



CONABIO

Citar como:

Arellano Martín, F., J.L. Andrade. 2016. Aspiradoras verdes: captura de carbono en bosques tropicales. CONABIO. Biodiversitas, 125:1-7

NÚM. 125 MARZO-ABRIL DE 2016

ISSN: 1870-1760

BioDIVERSITAS

BOLETÍN BIMESTRAL DE LA COMISIÓN NACIONAL PARA EL CONOCIMIENTO Y USO DE LA BIODIVERSIDAD

ASPIRADORAS VERDES

Seguramente estás familiarizado con la aspiradora, aquel invento que revolucionó la limpieza doméstica y que hoy es común en el aseo de muchas casas y automóviles. Las aspiradoras funcionan mediante un sistema que les permite succionar el aire junto con el polvo; así, las plantas pueden considerarse "aspiradoras verdes", pues absorben el dióxido de carbono (CO_2) presente en el aire para crecer.

Sitios con muchas plantas, como los bosques, pueden absorber grandes cantidades de CO_2 , siendo los tropicales los que tienen la mayor absorción.



ASPIRADORAS VERDES:

captura de carbono en bosques tropicales

FERNANDO ARELLANO MARTÍN
Y JOSÉ LUIS ANDRADE*

Los bosques tropicales se localizan en la franja del planeta conocida como *zona intertropical* (que comprende desde el Trópico de Cáncer hasta el Trópico de Capricornio pasando por el Ecuador). Se caracterizan por tener una vegetación exuberante (principalmente en la época de lluvias) y albergar una amplia biodiversidad. Ejemplos de bosques tropicales son las selvas (húmedas y secas) y los bosques de manglar. La mayoría de los bosques tropicales tienen árboles que crecen la mayor parte del año, a diferencia de otros bosques, como los templados y los boreales.

Una atmósfera “sucia”

Una casa se ensucia por las acciones de sus habitantes y la atmósfera se “ensucia” porque cuando usamos un automóvil, consumimos electricidad, generamos y quemamos basura o destruimos un árbol se emiten hacia ella diferentes sustancias. Dejar que la suciedad persista en una casa o en la atmósfera implica riesgos para el bienestar de las personas y del ambiente.^{1, 2, 3} Se dice que una casa limpia no es aquella que más se asea, sino aquella que menos se ensucia. Ensuciar menos la atmósfera implica un cambio gradual en nuestro estilo de vida; mientras realizamos ese cambio podemos aumentar el uso de las aspiradoras verdes.

Los bosques tropicales pueden ayudar a remover de la atmósfera aquello de lo que más la hemos ensuciado: el CO₂, el cual no es “malo” en sí mismo, de hecho es necesario para la existencia de la vida en el planeta. El CO₂ participa activamente en el *efecto invernadero*, fenómeno en el que junto con otros gases de la atmósfera (Tabla 1) retienen parte del calor que la superficie terrestre emite cuando se calienta por acción de los rayos solares, lo cual permite que la temperatura de la Tierra sea favorable para los organismos.⁷ Sin embargo, desde la Revolución Industrial al presente la concentración de CO₂ en la atmósfera se ha incrementado alarmantemente (Tabla 1).

Las actividades humanas que más “ensucian” la atmósfera con CO₂ son: la *quema de combustibles fósiles* y el *cambio en el uso del suelo*. La primera consiste en la generación de energía por la incineración de combustibles fósiles como el petróleo y sus derivados (gasolina, diésel, etc.), carbón mineral o gas natural. Por otra parte, el cambio en el uso del suelo consiste en el deterioro de los ecosistemas para establecer áreas agropecuarias o urbanas. En 2012 en el ámbito mundial ambas actividades emitieron a la atmósfera aproximadamente 39 mil millones de toneladas de CO₂, la quema de combustibles fósiles contribuyó con 91% y el cambio en el uso del suelo con el 9% restante.⁸

El aumento en la concentración de CO₂ en la atmósfera significa una mayor retención de calor, esto eleva la temperatura del planeta (*calentamiento global*, entendido éste como el aumento en la temperatura promedio del planeta ocasionado por una elevada concentración de gases de efecto invernadero, principalmente CO₂) y desencadena una modificación del clima a nivel mundial. Las emisiones de CO₂ generadas por las actividades humanas están *acelerando* el cambio climático, aunque es cierto que a lo largo de su historia la Tierra ha experimentado *varios cambios climáticos*, la preocupación con el actual es la velocidad a la que está ocurriendo.⁹ Éste es uno de los problemas ambientales más graves de la actualidad, pues no sabemos con certeza qué ocurrirá ni estamos preparados para enfrentar lo que vendrá.

Bosques tropicales al rescate

Pero ¿cómo pueden los bosques tropicales ayudarnos a “aminorar” el cambio climático y sus consecuencias? Una forma es la reducción de su deforestación y degradación, pues los bosques tropicales cuentan con la “maquinaria” que permite la “limpieza” de la atmósfera del exceso de CO₂. Para comprender cómo las aspiradoras verdes realizan la

limpieza, es necesario que analicemos la *dinámica del carbono* en los bosques tropicales.

En los bosques tropicales, y en todos los ecosistemas, el carbono se mueve principalmente por dos procesos: el primero es la *fotosíntesis*, en la que plantas, algas y algunas bacterias absorben el CO₂ y la luz para fabricar azúcares. El segundo proceso es la *respiración*, la cual es análoga a la quema de combustibles fósiles, pues los azúcares fabricados en la fotosíntesis son el “combustible” que se “quema” al interior de las plantas y de todos los organismos para proveerles la energía que necesitan para crecer y sobrevivir; al ser “quemados” los azúcares se libera CO₂ a la atmósfera.

Tabla 1 Principales gases de efecto invernadero (GEI)	Concentración atmosférica	
	Periodo preindustrial ¹	Reciente
Dióxido de carbono (CO ₂)	280 ppm	397 ppm ²
Metano (CH ₄)	715 ppb	1893/1762 ppb ³
Óxidos de nitrógeno (NO _x)	270 ppb	326/324 ppb ³

Nota: las unidades son partes por millón (ppm) y partes por billón (ppb). La primera equivale a una molécula de GEI (gases de efecto invernadero) por cada millón de moléculas de aire; la segunda equivale a una molécula de GEI por cada billón de moléculas de aire.

¹ Datos del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés), 2007.⁴

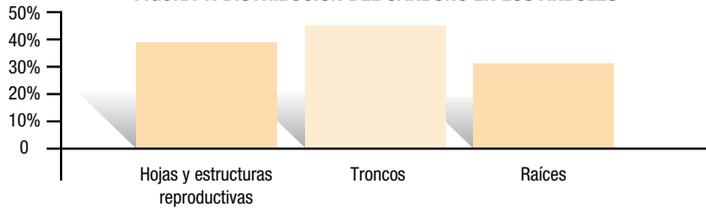
² Concentración anual promedio en 2014. Datos de la Administración Oceanográfica y Atmosférica de Estados Unidos (NOAA, por sus siglas en inglés), 2015.⁵

³ Concentración anual promedio en 2012. El primer valor representa la concentración en el hemisferio norte y el segundo, la concentración en el hemisferio sur. Datos del Experimento Global Avanzado de Gases Atmosféricos (AGAGE, por sus siglas en inglés), 2014.⁶



Fotos: © Fulvio Eccardi

FIGURA 1. DISTRIBUCIÓN DEL CARBONO EN LOS ÁRBOLES



Distribución del carbono destinado a la producción de biomasa entre sus principales componentes.
 Nota: Del total, 34% se destina a la producción de hojas y estructuras reproductivas (flores, frutos y semillas), 39% a la producción de tejido leñoso en troncos y ramas, y 27% a la producción de raíces.
 Elaboración propia a partir de datos de Malhi *et al.*, 2011.¹¹

Gracias a la fotosíntesis, el átomo de carbono (C) del CO₂ se incorpora a los tejidos vegetales y forma parte de múltiples compuestos (exudados radicales, néctares, taninos, alcaloides, aceites esenciales, etc.), así como de las diversas partes del cuerpo de los árboles: hojas, troncos, flores, frutos, semillas y raíces. Los árboles “reparten” el carbono que absorben por la fotosíntesis a las distintas partes de su cuerpo dependiendo de sus necesidades; las “porciones” son casi iguales, aunque una cantidad ligeramente mayor se asigna a los troncos^{10, 11} (Figura 1).

El carbono destinado a los troncos puede permanecer almacenado en ellos por décadas o siglos. Por su parte, el carbono asignado a la producción de hojas, flores, frutos y semillas puede ser “fácilmente devuelto” a la atmósfera en forma de CO₂, ya que al morir estos tejidos son descompuestos por microorganismos (bacterias y hongos) que se alimentan de los azúcares y compuestos contenidos en ellos.

En algunos bosques boreales, templados y tropicales varias especies de árboles pierden sus hojas durante una temporada del año, lo que impide que “aspiren” CO₂ durante ese periodo. En cambio, una gran parte de los bosques tropicales poseen árboles que mantienen sus hojas todo el año (por ejemplo, los manglares), lo que les permite continuar creciendo y no tener un lapso sin “aspirar” CO₂. Es por esto que el tipo de bosques con el mayor almacén de carbono son los tropicales, los cuales contienen 55% de todo el carbono almacenado en los bosques del mundo, siendo los árboles y el suelo sus principales almacenes¹² (Tabla 2).

Tabla 2 Tipos de bosques	Cantidad de carbono almacenado por compartimento				Total
	Suelo	Biomasa	Madera muerta	Mantillo	
Boreales	175	54	16	27	272
Templados	57	47	3	12	119
Tropicales	151	262	54	4	471

Nota: todas las unidades están en miles de millones de toneladas de carbono. Elaboración propia a partir de datos de Pan *et al.*, 2011.¹²



El suelo puede ser el principal almacén de carbono de un bosque cuando la cantidad de materia muerta (en su mayoría hojarasca) que se genera es mayor que la velocidad a la que los microorganismos la descomponen. Entre los bosques tropicales que almacenan más carbono en el suelo se encuentran los manglares en los que entre el 49-98% del carbono que contienen está almacenado en sus suelos.¹³ La descomposición ocurre lentamente en los suelos de los bosques de manglar, debido a que para consumir los tejidos muertos los microorganismos que los descomponen necesitan oxígeno, que es escaso en los suelos inundados de los manglares.

Es posible abrir una aspiradora para extraer y agitar su bolsa liberando de nuevo las partículas de polvo; algo similar ocurre con los bosques tropicales, pues disturbios como los incendios forestales o el cambio en el uso del suelo liberan el carbono almacenado en sus árboles y suelos. Actualmente los bosques tropicales más afectados por el cambio en el uso del suelo son los de Centro y Sudamérica, sur y sureste de Asia y los del África subsahariana.¹⁴

Los bosques tropicales no sólo absorben CO_2 , también lo emiten de forma natural, principalmente por la respiración de sus árboles y microorganismos. Por lo tanto, antes de afirmar si un bosque es una aspiradora verde, es necesario comprender la dinámica del carbono en sus diferentes componentes: respiración, fotosíntesis, almacenes, así como los disturbios que sufre. El estudio de la dinámica del carbono de los bosques tropicales es un área de actual interés científico por el potencial que estas aspiradoras verdes tienen en la absorción de CO_2 .

Captura de carbono

En algunas casas existen reglas respecto a la limpieza del hogar, ¿existe alguna regla sobre la limpieza del CO_2 ? El tratado internacional más importante en este aspecto es el *Protocolo de Kioto*, por el cual diversos países se comprometen a “ensuciar” menos la atmósfera con CO_2 .¹⁵ Desde su adopción en 1997, el Protocolo de Kioto ha sido firmado por un mayor número de países y ha pasado por varias modificaciones, una de las cuales permite a los países que no han alcanzado su objetivo de ensuciar menos pagar a otros países por un “servicio de limpieza” mediante aspiradoras verdes;¹⁶ a este servicio se le conoce como captura de carbono, algo similar a cuando contratamos a alguien para que limpie por nosotros. La captura de carbono puede realizarse por la conservación y restauración de los bosques tropicales, bosques urbanos o formas de producción agrícola que conserven la biodiversidad, a la vez que aprovechen los recursos naturales (sistemas agroforestales).

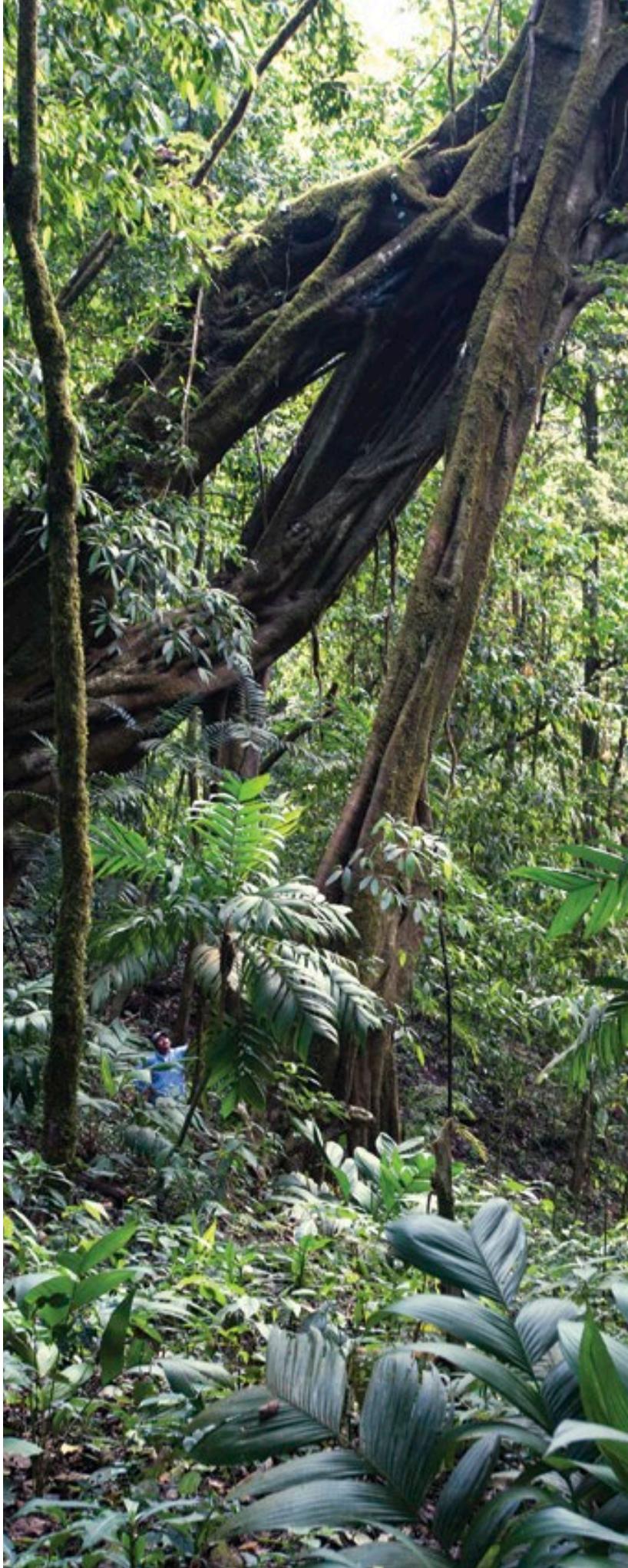




Tabla 3	Área (km ²)		Porcentaje perdido
	Potencial	Actual	
Bosque tropical			
Selvas secas	258,579	164,357	36.4
Selvas húmedas	254,800	151,511	40.5
Manglares	14,508	7,700	46.6
Total	527,887	323,568	38.7

Elaboración propia a partir de datos de la CONABIO.¹⁷

Las aspiradoras verdes en México

En nuestro país los principales grupos de bosques tropicales abarcan un área de aproximadamente 323 mil km² (Tabla 3),¹⁷ equivalente a 16% del territorio nacional. México participa en el programa de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) para la Reducción de Emisiones derivadas de la Deforestación y Degradación de los bosques (REDD+). Del presente a 2020, nuestro país tiene el objetivo de detener por completo el cambio de uso del suelo en los bosques nacionales para que nuestras aspiradoras verdes absorban y almacenen más CO₂.¹⁸

Y yo, ¿qué puedo hacer?

A la fecha hemos perdido alrededor de 40% del área original de los bosques tropicales mexicanos (Tabla 3) y 50% del área actual son bosques tropicales perturbados.¹⁷ Es importante que cada uno de nosotros contribuya a la conservación de nuestras aspiradoras verdes, evitando originar incendios forestales y reportando aquellos que hayan iniciado. También podemos ayudar a no ensuciar tanto la atmósfera con CO₂ al utilizar menos el automóvil, viajar en transporte público o bicicleta, reducir nuestro consumo eléctrico, reciclar, usar menos papel, etc.

Conclusión

Los bosques tropicales actúan como *aspiradoras verdes* al “limpiar” la atmósfera del CO₂ “absorbiéndolo” por la fotosíntesis y “almacenándolo” en los troncos de sus árboles y en sus suelos. Si bien las aspiradoras verdes absorben anualmente miles de millones de toneladas de CO₂, también se emite una cantidad igual o superior por su deforestación. Para que las aspiradoras verdes continúen limpiando es necesario garantizar su protección y conservación.

Agradecimientos

A profesores y estudiantes del curso de *Comunicación de la ciencia*, así como a amigos y familiares por contribuir al mejoramiento del manuscrito.

Bibliografía

- Mustafic, H. et al. 2012. “Main air pollutants and myocardial infarction”, *The Journal of the American Medical Association* 307(7): 713-721.
- Environmental Protection Agency (EPA). 2014. United States Environmental Protection Agency, en línea: <http://www.epa.gov/oaqps001/urbanair>, consultado el 26 marzo de 2015.
- Organización Mundial de la Salud (OMS). 2015. Organización Mundial de la Salud, en línea: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs313/es/>, consultado el 26 marzo de 2015.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 2007. *Climate change 2007: the physical science basis*. Ginebra, Intergovernmental Panel on Climate Change, pp. 2, 4.
- National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). 2015. *Earth system research laboratory global monitoring division*, en línea: ftp://ftp.cmdl.noaa.gov/ccg/co2/trends/co2_annmean_gl.txt, consultado el 3 de mayo de 2015.

- ⁶ Advanced Global Atmospheric Gases Experiment (AGAGE). 2014. *Carbon dioxide information analysis center*, en línea: http://cdiac.ornl.gov/pns/current_ghg.html, consultado el 3 de mayo de 2015.
- ⁷ Garduño R., 2004. "¿Qué es el efecto invernadero?", en J. Martínez y A. Fernández (eds.). *Cambio climático, una visión desde México*. México, Instituto Nacional de Ecología, pp. 29-38.
- ⁸ Le Quéré C., G. P. Peters, R. J. Andres, R. M. Andrew, T. A. Boden, P. Ciais, P. Friedlingstein, R. A. Houghton, G. Marland, R. Moriarty, S. Sitch, P. Tans, A. Harper, I. Harris, J. I. House, A. K. Jain, S. D. Jones, E. Kato, R. F. Keeling, K. Klein Goldewijk, A. Körtzinger, C. Koven, N. Lefèvre, F. Maignan, A. Omar, R. Ono, G.-H. Park, B. Pfeil, B. Poulter, M. R. Raupach, P. Regnier, C. Rödenbeck, S. Saito, J. Shwinger, J. Segschneider, B. D. Stocker, T. Takahashi, B. Tilbrook, S. van Heuven, N. Viovy, R. Wanninkhof, A. Wiltshire, y S. Zaehle. 2014. "Global carbon budget 2013", *Earth System Science Data* 6: 235-263.
- ⁹ Schifter, I. y C. González Macías. 2005. *La Tierra tiene fiebre*. México, Fondo de Cultura Económica.
- ¹⁰ Granados, J. y C. Corner. 2004. "Respuesta de las selvas tropicales al incremento de CO₂ en la atmósfera", *Revista Forestal Iberoamericana* 1 (1): 63-70.
- ¹¹ Malhi Y., C. Doughty y D. Galbraith, 2011. "The allocation of ecosystem net primary productivity in tropical forests", *Philosophical Transactions of The Royal Society* 366: 3225-3245.
- ¹² Pan, Y., R. A. Birdsey, J. Fang, R. Houghton, P. E. Kauppi, W. A. Kurz, O. L. Phillips, A. Shvidenko, S. L. Lewis, J. G. Canadell, P. Ciais, R. B. Jackson, S. W. Pacala, A. D. McGuire, S. Piao, A. Rautiainen, S. Sitch, D. Hayes. 2011. "A large and persistent carbon sink in the world's forests", *Science* 333: 988-993.
- ¹³ Donato, D. C., J. B. Kauffman, D. Murdiyarso, S. Kurnianto, M. Stidham y M. Kanninen. 2011. "Mangroves among the most carbon-rich forests in the tropics", *Nature Geosciences* 4(5): 293-297.
- ¹⁴ Harris, N. L., S. Brown, S. C. Hagen, S. S. Saatchi, S. Petrova, W. Salas, M. C. Hansen, P. V. Potapov y A. Lotsch. 2012. "Baseline map of carbon emissions from deforestation in tropical regions", *Science* 336: 1573-1576.
- ¹⁵ United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC). 2014. *United Nations Framework Convention on Climate Change*, en línea: http://unfccc.int/kyoto_protocol/items/2830.php, consultado el 27 de mayo de 2015.
- ¹⁶ United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC). 2014. *United Nations Framework Convention on Climate Change*, en línea: http://unfccc.int/kyoto_protocol/mechanisms/emissions_trading/items/2731.php, consultado el 10 de junio de 2015.
- ¹⁷ Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). s. f. *Biodiversidad Mexicana*, en línea: <http://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/mapas/mapa.html>, consultado el 25 de septiembre de 2013.
- ¹⁸ Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). 2010. *Visión de México sobre REDD+ hacia una estrategia nacional*, Zapolpan, Comisión Nacional Forestal.
- * Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C. (CICY)-Unidad de Recursos Naturales, Mérida, Yucatán; ferarellanom@gmail.com

