

Revisiones

Rosas, C.A. 2002. Sumideros de carbono: ¿Solución a la mitigación de los efectos de cambio climático? *Ecosistemas* 2002/3 (URL: <http://www.aeet.org/ecosistemas/023/revisiones1.htm>)

Sumideros de carbono: ¿solución a la mitigación de los efectos del cambio climático?

Carlos Alberto Rosas

Departamento de Ciencias Biológicas, Universidad de Los Andes, Carrera 1a. # 18A - 70, Bogotá, Colombia.

Se considera que los sumideros de carbono son una solución para mitigar los efectos de cambio climático. Sin embargo, distintos estudios directos o indirectos, demuestran las incertidumbres de esta aparente solución. Existen argumentos en contra de la propuesta de los sumideros que se pueden clasificar en cinco tipos: 1) factores ambientales que afectan a los sumideros, 2) posible ineficacia de los sumideros, 3) limitaciones temporales, 4) efectos perjudiciales de acciones tales como la inyección de CO₂ en los océanos y la plantación masiva de bosques y 5) desconocimiento de los mecanismos responsables del funcionamiento de los sumideros. Estas consideraciones permiten concluir que los sumideros no son una panacea y que existen medidas por tomar que no han entrado en vigor debido a intereses particulares, principalmente la reducción de las emisiones.

La mayoría de los estudios a favor de los sumideros de carbono como solución para mitigar los efectos del cambio climático documentan la evidencia de que se produce un proceso de acumulación de carbono, pero no sustentan su infalibilidad como herramienta para almacenar las emisiones causadas por acciones antropogénicas. El **Anexo 1** incluye una relación de argumentos en contra de esta infalibilidad extraída de la literatura científica reciente.

Houghton *et al.* (1999) afirman que la tasa de acumulación de carbono en los ecosistemas terrestres y los mecanismos responsables del funcionamiento de los sumideros son inciertos. Este es el punto más relevante en la discusión en torno a los sumideros, ya que no es posible una solución efectiva sin conocer en qué consiste esa efectividad (Sundquist, 1993; Houghton *et al.* 1999; Smaglik, 2000). Esta efectividad es, además, condicionada por varios factores entre los cuales se encuentra el propio cambio climático (Cao y Woodward, 1998; Sarmiento *et al.*, 1998; Tian *et al.*, 1998; Schimel *et al.*, 2000). Por ejemplo, el fenómeno del Niño actúa como un control del almacenamiento terrestre de carbono (Keeling *et al.* 1995). Si el incremento de la temperatura no estimula la tasa de descomposición de carbono en los suelos de los bosques (Giardina y Ryan, 2001), los sumideros continuarían siendo útiles a largo plazo independientemente del calentamiento global. Inclusive, Schimel y colaboradores (2000) encontraron que los efectos del clima y del CO₂ en el secuestro de carbono en Estados Unidos son probablemente iguales o menores que los efectos del manejo intensivo de bosques y abandono de la agricultura.

La fertilidad del suelo y el exceso de lluvia también pueden disminuir el secuestro de CO₂ (Oren *et al.*, 2001; Sarmiento *et al.* 1998). Estos factores pueden estar determinando la ineficiencia de los sumideros e implicar repercusiones económicas que se agudicen a largo plazo (IGBP, 1998; Cox *et al.*, 2000). Además, puede haber una serie de efectos perjudiciales, que pueden ser o no conspicuos, tales como la

alteración de las interacciones ecológicas en el océano por la inyección de CO₂ (Dalton, 1999) y el aumento de absorción de la radiación solar por la plantación masiva de bosques (Betts, 2000).

La evaluación de la contribución del uso de la tierra y del crecimiento de la vegetación son un punto crítico en el planteamiento de estrategias para mitigar la acumulación de dióxido de carbono en la atmósfera (Caspersen *et al.* 2000). Por ejemplo, Smaglik (2000) anota que en caso de haber un incremento del crecimiento de la vegetación, el potencial de almacenamiento es cada vez más incierto.

El inconveniente de confiar en los sumideros como solución a la mitigación de los efectos del cambio climático se debe en parte a su fragilidad. Las actividades antropogénicas pueden hacer desaparecer rápidamente estos reservorios, como ocurre en los casos de la deforestación (Chambers *et al.*, 2001) o del uso del fuego (Smaglik, 2000). La quema de bosques presenta, entre otros, el problema de que no es debidamente controlada por autoridades competentes. Sin embargo, el incremento de la masa de árboles seguido de la supresión del fuego causa el almacenamiento de carbono en los bosques (Tilman *et al.* 2000).

La conservación de los bosques, desafortunadamente, no está incluida en el Mecanismo de Desarrollo Limpio (*Clean Development Mechanism*) del Protocolo de Kyoto (Bonnie *et al.* 2000). No obstante, es evidente que su conservación genera beneficios significativos local y globalmente, por ejemplo en lo que respecta al uso del recurso maderable y la agricultura (Kremen *et al.* 2000). El problema radica en que, a nivel nacional, los beneficios financieros de estos dos tipos de actividades son más grandes que los de la conservación. Por esta razón, Kremen y colaboradores (2000) sugieren que el Protocolo de Kyoto podría superar este obstáculo creando mercados para la protección de bosques tropicales para mitigar el cambio climático. Estos mercados tendrían que ser eficientes puesto que aún permanecen los elevados costes de compensación por pérdidas anuales en los sumideros (Sarmiento, 2000).

La retención terrestre de carbono sólo es una solución parcial en el control del aumento de las emisiones de CO₂ a la atmósfera (Chambers *et al.*, 2001). No tiene sentido basar todo el esfuerzo para mitigar los efectos del cambio climático en la utilización de sumideros. Tampoco el argumentar, aunque sea cierto, que los terrenos utilizados para cultivos y pastoreo son sumideros, solamente para desentenderse del problema del paradero de las emisiones al asegurar que estas superficies de tierra contrarrestan los efectos producidos por las actividades industriales de uno u otro país (Smaglik, 2000). Por otra parte, aunque se diga que todos los ecosistemas manejados y no manejados deberían ser considerados sumideros terrestres (para evitar la sorpresa de grandes liberaciones no anticipadas de carbono, IGBP, 1998), todos los países deberían centrar sus esfuerzos en adoptar medidas determinantes para reducir las emisiones de carbono a la atmósfera. Se deberían adoptar este tipo de medidas, en lugar de que los países industrializados apoyen proyectos de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero en países subdesarrollados y no en los propios (Smaglik, 2000).

Conclusión

Los sumideros de carbono parecen no ser tan eficientes como alternativa en la mitigación de los efectos del cambio climático. Hay suficientes evidencias científicas de distintos factores que afectan al funcionamiento de los sumideros. Como no se conoce bien el funcionamiento del secuestro del carbono en los ecosistemas, las investigaciones futuras deberían centrar sus esfuerzos en este aspecto, por ejemplo potenciando los estudios ecofisiológicos a nivel ecosistémico.

Referencias

- Betts, R.A. 2000. Offset of the potential carbon sink from boreal forestation by decreases in surface albedo. *Nature* 408: 187-190.
- Bonnie, R., Schwartzman, S., Oppenheimer, M. y Bloomfield, J.. 2000. Counting the cost of deforestation. *Science* 288: 1763-1764.
- Caspersen, J.P., Pacala, S.W., Jenkins, J.C., Hurtt, G.C., Moorcroft, P.R. y Birdsey, R.A. 2000. Contributions of land-use history to carbon accumulation in U.S. forests. *Science* 290: 1148-1150.
- Cao, M. y Woodward, F.I. 1998. Dynamic responses of terrestrial ecosystem carbon cycling to global climate change. *Nature* 393: 249-252.
- Chambers, J.Q., Higuchi, N., Tribuzy, E.S. y Trumbore, S.E.. 2001. Carbon sink for a century. *Nature* 410: 429.
- Cox, P.M., Betts, R.A., Jones, C.D., Spall, S.A. y Totterdell, I.J. 2000. Acceleration of global warming due to carbon-cycle feedbacks in a coupled climate model. *Nature* 408: 184-186.
- Dalton, R. 1999. US warms to carbon sequestration research. *Nature* 401: 315.
- Giardina, C.P. y Ryan, M.G. 2001. Evidence that decomposition rates of organic carbon in mineral soil do not vary with temperature. *Nature* 404: 858-861.
- Houghton, R.A., Hackler, J.L. y Lawrence, K.T. 1999. The U.S. carbon budget: contributions from land-use change. *Science* 285: 574-578.
- Hungate, B.A., Holland, E.A., Jackson, R.B., Chapin, F.S. III, Mooney, H.A. y Field, C.B. 1997. The fate of carbon in grasslands under carbon dioxide enrichment. *Nature* 388: 576-579.
- IGBP-The International Geosphere-Biosphere Programme. 1998. The terrestrial carbon cycle: Implications for the Kyoto protocol. *Science* 280: 1393-1394.
- Keeling, C.D., Whorf, T.P., Wahlen, M. y van der Plicht, J. 1995. Interannual extremes in the rate of rise of atmospheric carbon dioxide since 1980. *Nature* 375: 666-670.
- Kremen, C., Niles, O., Dalton, M.G., Daily, G.C., Ehrlich, P.R., Fay, J.P., Grewal D. y Guillery, R.P. 2000. Economic incentives for rain forest conservation across scales. *Science* 288: 1828-1832.
- Oren R., Elisworth D.S., Johnsen, K.H., Phillips, N., Ewers, B.E., Maier, C., Schater, K.V.R., McCarthy, H., Hendrey, G., McNutty, S.G. y Katul,

G.G. 2001. Soil fertility limits carbon sequestration by forest ecosystems in a CO₂-enriched atmosphere. *Nature* 411: 469-471.

Sarmiento, J. 2000. That sinking feeling. *Nature* 408: 155-156.

Sarmiento, J.L., Hughes, T.M.C., Stouffer, R.J. y Manabe, S. 1998. Simulated response of the ocean carbon cycle to anthropogenic climate warming. *Nature* 393: 245-249.

Schimel, D., Melillo, J., Tian, H., McGuire, A.D., Kicklighter, D., Kittel, T., Rosembloom N., Running, S., Thornton, P., Ojima, D., Parton, W., Kelly, R., Sykes, M., Neilson, R. y Rizzo, B. 2000. Contribution of increasing CO₂ and climate to carbon storage by ecosystems in the United States. *Science* 287: 2004-2006.

Schlesinger, W.H. y Lichter, J. 2001. Limited carbon storage in soil and litter experimental forest plots under increased atmospheric CO₂. *Nature* 411: 466-468.

Smaglik, P. 2000. United States backs soil strategy in fight against global warming. *Nature* 406: 549-550.

Sundquist, E. 1993. The global carbon dioxide budget. *Science* 259: 934.

Tian, H., Melillo, J.M., Kicklighter, D.W., McGuire, A.D., Helfrich III, J.V.K., Moore III, B. y Vorosmarty, C.J. 1998. Effect of interannual climate variability on carbon storage in Amazonian ecosystems. *Nature* 369: 664-667.

Tilman, D., Reich, P., Phillips, H., Menton, M., Patel, A., Vos, E., Peterson, D. y Knops, J. 2000. Fire suppression and ecosystem carbon storage. *Ecology* 81: 2680-2685.

ANEXO 1. Argumentos en contra de los sumideros de carbono como solución a la mitigación de los efectos del cambio climático.

	Argumentos	Referencias
Factores ambientales que afectan a los sumideros	- La fertilidad del suelo puede disminuir la respuesta de la retención del carbono en la madera, al aumento de dióxido de carbono atmosférico	Oren <i>et al.</i> , 2001
	- La absorción de las emisiones antropogénicas por los ecosistemas terrestres y oceánicos es sensible a:	
	- Las concentraciones de dióxido de carbono	Schimel <i>et al.</i> , 2000.

	- El cambio climático	Cao y Woodward, 1998; Sarmiento <i>et al.</i> , 1998 ; Tian <i>et al.</i> , 1998; Schimel <i>et al.</i> , 2000.
	- El fenómeno del Niño es un control del almacenamiento terrestre de carbono	Keeling <i>et al.</i> , 1995
	- Los incrementos en la temperatura pueden acelerar la descomposición de carbono orgánico contenido en el suelo de los bosques y, en consecuencia, el calentamiento global puede incrementar la liberación de carbono orgánico del suelo a la atmósfera	Cao y Woodward, 1998
	- El océano es afectado por el incremento de lluvia que hace que ocurra estratificación de las aguas, reduciendo el flujo de carbono hacia las profundidades y la pérdida de calor a la atmósfera. El resultado es una disminución en el secuestro de dióxido de carbono antropogénico	Sarmiento <i>et al.</i> , 1998
Ineficiencia	- No es evidente la acumulación de carbono en capas profundas del suelo de los bosques, por lo que es poco probable la retención de carbono en ellos	Schlesinger y Lichten, 2001
	- Existe una reducción de 6 Pg* de carbono por año en los sumideros. Almacenar el dióxido de carbono ha sido estimado en 200 dólares por tonelada de emisiones de carbono evitadas. Por lo tanto, el costo de compensar una pérdida anual de 6 Pg de carbono en los sumideros, sería de 1,2 billones de dólares anuales.	Sarmiento, 2000
	- Si las selvas están creciendo como respuesta a cambios en el uso de la tierra -nuevo crecimiento de bosques-, entonces el sumidero se <i>saturará</i> cuando éstas recuperen su biomasa inicial	Caspersen <i>et al.</i> , 2000; Smaglik, 2000
	- La concentración elevada de dióxido de carbono causa un incremento mayor en la circulación del carbono que en su almacenamiento	Hungate <i>et al.</i> , 1997
Escalas de tiempo	- La adquisición de carbono por parte de los sumideros puede compensar las emisiones de combustibles fósiles sólo temporalmente	IGBP, 1998

	- La biosfera actuará como sumidero hasta el 2050, pero después será una fuente	Cox <i>et al.</i> , 2000
Efectos perjudiciales	- Inyectar dióxido de carbono al océano puede cambiar su composición química con consecuencias ecológicas perjudiciales	Dalton, 1999
	- El secuestro de carbono plantando bosques puede aumentar el calentamiento en algunas regiones de altas latitudes. La razón es el oscurecimiento de la superficie de la tierra por árboles que implica una mayor absorción de luz solar	Betts, 2000
Desconocimiento	- La tasa a la cual el carbono es acumulado en los ecosistemas terrestres y los mecanismos responsables del funcionamiento de los sumideros son inciertos	Sundquist, 1993; Houghton <i>et al.</i> , 1999; Smaglik, 2000
* 1Pg = 10 Exp 15 g		