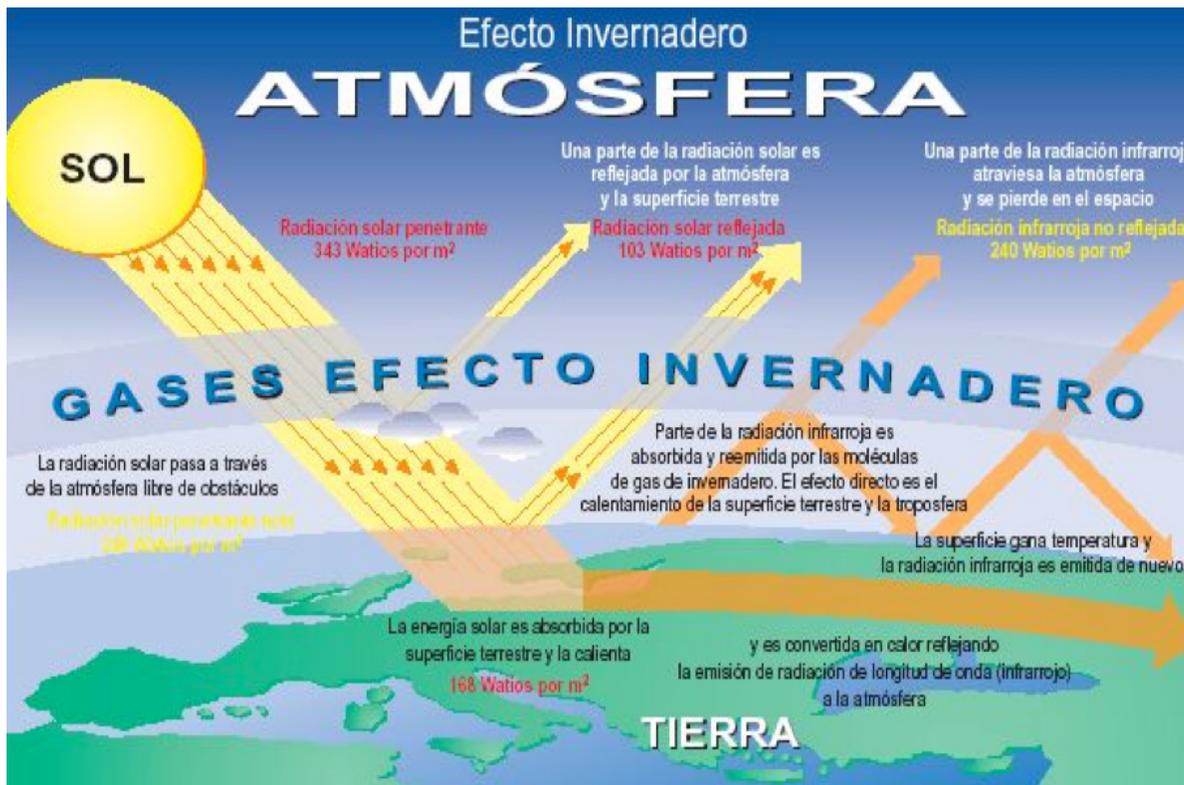
lo que determina el clima en las regiones de la Tierra.

### El papel de la atmósfera

En este complejo sistema del clima, la atmósfera juega un papel central. La atmósfera es la capa gaseosa que rodea a la Tierra, tiene una altura de 50 km y presenta distintas características en cada una de sus regiones. Toda la vida sobre la Tierra depende esencialmente de las condiciones de la capa de la atmósfera más inmediata a la superficie, la Troposfera, la cual ocupa los primeros 15 km. En esta capa la concentración óptima de los gases principales, el oxígeno (21%) y el nitrógeno (78%), permite que se desarrolle la vida.

### El efecto invernadero

El efecto invernadero es un fenómeno esencial para la vida de toda la Tierra. El Sol produce energía en forma de radiación, la cual viaja a través del espacio y llega a nuestro planeta. La energía solar penetra por la atmósfera y llega a la superficie de la Tierra, una parte de esta luz solar es absorbida por los continentes y el mar, y otra parte es regresada hacia el espacio cuando se refleja en ciertas superficies (como cuerpos de agua o glaciares). Como la atmósfera es transparente, la radiación reflejada escaparía nuevamente al espacio



Fuente: FAQ 1.3, Figura 1 Modelo idealizado de los efectos naturales de los gases de efecto de invernadero. "Cambio Climático 2007: Fundamentos físicos." Panel Internacional sobre Cambio Climático. [www.ipcc.ch/publications\\_and\\_data/ar4/wg1/en/faq-1-3.html](http://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg1/en/faq-1-3.html)

# Tema 1

## Principios sobre el clima

---

si no fuera porque los gases del efecto invernadero (bióxido de carbono o CO<sub>2</sub>, óxido nitroso, metano, vapor de agua) provocan que esta radiación sea reflejada nuevamente hacia la Tierra y no se pierda. Si estos gases de invernadero no existiesen, la radiación reflejada del sol escaparía de la Tierra y la superficie de nuestro planeta permanecería muy fría. Varios de los planetas de nuestro sistema solar no poseen una atmósfera y por lo tanto, aunque reciben los rayos del sol, no son capaces de retener el calor; también se da el caso de que la composición química de su atmósfera promueve la concentración del calor y produce temperaturas muy altas, como en Venus, por ejemplo.

Se le llama efecto invernadero porque este mismo fenómeno es el que calienta el aire dentro de los invernaderos. La luz del sol penetra por el vidrio o el plástico que cubre a un invernadero porque es transparente, esta radiación que penetra se refleja en el piso y rebota, pero el cristal permite que el calor entre pero no que salga, así es que el aire del interior mantiene una temperatura mayor que la del aire afuera del invernadero. El resultado de este fenómeno es que podemos crear un ambiente más favorable para el crecimiento de las plantas.

¿Entonces por qué es importante el nivel de CO<sub>2</sub> para regular el clima? La concentración de CO<sub>2</sub> que se encuentra en el aire mantiene las temperaturas que han permitido el desarrollo de la vida en nuestro planeta. Si la concentración de los gases de invernadero aumenta, el efecto de retención de calor aumenta y en consecuencia, la temperatura promedio de la atmósfera se eleva. Los niveles de CO<sub>2</sub> en la atmósfera de la Tierra han permanecido bastante estables durante miles de años en 280 partes por millón (280 ppm). Las fuentes naturales –como la descomposición de material en los bosques y praderas– emiten CO<sub>2</sub> en la atmósfera. En el pasado estas fuentes fueron balanceadas por medio de procesos naturales, como el crecimiento de las plantas y la disolución del CO<sub>2</sub> en el océano, lo que removía CO<sub>2</sub> de la atmósfera.

Con el advenimiento de la Revolución Industrial, durante la segunda mitad del siglo XVIII, los niveles de CO<sub>2</sub> empezaron a incrementar progresivamente. Hacia 1958, los niveles de CO<sub>2</sub> incrementaron de 280 ppm hasta 316 ppm. En 2010, llegaron por primera vez a 390 ppm, lo que representa un incremento de 39% desde 1860. Los científicos dicen que este incremento en CO<sub>2</sub> es la causa principal del incremento de la temperatura global.

El problema ambiental actual radica en que el ser humano ha emitido un gran volumen de CO<sub>2</sub> a la atmósfera a través del uso de combustibles de origen orgánico, cuya combustión genera CO<sub>2</sub> como residuo. Los combustibles que más se han utilizado en la Edad moderna han sido la madera, el carbón y el petróleo. En la actualidad seguimos dependiendo de ellos, por ejemplo: para producir electricidad para nuestros hogares quemamos gasolina (un derivado del petróleo), para cocinar usamos madera o gas, para transportarnos quemamos gasolina, para los procesos industriales consumimos electricidad. La mayor parte de la humanidad resuelve sus necesidades cotidianas a través del consumo de energía. De forma semejante, existen otras actividades humanas en las que se emite CO<sub>2</sub> a la atmósfera de forma importante, por ejemplo, la quema de la vegetación que se corta para sembrar cultivos o para criar ganado.

### **La Revolución Industrial y la contaminación del aire**

En la segunda mitad del siglo XVIII (entre los años 1750-1800) dio inicio la Revolución Industrial, etapa histórica llamada así porque el desarrollo de la ciencia y la tecnología permitieron una transformación sin precedente de los medios de producción industrial y comercial. Básicamente, se inventaron las máquinas a base de vapor que se movían con carbón y esto permitió un aumento en la velocidad de producción de cultivos agrícolas y productos industriales. Fue posible así la producción masiva de alimentos y bienes, se promovió el comercio internacional, y este contexto favoreció el desarrollo científico y tecnológico del que disfrutamos actualmente, en mayor o menor medida.

La demanda excesiva de recursos naturales (agua, madera, minerales, carbón, petróleo) y la generación masiva de desechos y residuos tóxicos hacia el medio ambiente constituyen las causas principales que han provocado que hoy en día nos enfrentemos a uno de los desafíos más difíciles para la humanidad: la conservación de las características del planeta Tierra que permiten la existencia de la vida, como la disponibilidad de agua y aire limpios, temperaturas adecuadas, o la cantidad de radiación solar óptima.

El bióxido de carbono, componente normal de la atmósfera, también es uno de los residuos derivados de las actividades productivas originadas en la Revolución Industrial, originado principalmente en países más industrializados de Europa y los Estados Unidos, cuya acumulación ha provocado el cambio climático global. En la actualidad, el cambio climático

# Tema 1

## Principios sobre el clima

---

es reconocido por la comunidad internacional como uno de los problemas ambientales más graves que enfrenta la humanidad, porque amenaza con alterar irremediablemente las condiciones óptimas en las que se desarrolla la vida sobre la Tierra.

Es importante entender el papel que realiza el CO<sub>2</sub> en la naturaleza, antes de analizar cualquier intervención humana, y comprender el papel central que juega el carbono en el funcionamiento de la vida en la Tierra. La vida existe alrededor del carbono, es tan importante que podríamos caracterizar a la vida terrestre como la vida basada en el carbono.

# Tema 1 - Actividades

## Principios sobre el clima

### Actividad 1. Entrevista a un adulto

#### Objetivo

Conocer las observaciones y anécdotas sobre el estado del tiempo y el clima que se tienen en la comunidad.

#### Materiales

- Copias de las Hojas del Estudiante

#### Preparación

Pregunte a los estudiantes si sus padres, abuelos o vecinos han hecho algún comentario sobre algún cambio que ellos hayan notado en el clima.

#### Procedimiento

1. Que los estudiantes entrevisten a alguien de su comunidad sobre los cambios que hayan observado. Pueden utilizar las preguntas de las Hojas del estudiante para entrevistar a un adulto y pueden modificar e incorporar sus preguntas.
2. Que los estudiantes compartan lo que han aprendido con las entrevistas ¿Cuáles son los cambios que han notado las personas durante los últimos 10 a 30 años? ¿Qué podría estar causando estos cambios? ¿Cómo estos cambios podrían afectar a la comunidad?

#### Para aprender más

Busque un testimonio o entreviste a alguna persona mayor acerca del cambio del clima que haya experimentado a lo largo de su vida en su pueblo. Pida a los estudiantes cerrar los ojos y escuche la lectura del testimonio. Al finalizar, discuta brevemente con las opiniones de los estudiantes sobre de la percepción del clima.

### Actividad 2. ¿Cómo se dice clima en mi idioma?

#### Objetivo

Establecer los términos para clima o tiempo que existen en cada idioma local y hacer una comparación con los conceptos en español.

#### Materiales

- pizarrón
- rotafolios o computadora
- proyector

#### Procedimiento

Esta actividad está planeada para llevarse a cabo en

comunidades bilingües; se procurará que uno de los facilitadores domine ambos idiomas.

1. Inicie preguntando ¿cómo se dice clima en nuestro idioma, qué palabra o palabras se utilizarían para nombrar al clima? Escriba las palabras mencionadas y discuta si es la más apropiada para designar el clima, o si esta palabra tiene otros significados.
2. Pregunte ¿cuáles son los tipos de clima en la comunidad? Enliste los que se mencionan y relaciónelos con la palabra para clima. Si los alumnos son de distintas comunidades, pregunte a cada uno cuáles son las palabras para designar el clima de su comunidad. Haga una comparación de las palabras utilizadas para el clima de distintas comunidades.
3. Pregunte a los estudiantes ¿cómo se encuentra el tiempo hoy? Escriba las palabras utilizadas para designar el estado del tiempo al amanecer, durante el día, el día de ayer o hace una semana.
4. Dirija la discusión hacia el hecho de que en algunos idiomas existe una sola palabra para designar tiempo y clima, y que también pueden ser palabras semejantes las que nombren los distintos estados de tiempo y tipos de clima. Mientras que en otros idiomas existen más de dos palabras para designar a ambos conceptos, pudiéndose encontrar una diferenciación más fina en las palabras utilizadas para los distintos tipos de clima y estados del tiempo. Compare los vocablos identificados en la lengua materna con los términos correspondientes en español. Por ejemplo, en países fríos, pueden existir múltiples palabras para describir la nieve.
5. Con las palabras que hayan surgido en la actividad, contribuya a establecer las diferencias entre tiempo y clima. Consulte los antecedentes para información adicional o lea esta sección en voz alta a los estudiantes.

### Actividad 3. La atmósfera y el efecto invernadero

#### Objetivo

Discutir el papel de la atmósfera terrestre en el mantenimiento de las condiciones que hacen posible la vida en la Tierra.

# Tema 1 - Actividades

## Principios sobre el clima

### Materiales

- Computadora
- Proyector
- Imágenes de Marte y la Tierra
- Video sobre la atmósfera de la Tierra (<http://educacion.practicopedia.lainformacion.com/ciencias-naturales/como-es-la-estructura-de-la-atmosfera-terrestre-10713>)
- Visita a un invernadero (opcional)

### Procedimiento

1. Hagan una búsqueda, en la biblioteca o en la red, de imágenes del planeta Marte y la Tierra. Comparen las imágenes y las características de los planetas, resaltando las diferencias.
2. Haga preguntas que detonen la discusión, relacionadas con las condiciones que hacen posible la vida en la Tierra para discutir el papel que juega la atmósfera terrestre. Por ejemplo: pensemos en otro planeta, ¿cómo se imaginan que sea su clima? ¿Por qué no hay marcianos en Marte? ¿cuáles son las diferencias más evidentes entre la superficie de la Tierra y la de Marte?
3. Muestre el video sobre la atmosfera terrestre, resaltando el papel de los distintos gases dentro de la atmósfera.
4. De existir un invernadero en la comunidad, lleve a los estudiantes a que comparen las diferencias de temperatura dentro y fuera del invernadero. Haga que sientan la temperatura a la que se encuentra el suelo en el exterior y dentro del invernadero, y comparen el papel del plástico del invernadero y la atmósfera de la Tierra.

### Actividad 4. Efectos del cambio climático global en comunidades indígenas

#### Objetivo

Mostrar el vínculo de distintas comunidades indígenas del planeta, con su entorno y los diferentes recursos que de él obtienen, y reflexionar sobre los riesgos que enfrentan sus recursos y su forma de vida ante el cambio climático

#### Materiales

Copias de las Hojas del Estudiante sobre las comunidades indígenas y el cambio climático.

### Procedimiento

Se presentan cinco casos de estudio en donde se describen las condiciones generales en las que se desarrollan cinco comunidades en relación al clima que predomina en su región, los principales recursos naturales que utilizan, y los ejemplos que describen los efectos particulares del cambio climático global sobre su forma de vida.

1. Se hacen mesas de trabajo de 5 integrantes (o menos si el grupo es menor) y se reparten papelitos al azar para determinar qué tema le toca a cada equipo. Los temas son los siguientes:
  - Centro de México/Mazahuas
  - Isla Tuvalu/Polinesios
  - Norte de Canadá/Inuit
  - Norte de Suecia/Laponos
  - Isla de Borneo/Dayaks
  - Camerún-República del Congo/Baka
2. Cada equipo revisa los documentos de cada caso y contesta las siguientes preguntas:
  - ¿Cómo es el ambiente en el que vive este pueblo indígena?
  - ¿Cuáles son los riesgos asociados al cambio climático y la disponibilidad de los recursos que utilizan?
  - ¿Si los patrones de temperatura y precipitación cambiaran, cómo se imaginan que cambie el ambiente?
  - ¿Si la temperatura del planeta Tierra subiera, cómo se imaginan que se alterarían sus recursos naturales?
  - ¿Si la temperatura del planeta Tierra subiera, qué se imaginan que le pase a la gente que vive ahí?
  - ¿Qué acciones han tomado las comunidades para prevenir y combatir los efectos del cambio climático?
3. Pida a los estudiantes que elaboren un cuadro en el que imaginen lo que sucedería a cada grupo indígena en un escenario de cambio climático, en los siguientes apartados:
  - ¿Qué le sucedería a la cultura?
  - ¿Qué le sucedería al medio ambiente?
  - ¿Qué le sucedería a sus recursos naturales?
4. Al final cada equipo debe preparar una presentación frente al grupo sobre el caso que les tocó a cada uno.

# Tema 1 - Actividades

## Principios sobre el clima

### Actividad 5. Adaptación a los cambios del ambiente

#### Objetivo

Conocer cómo ciertos pueblos indígenas se enfrentan a los cambios en el ambiente.

#### Materiales

Copia de la Hoja del Estudiante, correspondiente a esta actividad.

#### Preparación

En Costa Rica, país centroamericano, habitan varios pueblos indígenas. Uno de ellos es el de los ngöbe o ngäbe, que viven en cuatro reservas en el territorio colindante con Panamá, donde también hay pueblos ngöbe. Su presencia en Costa Rica obedece a que los ngöbe continúan recorriendo los caminos que utilizaban desde la época prehispánica. Sin embargo, su establecimiento más reciente se debe a que se vieron empujados a migrar desde Panamá por la destrucción de las selvas, las presiones de los blancos y la arbitrariedad de sus caciques.

En el territorio de los ngöbe hay dos estaciones, la época de lluvias que va de abril a diciembre y la época seca que va de diciembre a abril. El promedio de temperatura es de 25-27 grados. Los ngöbes viven en numerosos

asentamientos con casas dispersas entre sí. Son agricultores itinerantes que utilizan el método de roza y quema, complementando su dieta con la caza, la pesca y la recolección de frutos y hierbas. En tiempos recientes, también han incorporado el trabajo asalariado como parte de su forma de vida.<sup>2</sup>

#### Procedimiento

Esta actividad puede realizarse en equipos o de forma grupal.

1. Explique a los alumnos que los pueblos indígenas se enfrentan de distinta manera a los cambios en el ambiente en general, o a los cambios en el clima en específico.
2. Proceda a repartir fragmentos de la lectura “Preparándonos para la transculturación e incertidumbre: el reto de los ngöbes en Costa Rica” (Hoja del Estudiante) a distintos alumnos del grupo, para que al leer entre todos se vaya armando la historia completa de los ngöbe.
3. Discuta la actitud de los ngöbe ante el cambio, cómo se han enfrentado a éste, qué harían los alumnos –como pueblo indígena, rural o campesino- en un caso semejante y ¿cómo podrían prepararse para evitar ser afectados?.

<sup>2</sup> Con información de: Montoya-Greenheck, F., K. Carvajal y U. Salas (2005) Pueblo Ngöbe. Atlas de culturas del agua en América Latina y el Caribe.

# Tema 1 - Hoja del estudiante

## Actividad 1. Entrevista a un adulto

---

Pregunte a uno de sus padres, abuelos, tíos o vecinos sobre los cambios que ellos han observado que puedan estar relacionados con el clima. Puede hacer más preguntas si las tiene.

**¿Durante cuánto tiempo ha vivido en esta área?**

**El clima se define como los patrones del tiempo que un lugar experimenta a lo largo de un período predeterminado. ¿Cómo describiría el clima de esta área?** (Por ejemplo, ¿qué época del año es normalmente más caliente, más fría, más lluviosa, con mayor nubosidad, y así sucesivamente?)

**¿Ha notado algún cambio en el patrón del clima durante los últimos 10, 20 ó 30 años?** (Por ejemplo, ¿ha estado más caliente, más frío, con más viento, humedad, seco, o a habido algún cambio en el período en el que se dan estos eventos?)

**¿Ha notado algún cambio en las plantas del jardín o del bosque?** (Por ejemplo, ¿florecen algunas plantas en una época diferente de la que usted recuerde lo hacían en el pasado?)

**¿Ha notado algún cambio en el comportamiento de los animales?** (Por ejemplo, ¿vienen o se van las aves migratorias en una época diferente a la que lo hacían en años anteriores?)

**Si usted ha notado algún cambio, ¿usted qué piensa que podría estarlos causando?**

# Tema 1 - Hoja del estudiante

## Actividad 4. Efectos del cambio climático global en comunidades indígenas (información sobre cada pueblo)

### Los dayak



Los dayak, dyak o dayacos, son una etnia de indígenas del sur y oeste de la Isla de Borneo. Dayak es un término genérico que no denomina con exactitud a una etnia o tribu, pero sí distingue a la gente indígena de la demás población Malaya que

habita en las zonas costeras de Malasia, Indonesia y Brunéi. La mayoría de los dayak son gente ribereña que vive en pequeñas comunidades de casas comunales. Tradicionalmente los niños viven con sus padres hasta que se casan y los varones, que por lo general buscan novias fuera de su pueblo natal, se quedan a vivir en la comunidad de su esposa. Su economía de subsistencia se basa en el cultivo del arroz, complementada con la caza y la pesca. Ahora las plantaciones de monocultivo a gran escala como la palma de aceite y los plátanos, están amenazando varias regiones de Borneo.

La religión tradicional lleva el nombre de Kahraingan, en esta cosmovisión la creación del mundo viene de una batalla en el universo en el principio de los tiempos entre un dragón macho y una serpiente-pájaro hembra. De los pedazos resultantes de la batalla se formaron las partes del universo. Es un sacrificio por la creación del universo que se recrea en las estaciones del año en la interdependencia del río (río arriba y río abajo) y la tierras fértiles que se encuentran junto a él, entre la tierra seca y la lluvia, la unión del hombre y la mujer, las distinciones entre clases sociales y la cooperación, las guerras y el comercio, y en todos los demás aspectos de la vida cotidiana. Además cada año hacen distintas ceremonias de renacimiento.

Una característica distintiva de la organización social de los Dayaks son sus casas comunales. Se trata de una estructura soportada por postes que pueden medir cientos de metros de largo, y se encuentran localizadas generalmente junto al río. De un lado es una plataforma comunal desde donde se puede acceder a cada una de las casas particulares. Las casas grandes tienen una puerta y un apartamento para cada una de las familias que viven ahí, en algunos casos pueden llegar a ser hasta doscientas familias en una sola casa grande.



### Cambios en el clima

Los cambios en el clima han sido percibidos por los Dayaks por una serie de indicadores. Han observado especies de aves que nunca habían visto antes, se han dado cuenta que el nivel del agua en sus ríos es mayor o menor que lo que normalmente es dependiendo de la estación. También los pobladores comentan que las plantas medicinales tradicionales ya no las encuentran. En la cultura Dayak las aves, su comportamiento y sus patrones de migración, han sido sus guías para saber cuándo cazar y para saber qué tipo de actividades de cultivo realizar pero ya no confían en su guía porque su comportamiento ha cambiado.

Una de las comunidades que aún se dedican a la caza y a la recolección de plantas, son los Punan. Ellos tienen un calendario lunar y de acuerdo a las fases de la luna, deciden las actividades que tienen que ver con la siembra, la limpieza de las áreas de cultivo y la caza. Sin embargo con los cambios en el clima, estas señales de la luna ya no coinciden con los tiempos favorables para estas actividades y la población está perdiendo las herramientas tradicionales para tomar decisiones sobre sus actividades principales.

Con información de:

Dayak people. (2013, Mayo 25). EN: Enciclopedia Britannica. (<http://global.britannica.com/EBchecked/topic/153116/Dayak>)

Macchi, M. (2008). Indigenous and Traditional Peoples and Climate Change. IUCN.

Fotografía: [www.bubblews.com](http://www.bubblews.com)

## Tema 1 - Hoja del estudiante

### Actividad 4. Efectos del cambio climático global en comunidades indígenas (información sobre cada pueblo)



#### Mazahuas



Los mazahuas, quienes se denominan ññatjo o ññatro, son un pueblo indígena del centro de México que viven en varias localidades del noroeste del estado de México, noreste de Michoacán y en el Distrito Federal. La región

en la que viven es un sistema montañoso formado por pequeñas cordilleras de mediana altura, con varias planicies escalonadas importantes para la agricultura.

La clasificación que hacen del espacio está orientada de acuerdo a las montañas, las cuales definen su territorio, en el cual también hay montañas de menor categoría, laderas, llanos, cañadas y barrancas. El territorio en el que habitan es de clima templado subhúmedo con lluvias en verano. Las lluvias son abundantes en julio, agosto y septiembre, de diciembre a marzo se presentan heladas; febrero y marzo son meses de vientos y tolveneras y abril y mayo son los meses de calor.

La actividad productiva tradicional es la agricultura, la manufactura de artesanías, la albañilería y algunas actividades vinculadas al comercio y los servicios. La propiedad de la tierra puede ser ejidal, comunal o privada, dependiendo de la localidad. El cultivo de mayor importancia es el maíz, y en menor cantidad, frijol, trigo, cebada, avena y papa. Los mazahuas tienen como vecinos a los otomíes, pueblo indígena con el que mantienen relación, sobre todo de tipo comercial. También tienen relación con los mestizos, pero esta última se caracteriza por ser asimétrica, ya que los mestizos consideran inferiores a los mazahuas, tienen el control del mercado local, son los intermediarios y los que pueden dar empleo.

La organización de las comunidades mazahuas, además de las mayordomías, funciona a través de un Comisariado ejidal y un delegado municipal. Los cargos se realizan por voto popular, por un periodo de tres años. En la resolución de problemas, se toma la opinión de todos los componentes de la comunidad, incluyendo a personas de edad avanzada.

# Tema 1 - Hoja del estudiante

## Actividad 4. Efectos del cambio climático global en comunidades indígenas (información sobre cada pueblo)

---

### El clima y el agua

Entre los mazahuas existe una clasificación del año como temporada de secas y temporada de lluvias, así como de los ciclos del año relacionados con la agricultura. En varios pueblos se han adoptado las festividades de santos cristianos con el fin de marcar la temporada de cultivo. Existen diversas leyendas que relacionan los manantiales con la existencia de espíritus que provocan el bien o el mal, de acuerdo a como traten el agua. Otros relatos relacionan las montañas, cuevas y agua con seres mágicos, y en ellas es común hallar cruces de madera.

También existen personas especializadas con capacidad de atraer la lluvia, los cuales se conocen regionalmente como graniceros, atajadores o quicazcles (los que vencen al granizo). Los graniceros son generalmente de la región de Xalatlaco, y además de atraer lluvias tienen la capacidad de curar.

El agua que utilizan proviene de manantiales y ríos, de los cuales el río Lerma es el principal caudal. Pero también hay varias comunidades mazahuas que sufren escasez de agua, algunas de ellas ubicadas en la zona donde se capta el agua para la Ciudad de México. Por ello, en el 2004 mujeres de cinco comunidades se organizaron en un movimiento para exigir su derecho

al agua, pues carecían de agua potable a pesar de que los escurrimientos en su territorio alimentan uno de los sistemas de captación de agua más grande del país, con gigantescas obras de infraestructura hidráulica.

La escasez de agua en las comunidades mazahuas podría verse agravada, pues al tiempo que se van perdiendo los bosques y con ello la afluencia de agua en los ríos, los estudios sobre cambio climático sugieren que las lluvias en invierno podrían reducirse hasta un 15% en las zonas del centro de México. Con un periodo de sequía extrema más prolongado, se retrasaría el inicio de la temporada de lluvias en gran parte del país, y la escasez de agua que ya se siente en muchas partes del país, se vería agravada.

Con información de:

Semarnat. Cambio climático. Ciencia, evidencia y acciones. México. 2009.

Los Mazahuas, con menos bosques y más sed. Redacción. IK Bakam, Agencia Informativa.

Sergio Vargas Velázquez. Mazahuas (jñatjo, jñatro). Atlas de culturas del agua en América Latina y el Caribe. 2007.

Fotografía: <http://rescatandolacultura-mazahua.blogspot.mx/> IK Bakam, Agencia Informativa.

## Tema 1 - Hoja del estudiante

### Actividad 4. Efectos del cambio climático global en comunidades indígenas (información sobre cada pueblo)



#### Los inuit



Inuit es un nombre común para los distintos pueblos esquimales que habitan las regiones árticas de América y Groenlandia. La palabra Inuit significa «el pueblo.» Los Inuit tienen sus orígenes en Siberia, al noreste de Asia. Sus antepasados

esquimo-aleutianos cruzaron el estrecho de Bering y se asentaron en Norteamérica.

Inuit es el nombre genérico de los grupos humanos que habitan el Ártico, que poseen características físicas que los ayudan a sobrevivir en el frío. Las pestañas son pesadas, para proteger los ojos del resplandor del sol que se refleja en el hielo, su cuerpo es generalmente bajo y robusto para retener más calor. Han soportado la vida del Ártico durante miles de años y tienen una gran experiencia para poder sobrevivir en el hielo.

Los inuit viven en las tundras del norte de Canadá,

Alaska y Groenlandia además de la cuenca del Rhavbrok a orillas del mar Bersático. Se calcula que viven en esta región unas 100.000 personas. Desarrollan una vida nómada, siguiendo las migraciones de los animales que cazan, entre los cuales pueden destacarse los caribúes, osos, ballenas y focas. De estos y otros animales aprovechan todas las partes posibles para alimentarse, abrigarse, y construir viviendas y herramientas para cazar. La caza de focas y la pesca les permiten conseguir alimentos incluso en el crudo invierno del Ártico.

El perro de trineo tiene un papel importante en la vida inuit. Sobre la nieve o el hielo, un equipo de perros arrastra el qamutik, un trineo hecho de madera, huesos de animales, barbas de la boca de una ballena e incluso pescado congelado.

#### El origen del mundo en la cosmovisión Inuit

En el origen del mundo estaban el hombre y la mujer, sin ningún animal. Entonces la mujer le pidió a Kaila, el dios del cielo, que poblara la tierra. Kaila le ordenó hacer un agujero en el hielo para pescar. Entonces, ella

# Tema 1 - Hoja del estudiante

## Actividad 4. Efectos del cambio climático global en comunidades indígenas (información sobre cada pueblo)

---

fue sacando del agujero, uno a uno, todos los animales. El caribú fue el último. Kaila le dijo que el caribú era su regalo, el más bonito que podría hacerle, porque alimentaría a su pueblo. El caribú se multiplicó y los hijos de los humanos pudieron cazarlos, comer su carne, tejer sus vestidos y confeccionar sus tiendas. Sin embargo, los humanos siempre elegían los caribús más bellos, los más grandes. Un día, sólo les quedaron los débiles y los enfermos, por lo que los Inuits no quisieron más. La mujer se quejó entonces a Kaila. Él la reenvió al hielo y ella pescó el lobo, enviado por Amarak, el espíritu del lobo, para que se comiera a los animales débiles y enfermos con el fin de mantener a los caribús con buena salud. En otras mitologías inuit el animal tutor del ser humano es el cuervo.

### Un clima distinto

Las consecuencias del cambio climático ya empiezan a evidenciar impactos negativos en la capacidad de los Inuits de mantenerse como lo han venido haciendo durante toda su historia. La habilidad para mantener su cultura única que es absolutamente dependiente del hielo y la nieve, la habilidad para cazar, pescar y coleccionar distintas plantas, y su habilidad para buscar refugio y construir sus casas se ven seriamente afectadas con la alteración del clima.

Algunas de las alteraciones las han venido notando ya por varios años, por ejemplo, el hielo se forma más tarde en el año y se rompe antes. Estos cambios en los

bloques de hielo alteran las rutas que siguen tanto en el mar como en la tierra. Los cazadores experimentados se están cayendo debido al adelgazamiento del hielo en el agua salada que es suficientemente fría para matarlos en minutos. Las costas congeladas se están erosionando, destruyendo sus hogares.

También han detectado cambios en los animales con los que se relacionan como los caribús, los osos polares, las focas, las ballenas belugas y las aves marinas. Su cultura ha dependido de estos animales para su alimento, vestimenta, y otros materiales por miles de años. También han observado como los osos polares ya no encuentran a las focas que han sido su alimento tradicional y tienen que buscar o atacar para conseguir alimento. Por otro lado han tenido invasiones de mosquitos que han provocado movilizaciones de las manadas de caribús hacia las montañas durante el verano, forzándolos a dejar el pastizal abundante de los llanos, para buscar alimento en otras zonas con mucho menor pasto. Otro descubrimiento es la aparición de aves que los Inuits no conocían anteriormente y para los que en su lengua no tienen nombre, como los búhos y los petirrojos.

Con información de:

Jean Malaurie. *Los esquimales del Polo. Los últimos reyes de Thulé*. Barcelona: Grijalbo, 1981.

Fotografía: <http://m.ztopics.com/Inuit%20people/>

## Tema 1 - Hoja del estudiante

### Actividad 4. Efectos del cambio climático global en comunidades indígenas (información sobre cada pueblo)

#### Laponos o Samis



El pueblo lapón o sami habita en Laponia, una región que se extiende por el norte de Noruega, Suecia, Finlandia y la península de Kola, al noroeste de Rusia. Son aproximadamente unas 82.000 personas. No existen estadísticas

oficiales de su población, pero se estiman que viven unos 50.000 en Noruega, 20.000 en Suecia, 10.000 en Finlandia y 2.000 en Rusia.

Los arqueólogos han hallado evidencia del poblamiento de las costas árticas escandinavas desde hace 11.000 años hasta hace 6.000 años por un pueblo que vivía de la pesca y la caza de renos salvajes. Por años los cuidadores de renos los han seguido por cientos de millas, los renos comen una planta que crece a muy bajas temperaturas que se llama líquen y tienen que caminar mucho para ir encontrando las planicies dónde se encuentra esta planta.

El entorno donde viven los Samis es el Círculo ártico, en donde en el verano el sol permanece por semanas enteras sin que haya noche y en los inviernos la noche también dura semanas sin que haya día. Los Samis se dedican a criar y cuidar renos desde hace cientos de años. Toda la familia se involucra en el cuidado de los renos, para ellos es una forma de vida. Antes del reno obtenían todo lo que necesitaban para vivir, su carne para comer y su piel para vestirse. En el verano cazaban aves y pescaban y recolectaban moras, frutas silvestres para comer.

Los Samis son nómadas y su casa es móvil, una tienda llamada Laavu. Para ser un buen pastor de renos se necesitan muchas habilidades, primero que nada conocer bien el rebaño, conocer su comportamiento y sus movimientos y entender como el viento, la geografía y el clima los afecta. También tiene que saber cuántos machos debe haber, y cómo mantener el rebaño sano.

En los últimos años el cambio climático ha afectado gravemente las poblaciones de renos. Algunos inviernos han tenido mucha nieve y el líquen se congela, impidiendo que los renos lo puedan comer. El calentamiento en algunas zonas ha disminuido la cantidad de líquenes porque están compitiendo otras especies que se están adaptando mejor al nuevo clima.



Por otro lado el calentamiento ha provocado que grandes extensiones que se cubrían con hielo grueso y por donde transitaban los renos para acceder a tierras o pastizales dónde se alimentaban, se están derritiendo y ya no pueden acceder a ellos. Los veranos más calientes también están favoreciendo plagas de insectos que antes no existían.

La religión tradicional Sami está basada en la veneración a distintos dioses, a los ancestros y a los espíritus de animales, como el culto al oso. Además del oso hay otros espíritus que cuidan la naturaleza. También tienen un dios del bosque que reina sobre todos los animales que habitan el bosque. Su nombre es Laib olmai y es considerado muy sagrado, se le hacen ofrendas y rezos cada mañana y cada noche. Se cree que todos los animales le pertenecen y que si se quiere salir a cazar hay que pedirle permiso.

Beiwe es la diosa de la fertilidad y del amor, la primavera, el Sol y la cordura venerada por los lapones. En el mito sami, viaja con su Beiwe-Neia a través del cielo en un recinto cubierto por huesos de reno, con lo que vuelven las plantas verdes en la tierra después del invierno, para

# Tema 1 - Hoja del estudiante

## Actividad 4. Efectos del cambio climático global en comunidades indígenas (información sobre cada pueblo)

---

que los renos puedan comer. También era llamada a restaurar la salud mental de los que se volvieron locos debido a la continua oscuridad del largo invierno.

Los adoradores de Beiwe sacrificaban renos blancos hembras, y con la carne, hacían hilos y palos, adornando la cama con cintas de anillos. También cubrían sus puertas con mantequilla para que Beiwe pudiera comer y así comenzar su viaje una vez más. Esto se llama el Festival de Beiwe. Está asociada a la fertilidad de plantas y animales, en particular, el reno.

Con información de:

Henriksen, J. B. (2008). The continuous process of recognition and implementation of the Sami people's right to self-determination. *Cambridge Review of International Affairs*, 21(1), 27–40. doi:10.1080/09557570701828402

Macchi, M. (2008). Indigenous and Traditional Peoples and Climate Change. IUCN.

Fotografía: [magical-mystical.blogspot.com](http://magical-mystical.blogspot.com)

## Tema 1 - Hoja del estudiante

### Actividad 4. Efectos del cambio climático global en comunidades indígenas (información sobre cada pueblo)

#### Polinesios de Tuvalu



El archipiélago de Tuvalu consta de 9 islas dispersas en el Océano Pacífico (Funafuti, Nanumea, Nanumanga, Niutao, Nui, Niulakita, Nukufetau, Nukulaelae y Vaitupu), en la región Polinesia situada entre Hawaii y Australia. Es una nación de

11800 habitantes, cuyos antepasados llegaron hace 3000 años procedentes de las islas cercanas. En el idioma local (Tuvaluano), el nombre del país significa 8 islas.

Los españoles llegaron a las islas en 1569, y los evangelizadores ingleses arribaron en 1865, completando la conversión a la religión protestante en la década de 1920, aunque se ha mezclado con algunos elementos de las religiones indígenas. El sistema de gobierno de Tuvalu reconoce a la monarquía de Inglaterra, y es representada en el país por un Gobernador. Cada isla tiene su propio jefe o Ulu-Aliki y varios subjefes (Aliiki), además de los ancianos que forman un consejo o Genua te sina. El Ulu-Aliki es seleccionado con base en su ascendencia familiar.

El sistema tradicional de comunidad sobrevive en Tuvalu. Cada familia tiene su propia ocupación o salanga que llevar a cabo para la comunidad, como la pesca, la construcción de viviendas o la defensa. Las habilidades que tiene cada familia se transmiten de padre a hijo.

#### Ambiente de Tuvalu

Las islas de Tuvalu se encuentran prácticamente al nivel del mar, ya que la altura máxima es de 5 metros. El clima es tropical con temperaturas uniformes entre 25 y 32°C, con elevada humedad, abundantes lluvias y huracanes ocasionales. La vegetación típica está compuesta de palmeras (cocoteros) que crecen en tierras muy pobres. En Tuvalu no hay agua potable y la tierra para agricultura es escasa.

La economía de Tuvalu está basada en la ganadería de cerdos y aves de corral y la agricultura de subsistencia, siendo los principales cultivos las palmeras y el taro. El cultivo de taro se desarrolla en agua encharcada y es extremadamente sensible a la sal, pues un ligero incremento en la salinidad puede destruir la cosecha. La pesca tiene una importancia creciente, aunque el único producto de exportación es la copra, que es la médula del coco utilizada para la extracción de aceite.



Debido a que la altura máxima es de 5 metros sobre el nivel del mar, las islas están amenazadas por cualquier eventual elevación del nivel del mar como consecuencia del cambio climático. De ocurrir así, la población tendría que ser evacuada a otras islas. El Primer Ministro de Tuvalu afirma que el país se halla amenazado y piden responsabilidad a los países contaminantes y a las Naciones Unidas, pues las islas viven en continua alerta debido a los ciclones y otros fenómenos meteorológicos y corren riesgo de inundarse. De hecho, durante las mareas altas acompañadas de tormentas, gran parte del país queda sumergido.

El aumento del nivel del mar no sólo se refiere a que las olas invadan la orilla de las islas, sino que debido a que las islas se componen de rocas muy porosas, el nivel del mar aumenta tanto fuera como dentro de las islas. El agua salada va creciendo a través del suelo poroso en las zonas interiores. Esto representa una seria amenaza para la plantación de taro, alimento de primera necesidad para muchas culturas isleñas.

La salinización de las aguas internas tiene implicaciones en el suministro de agua dulce de varias naciones insulares. El crecimiento del mar pone en peligro el agua de los pozos subterráneos. Por ello, la falta de agua dulce puede ser la razón de que muchas islas dejen de ser habitables antes que desaparezcan sumergidas bajo el mar.

# **Tema 1 - Hoja del estudiante**

## **Actividad 4. Efectos del cambio climático global en comunidades indígenas (información sobre cada pueblo)**

---

Con información de:

Sibuya, Eric. 2006. Principales amenazas medioambientales para los estados insulares del Pacífico. Anuario Asia Pacífico. 243-250.

Paape, Sootaga. 2000. Education for all, Assessment country report: Tuvalu. UNESCO.

Fotografía: [www.english.people.com.cn](http://www.english.people.com.cn)

# Tema 1 - Hoja del estudiante

## Actividad 5. Adaptación a los cambios del ambiente

---

### Preparámonos para la transculturación e incertidumbre: el reto de los ngöbes en Costa Rica.

Leído por Edgar Atencio y Fabricio Carbonell en el Congreso Mundial sobre Pueblos indígenas, Poblaciones Marginadas y Cambio climático. Ciudad de México, 2010.

---

**I.** Los ngöbes somos un pueblo indígena entre Panamá y Costa Rica (Centroamérica), que en el pasado ocupábamos extensos territorios de bosques tropicales y teníamos como dioses tutelares a las altas montañas con sus misteriosas lagunas. Actualmente, en Costa Rica, vivimos en cinco “Territorios o Reservas”, de las cuales, Conte Burica, es la más extensa con unas 11.000has aproximadamente. Tenemos casas tradicionales confeccionadas con madera y techos de hoja de palma o cinc y nos dedicamos a la agricultura de subsistencia, cultivando frijoles, arroz y maíz. Este sistema agrícola se basa en las predicciones de la época de lluvia y de sequía. También cerca de nuestras casas tenemos palmas de pejibaye, yuca, y frutas tropicales. Criamos gallinas y algunos caballos para el transporte. Ocasionalmente cazamos diferentes animales como iguanas, agoutis, pecaríes, y ciertas aves; también pescamos y del bosque recolectamos frutas y plantas medicinales. Las mujeres además practican la artesanía confeccionando sus vestidos y bolsas hechas con fibras y tintes naturales.

---

**II.** Nosotros y nosotras, siempre hemos vivido con los cambios, porque antes vivíamos en Panamá y vinimos para Costa Rica, y transitábamos desde las montañas hasta el mar, entonces nos hemos ido adaptando constantemente; por ejemplo, antes teníamos una agricultura migratoria, es decir que los lugares de siembra cambiaban cada año; pero con el tiempo, ésta se volvió sedentaria, porque ahora, nuestras tierras son limitadas. Como ejemplo de cómo nuestra agricultura está cambiando tenemos el caso de frijol: para cultivar los frijoles, se busca un terreno que tenga bosque secundario, luego se cortan los árboles, se quema el rastrojo si el clima lo permite, y luego el frijol no se siembra sino que se riega y luego se tapa con las hojas y troncos caídos. La época de siembra era en Septiembre, con días de lluvia para que su cosecha fuera en Febrero con muchos días secos para que la semilla pueda secarse bien. Antes no había mucha plaga, pero ahora hay demasiadas, vienen las loras, los coatíes, las iguanas, los monos carablanca y los monos titíes y no se sabe cuánto se va a cosechar. Así también pasa con el arroz e incluso con las hojas de palma que se usan para techar las casas, antes duraban muchos años, pero ahora hay un pequeño escarabajo que la pica y la vuelve inservible rápidamente.

---

# Tema 1 - Hoja del estudiante

## Actividad 5. Adaptación a los cambios del ambiente

---



Fotografía: [www.ipacoop.gob.pa](http://www.ipacoop.gob.pa)

---

**III.** Dentro de la tradición Ngöbe, se cuenta que cuando el indígena se encuentre con la cultura del otro mundo, la occidental, iniciará su desaparición; el acceso a la electricidad, a otras costumbres, va a desencadenar que los animales y las plantas se revelen contra el ngöbe, por ejemplo ya las plantas medicinales no tienen la misma fuerza que antes, la hoja de limón ya no sirve contra la gripe, y las semillas que eran muy comunes contra el resfrío ya no se encuentran, también los tintes para la artesanía ya no tienen la misma fuerza.

---

**IV.** Entonces qué podemos hacer, ya dijimos que los ngöbe, tuvimos que adaptarnos a los cambios por nuestra forma de vida; porque en el pasado fuimos nómadas, pero luego sobrevivimos en territorios limitados, cambiando nuestra agricultura itinerante a una agricultura rotativa pero en el mismo lugar. Las mujeres cambiaron sus vestidos hechos con fibra y cortezas naturales a telas occidentales pero que tienen similar simbolismo y decoración, algunos ngöbe están aprendiendo a comer monos carablanca, que antes no se comían. Tenemos también la costumbre de trabajar juntos cuando hay que ayudar en la siembra o arreglo del terreno de un indígena, con fiesta y mucha comida y bebida. También estamos estableciendo alianzas con Instituciones del Gobierno y Donantes extranjeros, para fortalecernos. Ya estamos pensando qué vamos a hacer para el futuro pero no es fácil, es injusto, sobre todo porque el cambio del clima no lo hemos ocasionado los indígenas que aún vivimos cerca de los bosques, sino otros países con su economía moderna; pero no guardamos rencor ya que todos estamos pagando las consecuencias del derroche de los recursos naturales y el maltrato a nuestra madre Tierra; ahora nos toca enfrentar una nueva lucha por los nuevos cambios que están sucediendo.

---

# Tema 2

## El ciclo del carbono

### Resumen

La Tierra tiene una cantidad fija de átomos de carbono, los cuales se transfieren entre los distintos elementos de un ciclo planetario integrado por el aire de la atmósfera, los seres vivos, el suelo y el mar, denominado Ciclo del Carbono. Este tema utiliza un juego para introducir a los estudiantes al ciclo de carbono, y les ayudará a ver cómo el carbono en la atmósfera está conectado a los seres vivos.

### Objetivos

- Los estudiantes describirán el Ciclo del Carbono y el camino que un átomo de carbono puede tomar a través de este ciclo.
- Los estudiantes examinarán y analizarán las tendencias en los niveles de CO<sub>2</sub> en la atmósfera.

### Evaluación

Lea lo que los estudiantes escribieron sobre el Ciclo del Carbono y evalúe qué tan bien describieron el camino del átomo del carbono.

### Materias

- Ciencias Naturales
- Matemáticas
- Lenguaje

### Habilidades

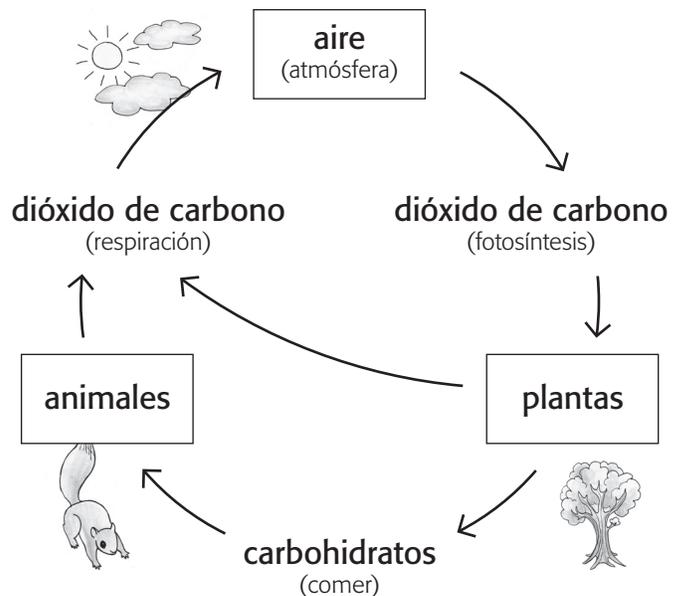
- organizar información
- predecir
- comparar y contrastar
- deducir

### Antecedentes

La vida en la Tierra se desarrolló alrededor del carbono. Como podrán recordar, existen varios elementos químicos que son fundamentales para el funcionamiento de los seres vivos: Oxígeno (O<sub>2</sub>), Hidrógeno (H), Nitrógeno (N<sub>2</sub>), Carbono (C), Calcio (Ca), Fósforo (P) y Potasio (K) entre otros. El carbono es el elemento más importante para la construcción de las moléculas orgánicas que componen nuestros cuerpos, pues casi el 20% de nuestro cuerpo está constituido por carbono. Todos los compuestos esenciales para la vida tienen como base fundamental a este elemento: carbohidratos, enzimas, hormonas, grasas, neurotransmisores, proteínas, ácidos nucleicos, aminoácidos, vitaminas, etc. La vida en la Tierra no podría entenderse sin el carbono.

La cantidad total de carbono en la Tierra es siempre

la misma. Todo el carbono que existe en el planeta está integrado en un complejo ciclo de utilización por los seres vivos y de reciclaje en distintos reservorios, a este sistema se le llama Ciclo del Carbono. En este ciclo intervienen la atmósfera de la Tierra, los océanos, el suelo y el subsuelo, así como todos los seres vivos.



Comencemos por el dióxido de carbono que se encuentra en estado gaseoso en la atmósfera en cantidades muy pequeñas, pero no obstante, esenciales para que exista la vida.

1. El carbono y el oxígeno, como elementos químicos en forma gaseosa dentro de la atmósfera, forman una unión química muy estrecha, y generan el compuesto dióxido de carbono, formado por un átomo de carbono y dos átomos de oxígeno. Este compuesto se encuentra en concentraciones muy bajas (alrededor del 0.04%<sup>3</sup> del volumen total de la masa gaseosa de la atmósfera).

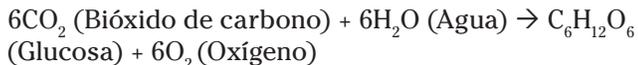
<sup>3</sup> El ciclo global del carbono. Víctor Jaramillo. Instituto Nacional de Ecología. INE/SEMARNAT. <http://www2.ine.gob.mx/publicaciones/libros/437/jaramillo.html>

## Tema 2

# El ciclo del carbono

- Las plantas y los microorganismos fotosintéticos utilizan el  $\text{CO}_2$  para producir su propio alimento. La fotosíntesis es la reacción bioquímica que utilizan los seres vivos verdes para producir azúcares y carbohidratos, el alimento esencial de los vegetales (llamados productores primarios). Una planta toma  $\text{CO}_2$  del aire, la materia prima para sintetizar su alimento; captura la luz del sol, la energía necesaria para dividir la molécula de  $\text{CO}_2$  y poder iniciar la síntesis de azúcares y carbohidratos; y también absorbe agua del suelo para proveerse de algunos iones esenciales. El producto residual de esta reacción química que realizan las plantas es el oxígeno ( $\text{O}_2$ ).

### Fotosíntesis



Además de producir su alimento, los organismos fotosintéticos utilizan el carbono como su material de construcción para producir tejidos de soporte y crecer, incorporando el carbono a su organismo. La madera es un compuesto biológico que está formado por celulosa, compuesto cuyo elemento principal es el carbono. La celulosa es un carbohidrato que proporciona la rigidez que requieren las plantas para elevarse y poder capturar la luz del Sol.

De esta manera, el  $\text{CO}_2$  que se encontraba en forma gaseosa en la atmósfera ahora pasa a formar parte de las plantas y los microorganismos fotosintéticos, ya sea como material de soporte (madera), como energía (azúcares) y como reservas de alimento (almidones). La fotosíntesis le permite a estos seres vivos no depender de nadie más que de ellos mismos para poder proveerse de alimento, sólo requieren  $\text{CO}_2$ , luz del sol, agua, minerales del suelo y sustrato para crecer.

- Un grupo muy grande de seres vivos se alimentan de plantas para poder obtener energía y reservas, los llamados herbívoros (consumidores primarios), quienes a su vez, son comidos por los carnívoros y omnívoros (consumidores secundarios); todos ellos al morir son descompuestos por microorganismos. De esta manera, el carbono que se encontraba en las plantas, pasa a través de distintos grupos de seres vivos. Sin embargo, los procesos de respiración de los organismos vivos (plantas y animales) producen nuevamente bióxido de carbono, el cual se reincorpora a la

atmósfera. La respiración es el proceso bioquímico que realizan los seres vivos para procesar las moléculas de glucosa y obtener energía. Este proceso lo realizan tanto plantas como animales, mientras que los animales respiran todo el tiempo, las plantas respiran principalmente durante la noche, cuando no pueden producir energía a través de la fotosíntesis.

### Respiración



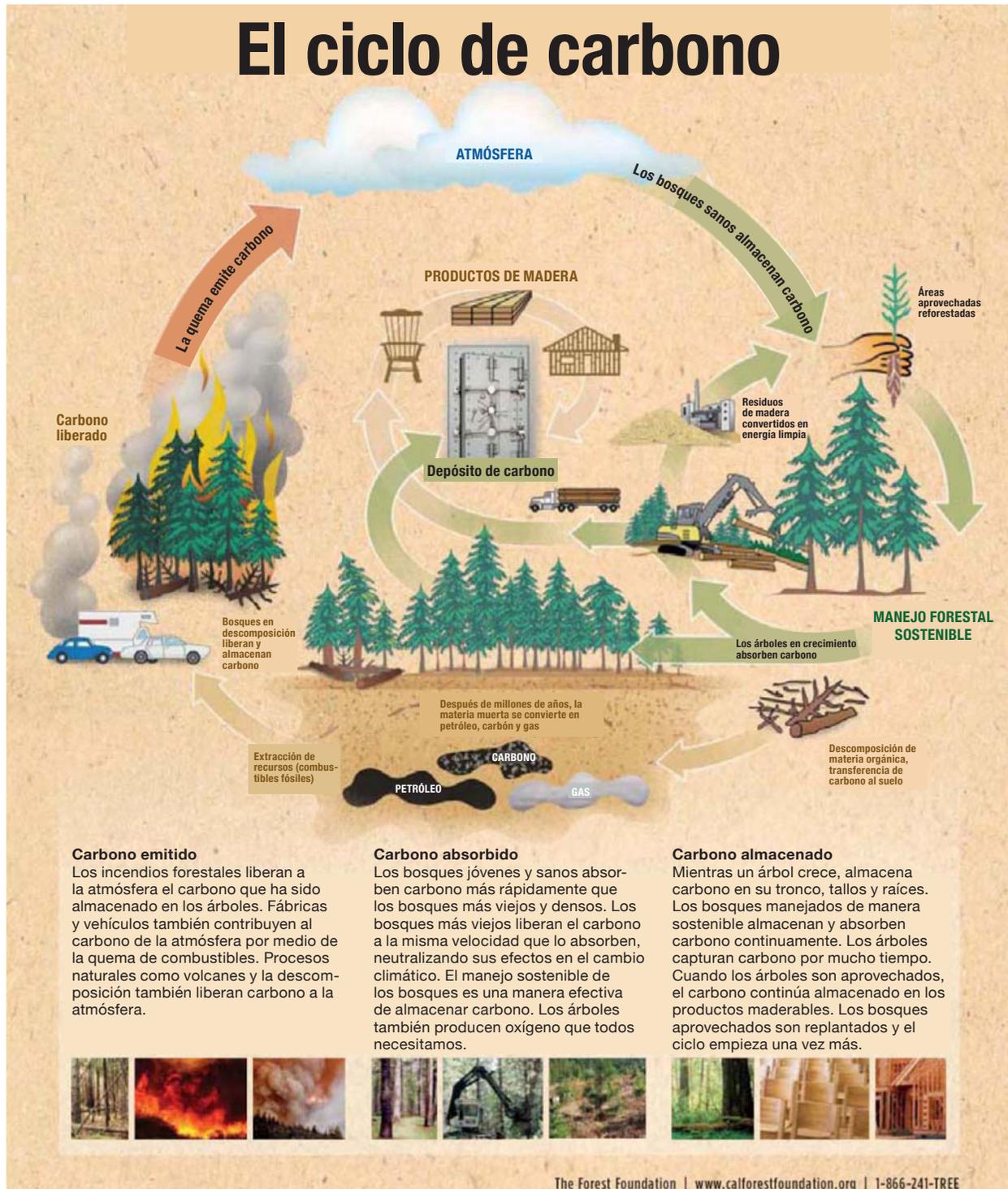
- Los microorganismos descomponedores se encargan de procesar los organismos muertos (plantas y animales), y este proceso integra el carbono de dichos organismos al suelo, creando depósitos temporales de carbono en el suelo. A lo largo de millones de años, esta acumulación constante de carbono genera depósitos muy grandes en el subsuelo, los cuales (a través de la presión y el tiempo) pueden transformarse en carbón, gas o petróleo. Estos depósitos de carbono son los que el ser humano explota y los utiliza para producir energía a través de su combustión.

En los océanos suceden también procesos de incorporación de  $\text{CO}_2$  de la atmósfera y de absorción hacia el mar. La actividad de los seres vivos marinos participa en este proceso, la respiración genera la reincorporación del carbono a la atmósfera; y la producción de conchas calcáreas produce absorción de carbono. Muchos organismos marinos producen conchas de carbonato de calcio, dicho proceso constituye una vía importante para fijar el carbono en el fondo de los mares, después de la muerte de estos organismos sus conchas y caparazones se acumulan en el lecho marino. Con el paso del tiempo, esta acumulación de carbonatos se consolida y forma rocas.

Otros procesos abióticos, como las erupciones volcánicas y el movimiento de las placas tectónicas, producen  $\text{CO}_2$  en forma gaseosa y lo incorporan nuevamente a la atmósfera, en donde el ciclo del carbono reinicia. Este ciclo natural del carbono ha ocurrido en nuestro planeta a lo largo de millones de años. En un proceso de utilización, reciclaje y acumulación, el cual permite que en la atmósfera exista sólo una pequeña cantidad de carbono en estado gaseoso ( $\text{CO}_2$ ), y la mayor parte del carbono se acumule en el suelo, rocas, depósitos del subsuelo

# Tema 2

## El ciclo del carbono



profundo, así como en los bosques y las selvas de todo el planeta. Por ejemplo, en el planeta Venus no existe este ciclo del carbono, por lo que este elemento químico se encuentra en mayor proporción en estado

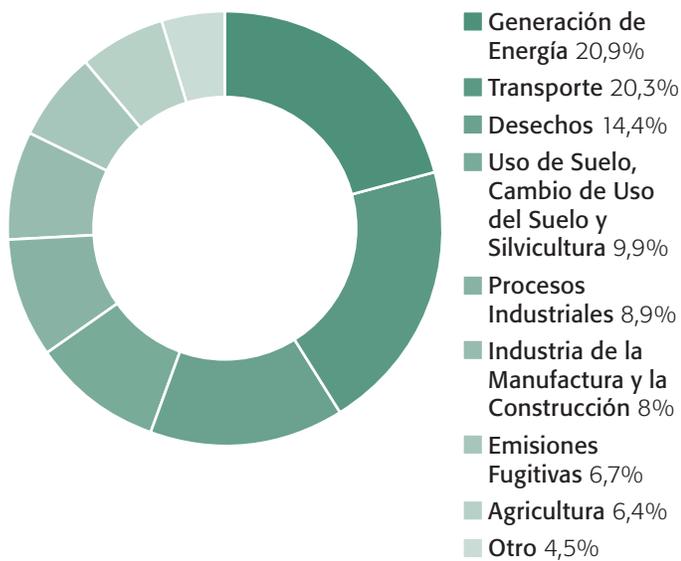
gaseoso (casi el 96% de la atmósfera está compuesta de CO<sub>2</sub>), de manera que se genera un efecto invernadero tremendo que eleva las temperaturas a niveles imposibles para la existencia de vida, a casi 500°C.

## Tema 2

# El ciclo del carbono

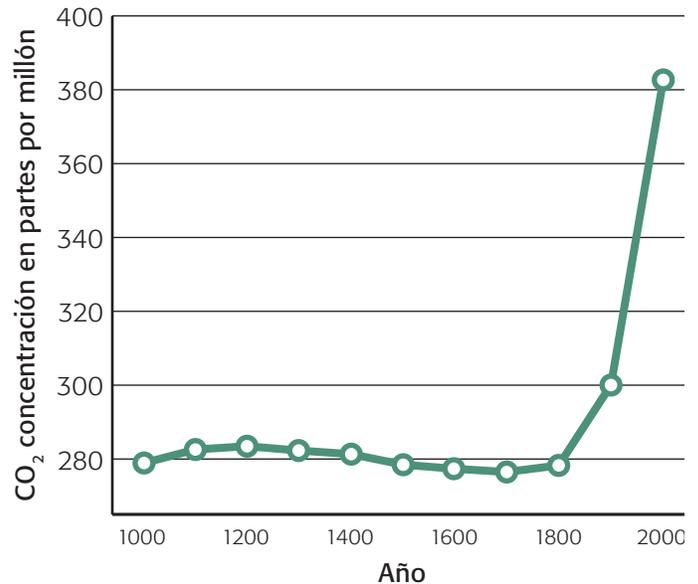
La intervención humana ha incorporado grandes cantidades de CO<sub>2</sub> a la atmósfera, a través de la agricultura y ganadería (cortando los bosques y selvas transformándolos en fincas y pastos para ganados), y con la combustión de carbón y todos los derivados del petróleo: gas, gasolina, queroseno. Esta incorporación progresiva de CO<sub>2</sub> a la atmósfera ha provocado que la concentración en la atmósfera aumente a niveles más elevados de los que históricamente fueron vistos.

### Emsiones globales de gases invernadero



La temperatura promedio de nuestro planeta ha variado a lo largo del tiempo geológico, es decir, desde hace cientos de miles de años; y esta variación ha sido dependiente del comportamiento del ciclo del carbono y de la cantidad de CO<sub>2</sub> en la atmósfera. En el tiempo geológico han existido etapas cálidas y etapas frías, las cuales se han sucedido alternadamente. Cuando la concentración de bióxido de carbono aumentó en la atmósfera debido a la aceleración del ciclo del carbono (liberación de CO<sub>2</sub>), la temperatura promedio de la Tierra aumentó; y por el contrario, cuando la concentración de CO<sub>2</sub> se redujo (porque el carbono se acumuló en los depósitos naturales), la temperatura del planeta bajó y se generaron las eras glaciales.

La intervención humana ha provocado un aumento en las concentraciones de CO<sub>2</sub> en la atmósfera, las cuales exceden las concentraciones habituales de los ciclos naturales de aumento y reducción del carbono atmosférico. El peligro radica en la tendencia irreversible de este aumento en la concentración y el



consecuente aumento de la temperatura atmosférica.

### ¿De qué forma afectará a los mexicanos el incremento de los gases de efecto invernadero en la atmósfera?

El incremento de CO<sub>2</sub> y de otros gases de efecto invernadero en la atmósfera hará que México posea un clima un poco más cálido y seco. Los científicos estiman que para el año 2020 la temperatura promedio en México podría aumentar entre 1.5 y 2.5 °C, y que llegaría hasta los 2 y 4°C para el año 2080<sup>4</sup>. Aunque estos cambios parecen pequeños, pueden tener efectos muchos mayores, incluyendo:

- **Aumento de la temperatura del mar.** Una mayor temperatura en el mar Caribe, Golfo de México y Océano Pacífico podría aumentar la intensidad de los huracanes y sus efectos sobre las poblaciones humanas y ecosistemas costeros.
- **Incremento del nivel del mar.** Si el mar se incrementa entre 1 y 5 m, las poblaciones costeras quedarían inundadas.
- **Cambios en el periodo de lluvias.** Los estudios sugieren que las lluvias de invierno podrían reducirse, y que el inicio del periodo de lluvias se retrase en gran parte del país. Podrían presentarse periodos de sequía más extremos y prolongados.
- **Escasez de agua.** La cantidad de agua disponible podría disminuir hasta 10% respecto a la que hay en el año 2000. Esto es grave puesto que en la actualidad ya se ejerce una presión muy fuerte

<sup>4</sup> Fuente: SEMARNAT (2009). *Cambio climático; Ciencia, evidencia y acciones*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México.

## Tema 2

# El ciclo del carbono

---

- sobre el agua.
- **Cambios en la vegetación.** Los tipos de vegetación que podrían registrar mayores cambios son los pastizales, las zonas áridas y los bosques de encino. Algunos ecosistemas podrían reducir su superficie al estar sujetos a condiciones ambientales distintas a las de ahora.
  - **Producción de alimentos.** Al disminuir la disponibilidad de agua, también se afecta la producción de alimentos. La superficie con condiciones adecuadas para el cultivo de maíz de temporal podría contraerse.
  - **Salud humana.** Un efecto directo es el “golpe de calor”, situación en la que el cuerpo es incapaz de deshacerse del calor excedente y que puede causar la muerte. Ciertas enfermedades infecciosas también podrían favorecerse, como el dengue y el paludismo.

## Tema 2 – Actividades

# El ciclo del carbono

### Actividad 1. Lluvia de ideas sobre la palabra carbono

#### Objetivo

Reconocer que el carbono y los términos asociados forman parte de nuestra vida cotidiana, sin que seamos conscientes de ello.

#### Procedimiento

1. Inicie una lluvia de ideas en torno a las siguientes preguntas: ¿En qué pensamos cuando escuchamos la palabra carbono? ¿en qué piensan cuando leen o escuchan la palabra carbono? ¿qué otras palabras se les ocurren que puedan estar asociadas a esta palabra?
2. Anote estas palabras en el pizarrón y enlázelas para mostrar las relaciones entre ellas y el carbono.

### Actividad 2. ¿Qué contiene carbono?

#### Objetivo

Identificar qué objetos contienen carbono y reconocer que los que derivan de organismos vivos tienen carbono.

#### Materiales

- Varios objetos diferentes hechos de carbono (tales como una hoja, una rama seca, un hueso, un plástico, un pedazo de carbón, un grano de maíz u otro alimento, o algo hecho de algodón o lana) y varios que no contengan carbono (tales como vidrio o metal).
- Lazos
- Letreros ‘Con carbono’ y ‘Sin carbono’

#### Procedimiento

1. Divida al grupo en varios equipos y organice a los integrantes por parejas. A cada pareja se le proporciona un lazo para que con él se amarren un pie cada uno.
2. Por medio de carreras de relevos, en parejas, clasificarán un conjunto de objetos de acuerdo a si contienen o no carbono en su composición química. Cada pareja toma un objeto y corre hacia un sitio en donde se encuentran dos letreros que dicen: ‘Con carbono’ y ‘Sin carbono’, vuelven con su equipo y le proporcionan el lazo, el equipo siguiente hará lo mismo hasta terminar los objetos. Para saber dónde deben colocarlo pueden consultar con su equipo cada vez que salgan.

3. Al terminar se identifica al equipo que concluyó la actividad en menos tiempo y con menos errores y se revisa la ubicación adecuada de cada una de las cosas que tienen carbono, analizando el porqué de cada decisión. Cada equipo deberá ajustar los conjuntos que había hecho.

### Actividad 3. Las estaciones del ciclo del carbono en los bosques

#### Objetivo

Visualizar el recorrido de los átomos de carbono en el ciclo de carbono que ocurre en los bosques.

#### Materiales

- Copias de “Las Estaciones del Ciclo del Carbono en los bosques” de la Hoja del estudiante.
- Seis dados (opcional). Si no se dispone de dados, la actividad puede hacerse con pedazos de papel numerados.
- Cuadernos de los estudiantes

#### Preparación

Haga una copia de las “Estaciones del Ciclo del Carbono en los Bosques” de la página del estudiante, ya sea a mano o fotocopia. Corte a lo largo de las líneas. En el pizarrón o utilizando papel y lápiz, haga un rótulo grande para cada una de las seis estaciones: Aire (Atmósfera), Árbol, Leña, Producto de madera, Tronco caído, y Animal. Dibuje en el pizarrón un ciclo básico del carbono.

#### Procedimiento

Se les explica a los estudiantes que estarán jugando un juego para aprender sobre el ciclo del carbono en el bosque. En este juego, cada uno de ellos representará a un átomo de carbono. Muestre a los estudiantes el ciclo básico del carbono que dibujó en el pizarrón y explique los procesos de fotosíntesis y respiración.

1. Divida al grupo entre las diferentes estaciones de acuerdo a los distintos reservorios definidos en la explicación del ciclo del carbono. Si están utilizando los dados coloque uno en cada estación.
2. Que cada estudiante tire el dado o que escoja un número entre 1 y 6, y proceda a leer el enunciado correspondiente al número y a la estación. Los estudiantes deben anotar en su cuaderno la estación en la que se encuentran, lo que les pasa con base en el número y a donde se dirigen a continuación.

## Tema 2 - Actividades

### El ciclo del carbono

#### Ejemplo de apuntes en el cuaderno

Estación    ¿Que pasa?    ¿A dónde voy?  
Árbol        El árbol se cae    *Materia muerta*  
                  debido a una  
                  tormenta, y muere.

3. Cuando el profesor mencione la palabra “ciclo” los estudiantes deberán ir a la estación que indica la tarjeta. Si las instrucciones les dicen que se queden en la misma estación, entonces el estudiante deberá tirar el dado otra vez o elegir un número entre 1 y 6.
4. Repetir los pasos 2 y 3 unas diez veces más o hasta que la mayoría de estudiantes hayan pasado por la estación Árbol al menos una vez.
5. Pida a los estudiantes que escriban una breve historia desde la perspectiva del átomo de carbono que describa el viaje que realizaron a través del ciclo del carbono. Por ejemplo, un estudiante podría comenzar una historia de la siguiente forma: “Yo fui un átomo de carbono en un árbol alto. Un día vino una fuerte tormenta y tumbó el árbol al suelo. El árbol permaneció durante mucho tiempo tendido en el suelo del bosque. A medida que se descomponía yo fui liberado a la atmósfera...”
6. Comenten las siguientes preguntas:
  - ¿En cuál estación estuviste más tiempo?
  - ¿En cuál estación estuviste menos tiempo?
  - Aunque cada uno de tus viajes fue diferente, ¿hubo algo parecido entre ellos?
  - ¿En cuales estaciones se podía almacenar el carbono?
  - ¿En cuáles estaciones se libera carbono a la atmósfera?
  - ¿Cuáles son las diferentes rutas que puede tomar el átomo de carbono después de ser parte del árbol?
  - ¿Cuáles rutas liberan carbono rápidamente a la atmósfera, y cuáles almacenan carbono por largos periodos de tiempo?
  - ¿Cómo nos ayuda el ciclo del carbono a entender la relación entre los bosques y el cambio climático global?

#### Para aprender más

Observe el “Ciclo del carbono” en la página del estudiante, y vea si hay algunas partes del ciclo del carbono que no están incluidas en el juego ¿Cómo las incluirías?

#### Actividad 4. Concentraciones de bióxido de carbono atmosférico

##### Objetivo

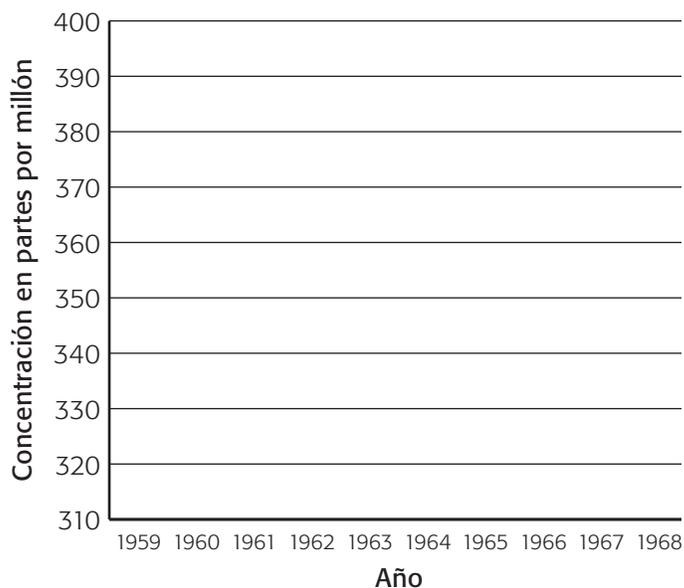
Analizar las tendencias de cambio en las concentraciones de carbono en la atmósfera.

##### Materiales

Copias de la Hoja del Estudiante sobre las concentraciones de CO<sub>2</sub> atmosférico.

##### Procedimiento

1. Divida la clase en equipos y asigne a cada equipo un periodo de entre 5 a 10 años para que lo representen en una gráfica (hay 50 años de datos). Instruya a los equipos de cómo hacer el eje x (el eje horizontal) y el eje y (el eje vertical) para que las gráficas tengan una escala uniforme. En el eje de las x se deberán colocar los años y en el eje y los valores del rango entre 310 a 400 ppm, tal como se presenta en la siguiente figura.



2. Utilizando los datos de 1959 como un ejemplo, recuerde a los estudiantes cómo hacer un gráfico de línea. Primero, ellos dibujan una línea vertical imaginaria desde donde se ubica el año de 1959 en el eje x, y a continuación dibujan una línea horizontal imaginaria desde donde se ubican las 315.98 ppm sobre el eje y. Entonces, donde estas dos líneas se cruzan se dibuja un punto en la gráfica. Para hacer los puntos de la gráfica los estudiantes conectarán todos los puntos después de haberlos trazado.

## Tema 2 - Actividades

### El ciclo del carbono

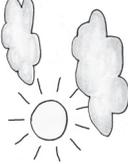
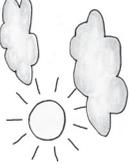
---

3. Que los equipos realicen gráficas de sus datos y tracen las líneas que conectan los puntos. Coloque las gráficas de los equipos en orden cronológico, enlazándolas por el eje de las x para así hacer una gran gráfica.
4. Pida a los estudiantes que compartan con todo el grupo sus observaciones sobre la gráfica. Entre los puntos a comentar pregunte:
  - ¿Cuál patrón fue evidente en la gráfica de 50 años?
  - ¿Cómo se comparan los datos de los últimos 5 años con los de los primeros cinco años?
  - El nivel de CO<sub>2</sub> durante 1860 fue aproximadamente de 280 ppm, ¿cómo se compara el incremento entre 1860 a 1958 con el de 1958 a 2009?
  - ¿Qué piensan que ocasionó el incremento en CO<sub>2</sub>?
  - Observando la gráfica ¿en cuánto considera el nivel de CO<sub>2</sub> para el año 2020? ¿para 2050?
  - ¿Cuáles factores podrían influenciar estas predicciones?
  - ¿Cómo podría afectar el cambio de CO<sub>2</sub> a las personas y a otros seres vivos?
5. Utilizando la información de los antecedentes, ayude a los estudiantes a entender la causa del cambio con relación al CO<sub>2</sub> y como podría afectar a los mexicanos.

# Tema 2 - Hoja del estudiante

## Actividad 3. Las estaciones del ciclo del carbono en los bosques

Profesor(a): Corte las siguientes tarjetas y coloque una en cada estación alrededor del aula de clases.

<b>Estación de la atmósfera (aire)</b>		<b>¿A dónde voy?</b>
<b>Número</b>	<b>¿Qué ocurre?</b>	
1	Un árbol te toma por medio de la fotosíntesis.	 Árbol
2	Un árbol te toma por medio de la fotosíntesis.	 Árbol
3	Te quedas en la atmósfera.	 Atmósfera
4	Te quedas en la atmósfera.	 Atmósfera
5	Te quedas en la atmósfera.	 Atmósfera
6	Te quedas en la atmósfera.	 Atmósfera

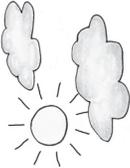
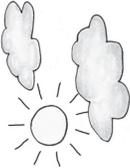
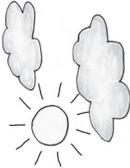
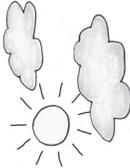
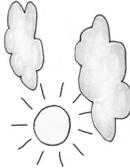
## Tema 2 - Hoja del estudiante

### Actividad 3. Las estaciones del ciclo del carbono en los bosques

<b>Estación del árbol</b>		<b>¿A dónde voy?</b>
<b>Número</b>	<b>¿Qué ocurre?</b>	
<b>1</b>	El árbol te usa para crecer, te almacena en su tallo.	 <p>Árbol</p>
<b>2</b>	Te quedas en el tallo del árbol.	 <p>Árbol</p>
<b>3</b>	Alguien corta el árbol y lo usa como leña.	 <p>Leña</p>
<b>4</b>	Alguien corta el árbol y lo convierte en productos de madera.	 <p>Producto de madera</p>
<b>5</b>	Te conviertes en parte de una nuez y te come un animal.	 <p>Animal</p>
<b>6</b>	Una tormenta hace caer al árbol y este muere.	 <p>Tronco caído</p>

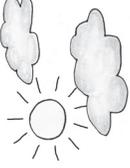
## Tema 2 - Hoja del estudiante

### Actividad 3. Las estaciones del ciclo del carbono en los bosques

<b>Estación de la leña</b>		<b>¿A dónde voy?</b>
<b>Número</b>	<b>¿Qué ocurre?</b>	
<b>1</b>	La madera se quema. Te liberas a la atmósfera.	 Atmósfera
<b>2</b>	La madera se quema. Te liberas a la atmósfera.	 Atmósfera
<b>3</b>	La madera se quema. Te liberas a la atmósfera.	 Atmósfera
<b>4</b>	La madera se quema. Te liberas a la atmósfera.	 Atmósfera
<b>5</b>	La madera se quema. Te liberas a la atmósfera.	 Atmósfera
<b>6</b>	La madera se quema. Te liberas a la atmósfera.	 Atmósfera

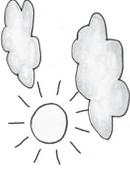
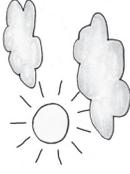
## Tema 2 - Hoja del estudiante

### Actividad 3. Las estaciones del ciclo del carbono en los bosques

<b>Estación del producto de madera</b>		<b>¿A dónde voy?</b>
<b>Número</b>	<b>¿Qué ocurre?</b>	
<b>1</b>	Te quedas almacenado en el producto de madera.	Producto de madera 
<b>2</b>	Te quedas almacenado en el producto de madera.	Producto de madera 
<b>3</b>	Te quedas almacenado en el producto de madera.	Producto de madera 
<b>4</b>	El producto se arruina, es reparado. Te quedas almacenado en él.	Producto de madera 
<b>5</b>	El producto se arruina y es quemado. Eres liberado a la atmósfera.	Atmósfera 
<b>6</b>	El producto se arruina y es quemado. Eres liberado a la atmósfera.	Atmósfera 

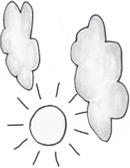
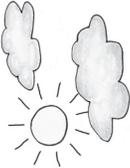
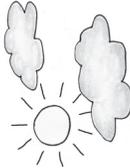
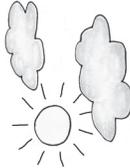
# Tema 2 - Hoja del estudiante

## Actividad 3. Las estaciones del ciclo del carbono en los bosques

<b>Estación del tronco caído</b>		<b>¿A dónde voy?</b>
<b>Número</b>	<b>¿Qué ocurre?</b>	
<b>1</b>	Te quedas almacenado en el tronco caído.	 Tronco caído
<b>2</b>	Te quedas almacenado en el tronco caído.	 Tronco caído
<b>3</b>	Te quedas almacenado en el tronco caído.	 Tronco caído
<b>4</b>	El tronco caído se descompone. Eres liberado a la atmósfera.	 Atmósfera
<b>5</b>	El tronco caído se descompone. Eres liberado a la atmósfera.	 Atmósfera
<b>6</b>	El tronco caído se descompone. Eres liberado a la atmósfera.	 Atmósfera

# Tema 2 - Hoja del estudiante

## Actividad 3. Las estaciones del ciclo del carbono en los bosques

<b>Estación del animal</b>		<b>¿A dónde voy?</b>
<b>Número</b>	<b>¿Qué ocurre?</b>	
1	El animal respira (te exhala). 	 Atmósfera
2	El animal respira (te exhala). 	 Atmósfera
3	El animal te almacena en sus células. 	 Animal
4	Al animal se lo come otro animal. 	 Animal
5	El animal se muere y se descompone. Eres liberado a la atmósfera. 	 Atmósfera
6	El animal se muere y se descompone. Eres liberado a la atmósfera. 	 Atmósfera

## Tema 2 – Hoja del estudiante

### Actividad 4. Concentraciones de bióxido de carbono atmosférico

Desde 1959, los científicos han medido la cantidad de CO<sub>2</sub> en la atmósfera de la Tierra desde un lugar en el volcán Mauna Loa en Hawaii, un grupo de islas en el sur del Océano Pacífico. Este lugar tiene uno de las mejores ubicaciones para medir el CO<sub>2</sub> porque no hay plantas o actividad humana en los alrededores, que puedan influenciar las mediciones. (Cualquier ventilación de gas no se toma en cuenta en los registros.) Los datos de Mauna Loa son considerados como registros exactos de la concentración de CO<sub>2</sub> en la región.

#### Concentraciones de CO<sub>2</sub> atmosférico desde 1959 hasta 2014

Año	Promedio anual	Año	Promedio anual	Año	Promedio anual
1959	315.98	1979	336.85	1999	368.31
1960	316.91	1980	338.69	2000	369.48
1961	317.64	1981	339.93	2001	371.02
1962	318.45	1982	341.13	2002	373.10
1963	318.99	1983	342.78	2003	375.64
1964	319.62	1984	344.42	2004	377.38
1965	320.04	1985	345.90	2005	379.67
1966	321.38	1986	347.15	2006	381.84
1967	322.16	1987	348.93	2007	383.55
1968	323.05	1988	351.48	2008	385.34
1969	324.63	1989	352.91	2009	387.35
1970	325.68	1990	354.19	2010	389.78
1971	326.32	1991	355.59	2011	391.57
1972	327.45	1992	356.37	2012	393.82
1973	329.68	1993	357.04	2013	396.48
1974	330.25	1994	358.89	2014	398.61
1975	331.15	1995	360.88	2015	400.83
1976	332.15	1996	362.64		
1977	333.90	1997	363.76		
1978	335.51	1998	366.63		

# Tema 3

## Árboles y carbono

### Resumen

Los bosques almacenan más carbono que cualquier otro ecosistema terrestre y la tasa de pérdida de la cobertura boscosa es una de las causas principales que generan el cambio climático.<sup>5</sup> En este tema los estudiantes profundizarán sobre el papel que realizan los bosques para capturar carbono a través de la medición de un árbol y la estimación de la cantidad de carbono que éste tiene almacenado.

### Objetivos

- Los estudiantes realizarán un pequeño experimento para visualizar la producción de CO<sub>2</sub> en la combustión y desarrollarán un protocolo para estimar el contenido de carbono en árboles.
- Que el alumno comprenda el papel fundamental de los árboles en la captura de carbono.
- Los estudiantes entenderán que los árboles más altos y grandes tienen mayor capacidad para almacenar más carbono.

### Evaluación

Evalúe la comprensión de los estudiantes sobre el tema, pídeles que escriban un párrafo o que dibujen un diagrama en el que expliquen cómo medir un árbol, para así poder determinar la cantidad de carbono almacenado.

### Materias

- Ciencias Naturales
- Matemáticas
- Ciencias Sociales

### Habilidades

- observar
- comparar y contrastar
- analizar e interpretar

### Antecedentes

En esta sección se aborda el papel que juegan los bosques y las selvas dentro del Ciclo del carbono. Este es uno de los puntos de encuentro entre nuestras comunidades y los grandes ciclos del planeta.

Las plantas utilizan el carbono como materia prima de todos sus tejidos, y en especial para los tejidos de soporte. A medida que los árboles crecen absorben el dióxido de carbono de la atmósfera y almacenan

el carbono en sus troncos, ramas y raíces. Debido a que los bosques almacenan más carbono del que liberan, se les conoce como “sumideros” de carbono. Como recordarás, dentro del ciclo del carbono, los bosques y las selvas son considerados como uno de los almacenes de carbono (en forma sólida) más importantes dentro del ciclo de este elemento.

Las plantas absorben el CO<sub>2</sub> del aire y a través de las reacciones bioquímicas de la fotosíntesis utilizan la energía que proviene del sol para separar las moléculas de CO<sub>2</sub> que absorbieron, además de agua que absorben del suelo. El producto residual de esta reacción es el oxígeno, el cual es liberado de regreso hacia la atmósfera.

Una vez aislado el átomo de carbono del oxígeno, la planta puede sintetizar todas las moléculas que requiere para vivir, como carbohidratos, almidones, azúcares, celulosa, etc. Todas estas moléculas tienen una estructura básica de carbono, y la planta nuevamente requiere de energía para realizar estos procesos de síntesis. (Durante la noche, una planta no dispone de energía solar, así que respira igual que los animales para sintetizar su alimento).

La cantidad de carbono que cada árbol individual puede almacenar depende de la especie, tamaño y la edad del árbol. Para una misma especie, a mayor tamaño mayor cantidad de carbono almacenado. También, los árboles que crecen más rápido aumentan su volumen más rápidamente pero la densidad de su madera y carbonosuelen ser menores que los que crecen más lento.

Cuando quemamos leña, el CO<sub>2</sub> almacenado en la madera regresa a la atmósfera. La deforestación, provoca que el carbono almacenado en la madera regrese hacia la atmósfera. Si este proceso se realiza de manera moderada, los cambios en la concentración de CO<sub>2</sub> en la atmósfera pueden ser regulados por el

<sup>5</sup> Fuentes: <http://www.wri.org/publication/content/8272>; <http://www.fao.org/docrep/003/y0900e/y0900e06.htm>; <http://www.climate.org/publications/Climate%20Alerts/sept2012/where-is-the-carbon.html>

## Tema 3

# Árboles y carbono

---

propio ciclo del carbono, sin demasiado problema. Los problemas comienzan cuando las actividades de destrucción de los bosques aumentan demasiado a escala planetaria, ya que la población humana sigue creciendo y demanda cada vez más alimentos y recursos. Si a todo el CO<sub>2</sub> que produce la industria y el transporte le agregamos todo el CO<sub>2</sub> que produce la destrucción de los bosques, entonces la atmósfera comienza a acumular niveles de CO<sub>2</sub> peligrosos, y a causa del efecto invernadero incrementa su capacidad de acumular calor, en consecuencia, la temperatura del planeta aumenta.

Cuando las comunidades protegen a sus bosques y cuidan de que el uso sea moderado, están ayudando a mantener estables los niveles de CO<sub>2</sub> en el aire, están manteniendo los reservorios de carbono en buen estado. Es decir, la cultura del cuidado y el uso adecuado de los bosques, además de proveernos de recursos para nuestra vida diaria (madera, alimento, resinas, material de construcción), y de formar parte de nuestra identidad cultural, también tiene un papel esencial para conservar el clima de la Tierra,

manteniendo temperaturas estables y moderadas para que los procesos de la vida continúen a lo largo del tiempo.

Los bosques están entre los sumideros de carbono más importantes. Almacenan alrededor de 289 millones de toneladas métricas (ton) de carbono sólo en los árboles y las plantas. El carbono total almacenado en los bosques—incluyendo los árboles, plantas, madera muerta, material en descomposición y el suelo, es más que todo el carbono en la atmósfera.<sup>6</sup> Los bosques almacenan más carbono que cualquier otro ecosistema terrestre, y más carbono que todos los depósitos de petróleo del mundo.<sup>7</sup>

Al almacenar el carbono, los bosques disminuyen el porcentaje de bióxido de carbono que se acumula en la atmósfera. Una forma por la cual las personas deseamos reducir o revertir la acumulación de CO<sub>2</sub> en la atmósfera terrestre -y el cambio climático global- es incrementando la cantidad de carbono almacenada en los bosques.

<sup>6</sup> Fuente: <http://www.fao.org/news/story/en/item/40893/icode/>

<sup>7</sup> Fuente: <http://www.fao.org/forestry/52980/es/>

# Tema 3 - Actividades

## Árboles y carbono

### Actividad 1. La cascada de humo

#### Objetivo

Observar la combustión del papel y la conversión del carbono de estado sólido a bióxido de carbono gaseoso.

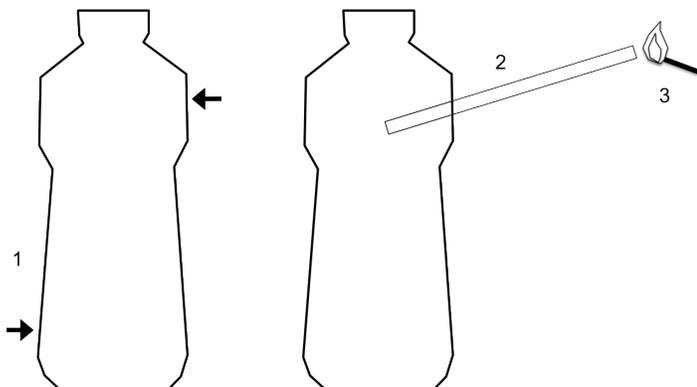
#### Materiales

- una botella de plástico transparente
- una hoja de papel
- tijera
- cerillos

#### Procedimiento

Esta actividad puede realizarse en equipos de 5 o 6 integrantes, procure hacerla en un lugar ventilado pero sin mucho viento.

1. Cada equipo tomará una botella de plástico cerrada y le hará dos agujeros pequeños en el costado de la botella, uno en la parte superior y otro en la parte inferior.
2. Con una tira de papel se hará un cilindro hueco del tamaño de un lápiz y uno de sus extremos se introducirá en el agujero superior de la botella de tal forma que quede inclinado hacia abajo.
3. Con cuidado se encenderá con un cerillo el otro extremo y se observa lo que sucede.



4. Una vez finalizado el experimento, discuta con los estudiantes:
  - ¿De qué está formada la hoja de papel y cuáles fueron los residuos que dejó la hoja al quemarse?
  - ¿Qué sucede cuando se quema madera, y qué sucede cuando la madera se descompone?
  - ¿Qué cantidad de residuos se liberan cuando ocurre un incendio en el bosque?
  - ¿Cómo se contrarresta la liberación de residuos?

- ¿Cuánto carbono puede capturar y almacenar un árbol?

### Actividad 2. Medición del contenido de carbono de un árbol

#### Objetivo

Estimar el contenido de carbono que puede tener un árbol.

#### Materiales

- regla
- cinta para medir
- cuaderno de anotaciones u Hoja del estudiante

#### Preparación

Antes de comenzar la actividad seleccione uno o más árboles para que los estudiantes los midan.

#### Procedimiento

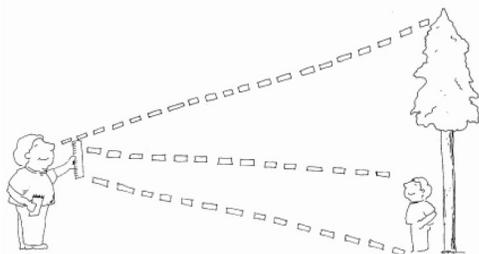
1. Recuerde a los estudiantes sobre el ciclo del carbono aprendido en el Tema 2, y pregunte:
  - ¿En qué parte del ciclo del carbono se almacena el carbono? (Árboles y productos de madera)
  - ¿Cuánto carbono piensan que puede almacenar un árbol?
  - ¿Creen que los árboles grandes almacenan más o menos carbono que uno pequeño? ¿Cuál es la razón para eso?
2. Explique que, como los bosques contienen muchos árboles, constituyen uno de los depósitos de carbono más grande del mundo. Los estudiantes aprenderán cómo medir un árbol y luego utilizarán esa información para determinar cuánto carbono está almacenado en el árbol.
3. Lleve a los estudiantes a medir el árbol o árboles seleccionados. Los estudiantes deben llevar sus cuadernos para anotar las medidas.
4. Pida a los estudiantes que calculen la circunferencia del árbol (qué tan grande es el per metro) en centímetros, y que lo anoten en sus cuadernos.
5. Comente que los técnicos forestales siempre miden el ancho de un árbol a una altura de 1.3 metros arriba del suelo. Para que vean por qué este estándar es tan importante, ayude a los estudiantes a medir la circunferencia del árbol a 0.5 metros, 1 metro, 2 metros desde el suelo usando una cuerda y una regla, o una cinta para medir. Pregunte a los

## Tema 3 - Actividades

# Árboles y carbono

estudiantes qué pasaría si todos midiéramos los árboles a diferentes alturas. (Cada uno obtendría diferentes resultados.)

- Ayude a los estudiantes a medir la circunferencia a 1.3 metros, que anoten sus mediciones en sus cuadernos (Ver Hoja del Estudiante). Solicite a los estudiantes que comparen sus mediciones reales con sus mediciones calculadas.
- Divida la clase en parejas, y pídale a cada pareja que determine la altura de un árbol usando el siguiente método:



- El estudiante A se para en la base del árbol.
  - El estudiante B sostiene la regla o el lápiz a la distancia del brazo totalmente extendido, a una distancia lejos del árbol.
  - El estudiante B alinea la parte de abajo de la regla o del lápiz con los pies del estudiante A y coloca el pulgar para marcar el lugar donde se alinea con la cabeza del estudiante B. Esta longitud representa la altura a escala del estudiante A.
  - El estudiante B mueve la regla o el lápiz para ver cuántas alturas (a escala) del estudiante A se necesitan para llegar a la punta del árbol.
  - El estudiante B mide la altura real del estudiante A y la multiplica por el resultado anterior. Por ejemplo: si la altura del estudiante A es 140 cm y para alcanzar la punta del árbol se necesitan 6 alturas a escala, entonces la altura del árbol es  $140 \times 6 = 8.4$  m.
- Los estudiantes pueden anotar las mediciones en sus cuadernos usando “Muestra de Hoja de datos para el Registro de Mediciones de Árboles” Que las parejas comparen sus cálculos de la altura del árbol. ¿Qué tan parecidas son? ¿Qué podría explicar la diferencia?
  - Ayude a los estudiantes a usar la Hoja del estudiante sobre “¿Cómo Cuánto Carbono Hay en un Árbol?” para que determinen la cantidad aproximada de carbono almacenada en un árbol.

- Pregunte a los estudiantes ¿Cuáles fueron los árboles con mayor contenido de carbono, cuáles los de menor contenido? De dos árboles con la misma circunferencia pero diferente altura, ¿cuál tiene más carbono? De dos con la misma altura pero diferente circunferencia, ¿cuál tienen más carbono? ¿Los árboles medidos podrían almacenar más carbono? ¿Hay otros bosques en la región que puedan almacenar más carbono? ¿En qué otras plantas se almacena carbono?

### Para aprender más

Ayude a que los estudiantes usen una guía de campo o consulten a una persona mayor o un técnico forestal para identificar las especies de los árboles que midieron. En general, ¿cómo se compara el tamaño de esta especie de árbol a otros árboles descritos en la página? Averigüe cómo los trabajadores forestales en su comunidad miden los árboles y para qué usan las medidas de los árboles.

## Actividad 3. Medición del contenido de carbono en un bosque o sistema agroforestal

### Objetivo

Evaluar la biomasa y el carbono por unidad de superficie [ton de C/ ha], almacenado en árboles maduros de un bosque o sistema agroforestal. En la actividad previa, los estudiantes aprendieron cómo medir un árbol y utilizaron esa información para estimar cuánto carbono está almacenado en el árbol. Poniendo en práctica estos conocimientos determinarán aproximadamente cuánto carbono hay almacenado en un bosque o sistema agroforestal de su localidad.

### Materiales

- 2 cuerdas de 22 m (marcadas a 1 m en cada extremo)
- 12 estacas pintadas de naranja o rojo de 40 cm
- 1 flexómetro de 3 m (o 1 cinta de costurera)
- cinta forestal de 30 m (opcional)
- formato (Hoja del estudiante) y tabla de soporte
- croquis auxiliar de la superficie de muestreo
- ecuaciones alométricas acordes con el sitio de estudio (ecuación 1 y cuadro 1)\*

### Atecedentes

El carbono que almacenan los árboles se encuentra en los troncos, en las ramas, en sus hojas y en las raíces; sin embargo, cuando se realiza una estimación del carbono se especifica que se está midiendo la biomasa aérea, porque es muy complicado medir las raíces de los árboles. Y cuando hablamos de medir el carbono de la

## Tema 3 - Actividades

### Árboles y carbono

biomasa aérea, nos estamos refiriendo exclusivamente a la estimación del carbono contenido en los troncos de los árboles, que es donde se concentra la mayor proporción de este elemento. Este tipo de mediciones son muy útiles para comparar las diferencias que existen entre distintos tipos de vegetación respecto a la cantidad de carbono que almacenan las plantas que habitan en los distintos ecosistemas terrestres.

Los proyectos de pago por servicios ambientales toman en cuenta la especie, el número y el tamaño de los árboles presentes en un área o los que se planea sembrar. Asimismo, los árboles proveen de otros beneficios al agricultor y al medio ambiente en general, pues reducen la erosión, frenan la escorrentía, ofrecen sitios de descanso o refugio para algunos animales, pueden servir como abono verde a los cultivos, ofrecen sombra y reducen la elevada temperatura en las primeras capas del suelo.

#### Preparación

Repasen la actividad previa en donde se enseña cómo se estima la cantidad de carbono de un árbol basados en la altura y el ancho del tronco. Posteriormente ubiquen algún sitio arbolado que tenga una superficie mínima de 2500 m<sup>2</sup> (50 m x 50 m, es decir, 1/4 ha) en donde establecerán su parcela de muestreo. Debe elegirse un sitio adecuado para establecer la parcela experimental, considerando que debe quedar cerca de la escuela, en un sitio accesible y que no presente riesgos para la seguridad de los alumnos.

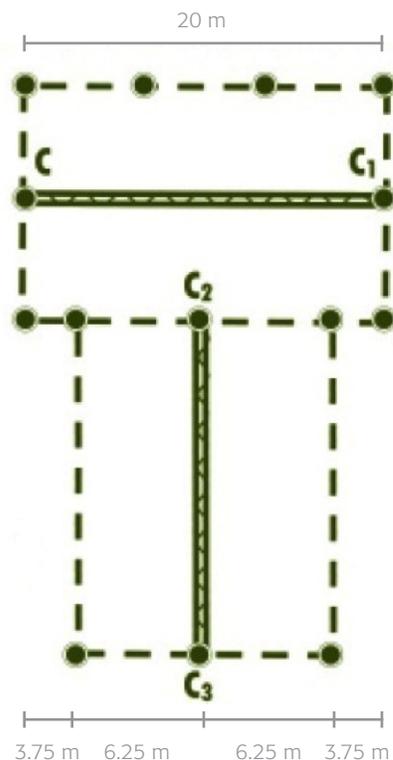
#### Procedimiento

##### Establecimiento de la parcela de muestreo

En la Figura 1 se muestra un esquema con las características que debe tener la parcela de muestreo. En el centro del sitio elegido se marcan dos rectángulos que forman entre ellos una "T". Las parcelas deben marcarse con las cuerdas y las estacas, cada parcela debe medir 20 m x 12.5 m (500 m<sup>2</sup>). De preferencia, el lado mayor de uno de los rectángulos se debe ubicar sobre la pendiente menos pronunciada del terreno (cuerda C-C1), y el lado menor sobre la pendiente más pronunciada (C2-C3). Se recomienda establecer 3 parcelas de muestreo para tener una buena representación del sitio, separadas entre sí por 50 metros.

##### Medición de los árboles

1. En cada uno de los rectángulos de nuestra parcela se registra y se mide la circunferencia (a la altura del pecho de una persona, aproximadamente a 1.3



**Figura 2.** Parcela experimental, el rectángulo C-C1 se debe ubicarse sobre la pendiente menor del terreno y el C2-C3 sobre la pendiente mayor. Los círculos oscuros representan las estacas, y las líneas centrales las cuerdas de 20m.

m sobre el suelo) de todos los árboles que tengan más de 31.4 cm de circunferencia. Recuerde a los estudiantes que esta es una medición estándar que es utilizada por los técnicos y los científicos para definir a los árboles maduros y que aportan más biomasa.

2. De preferencia, esta medida debe realizarse con una cinta métrica de costurera o un flexómetro (si no se cuenta con este material se puede utilizar un pedazo de cuerda y una regla; con la cuerda se rodea el tronco y se indica la longitud correspondiente sobre la cuerda y después ésta se mide con la regla). Los datos asociados a cada árbol de la parcela deben anotarse en el formato de la Hoja del estudiante.
3. A partir de la medida de circunferencia calculen el diámetro de cada árbol (en centímetros) o DAP (diámetro a la altura del pecho). La relación para obtener el diámetro a partir del perímetro es la siguiente:  $D = \text{perímetro} / \pi$ . Anoten este dato en la hoja del estudiante.
4. Una vez que se tiene el registro de todos los árboles y sus dimensiones, se utiliza la siguiente ecuación alométrica para calcular la biomasa de cada árbol.

# Tema 3 - Actividades

## Árboles y carbono

### Ecuaciones alométricas de especies con presencia frecuente

Especie	Ecuación alométrica*	Ecuación alométrica*
Palmas ( <i>Bactris spp.</i> )	$Y=10+6.4H$	Frangi y Lugo (1985)
Plátano ( <i>Musa sp.</i> )	$Y=0.0303D^{2.1345}$	Hairiah et. al. (2005)
Naranja ( <i>Citrus sinensis</i> )	$Y=0.279AB+0.000514(AB)^2-6.64$	IPCC (2003)
Café ( <i>Coffea arabica</i> )	$Y=0.2811D^{2.0635}$	Hairiah et. al. (2001)
Pino ( <i>Pinus spp.</i> )	$Y=0.0417D^{2.6576}$	Waterloo (1995)

\*Y=biomasa (kg/árbol); D=diámetro (cm) a 1.3 metros de altura; H=altura total (m); AB=área basal (cm<sup>2</sup>)<sup>8</sup>

$$Y = 0.118 D^{2.53} \quad (1)$$

En donde:

Y = biomasa del árbol (kg/árbol); y

D = DAP, diámetro a la altura del pecho (cm).

Una ecuación alométrica de este tipo se construye a partir de datos promedio de altura y diámetro de distintas especies de árboles. Ésta en particular se diseñó para emplearse en sistemas agroforestales.<sup>9</sup> Se pueden diseñar ecuaciones alométricas particulares para las distintas especies de árboles, pues se sabe que las características de la madera cambian según la especie, en especial su densidad. En el cuadro anterior se muestran algunas ecuaciones útiles que ya han sido calculadas para distintos tipos de árboles de interés comercial.

Para finalizar, se suman los pesos de cada uno de los árboles medidos en las parcelas para obtener el volumen de la biomasa total.

Es importante tomar en cuenta que la medida de la biomasa incluye el peso de la madera (celulosa), el peso del agua que contiene el tronco y el peso del resto de los compuestos orgánicos e inorgánicos que se encuentran en él. Se sabe, por estudios previos,

<sup>8</sup> Rendón N, Soto L. 2007. Metodología rápida para la estimación y monitoreo de captura de carbono, El Colegio de la Frontera Sur. San Cristóbal de Las Casas, Chiapas. 47 p.

<sup>9</sup> Brown, S. 1997. Estimating biomass and biomass change of tropical forests. A primer. Forestry Paper N° 134. FAO. Roma, Italia, 55 pp.

que aproximadamente la mitad de la biomasa total de un árbol es carbono, si dividimos nuestro peso total estimado entre 2 obtendremos finalmente la cantidad total de carbono almacenado en nuestra parcela experimental.

Para que nuestra estimación sea comparable con otras fuentes de información, es necesario obtener el contenido de carbono en una unidad de superficie estándar, como una hectárea (10,000 m<sup>2</sup>), por ejemplo. La superficie de nuestra parcela representa el 5% de una hectárea (500m<sup>2</sup>/10,000m<sup>2</sup>), así que si dividimos el peso total de carbono obtenido sobre 0.05 obtendremos el volumen de carbono en una hectárea (kg/ha).

### Tópico de discusión final

Las estrategias de mitigación del cambio climático están fundamentadas en este tipo de información, es así como, en la medida en que las comunidades sean capaces de generarla, estarán en mejores condiciones para discutir y negociar las acciones de mitigación del cambio climático. Sin duda, el apoyo y la asesoría técnica que pueda ser proporcionada por los especialistas es fundamental para empoderar a las comunidades que poseen los recursos forestales.

Discutan de manera grupal o por equipos ¿cuáles serían las condiciones necesarias para que una comunidad sea capaz de establecer por sí misma planes para evaluar sus recursos forestales? Considera para tu discusión todos los aspectos relacionados con la capacidad de organización de la propia comunidad, es decir, en relación con sus autoridades, sus instituciones educativas, y la participación de sus habitantes en general.

## Tema 3 – Hoja del estudiante

### Actividad 2. ¿Cómo cuánto carbono hay en un árbol?

---

#### Hoja de Datos para el Registro de Mediciones de Árboles

##### Tipo de árbol

¿Qué árbol se está midiendo? \_\_\_

##### Circunferencia del árbol

¿Qué es la circunferencia del árbol?

Calcule (en centímetros): \_\_\_ cm

Circunferencia a la altura del pecho (a 1.3 metros arriba del suelo): \_\_\_ cm

Circunferencia a la altura del pecho, en metros: \_\_\_ m

##### Altura del árbol

Sostenga la regla o el lápiz lejos a la distancia del brazo extendido con la parte de abajo alineada con los pies de su compañero. Marque con su pulgar el lugar donde se alinea la cabeza de su compañero.

Cantidad longitudes de lápices o reglas que se necesitan para llegar a la punta del árbol: \_\_\_

Altura real del compañero: \_\_\_ cm

Altura del árbol = Número de longitudes x altura del compañero: \_\_\_ cm

Altura del árbol, en metros: \_\_\_ m

##### ¿Cómo Cuánto Carbono Hay en este Árbol?

Use la siguiente tabla para encontrar un estimado de la cantidad de carbono almacenado en un árbol, con base en la circunferencia a la altura del pecho y altura del árbol. La cantidad estimada de carbono está en kilogramos.

## Tema 3 - Hoja del estudiante

### Actividad 2. ¿Cómo cuánto carbono hay en un árbol?

Use esta tabla para encontrar un estimado de la cantidad de carbono almacenado en un árbol, en base a la circunferencia a la altura del pecho y altura del árbol. La cantidad estimada de carbono está en kilogramos.

Circunferencia a la altura del pecho (en m)

	0.25	0.5	0.75	1.0	1.25	1.5	1.75	2.0	2.25	2.5	2.75	3.0	3.25	3.5	3.75	4.0	4.25	4.5
2	10	14	19	26	36	48	61	77	95	115	138	162	189	217	248	281	316	353
4	11	18	28	43	62	86	113	145	181	221	266	315	368	425	486	552	622	696
6	13	22	38	60	89	124	165	213	267	327	394	467	547	633	725	823	928	1040
8	14	26	48	77	115	162	217	281	353	433	522	620	726	840	963	1095	1235	1383
10	15	31	57	94	142	200	269	349	439	539	651	773	905	1048	1202	1366	1541	1727
12	16	35	67	111	168	238	321	416	525	645	779	925	1084	1256	1440	1638	1848	2070
14	14	39	76	128	195	276	373	484	610	751	907	1078	1263	1464	1679	1909	2154	2414
16	18	43	86	145	221	315	425	552	696	857	1035	1231	1443	1672	1917	2180	2460	2757
18	19	48	95	162	248	353	477	620	782	963	1164	1383	1622	1879	2156	2452	2767	3101
20	20	52	105	179	274	391	529	688	868	1069	1292	1536	1801	2087	2394	2723	3073	3444
22	21	56	114	196	301	429	581	756	954	1175	1420	1688	1980	2295	2633	2994	3379	3787
24	22	60	124	213	327	467	633	823	1040	1281	1549	1841	2159	2503	2872	3266	3686	4131
26	23	64	133	230	354	505	685	891	1126	1387	1677	1994	2338	2710	3110	3537	3992	4474
28	24	69	143	247	380	544	737	959	1211	1493	1805	2146	2517	2918	3349	3809	4298	4818
30	25	73	152	264	407	582	789	1027	1297	1599	1933	2299	2697	3126	3587	4080	4605	5161
32	26	77	162	281	433	620	840	1095	1383	1705	2062	2452	2876	3334	3826	4351	4911	5505
34	27	81	172	298	460	658	892	1163	1469	1811	2190	2604	3055	3541	4064	4623	5217	5848
36	28	86	181	315	486	696	944	1231	1555	1917	2318	2757	3234	3749	4303	4894	5524	6192
38	29	90	191	332	513	734	996	1298	1641	2023	2446	2910	3413	3957	4541	5166	5830	6535
40	31	94	200	349	539	773	1048	1366	1727	2129	2575	3062	3592	4165	4780	5437	6137	6879
42	32	98	210	366	566	811	1100	1434	1813	2235	2703	3215	3772	4373	5018	5708	6443	7222
44	33	103	219	382	592	849	1152	1502	1898	2341	2831	3368	3951	4580	5257	5980	6749	7565
46	34	107	229	399	619	887	1204	1570	1984	2448	2960	3520	4130	4788	5495	6251	7056	7909
48	35	111	238	416	645	925	1256	1638	2070	2554	3088	3673	4309	4996	5734	6522	7362	8252

Altura (en m)

Estos estimados están basados en el supuesto de que  $V$  (volumen del árbol) =  $0.0567 + 0.5074 * (CBH/m)^2 * H$ ; que  $D$  (densidad de la madera) =  $0.6 \text{ g/cm}^3$ ; que el agua constituye 45% de la masa del árbol; que  $M$  (masa de la madera) =  $0.55 * V * D$ ; y que la masa del carbono en la madera es 0.5 de la masa de la madera.



## Tema 4

# Los bosques de México y los bosques de Chiapas

### Resumen

Los bosques incorporan el carbono en sus estructuras vegetales. El estado de Chiapas ocupa el segundo lugar en diversidad dentro de México, con varios tipos de bosques y selvas en su territorio. En esta sección los estudiantes conocerán la distribución de los bosques y los humanos alrededor del mundo, el proceso de cambio de uso de suelo en el estado de Chiapas, las causas que determinan la pérdida de cobertura boscosa y sus consecuencias.

### Objetivos

- Los estudiantes identificarán las causas de la pérdida de superficie boscosa en el país y, en particular, en el estado de Chiapas.
- Los estudiantes estimarán el porcentaje de cobertura boscosa perdida durante un período de 22 años en el estado de Chiapas.

### Evaluación

Que los estudiantes discutan las causas que provocan la deforestación e identifiquen aquellas que operan en sus comunidades.

### Materias

- Ciencias Naturales
- Ciencias Sociales
- Matemáticas
- Lenguaje

### Habilidades

- analizar
- clasificar y categorizar
- interpretar
- hacer gráficas

### Antecedentes

Los bosques son “sumideros” naturales de carbono pues los árboles absorben el CO<sub>2</sub> e incorporan el carbono a sus troncos, hojas, tallos y raíces. Cuando se tala un bosque el carbono almacenado puede ser liberado de regreso a la atmósfera; si el bosque se quema el carbono se libera rápidamente y, si los troncos cortados se dejan en el suelo o se transforman en artículos de madera, su liberación a la atmósfera y al suelo es lenta, derivada de la descomposición por microorganismos y hongos.

Los bosques constituyen más de un cuarto de la superficie terrestre de la Tierra y almacenan una enorme cantidad de carbono; sin embargo, durante el período de 2000 a 2011 se perdieron aproximadamente

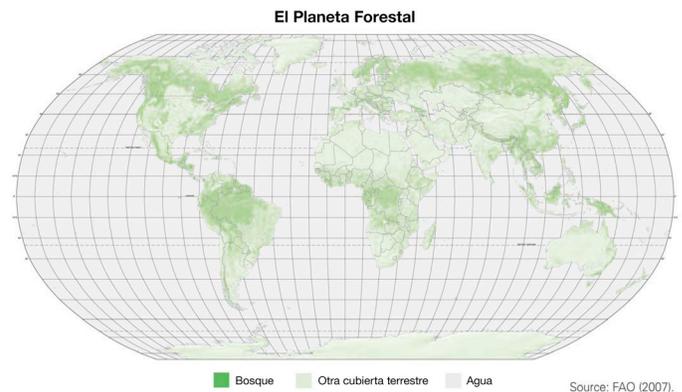


Figura 1. Distribución de los bosques y selvas alrededor del planeta. Fuente: FAO, 2007.

13 millones de hectáreas cada año en todo el mundo, lo equivalente a 1.8 veces la superficie del estado de Chiapas. Se ha estimado que la magnitud de la deforestación en los trópicos equivale a la liberación de 1.5 mil millones de toneladas de carbono anuales a la atmósfera.

Los esfuerzos para reducir los procesos de deforestación y degradación de los bosques contribuyen a disminuir la emisión de gases del efecto invernadero y, en última instancia, el calentamiento global. Las causas principales que explican la pérdida de superficie boscosa son la expansión de la agricultura y la ganadería extensiva, las cuales generan además procesos de desertificación, fragmentación de los hábitats, pérdida de biodiversidad, el cambio climático global y la reducción de los servicios ecosistémicos.

Para evitar la deforestación y la degradación de los bosques, es útil comprender las causas. Las causas o razones de la deforestación son diferentes, dependiendo de la región. En Asia continental, por ejemplo, la explotación de madera comercial es la principal causa de la pérdida de cobertura boscosa,

## Tema 4

# Los bosques de México y los bosques de Chiapas

---

mientras que en África, los factores dominantes son la recolección de leña, el crecimiento de las poblaciones humanas y la poca claridad de los derechos territoriales.

El principal factor de la deforestación en Chiapas es el crecimiento de la frontera agrícola y ganadera; sin embargo también juega un papel importante la extracción de recursos forestales, como la explotación de madera, los incendios forestales provocados por el ser humano, y la degradación de los bosques. Es importante tener en cuenta que estos factores no están aislados, sino que están relacionados entre sí. Por ejemplo, el crecimiento de la población humana demanda nuevos espacios para desarrollar la agricultura y ganadería; así como el desarrollo de nuevas vías de comunicación favorece el acceso a nuevas áreas para explotar los recursos naturales.

El principal factor de la deforestación en Chiapas es el crecimiento de la frontera agrícola y ganadera; sin embargo también juega un papel importante la extracción de recursos forestales, como la explotación de madera, los incendios forestales provocados por el ser humano, así como la expansión de los centros urbanos e industriales. Es importante tener en cuenta que estos factores no están aislados, sino que están relacionados entre sí. Por ejemplo, el crecimiento de la población humana demanda nuevos espacios para desarrollar la agricultura y ganadería; así como el desarrollo de nuevas vías de comunicación favorece el acceso a nuevas áreas para explotar los recursos naturales.

# Tema 4 - Actividades

## Los bosques de México y los bosques de Chiapas

### Actividad 1. Los bosques en el mundo

#### Objetivo

Conocer la distribución de los bosques en el mundo.

#### Materiales

- cuerda o lazo
- cinta de medir
- cinta adhesiva

#### Procedimiento

1. Corte el lazo en las longitudes que se indican, ponga una etiqueta a cada pieza, con la cinta adhesiva que tiene el nombre del continente correspondiente:

- África – 7.5 metros
- Australia – 2.1 metros
- Eurasia – 14.4 metros
- Centro y Sudamérica – 4.8 metros
- Norteamérica – 6.3 metros

Tenga disponible un globo terrestre, un mapamundi, o una copia del mapa del mundo anteriormente mostrado.

2. Divida la clase en cinco grupos y dé a cada uno una pieza de lazo cortado.
3. En un área despejada en el suelo del salón de clases o afuera, que los grupos hagan una figura de su continente. Los estudiantes pueden guiarse viendo en el globo terrestre o en el mapamundi. Ayude a los

estudiantes a que orienten los continentes según su ubicación en el mapa del mundo.

4. Pregunte a los estudiantes cuál continente, piensan ellos, tiene más tierras boscosas y cuál menos. Utilizando la información del cuadro de abajo, que el número indicado de estudiantes se pare dentro de la forma de cada continente, para así representar la distribución de los bosques en los diferentes continentes (si tiene menos de 25 estudiantes en la clase, tendrá que ajustar proporcionalmente el número).
5. Pregunte a los estudiantes cuál es el continente, que en su opinión, tiene la población humana más alta y cuál tiene la menor población. Ahora pregunte cuál continente posee la mayor superficie de bosques o selvas, y si piensan que un solo continente podría contener a la vez, el mayor número de personas y la mayor superficie de bosques y selvas. Utilizando la información del cuadro de abajo, coloque a los estudiantes dentro de los contornos indicados para cada continente, de acuerdo al número total de estudiantes que debe contener cada uno. Cada estudiante representa un porcentaje de la población humana que habita en cada continente, de esta manera podemos representar la distribución de la población en las distintas regiones del planeta (si tiene menos de 25 estudiantes en la clase, tendrá que ajustar proporcionalmente el número de ellos en cada continente).

	Porcentaje de la cubierta boscosa del mundo	Número de estudiantes para representar la distribución de la cubierta boscosa <sup>10</sup>	Porcentaje de la población humana del mundo	Número de estudiantes para representar la distribución de la población <sup>11</sup>
África	13%	3	14%	4
Australia	5%	1	1%	0
Eurasia	47%	12	71%	18
Centro y Sur América	20%	5	9%	2
Norte América	15%	4	5%	1

<sup>10</sup> Cada estudiante representa aproximadamente 16 millones de hectáreas de bosque.

<sup>11</sup> Cada estudiante representa aproximadamente 265 millones de personas.

# Tema 4 - Actividades

## Los bosques de México y los bosques de Chiapas

### Actividad 2. Modificación del paisaje en el tiempo

#### Objetivo

Comprender que el paisaje no es algo estático, que el bosque es un elemento con el que las poblaciones humanas interactúan constantemente y que éste se modifica con una mayor o menor intensidad de uso.

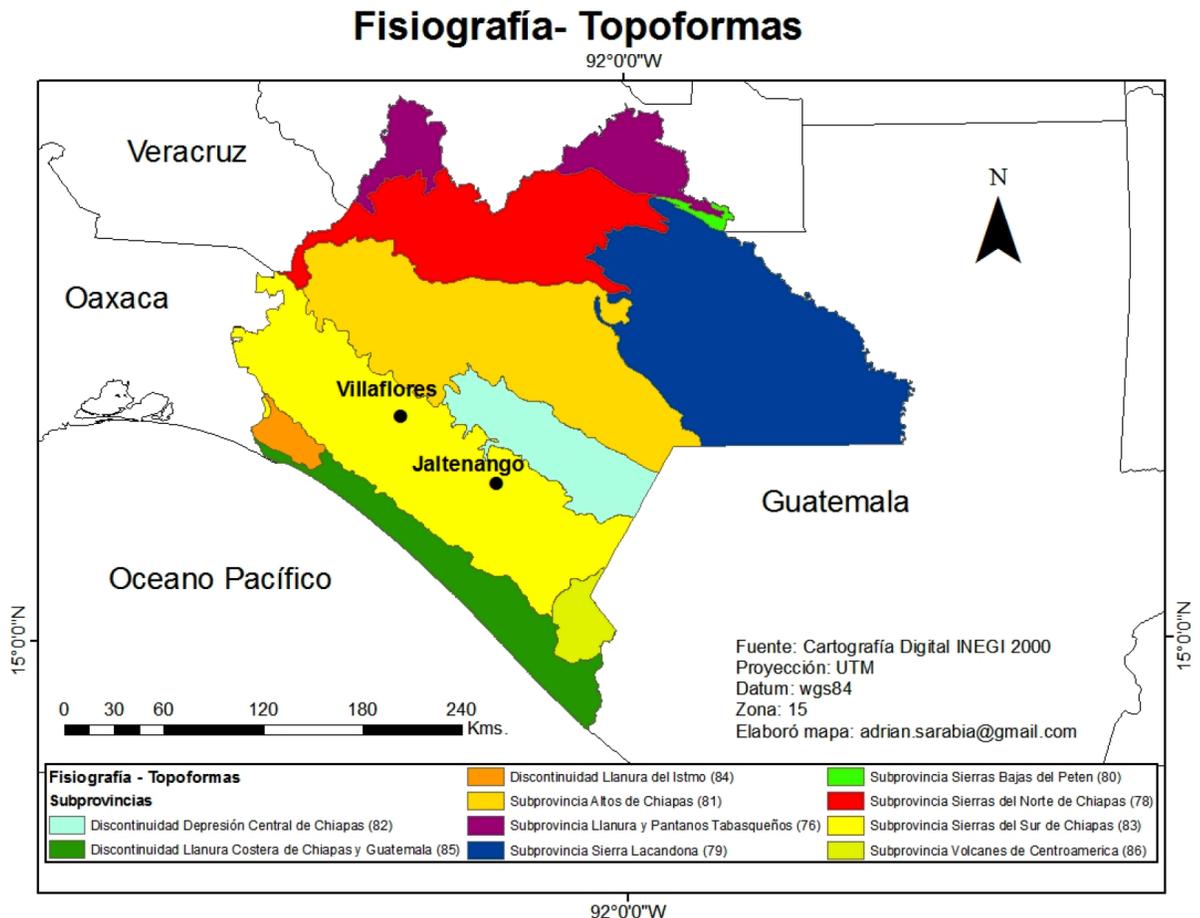
#### Preparación

Esta actividad debe adecuarse a la comunidad en donde se ubique la escuela. Para ello, deben buscarse fotografías viejas (20 años o más) del paisaje local en algún archivo municipal o personal; en caso de no encontrar fotografías, pueden entrevistar a personas ancianas de la comunidad y pedirles que describan los paisajes que ustedes quisieran comparar con su apariencia actual. Es importante que tomen fotografías recientes de los paisajes escogidos.

#### Procedimiento:

1. Una vez que se tengan los pares de fotografías, se pueden formar equipos de estudiantes y a cada uno entregarles un par de fotografías. Se les proporciona en primer lugar la fotografía vieja para que identifiquen el sitio que muestra la foto, el lugar donde fue tomada y los cambios que han ocurrido al día de hoy.
2. Entregue ahora la fotografía reciente para comparar los cambios en el paisaje.
3. Después de analizar las fotografías, discuta con los estudiantes cuál es el estado actual de los bosques de la comunidad ¿Hay hoy más o menos bosque que en el que se aprecia en la fotografía? ¿En qué estado de conservación se encuentra dicho bosque?
4. Pregunte a los alumnos cómo les gustaría que el paisaje fuera después de varios años y qué acciones

Figura 1. Regiones fisiográficas de Chiapas (PACCCH).<sup>12</sup>



<sup>12</sup> Programa de Acción Ante el Cambio Climático del Estado de Chiapas (PACCCH): <http://www.cambioclimaticochiapas.org/portal/>

# Tema 4 - Actividades

## Los bosques de México y los bosques de Chiapas

deberán efectuarse para lograr tal fin.

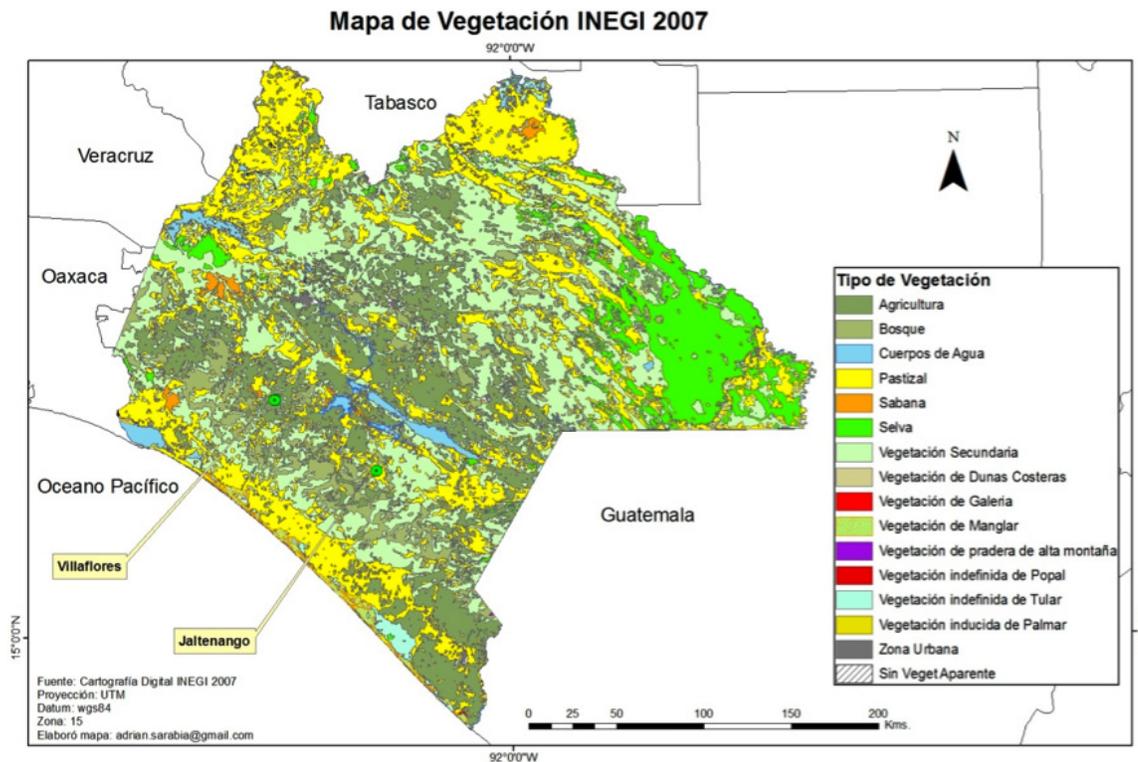
### Los Bosques de Chiapas

El estado de Chiapas es una de las regiones con más biodiversidad en el mundo, entendida ésta como diversidad de especies biológicas, diversidad de ecosistemas, diversidad de paisajes, e incluso como diversidad cultural. Varias causas explican esta condición tan particular del estado, una de las principales la constituye la intensa actividad tectónica que ha generado una orografía muy compleja con sierras, valles y planicies, las cuales abarcan un gradiente de altitud que va de cero a 4100 msnm (Volcán Tacaná). En cada una de estas regiones se generan condiciones climáticas y de suelos muy particulares, debido a lo cual en el territorio de Chiapas podemos encontrar representados la mayoría de los tipos de vegetación de México, con más de 1400 especies arbóreas. Se han clasificado 7 regiones fisiográficas y asociadas a éstas, entre 12<sup>13</sup> y 18<sup>14</sup> tipos de formaciones vegetales.

Los principales tipos de bosques que se encuentran en el estado son:

- Bosques templados: bosques de coníferas (cedro, pino); bosques de pino-encino; bosques de encino; bosques de niebla.
- Bosques tropicales: Selvas húmedas y subhúmedas (altas y medianas)
- Selvas húmedas caducifolias y subcaducifolias (altas, medianas y bajas).

En la siguiente imagen se puede observar la distribución de la cobertura boscosa y el uso de suelo (cultivos) en el estado, como podrás apreciar todavía existe una superficie importante del territorio de Chiapas que posee selvas y bosques, no obstante la fragmentación inducida por pastizales y agricultura, además de la presencia de vegetación secundaria que crece después de talar o incendiarse un bosque primario o natural. Los tonos verdes representan las zonas de bosques templados y selvas húmedas y subhúmedas.



**Figura 1.** Distribución de la cobertura vegetal natural y uso de suelo del estado de Chiapas (PACCCH).<sup>15</sup>

<sup>13</sup> Miranda, F. (1952) La Vegetación de Chiapas. Colección Ciencias Naturales y Geografía, Gobierno del Estado de Chiapas y CONECULTA, 596 pp. Tuxtla Gutiérrez, México.

<sup>14</sup> Breedlove, D.E. (1986) Listados florísticos de México: IV. Flora de Chiapas. UNAM. México.

<sup>15</sup> Ídem.

# Tema 4 - Actividades

## Los bosques de México y los bosques de Chiapas

De acuerdo con la Organización para la Alimentación y la Agricultura (FAO por sus siglas en inglés), casi la mitad de la población del planeta aún depende directamente de la explotación de recursos forestales (3 mil millones de personas), y en Chiapas en particular, esta situación prevalece en buena parte del estado. Es así, que la pérdida de cobertura vegetal natural ha sido muy alta durante las últimas décadas en este estado. Esto es alarmante porque el Estado presenta un mosaico complejo en el que se distribuyen una variedad muy grande de tipos de vegetación.

Las tasas de deforestación en el estado de Chiapas son similares a la nacional, el ritmo de degradación es alarmante, ya que se pierden bosques conservados a una tasa de 3% anual.<sup>16</sup> Durante el período de 1990-2009 la superficie de bosque disminuyó en 120,000 hectáreas y los bosques degradados aumentaron en 670,000 ha; las tasas de deforestación observadas varían según la región. Por ejemplo, las regiones de Los Altos, Fronteriza y Selva presentan las mayores pérdidas de cobertura vegetal (hasta el 21%) comparado con el 11% en el resto del estado. Se perdió una superficie de vegetación natural total de 1,214 km<sup>2</sup> y se degradaron 3,897 km<sup>2</sup> en el estado, sumando estas cantidades resulta 5,111 km<sup>2</sup> que representa aproximadamente el 7% de la superficie del estado. De continuar esta tendencia en el cambio de uso de suelo, para el año 2016 se estarían deforestando 216,000 ha adicionales de bosque.

El proceso de degradación y pérdida de cobertura vegetal se realiza dentro de un ciclo que inicia a partir de una superficie con cobertura vegetal natural (bosques, selvas o vegetación xerófila), la cual puede sufrir un proceso de degradación lenta derivada de su utilización para la extracción de leña o de árboles individuales no sostenible; si este uso se mantiene durante mucho tiempo sin un buen manejo puede generar una superficie transformada totalmente para el uso humano. Una segunda vía la constituye la transformación rápida de la cobertura boscosa en un uso de suelo agrícola o ganadero. El ciclo puede cerrarse cuando una superficie transformada es abandonada y se permite un proceso de regeneración natural de la vegetación; este proceso se ha observado en regiones en donde la migración es alta. Aunque las plantas se regeneren, la biodiversidad difícilmente será la misma.

<sup>16</sup> Programa de Acción Ante el Cambio Climático del Estado de Chiapas, 2011. <http://www.cambioclimaticochiapas.org/portal/descargas/paccch/paccch.pdf>.

### Actividad 3. Los bosques de Chiapas

#### Objetivo

Identificar todos los tipos de vegetación de Chiapas y evaluar los cambios en la cobertura forestal en el período reciente en la región de la Sierra Madre.

#### Forma de trabajo

Por equipos de 5 personas.

#### Materiales

- juego de mapas de los tipos dominantes de vegetación (vegetación de Chiapas)
- juego de mapas del cambio de uso de suelo en una región de la Sierra Madre
- transparencia de matriz de puntos cuadrada
- lista de los mapas de vegetación del estado de Chiapas y de los de cambio de uso de suelo de la región de Villaflores. Fuente: INEGI.
  1. Distribución de los bosques templados
  2. Distribución de los bosques mesófilos
  3. Distribución de las selvas altas perennifolias
  4. Distribución de los pastizales y agricultura de temporal
  5. Mapas de cobertura de los principales usos de suelo en la región de Villaflores, Chiapas (1985, 1994, 2002 y 2007).
  6. Matriz de puntos para estimar la cobertura de los distintos tipos de vegetación y uso de suelo.

#### Procedimiento

##### Parte 1

1. Divida al grupo en equipos de 5 personas y dé a cada equipo 1 mapa de un tipo de vegetación (escala estatal), 1 mapa de uso de suelo en la Sierra Madre (región Villaflores), y una matriz de puntos. Cada uno de los mapas de vegetación representa uno de los principales tipos de cobertura boscosa que se encuentran en el estado de Chiapas, además de un mapa que representa el uso agropecuario (4 mapas en total en escala estatal). El mapa de cambio de uso de suelo representa la cobertura de los distintos tipos de uso de suelo en la región Villaflores, una población ubicada en la Sierra Madre de Chiapas.
2. El mapa de uso de suelo presenta nueve categorías que representan los usos dominantes del suelo en la región del municipio de Villaflores, entre los principales se encuentran: agricultura, ganadería (pastizales inducidos), bosques templados y mesófilos, y selvas, por ejemplo.

# Tema 4 - Actividades

## Los bosques de México y los bosques de Chiapas

3. Pida a los estudiantes que ubiquen en qué región de Chiapas (mapa estatal) se encuentra ubicada su comunidad y cuál es el tipo de vegetación que predomina. Cada equipo debe realizar una descripción general de las características de la vegetación dominante de su localidad, por ejemplo: altura promedio del dosel, clima, especies de árboles dominantes, así como especies de plantas y animales útiles que se extraen del bosque.
4. A cada equipo se le asignará un tipo de vegetación (1 mapa a nivel estatal) para que calculen qué porcentaje de superficie ocupa dicha vegetación con relación a la superficie del estado de Chiapas. Este dato se obtiene de la siguiente manera: Si sobreponemos nuestra matriz de puntos sobre el mapa del estado de Chiapas podremos contar en total 1235 puntos de la matriz. Para estimar la proporción del estado cubierto por el tipo de vegetación que nos fue asignado debemos sobreponer la matriz sobre el mapa de vegetación y contar el número de puntos que caen dentro de los polígonos de vegetación.
5. Mediante una división aritmética simple se obtiene la proporción que ocupa el tipo de vegetación respecto al total del estado de Chiapas, de la siguiente manera:

% del tipo de vegetación a nivel estatal =

# de puntos sobre el polígono verde

# total de puntos dentro de los límites estatales de Chiapas

La cifra obtenida representa el porcentaje de superficie que ocupaba la vegetación asignada en el estado, durante el 2007.

### Parte II

Los estudiantes analizarán mapas de la región de Villaflores para observar con más detalle el cambio de uso de suelo durante el período de 1985 al 2007. Los estudiantes trabajarán en los mismos equipos.

1. A cada equipo se le asignará un mapa de la región de Villaflores de un año específico y se le asignará un solo tipo de uso de suelo para analizar. El profesor deberá explicar a todo el grupo los distintos tipos de uso de suelo representados en los mapas.
2. Cada equipo sobrepone la matriz de puntos sobre el

mapa de uso de suelo, de la misma manera en que lo realizó con los tipos de vegetación de Chiapas. Se debe cuidar que las hojas estén alineadas perfectamente (una manera sería fijando los bordes con cinta adhesiva).

3. El número total de puntos de la matriz que caen dentro de la superficie total del mapa de uso de suelo de la región de Villaflores es de X puntos. Para estimar el porcentaje de la superficie que ocupa el uso de suelo que se asignó a cada equipo deben contarse ahora el total de puntos que caen dentro de los polígonos correspondientes (todos los polígonos del mismo color).
4. El número total de puntos de nuestros polígonos se utilizará para estimar la proporción que ocupa el uso de suelo asignado respecto a la superficie total de la región de Villaflores, de la misma manera en que se realizó para la cobertura boscosa a nivel estatal:

% de la superficie ocupada por un tipo de uso de suelo específico =

# total de puntos contados dentro del uso de suelo correspondiente

# total de puntos del área total del mapa

5. Después de que cada grupo haya terminado su cálculo, compartan sus datos finales para obtener un panorama completo del Estado a lo largo de este período. Pueden utilizar la siguiente tabla:

Año: \_\_\_\_\_

Tipo de vegetación	# puntos	% de la superficie total
Agricultura		
Bosques		
Selvas		
Pastizales naturales		
Pastizales inducidos		
Matorral		

## Tema 4 - Actividades

# Los bosques de México y los bosques de Chiapas

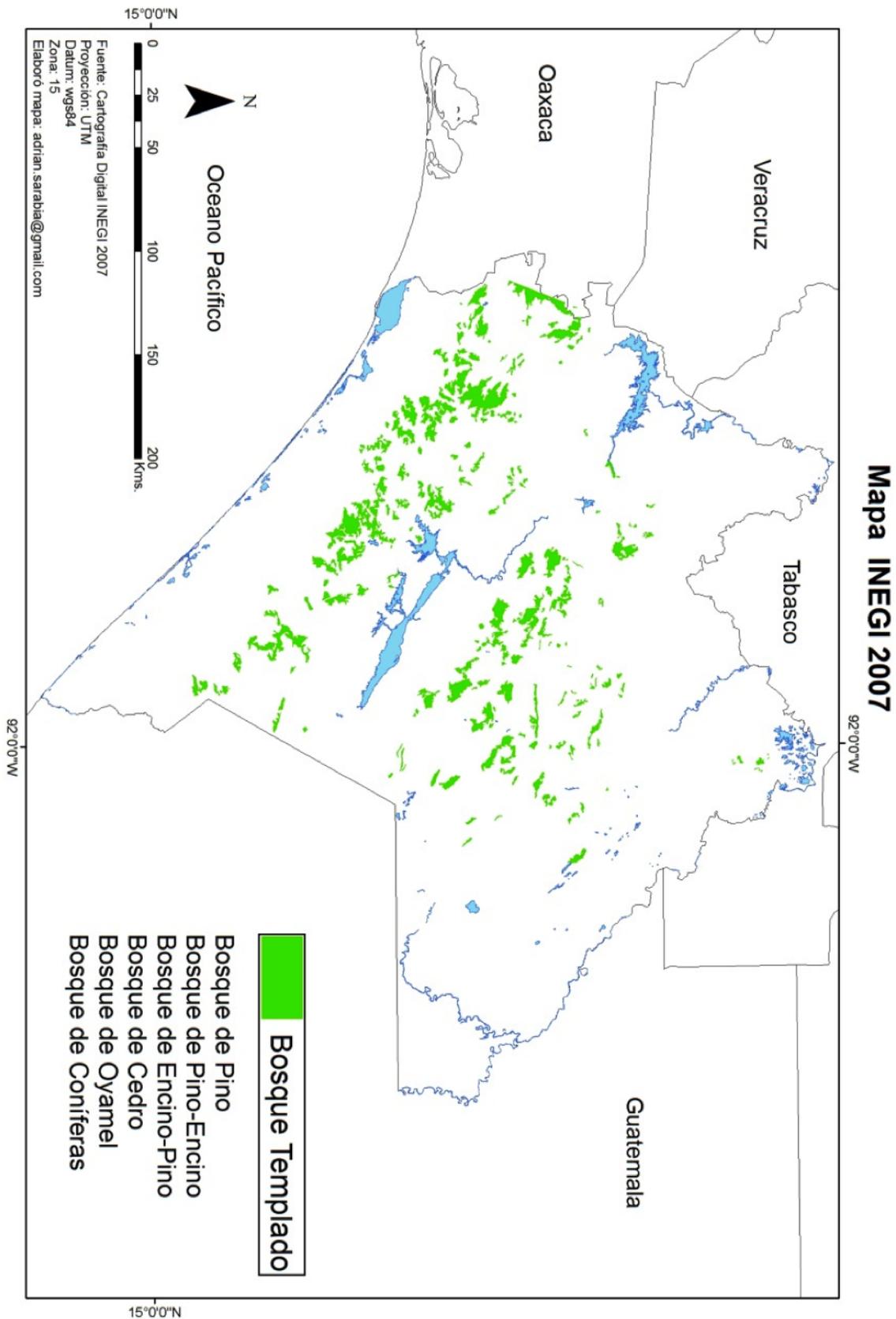
---

### 6. Preguntas para los estudiantes:

- ¿Qué tipo de vegetación perdió más superficie durante el período de estudio (1985-2007) en la región de Villaflores, Chiapas?
- ¿Por qué un tipo de vegetación es más afectado que otro?
- ¿Cuáles pueden ser las causas que explican la pérdida de cobertura boscosa?
- ¿Cuáles son las razones que favorecen el aumento de la superficie de pastizales cultivados? ¿Qué efectos sobre el medio ambiente ocasionan las actividades ganaderas?

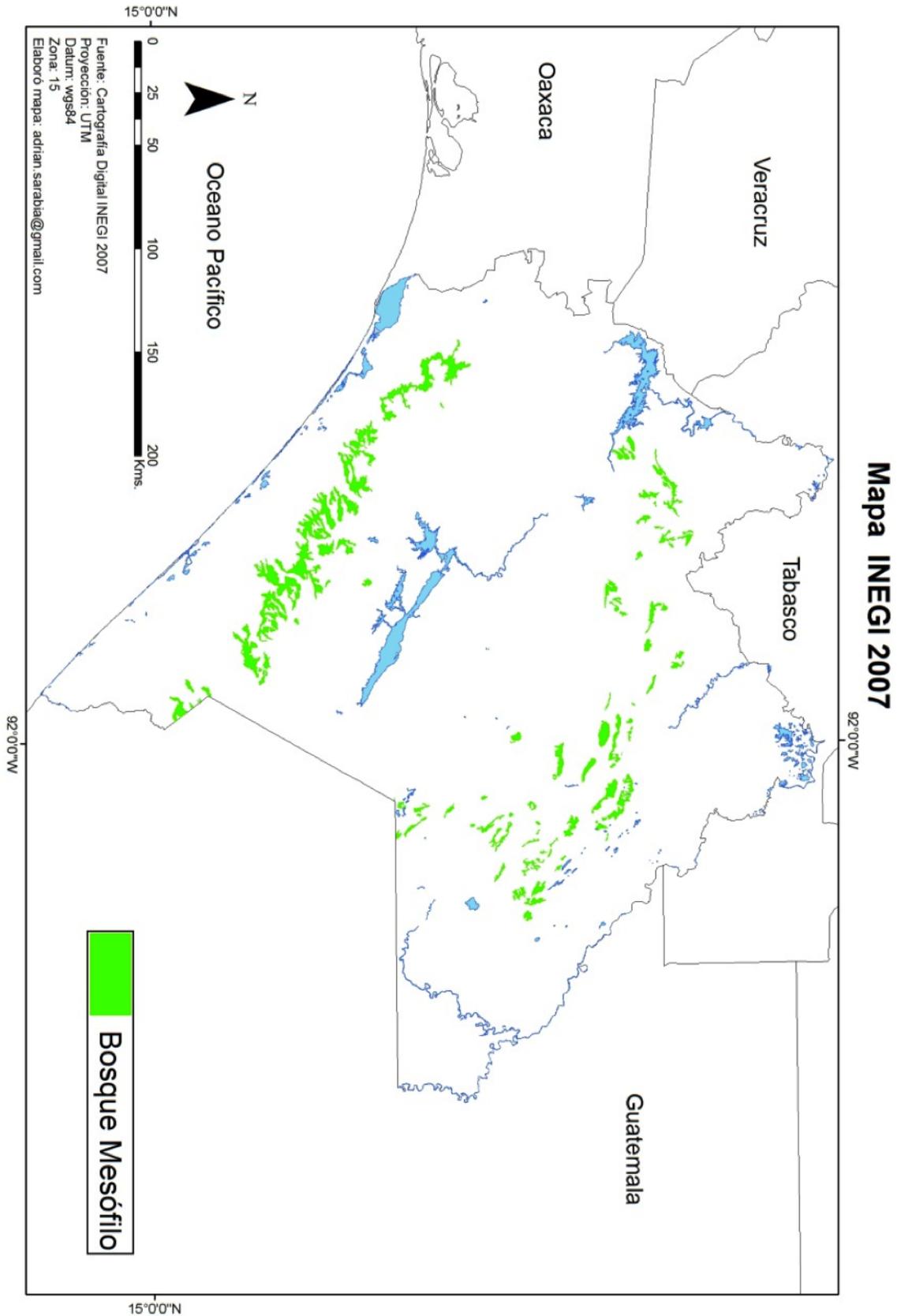
# Tema 4 - Hoja del estudiante

## Actividad 3. Perdida de la cobertura boscosa



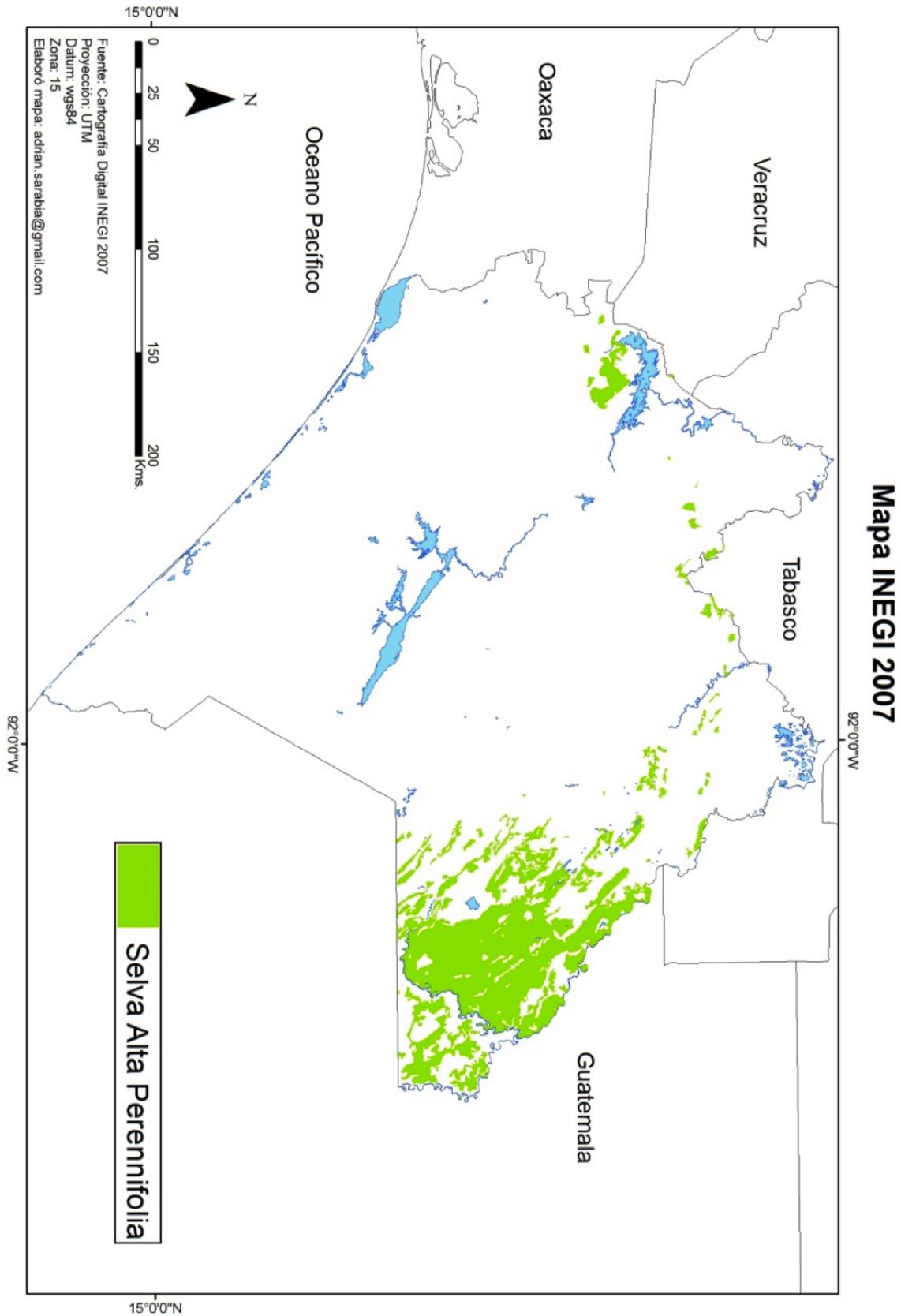
# Tema 4 - Hoja del estudiante

## Actividad 3. Transformación de la vegetación



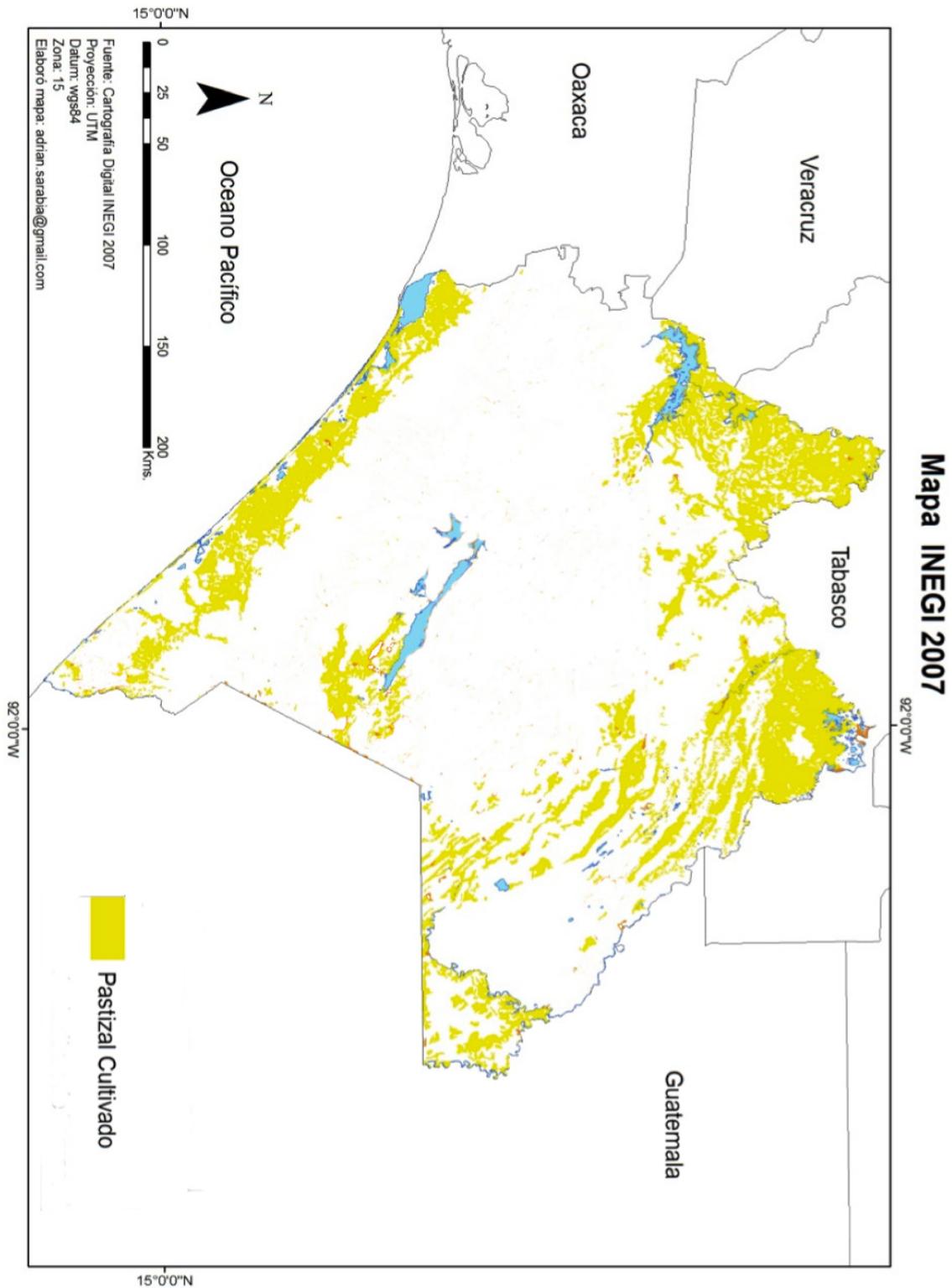
# Tema 4 - Hoja del estudiante

## Actividad 3. Transformación de la vegetación



# Tema 4 - Hoja del estudiante

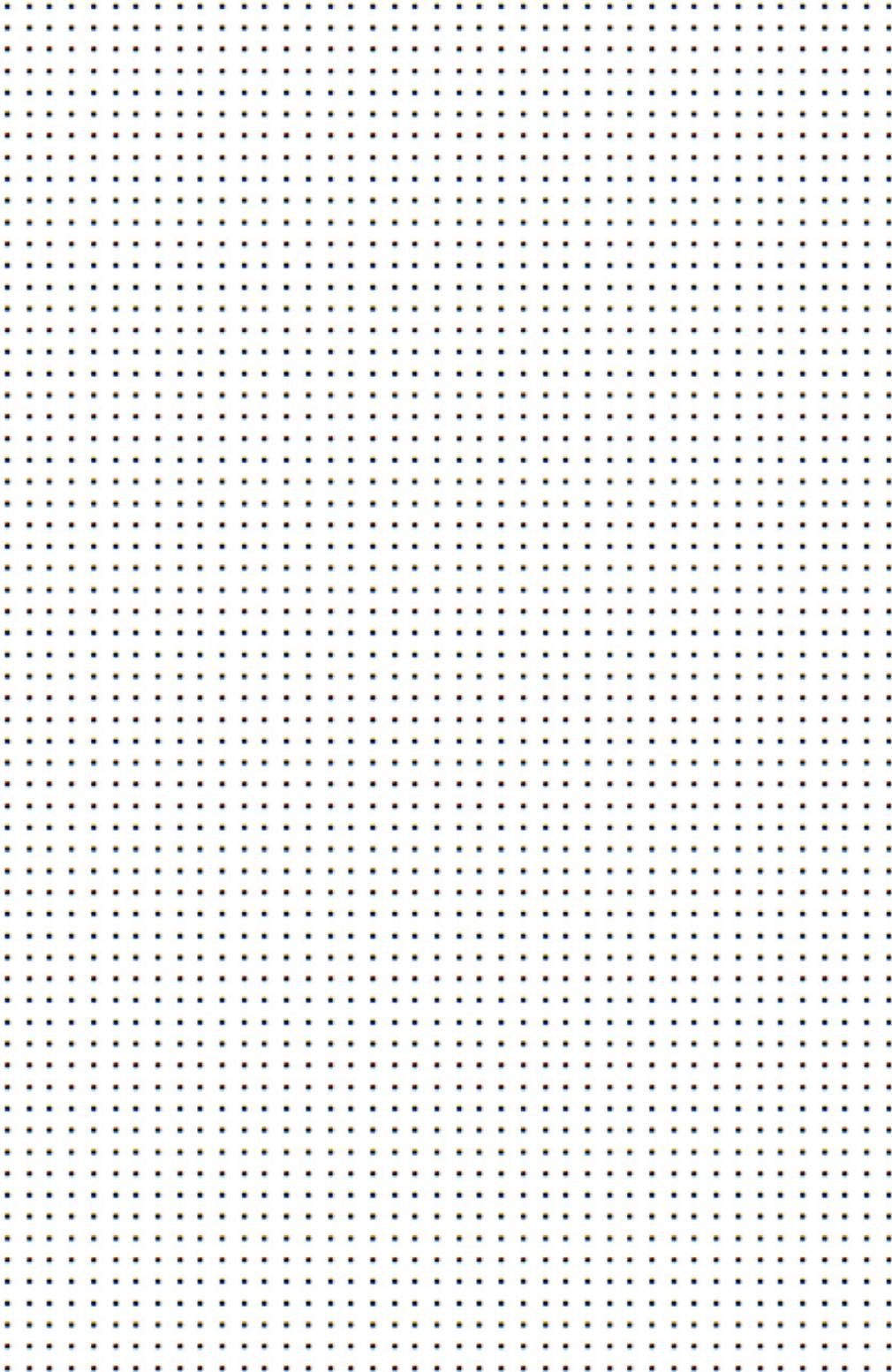
## Actividad 3. Transformación de la vegetación



# Tema 4 - Hoja del estudiante

## Actividad 3. Transformación de la vegetación

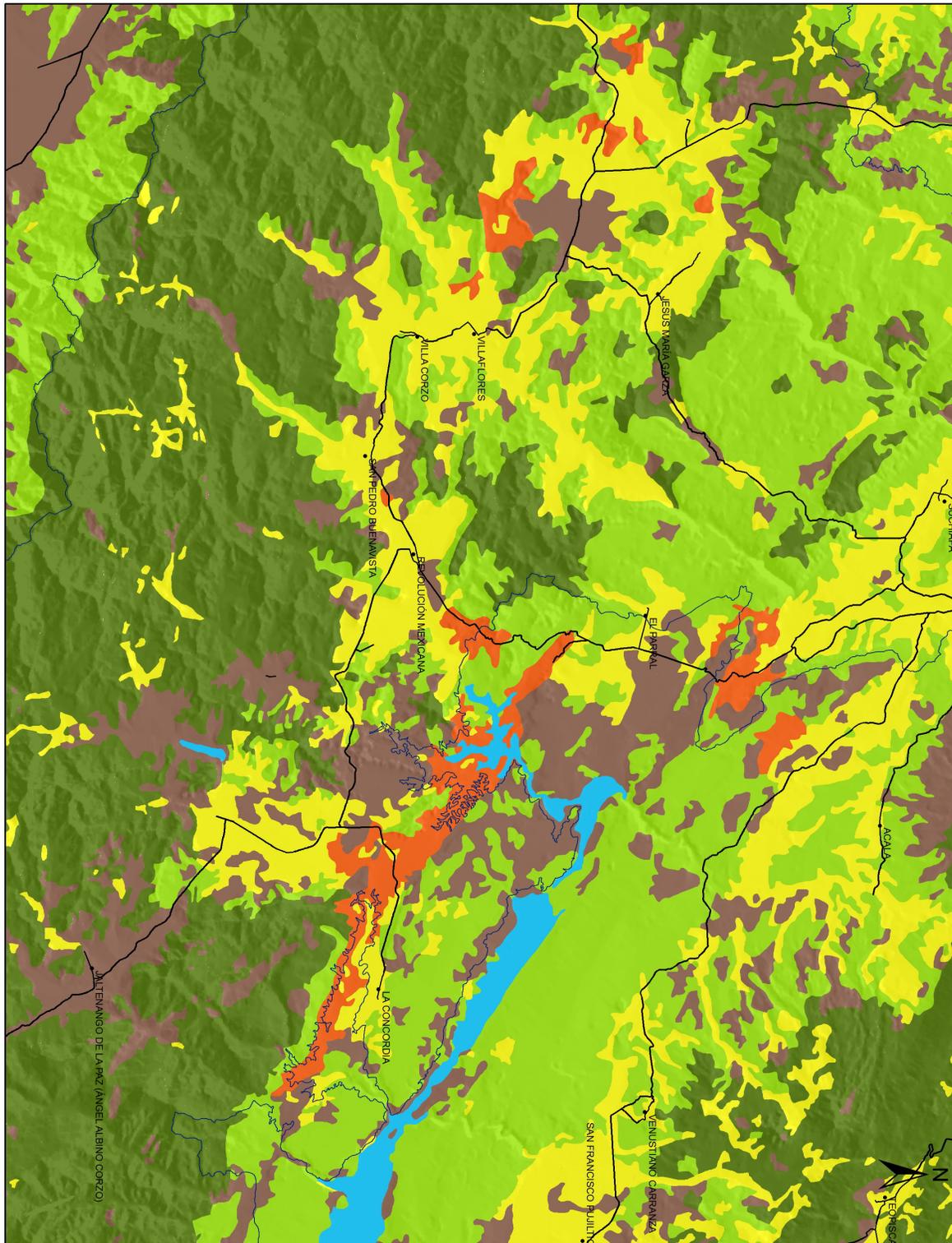
---



# Tema 4 - Hoja del estudiante

## Actividad 3. Transformación de la vegetación

### Uso de Suelo Chiapas (1985)



#### Simbología

- ATP MREDD+
- Vías de comunicación

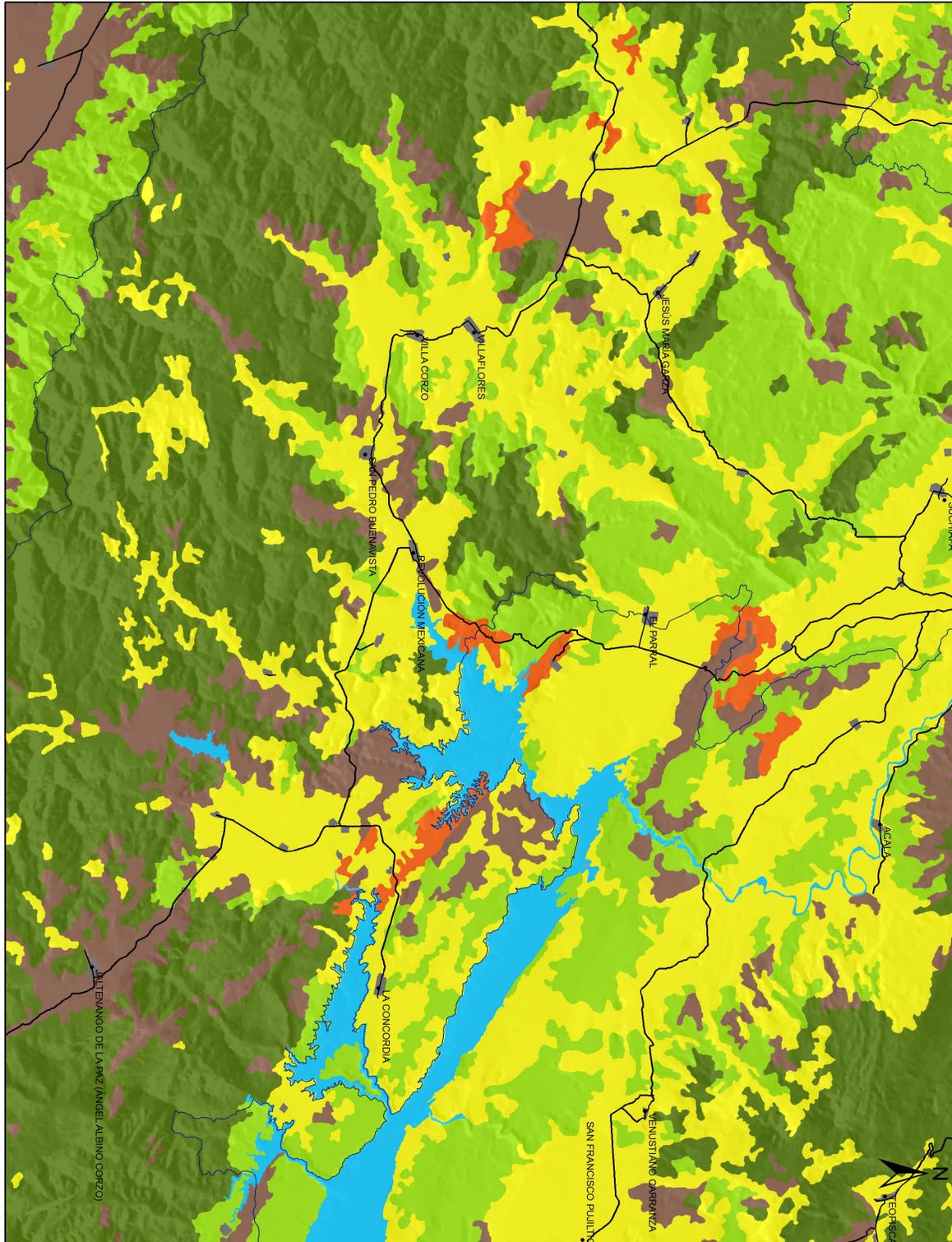
#### Clasificación

- Agricultura
- Asentamientos humanos
- Bosque
- Cuerpo de agua
- Matorral
- Otros tipos de vegetación
- Pastizal inducido
- Pastizal natural
- Selva

# Tema 4 - Hoja del estudiante

## Actividad 3. Transformación de la vegetación

### Uso de Suelo Chiapas (1994)

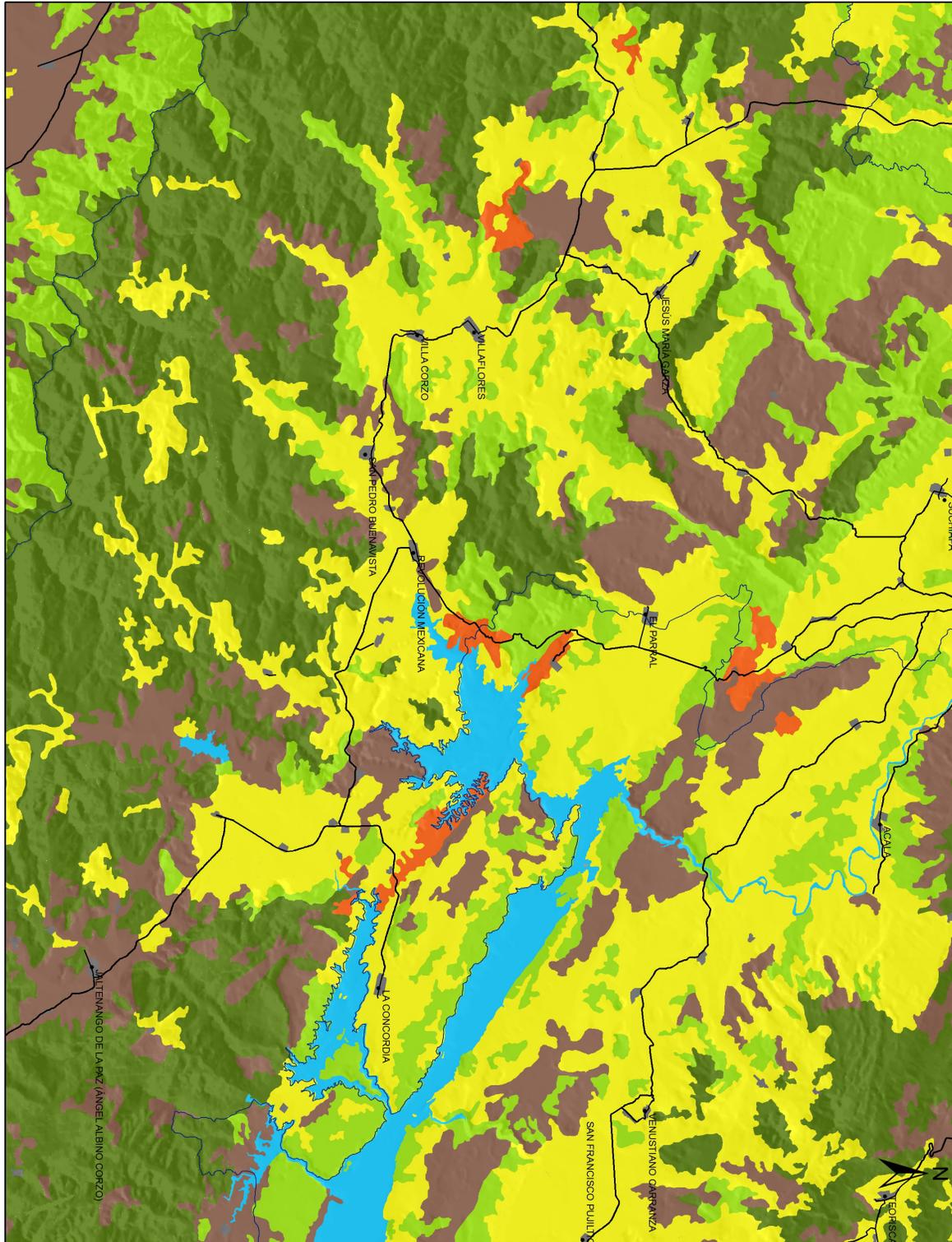


- Simbología**
- ATP MREDD+
  - Vías de comunicación
- Clasificación**
- Agricultura
  - Asentamientos humanos
  - Bosque
  - Cuerpo de agua
  - Matorral
  - Otros tipos de vegetación
  - Pastizal inducido
  - Pastizal natural
  - Selva

# Tema 4 - Hoja del estudiante

## Actividad 3. Transformación de la vegetación

### Uso de Suelo Chiapas (2002)

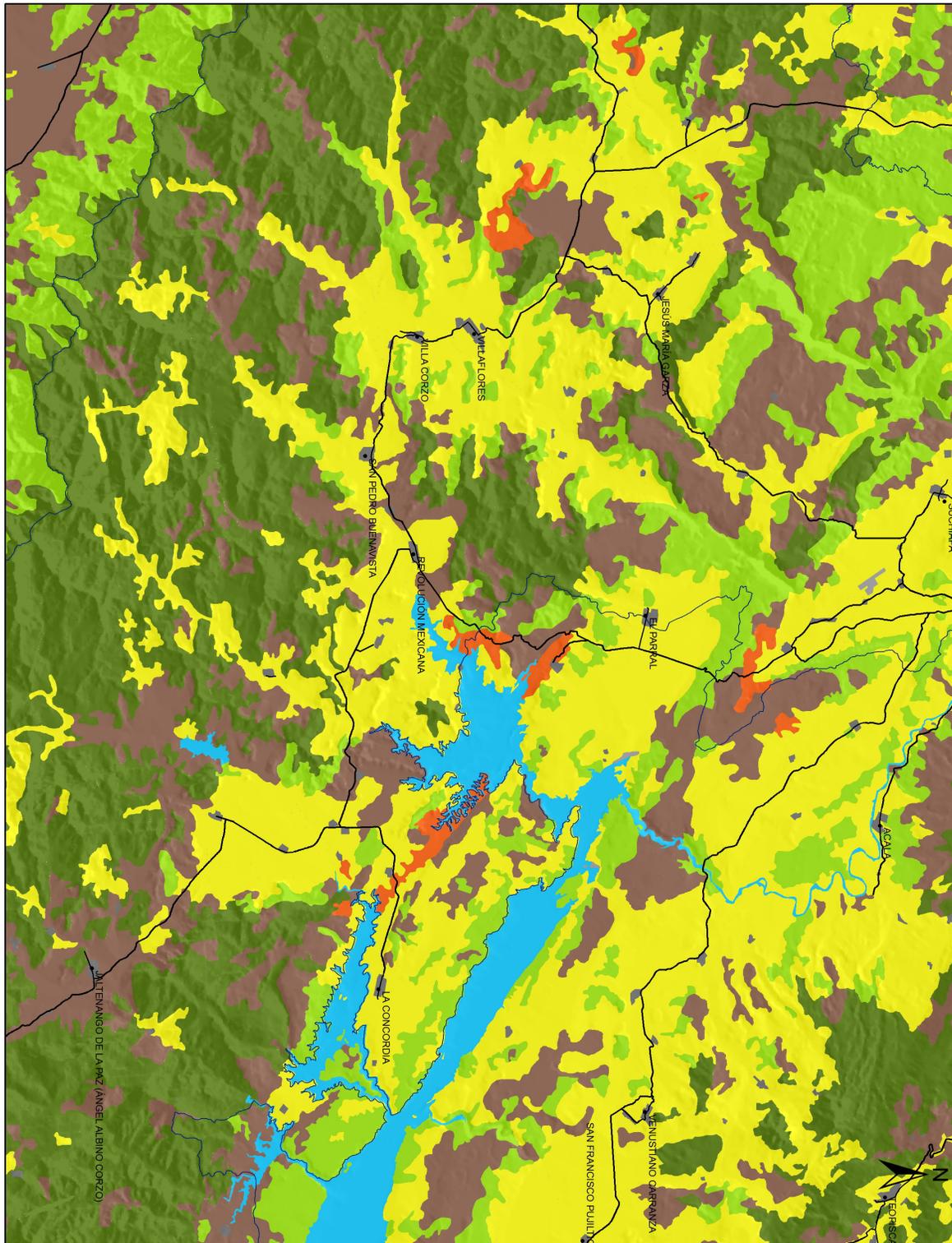


- Simbología**
- ATP MREDD+
  - Vías de comunicación
- Clasificación**
- Agricultura
  - Asentamientos humanos
  - Bosque
  - Cuerpo de agua
  - Matorral
  - Otros tipos de vegetación
  - Pastizal inducido
  - Pastizal natural
  - Selva

# Tema 4 - Hoja del estudiante

## Actividad 3. Transformación de la vegetación

### Uso de Suelo Chiapas (2007)



#### Simbología

- ATP MREDD+
- Vías de comunicación

#### Clasificación

- Agricultura
- Asentamientos humanos
- Bosque
- Cuerpo de agua
- Matorral
- Otros tipos de vegetación
- Pastizal inducido
- Pastizal natural
- Selva

# Tema 5

## Servicios Ambientales y carbono forestal

### Resumen

Los bosques son valiosos para las comunidades y personas que dependen de ellos. Proporcionan varios servicios y de ellos se obtienen varios recursos. Los estudiantes razonan sobre lo que hace al bosque valioso para las personas, y después leen un caso de estudio de una comunidad en Chiapas que ha establecido un manejo agroforestal en sus cafetales.

### Objetivos

- Los estudiantes entienden que los bosques proporcionan varios beneficios valiosos, entre los que se incluye el secuestro o fijación de carbono.
- Los estudiantes comprenden que algunas organizaciones, gobiernos e individuos valoran la captura de carbono realizada por los bosques.

### Materias

- ciencias sociales
- lenguaje
- matemáticas

### Habilidades

- analizar
- evaluar
- pensamiento crítico
- identificación de relaciones y patrones

### Antecedentes

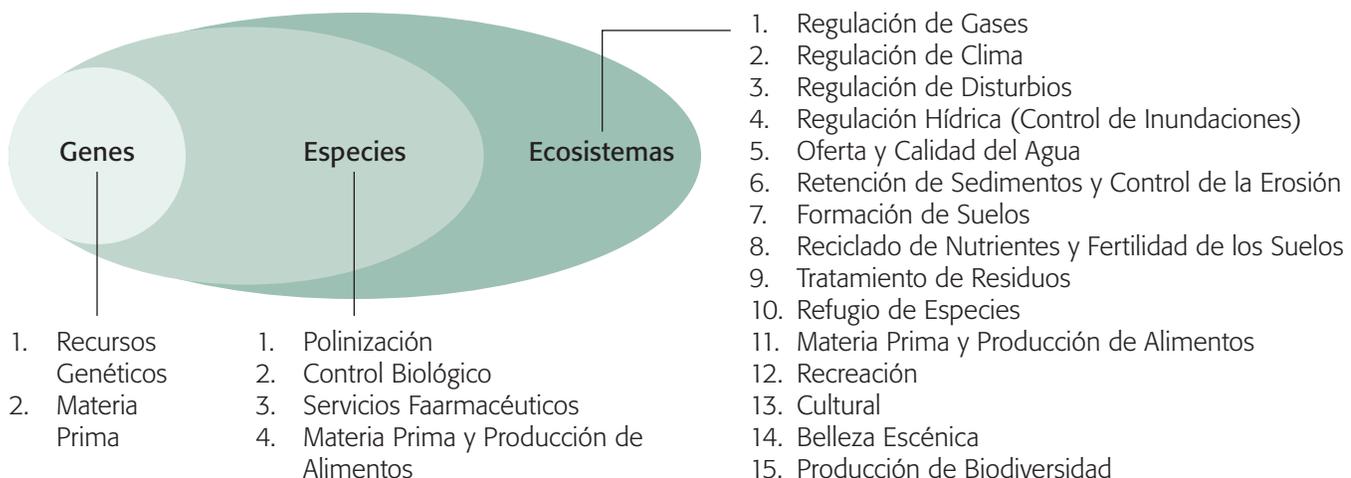
La relación entre el ser humano y los bosques es muy estrecha y compleja, desde el origen de la humanidad como especie y a lo largo del desarrollo

de las distintas civilizaciones, los bosques han sido una fuente de alimento, materias primas, refugio y mitología. El crecimiento constante de la población humana genera una demanda creciente de recursos forestales que ha provocado que una proporción de las superficies forestales se encuentren sobreexplotadas y estén siendo transformadas a otros usos, principalmente para la agricultura y ganadería.

Una de las razones que podrían explicar esta problemática ambiental y humana radica en la pérdida de una perspectiva integral sobre el valor de los bosques. El manejo diversificado y la apreciación integral de los bosques que pueden encontrarse en diversas culturas tradicionales ejemplifican de manera clara que necesitamos profundizar nuestra valoración de los bosques para favorecer su conservación y su aprovechamiento racional.

En la actualidad, la comunidad científica ha dirigido sus esfuerzos hacia la definición de un paradigma integral sobre el valor de los bosques, el cual aspira a que la sociedad moderna aprecie el papel que juegan

Figura 1. Estructura de los bienes y servicios ambientales (Barzev, 2002).



## Tema 5

# Servicios Ambientales y carbono forestal

los bosques y las selvas para el mantenimiento de las condiciones que permiten la vida en la Tierra, más allá de los beneficios materiales y económicos que obtenemos de ellos.

Se les ha llamado “Servicios ecosistémicos o ambientales” a aquellos beneficios que se derivan de los sistemas naturales en general (genes, especies, ecosistemas; figura 1) y que permiten que la vida exista en la Tierra y se desarrolle adecuadamente, incluyendo por supuesto, la vida humana.

Los servicios ecosistémicos se pueden clasificar en cuatro categorías:

- **Soporte:** aquellos procesos biofísicos y bioquímicos que mantienen las características fundamentales de los ecosistemas naturales y que permiten su funcionamiento: el ciclaje de nutrientes (carbono, nitrógeno, fósforo, etc.); la formación de suelo; y la producción primaria, es decir, todos los productos bioquímicos derivados de la fotosíntesis.
- **Regulación:** aquellos procesos que mantienen las condiciones físicas y ambientales dentro de ciertos límites favorables para la existencia de la vida. Por ejemplo: la regulación del clima y de los fenómenos meteorológicos, la provisión de productos alimenticios, la regulación de plagas y enfermedades, así como la purificación del agua y del aire.
- **Aprovisionamiento:** aquellos servicios que proveen bienes de uso y de consumo al ser humano, específicamente alimentos, agua potable, madera, fibras, y combustibles.
- **Culturales y recreativos:** todos aquellos beneficios inmateriales que el ser humano obtiene de los ecosistemas naturales, como por ejemplo: el goce estético, los valores espirituales asociados a ciertas áreas naturales, el valor educativo que pueda derivarse de su estudio, y finalmente, el valor recreacional.

Dentro del marco conceptual de los servicios ecosistémicos, podemos ubicar a la captura de carbono que realizan los bosques como un servicio ecosistémico de regulación, pues al fijar el carbono de la atmósfera dentro de sus estructuras vegetales los bosques ayudan a regular la concentración de bióxido de carbono en la atmósfera, y por lo tanto, contribuyen a la regulación del clima de la Tierra. Ante la creciente pérdida y degradación de las superficies boscosas en todo el mundo y las consecuencias

dañinas que se derivan de esta problemática, los gobiernos de diversos países y muchas instituciones han comenzado a desarrollar una estrategia mundial para regular la emisión de carbono hacia la atmósfera a través de un pago por el servicio de captura de carbono.

La preservación de los bosques también preserva los servicios que ofrecen para el mantenimiento y desarrollo de la vida en el planeta. Estos ecosistemas son críticos para asegurar el acceso a recursos, a prevenir desastres, a obtener una alimentación adecuada, a proveerse de vivienda, a vivir saludablemente, a desarrollar una cohesión social en su comunidad, entre otras.

Ante la creciente pérdida y degradación de las superficies boscosas en todo el mundo y las consecuencias dañinas que se derivan de este fenómeno, los gobiernos de diversos países y muchas instituciones han comenzado a desarrollar una estrategia mundial para regular la emisión de carbono hacia la atmósfera por medio del pago del servicio de captura de carbono.

Cuando hay deforestación o degradación de los bosques, el carbono regresa a la atmósfera a niveles más altos de lo normal y así se convierte en una fuente de estos gases. El manejo forestal sustentable es una forma activa de mantener los bosques en pie, evitando que se cambien a otros usos del suelo en el largo plazo, aumentando y mejorando el nivel de manejo y producción.

La Organización de las Naciones Unidas (ONU) ha elaborado una Convención Marco sobre Cambio Climático. Esta convención es un acuerdo internacional en el que se sientan las bases para que los países participantes se pongan de acuerdo en identificar las medidas para disminuir los efectos del cambio climático en el mundo. México participa activamente en esta convención a través de diferentes actividades, entre las que se incluyen proyectos de REDD+ (Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación).

La implementación de un sistema de esta naturaleza no es sencilla y presenta diversos retos que deben superarse para que pueda ser exitosa. La fuente principal de recursos financieros para la implementación de actividades REDD+ en ejidos y comunidades forestales es, principalmente, a

## Tema 5

# Servicios Ambientales y carbono forestal

---

través de programas de gobierno, aunque existen iniciativas privadas que ofrecen financiamiento. Estos mecanismos de compensación se establecen a través de los llamados “bonos” o “créditos” de carbono. Estos representan el incremento de carbono forestal con respecto a un periodo establecido con el comprador. En México existen algunas experiencias de mercados voluntarios de bonos de carbono en los estados de Oaxaca y Chiapas.

La complejidad de un sistema de esta naturaleza implica una coordinación eficaz de todos los elementos involucrados, lo cual no es una tarea fácil; sin embargo este programa ha surgido como una de las propuestas más importantes para intentar resolver el problema del aumento del carbono en la atmósfera y el cambio climático. Tal esquema ofrece oportunidades para aquellas comunidades que poseen bosques y que puedan implementar estrategias de conservación, ofreciendo la posibilidad de acceder a un ingreso económico que pudiera ser competitivo frente a otros sistemas productivos, como la agricultura comercial o la ganadería.

La estrategia de comercialización de bonos de carbono presenta dos riesgos potenciales importantes,

por un lado, que los países industrializados no se comprometan a reducir la contaminación derivada de sus industrias ni que implementen tecnologías más limpias; y por el otro, que las comunidades que reciban los pagos abandonen las estrategias de conservación y manejo sustentable de bosques una vez que dejen de recibir los pagos de captura de carbono.

En la medida en que los sectores más vulnerables de este sistema se informen sobre las ventajas y desventajas asociadas a ventas de bonos de carbono, aumenta la probabilidad de que este programa pueda funcionar adecuadamente. El éxito de los programas de captura de carbono se tendría que ver reflejado en la disminución de los procesos de destrucción y degradación de los bosques naturales y en la elevación de la calidad de vida de los poseedores de tales recursos, además de la propia reducción del carbono emitido hacia la atmósfera. Esta estrategia favorecería el mantenimiento de todos los otros servicios que brindan los bosques, como la formación de suelo, mantenimiento del ciclo del agua, producción de oxígeno, entre otros; así como el fomento de estrategias de manejo sustentable de los recursos forestales.

# Tema 5 - Actividades

## Servicios Ambientales y carbono forestal

### Actividad 1. Mapa conceptual sobre los servicios del bosque

#### Objetivo

Identificar los diferentes usos que le dan a los servicios del bosque, clasificarlos y reflexionar si alguno de ellos pone en riesgo al bosque y que consecuencias traería para el ecosistema y la comunidad.

#### Forma de trabajo

Individual y reflexión en plenaria.

#### Materiales

- Post-it o tarjetas blancas
- plumones
- rotafolio
- cinta adhesiva

#### Procedimiento

1. A cada alumno se le proporcionan tres tarjetas y se le pide que en cada una escriban un uso o un beneficio directo que obtienen del bosque.
2. En el pizarrón del salón o sobre un rotafolio escribir la palabra “bosque,” y alrededor de esta palabra escribir los tres tipos principales de usos y beneficios que se obtienen de los bosques: “uso extractivo”, “mantenimiento de la vida” y “uso recreativo.” Indique a los estudiantes que deberán colocar cada una de sus tarjetas en el uso o beneficio correspondiente.
3. Discutir y reflexionar sobre cuáles son los usos o servicios más importantes para el ser humano de acuerdo al número de tarjetas que se colocaron en cada uno. Preguntas de discusión:
  - ¿Cuáles son los principales usos del bosque?
  - ¿Existe un sólo uso o son varios?
  - ¿Qué pasaría si uno de los usos se incrementase demasiado?
  - ¿Se mencionó algún servicio ambiental que proporcione el bosque?
  - ¿Cuáles son los distintos tipos de servicios que proporcionan los bosques?
  - ¿La captura de carbono se considera un servicio ambiental, un beneficio del bosque?
  - ¿Qué servicios proporciona el bosque que no hayamos mencionado, y que no implique algún tipo de extracción?

### Actividad 2. El valor de un bosque

#### Objetivo

Conocer la percepción que se tiene de los bosques en otras culturas del mundo.

#### Materiales

Copias de la Hoja del Estudiante correspondientes a esta actividad.

#### Procedimiento

1. Divida a los alumnos en cuatro equipos y a cada equipo entregue dos opiniones de distintos grupos indígenas del mundo sobre lo que el bosque representa para ellos.
2. Pida a los alumnos que discutan y analicen las coincidencias y diferencias con su cultura y que redacten en un párrafo su opinión al respecto.
3. También pida que los alumnos comparen cómo valoran el bosque en cada cultura y cómo lo valoran ellos en su cultura.

### Actividad 3. Estudio de caso de organización productiva, cambio climático y servicios ambientales

#### Objetivo

Conocer el caso de una organización de cafecultores del estado de Chiapas que enfrenta el cambio climático, y promueve la valoración de los servicios ambientales como parte de su sistema productivo.

#### Materiales

- copia de la Hoja del estudiante de esta actividad

#### Procedimiento

1. Reúna a los estudiantes en un círculo a su alrededor y comételes que leerán un texto sobre una organización del estado de Chiapas que produce y comercializa café orgánico y que genera propuestas para en el pago por servicios ambientales como bonos de carbono; es el caso de Federación Indígena Ecológica de Chiapas (FIECH). Preguntas de discusión:
  - ¿Cómo se compara dicha organización con otras que conocen?

## Tema 5 - Actividades

# Servicios Ambientales y carbono forestal

---

- ¿Cuáles son los bienes y servicios que proporcionan los cafetales o algún otro sistema agroforestal de su región?
- ¿Cómo se comparan los servicios ambientales presentes en los cafetales con los de un bosque natural?
- ¿Cómo afectan los eventos climáticos extremos a la producción de café?
- ¿Qué importancia tiene el estar organizados para enfrentar los problemas?
- ¿Cuáles son los pros y contras del mercado de carbono?
- ¿Qué opinas de los que pueden comprar bonos de carbono?
- ¿Contribuye esta actividad o no a mitigar el cambio climático?
- ¿Qué sucede con los otros gases de efecto invernadero?
- ¿Qué sucede con la reducción de las emisiones?

# Tema 5 - Hoja del estudiante

## Actividad 2. El valor de un bosque

---

### **Camerún.**

El pueblo fang de Camerún realiza sus ritos y ceremonias importantes al pie de un árbol del bosque, un sitio en donde también se cultivan plantas medicinales. Este árbol simboliza el bosque, el cual alberga el cuerpo de Dios. En su cultura, el árbol y las medicinas del bosque se conciben como vehículos a través de los cuales las personas se comunican con Dios.

### **República Centroafricana.**

El pueblo Oubangui de la República Centroafricana planta un árbol por cada niño recién nacido, y relacionan el desarrollo del niño a lo largo de su vida con el crecimiento del árbol. Si el árbol deja de crecer, la gente teme por la salud del niño y llama a un curandero. Si el niño se enferma la gente lo trae junto al árbol para que sea curado. Cuando el árbol produce frutos por primera vez, es el momento para que el joven se case. Al morir, el espíritu de la persona se va a vivir dentro de ese especial “árbol de nacimiento.”

### **Costa de Marfil.**

Hay arboledas sagradas en Costa de Marfil en donde la gente enseña los valores morales a sus hijos, transmitiéndolos de una generación a la siguiente. La árboles de estos bosques son considerados sagrados porque albergan espíritus, proveyendo así un vínculo con sus antepasados. En algunas regiones los bosques sagrados son las únicas áreas boscosas que permanecen en pie.

### **Finlandia.**

Muchos finlandeses ven los bosques como lugares que ofrecen refugio. Como un símbolo de esa protección, los finlandeses decoran sus puertas con ramas de abedul. Incluso hoy en día, los finlandeses que habitan en las ciudades viajan a los bosques durante los fines de semana y días festivos para escapar del estrés urbano.

### **India.**

En el sur de la India, los miembros de cada familia plantan un cocotero en la tumba de los que fallecen o en el sitio en donde fueron cremados. El árbol representa la

fuerza vital de la persona. No se riega ni se cuida. Por lo general, el árbol se seca y muere, lo cual significa que el fallecido está realizando adecuadamente su proceso de convertirse en un antepasado.

### **Japón.**

En Japón, muchas familias protegen y utilizan un bosque particular durante cientos de años. Debido a esta relación, muchos japoneses ven a los bosques como la continuidad de la vida. Los árboles son considerados como regalos de los antepasados, y algunas personas siembran árboles como regalos para sus nietos.

### **Nueva Zelanda.**

El pueblo maorí de Nueva Zelanda considera que ellos son los descendientes de la tierra y de los bosques, y que cada árbol es como un ser humano que posee una fuerza vital y un espíritu propio. Ellos no compran, venden ni poseen tierra, de la misma manera en que nadie compra ni vende a otro miembro de su familia. Llevan a cabo una ceremonias especial si es que tienen que remover un árbol para construir una canoa o si quieren extraer algún producto del bosque.

### **Tailandia.**

En Tailandia muchas personas perciben a los bosques como una fuente de peligro. La palabra tailandesa para el bosque, paa, significa “salvaje” o “retroceder”.

### **México.**

Los mixes de Oaxaca celebran el 3 de mayo yendo a los manantiales de los bosques cercanos a sus comunidades, llevan ofrendas de alimentos y animales y piden que el año agrícola que comienza sea favorable.

### **México.**

Los mazahuas del Estado de México realizan una procesión a lo alto de una montaña para pedir por un buen año de cosechas. Hombres, mujeres y niños caminan hasta la cumbre a través del bosque. Una vez que han alcanzado la parte alta, se realizan danzas y cantos en voz baja, al compás de tambores y violines.

## Tema 5 - Hoja del estudiante

### Actividad 3. Estudio de caso

#### Una experiencia integral de la producción agroforestal de café. La Federación Indígena Ecológica de Chiapas (FIECH), asociación de cafeticultores en Chiapas.

Chiapas ocupa el primer lugar nacional en producción de café, 67 de los 101 municipios del estado lo producen (INEGI)<sup>17</sup>; siendo la Sierra Madre una de las regiones con mayor producción de café. La Reserva de La Biosfera El Triunfo está dividida en distintos sectores con usos del suelo variados como montaña (54%) café (24%), ganadería (9%), maíz (11%) y suelo perdido por deslaves (1%; Quiroga 2000<sup>18</sup>). El centro de acopio más importante en dicha región se localiza en Ángel Albino Corzo (antes Jaltenango). La franja cafetalera en la Sierra Madre se presenta en altitudes que van desde los 600 a 1400 msnm aproximadamente, en esta zona se encuentran distintos grupos étnicos y mestizos que colonizaron la sierra principalmente en la segunda mitad del siglo XX, dando lugar a un complejo mosaico en donde se mezcla el bosque primario (Mesófilo, Pino-Encino) con las parcelas de café. Los estudios científicos que han estimado la diversidad vegetal de los cafetales mexicanos indican se pueden encontrar entre 13 y 60 especies arbóreas por hectárea (Moguel 2001). La actividad del cultivo de café dentro de esta región data de finales del siglo XVIII, y durante mucho tiempo se realizó bajo el esquema de las fincas cafetaleras con grandes extensiones de cultivo. Actualmente la producción la realizan en un 92% pequeños productores con parcelas de menos de 5 ha, lo cual hace necesario organizarse para obtener mejores precios para el producto y otros beneficios sociales.

Una de las organizaciones de cafeticultores más importante de Chiapas es la Federación Indígena Ecológica de Chiapas (FIECH). Esta organización surgió en el año de 1993 como resultado de la experiencia, reflexión y el análisis de un grupo de productores de café ante distintas problemáticas como la carencia de asistencia técnica, el uso irracional de productos químicos, la baja calidad y rendimientos del producto, la destrucción de los recursos naturales y la elevada migración.

<sup>17</sup> INEGI. Perspectiva Estadística. Serie por Entidad Federativa. México. <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/productos/?undefined>

<sup>18</sup> Quiroga, A. 2000. Diagnóstico de capitales comunitarios y medios de vida sostenibles en la Reserva de la Biosfera El Triunfo, Chiapas, México. Programa de restauración forestal (Informe Técnico). Fondo de Conservación El Triunfo FONCET, Comisión Federal de Electricidad CFE, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas CONANP, Reserva de la Biosfera El Triunfo REBITRI. México, 59 p.

Emilio Osorio, asesor de la FIECH:

*Las ventajas de pertenecer a una organización como FIECH radica en que los productores cuentan con asistencia técnica personalizada y especializada, además de recibir capacitación en la certificación del café que puede resultar en un mejor precio. La búsqueda de mercados es responsabilidad de la organización de segundo nivel que es la FIECH, la cual está representada por los designados y electos en la asamblea de delegados y socios, son los responsables de que funcionen las instalaciones, desde el acopio en las bodegas locales de las organizaciones, el envío de camiones de carga a los centros de acopio para recoger el café, que funcione el beneficio desde su recepción, transformación hasta la calidad final en taza pues se cuenta con una marca y cafeterías (Biomaya®) de tal modo que estamos presentes en todos los estratos del mercado.*

La FIECH está formada por 18 organizaciones locales que reciben el café de sus socios, los productores. El estar organizado en la comunidad permite enfrentar los problemas no sólo de producción de café sino los de tipo social, ambiental, educativo, salud, económico y alimentario. Ángel Albino Corzo es una de las zonas más importantes del estado en producción y acopio de café, pues entre la sierra y la reserva de la Biosfera El Triunfo se dice que está el mejor café y el mayor volumen de producción del estado<sup>19</sup>. El café llega a la FIECH y de ahí sale al puerto de Veracruz, donde se embarca rumbo a Europa, Estados Unidos y Japón. BIOPAS representa un buen ejemplo de una organización cafetalera exitosa en Ángel Albino Corzo, ya que cuenta con infraestructura propia para acopiar el café de sus socios, bodega y un invernadero para mejorar las plántulas de café; actualmente están por introducir algunas variedades más resistentes a las enfermedades que cada vez más frecuentemente atacan los cafetales.

El café de los cafeticultores de la FIECH puede manejarse en distintas modalidades según la cantidad y variedad de sombra o el tipo de árboles que se utilicen, o bien si es de tipo orgánico o convencional (este último utiliza agroquímicos). La FIECH cuenta con una estrategia para la conversión a cultivo orgánico en un período de transición de 3 años, de acuerdo al certificado orgánico que expide CERTIMEX. Actualmente hay 4300 productores orgánicos (alrededor del 90% de los

<sup>19</sup> INEGI. Perspectiva Estadística. Serie por Entidad Federativa. México. <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/productos/?undefined>

## Tema 5 - Hoja del estudiante

### Actividad 3. Estudio de caso de servicios ambientales

afiliados), y un 10% que se encuentran en proceso de certificarse. En el cultivo orgánico de café con sombra diversificada, además de árboles maderables como chalum, caspirol, paterna y guachipilin, se encuentran otros cultivos como plátano, guanábana, mango, mamey, limón, lima, naranja, aguacate, piña, chile y tubérculos comestibles. Algunos productores también aprovechan esta diversidad de plantas para introducir colmenas de abejas, lo cual favorece la polinización de los arbustos de café y les da otra alternativa para ingresar al mercado orgánico con la miel de cafetal. Cuando las parcelas se ubican próximas a las viviendas constituyen un auténtico huerto casero y la familia completa puede participar en el manejo, dado que a lo largo de todo el año existen diversas actividades relacionadas con el cultivo, desde la cosecha, desyerbe, poda, cajeteo, deshije y varias más.

Las prácticas de manejo y producción de café se relacionan positivamente con varios de los servicios ambientales cuando se realizan bajo sombra. Existen distintos sellos que comunican buenas prácticas a nivel de la finca, incluyendo café con el sello conservación de la biodiversidad (amigable con aves) y en café de conservación, que exige el cumplimiento de estándares de manejo de la estructura y composición del ecosistema; el café orgánico implica la no utilización de agroquímicos, mientras que el de comercio justo, la valoración adecuada de los costos de producción. Estos valores agregados pueden significar un sobreprecio del café y permiten amortiguar el efecto de las fluctuaciones del mercado internacional, las cuales son muy frecuentes e impactan en el cambio de uso de suelo o en el abandono del propio sistema productivo.

La certificación Rainforest Alliance<sup>20</sup> apoya en los tres pilares de la sostenibilidad: protección ambiental, equidad social y viabilidad económica. Ninguno de los pilares puede soportar el éxito a largo plazo por sí solo. Los estándares de certificación guían a los agricultores hacia el manejo sostenible de fincas y brinda a los auditores independientes una medición concreta por medio de la cual evaluar los mejoramientos sociales y ambientales. Para obtener la certificación Rainforest Alliance Certified, una finca debe cumplir con los estándares de la Red de Agricultura Sostenible<sup>21</sup>.

<sup>20</sup> Rainforest Alliance. Café con el Sello Rainforest Alliance: <http://www.rainforest-alliance.org/es/work/agriculture/coffee>

<sup>21</sup> Red de Agricultura Sostenible. Normas, Principios RAS: <http://sanstandards.org/sitio/subsections/display/28>

#### Café y captura de carbono

Por otro lado, en el tema del almacenamiento o captura de carbono, actualmente existe un debate en el que la FIECH es protagonista importante. Recientemente en el estado de Chiapas, ante la creciente problemática en torno al cambio climático, este sector productivo ha sido gestor de iniciativas de adaptación y mitigación, y ha llamado la atención al hecho de que la conversión de cafetales a otros sistemas de producción (ganadería o cultivos sin sombra), traería serias consecuencias ambientales como la emisión de gran cantidad de CO<sub>2</sub> a la atmósfera. Además, la ubicación de las franjas cafetaleras entre bosques de transición con alta diversidad y la zona costera o las planicies, posicionan estratégicamente a los cafetales con relación a los servicios ambientales de biodiversidad, hidrológicos, almacenamiento de carbono entre otros.

Emilio Osorio, asesor de la FIECH:

*Con relación al Cambio Climático, en la FIECH tenemos una historia que inició en el año de 1998, a raíz de la tormenta Javier. Tomamos una postura más activa y propositiva a partir del Huracán Stan en el 2005; para el año 2007 ante las aguas torrenciales y el taponamiento del Río Juan de Grijalva, en la FIECH nos involucramos con el equipo de trabajo de esta área de Chiapas*

A partir del 2008, la FIECH organizó foros relacionados con las afectaciones por el cambio climático, y han impulsado el reconocimiento del café orgánico como un sistema agroforestal de anidamiento de carbono y por lo tanto acreditable como pago por captura de carbono.

*En el 2011, realizamos el Foro de acciones campesinas para la seguridad alimentaria, la mitigación y adaptación al cambio climático, en Tuxtla Gutiérrez en coordinación con las organizaciones COOPCAFE y OREPA, y se presentaron las conclusiones de la Estrategia del Sector cafetalero para la adaptación, mitigación y reducción de la vulnerabilidad ante el Cambio Climático, producto de tres foros regionales y uno central de conclusiones,*

También han participado en distintos programas sobre cambio climático, cuyo trabajo continúa hasta estos días:

*Actualmente participamos y analizamos la gestión de política pública de REDD+ en México en 2013, en el Foro del Congreso de la Unión en México sobre Cambio Climático y REDD, y somos parte*

# Tema 5 - Hoja del estudiante

## Actividad 3. Estudio de caso de servicios ambientales

---

*del Consejo Técnico Consultivo de Chiapas, y de la comunidad de aprendizaje de REDD+. La propuesta de FIECH básicamente consiste en que se haga una política pública sustentable, el reconocimiento del cultivo de Café Orgánico en esquemas de estímulos como bonos de carbono, y que estos se asignen a través de una certificación independiente (no gubernamental), por tal motivo estamos impulsando la capacitación interna y la conformación de un equipo de trabajo para la capacitación de técnicos de certificación y de los inspectores comunitarios de la organización FIECH.*

En Mesoamérica, y en particular en Chiapas, el papel de los sistemas agroforestales bajo sombra resulta de importancia económica y ecológica. Los beneficios ambientales ofrecidos por este tipo de sistemas no siempre se valoran en los costos de producción. La adecuación local recomendada por el IPCC (2001) a los gestores de política ambiental tendrá que considerar dichas potencialidades y vacíos con relación a captura de carbono; en el estado de Chiapas organizaciones como FIECH están trabajando de manera propositiva en estos temas.

### Referencias:

Archivos electrónicos de la Federación Indígena Ecológica de Chiapas (FIECH).

Aguirre, C. M. 2006. Servicios ambientales: Captura de carbono en sistemas de café bajo sombra en Chiapas, México. Tesis de Maestría en Ciencias. Universidad Autónoma Chapingo, Departamento de Suelos. Chapingo, Edo. de México. 85 p.

IPCC, 2001. Tercer Informe de Evaluación Cambio climático 2001, La base científica, Resumen para responsables de políticas y Resumen técnico: <http://www.ipcc.ch/pdf/climate-changes-2001/scientific-basis/scientific-spm-ts-sp.pdf>

Moguel, P. 2001. La cafeticultura en México: hacia una producción de carácter sustentable; en La cultura de la tierra, Conceptos y experiencias para una agricultura sustentable. SEMARNAT, SAGARPA. México, 281 p.

Programa de Acción Ante el Cambio Climático del Estado de Chiapas (PACCCH): <http://www.cambiodimaticochiapas.org/portal/>

Quiroga, A. 2000. Diagnóstico de capitales comunitarios y medios de vida sostenibles en la Reserva de la Biosfera El Triunfo, Chiapas, México. Programa de restauración forestal (Informe Técnico). Fondo de Conservación El Triunfo FONCET, Comisión Federal de Electricidad CFE, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas CONANP, Reserva de la Biósfera El Triunfo REBITRI. México, 59 p.

Rainforest Alliance. Nuestro Trabajo en Agricultura Sostenible: <http://www.rainforest-alliance.org/es/work/agriculture>