

¿Puede un bosque seguir absorbiendo carbono indefinidamente?

Juan Segurola · Todos los derechos reservados

QUE · Artículo 021 · Preguntas sencillas, respuestas profundas · Versión 0.1 ES

Un bosque puede seguir realizando la fotosíntesis sin aumentar continuamente la cantidad de carbono que almacena. El carbono entra mediante la fotosíntesis y sale mediante la respiración, la descomposición, las perturbaciones y el transporte fuera del área contabilizada. Que el bosque sea un sumidero neto depende de la diferencia entre esos flujos, no solo de la presencia de hojas verdes.

«Indefinidamente» hace que la pregunta sea más difícil que «durante mucho tiempo». La evidencia de que un bosque antiguo sigue ganando carbono no demuestra una acumulación futura ilimitada. Del mismo modo, un bosque con una pequeña ganancia anual neta puede contener una gran reserva de carbono cuya pérdida sería importante. La cantidad almacenada, la tasa de absorción y la persistencia del almacenamiento son tres propiedades distintas.

1. Definir el bosque que se contabiliza

Un balance de carbono necesita unos límites. ¿Contamos los árboles vivos, toda la vegetación o la vegetación más la madera muerta, la hojarasca y el suelo dentro de un área definida? Transferir carbono de un árbol vivo a la madera muerta reduce un compartimento, pero al principio deja el inventario conjunto prácticamente igual. Considerar esa transferencia una emisión atmosférica inmediata supondría contabilizar unos límites equivocados.

El tiempo también importa. Una medición diurna durante el crecimiento activo no es un balance anual. Tampoco un año tranquilo representa un intervalo que incluye una gran perturbación. Comparar dos estimaciones de sumideros exige comparar sus áreas, compartimentos y escalas temporales antes de comparar sus cifras.

La evaluación del IPCC sobre el ciclo terrestre del carbono distingue las emisiones y las absorciones brutas y analiza por qué las estimaciones por satélite, inventarios y modelos pueden abarcar componentes distintos. [1] Una cifra precisa no puede compensar unos límites sin declarar.

2. Un balance numérico transparente

Consideremos una hectárea hipotética durante un año. Supongamos que la fotosíntesis fija 20 toneladas de carbono, la respiración vegetal devuelve 10 toneladas y la respiración microbiana y de otros heterótrofos devuelve 8 toneladas. Para este ejemplo, suponemos que no hay otras entradas, salidas ni perturbaciones, y que se incluyen todos los compartimentos pertinentes.

La ganancia neta es $20 - 10 - 8 = 2$ toneladas de carbono por hectárea y año. La fotosíntesis es diez veces esa ganancia neta. Presentar la entrada bruta como si fuera el sumidero exageraría, por tanto, el resultado por un factor de diez en este ejemplo inventado.

Ahora mantengamos la fotosíntesis en 20, pero aumentemos la respiración total de 18 a 20. La ganancia neta pasa a ser cero aunque la fotosíntesis continúe. Si otras 3 toneladas abandonan el inventario definido durante el año por una perturbación o una exportación, la reserva disminuye en 3 toneladas bajo estos supuestos.

El cálculo expresa conservación, no un conjunto de mediciones típicas de bosques. Enseña que una pequeña diferencia neta puede resultar de flujos opuestos mucho mayores. Estimar esa diferencia exige atender a las incertidumbres de ambos lados, en lugar de medir uno cuidadosamente e ignorar el otro.

3. Antiguo no significa automáticamente neutro en carbono

La síntesis de Luyssaert y sus colaboradores de 2008 encontró acumulación continuada de carbono en muchos bosques antiguos y cuestionó el supuesto de que los bosques maduros debían ser neutros en carbono. Su análisis utilizó estimaciones de flujos de carbono forestal recopiladas de la bibliografía y de bases de datos. [2] La conclusión acotada que interesa aquí es que la edad por sí sola no demuestra que el sumidero sea cero.

La magnitud del sumidero inferido ha sido discutida. Gundersen y sus colaboradores reexaminaron las estimaciones originales y sostuvieron que se había sobreestimado la absorción de los bosques maduros, señalando dudas sobre las mediciones de flujos, la acumulación en el suelo y las diferencias en la historia de gestión. [3] En su respuesta, Luyssaert y sus colaboradores reconocieron cuestiones que requerían investigación, pero rechazaron que la crítica demostrara una calidad sistemáticamente deficiente de las mediciones de flujos. [4] Este intercambio trata de inferencias cuantitativas, no de una edad universal a la que se detenga la fotosíntesis.

Una lectura útil del desacuerdo conserva ambas restricciones. Es posible que una masa forestal antigua siga absorbiendo carbono; esa afirmación no justifica asignar una tasa anual universal a todos los bosques antiguos. La edad de los árboles grandes tampoco constituye un registro completo de la historia de perturbaciones o gestión de un área.

4. Una reserva no puede crecer linealmente sin límite en un espacio finito

Si un ecosistema delimitado almacena carbono a una tasa neta positiva y constante r , tras un tiempo t su reserva habrá aumentado en rt . Extender esa regla indefinidamente hace que la masa almacenada aumente sin límite. Un área forestal finita con capacidad de almacenamiento finita no puede mantener esa extrapolación para siempre.

Este límite lógico no identifica el año en que se ralentizará la absorción de un bosque real. La capacidad de almacenamiento, los procesos del suelo, los cambios de vegetación y las condiciones ambientales hacen de ello una cuestión empírica. Tampoco impide la exportación desde un bosque a otro reservorio; exige contabilizar el carbono exportado en ese otro reservorio, con su propia persistencia y sus pérdidas.

Un modelo sencillo de reserva y pérdida precisa la distinción. Sea C una reserva de carbono, I una entrada constante y kC una pérdida proporcional a la reserva, con k positivo. Entonces $dC/dt = I - kC$. La reserva de equilibrio es I/k . La entrada continúa en el equilibrio, pero la acumulación neta es cero porque la pérdida compensa la entrada.

Se trata de una ilustración, no de un modelo forestal calibrado. Las entradas y tasas de pérdida reales cambian, los compartimentos tienen distintos tiempos de renovación y las perturbaciones no son un drenaje proporcional continuo. El modelo muestra por qué el flujo continuado y la acumulación neta ilimitada son afirmaciones distintas.

5. Un bosque es más que un árbol que crece

La muerte de un árbol cambia la distribución del carbono entre compartimentos. La descomposición posterior puede devolver carbono a la atmósfera con el tiempo, mientras las plantas supervivientes y en regeneración siguen absorbiéndolo. A escala de paisaje, masas forestales en distintas etapas pueden contribuir con balances diferentes. El IPCC analiza la regeneración, las perturbaciones y las limitaciones de la representación de estos procesos en modelos terrestres. [1]

El balance futuro también puede cambiar con la disponibilidad de agua, la temperatura, los nutrientes y el dióxido de carbono atmosférico. Aumentar uno de los recursos para el crecimiento no elimina los límites impuestos por los demás. Por ello, no es fiable proyectar indefinidamente una tasa de absorción medida suponiendo que las condiciones que la sostienen permanecerán constantes.

La respuesta depende de la escala de la pregunta. Una masa forestal individual, un mosaico paisajístico cambiante y toda la superficie forestal mundial son sistemas distintos. Una pérdida local puede coexistir con una ganancia regional, o al revés. Ningún resultado debe trasladarse tácitamente a la otra escala.

6. El almacenamiento sigue importando cuando el sumidero se ralentiza

Supongamos que dos bosques hipotéticos contienen una reserva considerable de carbono, pero uno gana carbono más deprisa este año. Esa comparación ordena sus cambios netos actuales; no ordena las consecuencias de perder sus reservas existentes. Un reservorio con una entrada pequeña puede contener mucho material.

Del mismo modo, un año de absorción neta no demuestra que el carbono añadido se almacene permanentemente. Las futuras perturbaciones, la descomposición y los cambios de uso del suelo afectan a su destino. Estas afirmaciones se deducen de mantener separados el inventario y su variación, no de asignar un valor comercial a ninguno de los bosques.

Lo que sabemos razonablemente bien es que hay que contabilizar flujos opuestos y múltiples compartimentos. En un bosque concreto siguen siendo inciertas, entre otras cosas, su futura historia de perturbaciones y la respuesta de sus componentes a condiciones cambiantes. Las preguntas cuantitativas sin resolver no justifican sustituir el balance por «los árboles absorben carbono» o por «los bosques antiguos no hacen nada».

Un bosque puede seguir siendo un sumidero neto durante mucho tiempo, incluso a edades avanzadas. No puede suponerse que añada carbono indefinidamente a una tasa fija dentro de un área finita e invariable. Y que el sumidero se ralentice no hace que el carbono ya almacenado desaparezca de la cuestión científica.

Lectura relacionada

El artículo 019, «¿Cómo podemos estimar el clima futuro sin conocer el tiempo de cada día?», trata las proyecciones condicionales. Aquí, el balance futuro de carbono es una de las magnitudes cuyos supuestos deben permanecer explícitos.

Referencias

- [1] IPCC. Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Capítulo 5: Global Carbon and Other Biogeochemical Cycles and Feedbacks. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/chapter/chapter-5/>
- [2] S. Luyssaert et al. Old-growth forests as global carbon sinks. *Nature* 455, 213–215 (2008). <https://doi.org/10.1038/nature07276>
- [3] P. Gundersen, E. E. Thybring, T. Nord-Larsen, L. Vesterdal, K. J. Nadelhoffer and V. K. Johannsen. Old-growth forest carbon sinks overestimated. *Nature* 591, E21–E23 (2021). <https://doi.org/10.1038/s41586-021-03266-z>
- [4] S. Luyssaert, E.-D. Schulze, A. Knohl, B. E. Law, P. Ciais and J. Grace. Reply to: Old-growth forest carbon sinks overestimated. *Nature* 591, E24–E25 (2021). <https://doi.org/10.1038/s41586-021-03267-y>