

04/2012

Las actividades humanas están induciendo un desajuste entre el Carbonio, el Nitrógeno y el Fósforo



Las actividades humanas aumentan continuamente las emisiones de carbono (C) y nitrógeno (N) en el medio, incrementando así la desproporción entre estos dos bioelementos y el fósforo (P) a la biosfera. Investigadores de la unidad de Ecología Global CREAM-CSIC-UAB han realizado un estudio para estimar los niveles de la relación nitrógeno: fósforo (N: P) pasados, presentes y futuros de las emisiones de la especie humana en la biosfera, para posteriormente comparar estas ratios con las de los organismos vivos de los ecosistemas terrestres y acuáticos. Del análisis de los datos se deduce un progresivo rol limitante del P en muchos ecosistemas y de manera general en toda la biosfera, lo que disminuye la capacidad del planeta de fijar el C atmosférico emitido por nuestra especie y afecta a la proporción N : P de los ecosistemas, determinante en su estructura y funcionamiento.

Las actividades humanas están comportando un aumento constante de las emisiones de CO₂ sobre todo por el constante incremento de la combustión de recursos fósiles. Sin embargo, el aumento de la concentración de CO₂ en la atmósfera junto con el incremento de la temperatura puede estimular la producción biológica. Se incrementa así la fijación de parte de este CO₂ en lo que constituye un mecanismo de retroalimentación negativa que disminuye el CO₂ a la atmósfera.

Pero esta capacidad de fijar el exceso de CO₂ a la atmósfera depende de la disponibilidad de nutrientes. Investigadores de la Unidad de Cambio Global CREAM-CSIC-UAB han hecho un estudio para averiguar las cantidades de nutrientes emitidos por las actividades humanas en la biosfera y sus impactos en los ciclos del N y del P. Este estudio ha permitido evaluar el desajuste, tanto presente como futuro, en la proporción o ratio N: P de las emisiones humanas y las posteriores consecuencias a nivel de la capacidad del planeta para fijar el C emitido así como a nivel de la estructura y funcionamiento de los ecosistemas.

El N, el principal nutriente, podría llegar a ser limitante para la capacidad del planeta para fijar las emisiones de CO₂ provenientes de la actividad humana. Pero este posible papel limitante del N puede no llegar a suceder debido a que las emisiones de N al medio por parte de las actividades humanas, el uso masivo de fertilizantes nitrogenados, las emisiones por la combustión de derivados del petróleo y el aumento de cultivos de plantas fijadoras de N₂ atmosférico (arroz y legumbres) están aumentando continuamente. Actualmente las emisiones globales de N al medio están estimadas entre 175 a 259 Tg N año⁻¹, cantidad que es similar a toda la fijación biológica natural del planeta. Como consecuencia de estos grandes incrementos de las emisiones de N desde el principio de la revolución industrial, la deposición atmosférica de N ha aumentado de 32 Tg N año⁻¹ de 1860 hasta 112 a 117 Tg N año⁻¹ en nuestros días. A pesar de estos continuos incrementos de las emisiones de C y N en el medio por parte de las actividades humanas, muchos estudios observan cómo gran parte del C emitido no está siendo asimilado por los bosques y otros ecosistemas. Todo ello sugiere que otros factores aparte del N no se habrían tenido en cuenta a la hora de estimar la capacidad del planeta para fijar el C emitido.

Entre estos factores despreciados, el P podría ser el factor limitante. El P tiene un papel clave en la capacidad productiva de las plantas, es un elemento indispensable para sintetizar nuevo ADN, para construir membranas celulares, muchas enzimas y las moléculas encargadas de transferir y acumular energía. Sin embargo, el P es escaso en la naturaleza. Las actividades humanas también conllevan unas emisiones de P en el medio, en este caso básicamente a través de los fertilizantes industriales. Pero estas emisiones son desproporcionadamente más bajas que las de C y N, resultando en un ratio N: P más alta de la biosfera. Hay dos causas fundamentales por las que la fertilización con P es menor que la del N. Primero, los fertilizantes nitrogenados se fabrican a partir de una materia prima prácticamente inagotable, el N atmosférico, a partir de un proceso industrial, la reacción de Haber-Bosch (reacción del N atmosférico con hidrógeno proveniente del agua a alta presión), lo que hace que pueda aumentar su producción de forma exponencial, al igual que sucede con la otra fuente de emisión ligada a la fijación de N₂ atmosférico. Por otra parte los fertilizantes de P provienen del fosfato de roca, con unas reservas limitadas. Segundo, mientras que el N es altamente movilizable por su volatilidad y solubilidad, el P es mucho menos móvil en la naturaleza y desigualmente repartido.

Mientras que la ratio N: P en los organismos fotosintéticos tiene una gran variabilidad, tendiendo a una media global de ~ 14 a 16 (en molaridad) al plancton ya ~ 22 - 30 en las plantas terrestres y en algas de aguas continentales, el petróleo, los fertilizantes y las plantas fijadoras de N tienen valores de N: P mucho más altos. Por ejemplo, el petróleo es desproporcionadamente rico en N (1000 - 20000 mg L^{-1}) con respecto al P (unos pocos mg L^{-1}). Por tanto, mientras las emisiones por combustión de petróleo suponían una emisión de 33 Tg N año^{-1} en el 2000, no hay evidencias significativas de emisiones de P por esta causa. Respecto a los fertilizantes, las emisiones de P son de 17 Tg P año^{-1} y esta cantidad permanece más o menos estable desde 1989. Por el contrario las emisiones debidas al N son actualmente posiblemente superiores a 100 - $136 \text{ Tg N año}^{-1}$ y aumentan exponencialmente. Así pues, mientras las emisiones totales de N son 175 - $259 \text{ Tg N año}^{-1}$, las de P son 14 - 17 Tg P año , dando una ratio N: P de 22.8 - 46.6 (en molaridad). Esta ratio es prácticamente el doble de la del plancton y un 5 - 100% por encima del óptimo N: P (~ 16 - 22) que deben tener los suelos por el crecimiento óptimo de las plantas terrestres. Esto nos conduce a un escenario de limitación de P, sobre todo en los océanos y en los ecosistemas naturales terrestres.

Sin embargo, la falta de P también amenaza a los cultivos. El principal recurso para obtener P es el fosfato de roca, cuya demanda está aumentando. La satisfacción de esta demanda no está muy clara, lo que amenaza la seguridad alimentaria mundial. Esta amenaza viene acentuada por el hecho de que sólo 5 países acumulan el 90% de las reservas, lo que representa que zonas del planeta muy pobladas como Europa, India o Indonesia son completamente dependientes de las importaciones.

Aparte de afectar la capacidad del planeta para absorber el C que emitimos a la atmósfera, estos incrementos de la ratio N: P pueden afectar otras características estructurales y funcionales de los ecosistemas. La capacidad de crecer rápido implica una gran inversión en construir ARN de los ribosomas que es muy rico en P. En condiciones de limitación de P, la construcción de ARN de los ribosomas es difícil, lo que favorece las especies de crecimiento lento en detrimento de las de crecimiento rápido. Además, estudios recientes muestran que la disponibilidad de N y P del medio acaba influyendo en la composición del ADN. Por tanto, los cambios de la ratio N: P inducidos por el hombre podrían estar actuando a nivel de la evolución de las especies del planeta.

Peñuelas, J., Sardans, J., Rivas-Ubach, A., Janssens, I.

josep.penuelas@uab.cat

Referencias

Peñuelas J., Sardans J., Rivas-Ubach A., Janssens I.A. 2012. The human-induced imbalance between C, N and P in Earth's life system. *Global Change Biology* 189: 5-8.

[View low-bandwidth version](#)