

## Exercicio

### DINÁMICA DOS ECOSISTEMAS

A continuación tes un extracto dun texto de David A. Vaccari publicado no número de agosto de 2009 na revista Investigación e Ciencia e que leva por título: “LA CRISIS DEL FÓSFORO”.

Unha vez teñas lido e comprendido o contido do texto deberás responder ás cuestións que tes a continuación e enviarllas ao titor nun prazo de dez días.

*“...Por compleja que sea la química de la vida, sólo tres números condicionan el crecimiento próspero de las plantas: 19, 12 y 5. Corresponden a los porcentajes de nitrógeno, fósforo y potasio que vienen señalados en los paquetes de abono. Durante el siglo XX, estos tres nutrientes consiguieron elevar la productividad agrícola y sextuplicar la población mundial.*

*El nitrógeno se obtiene de la atmosfera, el fósforo y el potasio se extraen de las minas. Tenemos potasio para varios siglos, pero con el fósforo ya es otro cantar. Las reservas mundiales accesibles tal vez empiecen a agotarse a finales de este siglo. Ello coincidirá con una población que podría rebasar los límites sostenibles.*

*Pero los problemas podrían surgir mucho antes. Los vaivenes del precio del petróleo en 2008 demostraron que los mercados pueden contraerse mucho antes de que un determinado recurso se aproxime a su fin. Por otra parte, la distribución de las reservas de fósforo es aún más desigual que la del petróleo, lo que añade dificultades de suministro. Estados Unidos es el segundo productor de fósforo mundial (China es el primero), con un 19 por ciento del total, pero el 65 por ciento de su producción proviene de un solo lugar: los pozos mineros de Tampa, en el estado de Florida, que quizá no duren más de un decenio.*

*Cerca del 40 por ciento de las reservas mundiales están controladas por un solo país, Marruecos, llamado “la Arabia Saudí del fósforo”. Aunque Marruecos sea una nación estable y con buenas relaciones internacionales, este desequilibrio convierte el fósforo en una bomba de relojería geoestratégica.*

*Por añadidura, los abonos se cobran un peaje ambiental. Las prácticas agrícolas modernas empobrecen en fósforo la tierra a un ritmo tres veces superior al natural; asimismo, la afluencia excesiva de fósforo a canales de agua promueve la aparición de proliferaciones algales incontroladas y altera los ecosistemas acuáticos. Si bien no se le ha hecho mucho caso –si lo comparamos con lo realizado con el carbono o el nitrógeno–, el fósforo se ha convertido en uno de los factores que más cuentan en nuestro sostenimiento actual.*

*(...)*

*En su ciclo natural, el fósforo pasa de las rocas al suelo, lo reciben las plantas y, a través de ellas, entra en la cadena trófica para llegar a los organismos. El fósforo, habitualmente en la forma de ión trivalente ( $\text{PO}_4^{3-}$ ), resulta imprescindible para la vida. En torno a él se vertebran el ADN y las membranas celulares. Constituye el componente esencial del trifosfato de adenosina (ATP), principal almacén celular de energía. El cuerpo humano contiene unos 650 gramos de fósforo, la mayor parte en los huesos.*

Los ecosistemas terrestres utilizan y reutilizan el fósforo en ciclos locales 46 veces por término medio. El mineral corre luego por escorrentía y vías de agua hacia el océano, donde los organismos marinos pueden reciclarlo unas 800 veces hasta que termina por sedimentarse. Millones de años después, es posible que un levantamiento tectónico lo devuelva a tierra firme.

La recolección de las cosechas rompe el ciclo natural al distraer fósforo de la tierra. En la agricultura primitiva, cuando los residuos humanos y animales servían de abono, los nutrientes regresaban al suelo a un ritmo parejo al de extracción. Pero nuestra sociedad moderna separa la producción y el consumo de alimentos, lo que limita nuestra capacidad de devolver los nutrientes a la tierra. Antes bien, los utilizamos una vez y luego los evacuamos.

La agricultura acelera la erosión del terreno (las labores de arado y cultivo trastorman y ponen al descubierto el suelo), de modo que las escorrentías arrastran mayor cantidad de fósforo. También el control del caudal de los ríos tiende a alterar el ciclo natural del fósforo. En condiciones normales, las crecidas redistribuirían sedimentos ricos en fósforo hacia tierras bajas, donde volverían a estar a disposición de los ecosistemas, sin embargo, los sedimentos quedan retenidos en presas o confinados por diques en los ríos hasta que llegan al mar.

Un exceso de fósforo, procedente de la erosión del suelo y de los residuos humanos y animales, acaba, pues, en lagos y océanos. Allí hace brotar enormes e incontroladas floraciones de cianobacterias (algas azul verdosas) y algas; en cuanto mueren y caen al fondo, su degradación agota otros organismos que consumen oxígeno. Se crean así “zonas muertas” que contribuyen a empobrecer los bancos de pesca.  
(...)

Las estrategias de conservación habituales se aplican también al fósforo: reducir, reciclar y reutilizar. Podemos reducir el uso de abonos mediante prácticas agrícolas más eficientes, como el cultivo en terrazas o sin labranza para evitar la erosión. La biomasa no comestible (raíces y tallos) que se recoge con la cosecha debería devolverse al suelo con todo el fósforo que contiene; igualmente los residuos animales (huesos incluidos) de la producción de carnes y lácteos, de los que hoy se aprovecha sólo la mitad en forma de abono.

También tendremos que procesar las aguas fecales para recuperar el fósforo de los residuos sólidos. Es una labor difícil, pues los residuos orgánicos sólidos están contaminados con numerosas sustancias, sobre todo metales pesados como plomo y cadmio, lixiviados de tuberías viejas. El primer paso hacia una agricultura sostenible a largo plazo consiste en esforzarse por desterrar de nuestras instalaciones sanitarias los metales tóxicos.  
(...)

Mientras tanto, es probable que los nuevos descubrimientos no hagan sino aplazar el agotamiento de las reservas, más no impedirlo. Para que la agricultura fuese sostenible, el aplazamiento debería ser indefinido, hazaña sólo posible con una población mundial suficientemente reducida para ser alimentada mediante minerales naturales, en su mayor parte inalterados, que son fuentes pobres de fósforo. Como sucede con otros recursos, la pregunta final es cuantos habitantes puede aguantar el planeta Tierra.

Marchamos hacia el agotamiento de los yacimientos de fósforo de explotación sencilla y económica. Es posible que los optimistas acierten sobre el descubrimiento de nuevas fuentes y prevenir la escasez. Pero, ante lo que nos jugamos, no deberíamos dejar nuestro futuro en manos de la improvisación...”

Cuestións:

- 1.- Cales son os tres nutrientes que condicionan o crecemento das plantas e cuxas porcentaxes veñen sinaladas nos paquetes dos abonos?
- 2.- Que país é o primeiro produtor de fósforo a nivel mundial?
- 3.- Como afecta o exceso de fósforo aos ecosistemas acuáticos?
- 4.- Explica as diferenzas que hai entre o ciclo do fósforo nas sociedades agrícolas primitivas e nas sociedades modernas (que utilizan sistemas agrícolas máis “avanzados”).
- 5.- Que prácticas agrícolas poden reducir o uso de abonos?

Respostas: