



La captura de carbono

Un proceso vital para la mantención de la vida

Nivel de aplicación

NB5 y NB6.

Subsector de aprendizaje

Estudio y comprensión de la naturaleza.

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE

- Familiarizarse con el proceso de captura de anhídrido carbónico en la naturaleza.
- Comprender la relación que existe entre especie y cantidad de árboles, y volumen de anhídrido carbónico capturado.
- Proteger el entorno natural y promover sus recursos como contexto de desarrollo humano.

HABILIDADES QUE DESARROLLA LA FICHA

Análisis y solución de problemas, cálculo, discusión y expresión oral, trabajo en equipo.

Materiales y duración de la actividad

Una calculadora por equipo.

Duración: 90 minutos.

Impactos en el
ecosistema

FICHA

15

Síntesis temática



La captura y fijación de carbón o carbono en el tejido vegetal es una extensión natural del proceso de fotosíntesis. Dicha fijación varía de acuerdo a la especie y su tasa de crecimiento.

La importancia del bosque nativo y las plantaciones forestales radica en su capacidad de «mitigar» el efecto provocado por la liberación de gases a la atmósfera, al captar enormes cantidades de carbono, el que es almacenado en depósitos o «sumideros»: los bosques.

El establecimiento de plantaciones forestales de rápido crecimiento es –sin lugar a dudas– la forma más efectiva de reducir el contenido de anhídrido carbónico de la atmósfera.

Antecedentes para el profesor

a. Estructura y composición de la madera

Las células que conforman los elementos estructurales de la madera –y que se encuentran firmemente unidas y cimentadas entre sí– son de variadas formas y tamaños. Entre las más importantes están las fibras.

Por otra parte, dentro de los componentes más importantes de la madera tenemos los extraíbles, los minerales, la lignina y la holocelulosa. Los extraíbles –altamente volátiles– no forman parte de la estructura de la madera, pero le confieren propiedades especiales como olor, color, gusto o resistencia a la pudrición; los minerales, la lignina y la holocelulosa forman la estructura de la madera, constituyendo esta última alrededor del 70% de la misma.

La madera en estado verde, proveniente de un árbol recién cortado, tiene sus cavidades estructurales (fibras) llenas de agua, de modo



tal que una gran parte de su peso lo constituye el agua, que se pierde a medida que la madera se seca; pero las fibras, sin embargo, también contienen una proporción de agua – llamada «agua de constitución»– que conservan aún después del secado.

Se conoce por «densidad de la madera» al cociente entre el peso seco al horno –0% de contenido de humedad– y el peso en estado verde de la madera. Conocida su densidad, es posible determinar el peso de sus constituyentes sólidos, correspondiendo al carbono aproximadamente el 50% de dicho peso.

En el cuadro que se presenta a continuación, se han incluido las variables que permiten calcular el contenido de carbono de algunas especies chilenas de importancia comercial.

Especie	Peso en estado verde (Kg/m ³)	Densidad (Kg/m ³)	Contenido de carbono (Kg/m ³)
Coigüe	1.100	540	270
Eucalipto	1.180	650	325
Pino insigne	810	430	215
Roble	1.240	520	260

Fuente: Torricelli, 1941.

b. La fijación del carbono

La función que desempeñan los bosques en la fijación o captura del carbono atmosférico es un tema de interés creciente en el debate ambiental y una preocupación en el mundo científico que trata los problemas ambientales.

Se estima que de los 7.100 millones de toneladas anuales de carbono que se emiten a la atmósfera, aproximadamente 5.500 millones de toneladas provienen de la combustión de combustibles fósiles (petróleo, bencina, parafina y gas), y 1.600 millones –es decir, cerca de un 25% del total– de la quema de bosques y residuos agrícolas, de las erupciones volcánicas y de la fermentación entérica del ganado.

Desde un punto de vista ambiental, y especialmente desde la perspectiva del cambio climático, el valor de la existencia de grandes superficies de bosques naturales y plantaciones radica justamente en su capacidad de compensar o «mitigar» el efecto provocado por las emisiones de carbono.

El cuadro que se presenta a continuación entrega algunas estimaciones del contenido de carbono –llamado también el «sumidero» de carbono– de los bosques templados de Chile, las que pueden dar una idea del rango mínimo de almacenamiento de carbono por parte de los mismos.

Sumidero de carbono de algunos bosques de Chile

Tipo de bosque	Tamaño del sumidero de carbono			Equivale a:
	Carbono por hectárea(*) en toneladas	Superficie del bosque en hectáreas	Carbono total en toneladas	
Bosques nativos productivos	226	7.123.100	1.609.820.600	El peso de la población mundial.
Plantaciones de pino insigne	111	1.437.520	159.564.720	El peso de 15.800 Torres Eiffel.
Plantaciones de eucalipto	184	330.952	60.895.168	La producción de celulosa de Chile durante 30 años.

Fuente: «Estadísticas forestales 1998». Agosto 1999.

* Fijación acumulada durante una rotación típica, entendiéndose por rotación el período que dista entre el establecimiento y la cosecha de un bosque.

Como se puede apreciar, los bosques nativos y plantaciones de Chile constituyen un inmenso sumidero de carbono. Por lo tanto, es necesario evitar que los incendios forestales los consuman, ya que liberarían enormes cantidades de anhídrido carbónico a la atmósfera, situación que agravaría la acumulación de gases, sin siquiera resolver las necesidades de madera de la población.



c. Procedimiento para calcular la cantidad de carbono en el aire y la madera

Para calcular el contenido de carbono en el aire y en la madera, es necesario establecer algunos supuestos y hacer algunos cálculos preliminares, que nos permitan conocer cabalmente la naturaleza del problema que estamos examinando.

- Se sabe que un m³ de madera de pino insigne o radiata contiene 215 kilos de carbono, es decir, 215.000 gramos. Para calcular cuántos m³ de aire es capaz de limpiar cada uno de estos árboles, hay que dividir la cantidad de carbono contenida en él por 0,177, que equivale al peso del carbono en un m³ de aire.

$$215.000:0,177 = 1.214.689$$

El resultado obtenido nos muestra que cada m³ de pino insigne o radiata puede fijar el carbono contenido en 1,2 millones de m³ de aire. Como se puede apreciar, los árboles tienen una inmensa capacidad para absorber y fijar el carbono emitido por las fábricas, los vehículos y la naturaleza.

- Consideremos, además, que a cada tipo de árbol le corresponde una tasa de crecimiento (producción) anual por hectárea. Por ejemplo:

Bosque nativo: 3 m³ anuales, por hectárea
 Pino insigne: 24 m³ anuales, por hectárea
 Eucalipto: 30 m³ anuales, por hectárea

El cuadro que se presenta a continuación incluye las cifras del último Catastro de bosques en Chile.

Superficie de bosques en Chile 1998

Tipo de Bosque	Superficie en hectáreas	%
Bosque nativo	13.403.561	87,5
Productivo	7.123.100	
Parques nacionales y otros bosques	6.280.461	
Plantaciones	1.914.846	12,5
Pino radiata	1.437.520	
Eucalipto	330.952	
Otras especies	146.374	
TOTAL	15.318.407	100,0

Fuente: «Estadísticas forestales 1998». Agosto 1999.

- Recuerda que una hectárea tiene 100 x 100 metros, es decir, 10.000 m².

Problema 1

Si un m³ de madera fija –en promedio– el carbono de 1.400.000 m³ de aire, una hectárea de bosque nativo chileno (3 m³) fijará anualmente:

$$1.400.000 \times 3 = \mathbf{4.200.000}$$

El resultado obtenido nos indica que una hectárea de bosque nativo es capaz de fijar cada año –y por toda su vida– el carbono contenido en 4.200.000 m³ de aire.



Actividad de aprendizaje

La fijación de carbono en los distintos tipos de bosques

Introducción

Esta actividad le permitirá a los estudiantes ejercitar el procedimiento para calcular el contenido de carbono en el aire y en la madera.

Desarrollo

1. Divida al curso en tres grupos: A, B y C. Al interior de cada grupo, forme equipos de trabajo de 2 ó 3 alumnos. Los equipos de trabajo del grupo A desarrollarán los cálculos de la actividad 1; los del B, la 2; y los del C, la 3.

Actividad 1

- a. Tomando en consideración las cifras del Catastro, determina cuánto carbono fija cada año el bosque nativo productivo chileno.
- b. Si en tu ciudad se expelen 15.000.000 de toneladas de carbono al año –en la forma de monóxido de carbono, anhídrido carbónico y partículas de carbón–, ¿cuántas hectáreas de bosque nativo productivo sería necesario tener para equilibrar el contenido de CO₂ adicional en el aire, es decir, cuántas hectáreas de bosque nativo productivo absorberían todo ese carbono?
- c. ¿Basta con el bosque nativo productivo de Chile?
- d. Si el bosque nativo productivo de Chile no fuera suficiente, ¿qué crees tú que se podría hacer?

Actividad 2

- a. Tomando en consideración las cifras del Catastro, determina cuánto carbono fijan cada año las plantaciones de pino insigne en Chile.
- b. Si en tu ciudad se expelen 15.000.000 de toneladas de carbono al año –en la forma de monóxido de carbono, anhídrido carbónico y partículas de carbón–, ¿cuántas hectáreas de pino radiata serían necesarias para equilibrar el contenido de CO₂ adicional en el aire, es decir, cuántas hectáreas de pino absorberían todo ese carbono?
- c. ¿Basta con las plantaciones de pino radiata existentes en Chile?
- d. Si ellas no fueran suficiente, ¿qué crees tú que se podría hacer?

Actividad 3

- a. Tomando en consideración las cifras del Catastro, determina cuánto carbono fijan cada año las plantaciones de eucalipto en Chile.
 - b. Si en tu ciudad se expelen 15.000.000 de toneladas de carbono al año –en la forma de monóxido de carbono, anhídrido carbónico y partículas de carbón–, ¿cuántas hectáreas de eucalipto serían necesarias para equilibrar el contenido de CO₂ adicional en el aire, es decir, cuántas hectáreas de eucalipto absorberían todo ese carbono?
 - c. ¿Basta con las plantaciones de eucalipto existentes en Chile?
 - d. Si ellas no fueran suficiente, ¿qué crees tú que se podría hacer?
2. Una vez que cada equipo haya resuelto su parte, reúna a todo el curso para discutir un programa de acción forestal que permita captar la mayor cantidad de carbono posible.

Conclusión

El establecimiento de plantaciones de rápido crecimiento es la manera más efectiva de reducir el contenido de anhídrido carbónico de la atmósfera. Además de capturar carbono en forma efectiva, las plantaciones proveen la madera o biomasa necesaria para la producción de una variedad de productos, aliviando la presión de demanda sobre los bosques naturales.

Por su parte, si bien los bosques naturales no capturan anualmente tanto carbono como las plantaciones, sirven como grandes depósitos o sumideros del mismo. Al conservarlos y evitar que se quemen, se impide que se expulsen al aire cantidades masivas de anhídrido carbónico.



Clave de respuestas

de la actividad de aprendizaje



La fijación de carbono en los distintos tipos de bosque

Actividad 1

Antecedentes requeridos:

- Superficie cubierta por bosque nativo productivo chileno: 7.123.100 ha.
- Contenido de carbono por metro cúbico de madera del bosque nativo productivo chileno: 265 kilos (promedio).
- Crecimiento anual: 3 m³ por hectárea al año.

a. Cantidad de carbono que fija al año el bosque nativo productivo chileno

$$\begin{array}{lcl} \text{Contenido promedio de carbono por metro cúbico} & = & 265 \text{ Kg/m}^3 \\ \text{Captura anual: } & 265 \times 3 & = \mathbf{795 \text{ kg/ha}^*} \end{array}$$

Esto es lo mismo que **0.795 toneladas de carbono por hectárea.*

b. Superficie requerida para absorber los 15 millones de toneladas adicionales de carbono por año:

$$15.000.000 : 0,795 = \mathbf{18.867.924 \text{ ha}}$$

c. **No basta.** Las 18.867.924 ha requeridas más que duplican las 7.123.100 ha de bosque nativo productivo chileno disponible.

d. **Plantar árboles de rápido crecimiento**, como pino radiata o eucalipto, entre otros.

Actividad 2

Antecedentes requeridos:

- Superficie cubierta por plantaciones de pino radiata: 1.437.520 ha.
- Contenido de carbono por metro cúbico de pino insigne: 215 kilos.
- Crecimiento anual: 24 m³ por hectárea al año.

a. Cantidad de carbono que fijan al año las plantaciones chilenas de pino insigne

$$\begin{array}{lcl} \text{Contenido de carbono por metro cúbico} & = & 215 \text{ Kg/m}^3 \\ \text{Captura anual: } 215 \times 24 & = & \mathbf{5.160 \text{ kg/ha}^*} \end{array}$$

*Esto es lo mismo que **5,16 toneladas de carbono por hectárea**.

b. Superficie requerida para absorber los 15 millones de toneladas adicionales de carbono por año:

$$15.000.000 : 5,16 = \mathbf{2.906.976 \text{ ha}}$$

c. **No basta.** Las 2.906.976 ha requeridas son casi el doble de las 1.437.520 ha de plantaciones de pino insigne existentes en Chile.

d. **Plantar anualmente más pino insigne.**

Actividad 3

Antecedentes requeridos:

- Superficie cubierta por plantaciones de eucalipto: 330.952 ha.
- Contenido de carbono por metro cúbico de eucalipto: 325 kilos.
- Crecimiento anual: 30 m³ por hectárea al año.

a. Cantidad de carbono que fijan al año las plantaciones chilenas de eucalipto

$$\begin{array}{lcl} \text{Contenido de carbono por metro cúbico} & = & 325 \text{ Kg/m}^3 \\ \text{Captura anual: } 325 \times 30 & = & \mathbf{9.750 \text{ kg/ha}^*} \end{array}$$

*Esto es lo mismo que **9,75 toneladas de carbono por hectárea**.

b. Superficie requerida para absorber los 15 millones de toneladas adicionales de carbono por año:

$$15.000.000 : 9,75 = \mathbf{1.538.461 \text{ ha}}$$

c. **No basta.** Las 1.538.461 ha requeridas son casi cinco veces las 330.952 ha de plantaciones de eucalipto existentes en Chile.

d. **Plantar anualmente más eucalipto.**

Material elaborado por Fundación Chile
para el
Ministerio de Educación