

## Fin de las reservas de fertilizantes fosfatados: ¿realidad o restricciones geopolíticas?

GIANNINI, A.P.<sup>1\*</sup>; ANDRIULO, A.E.<sup>1</sup> & WYNGAARD, N.<sup>2</sup>

### RESUMEN

El fósforo (P) es un elemento fundamental para toda la vida en la tierra, y no presenta un sustituto en la producción de alimentos. El suministro de P desde las reservas de rocas fosfóricas está concentrado en unos pocos países y, en las próximas décadas podría verse gravemente afectado. Por ello el contexto geopolítico debería ser considerado al evaluar la situación. Sin embargo, no existen datos fiables y transparentes sobre la producción, el comercio, el uso y las pérdidas de dicho nutriente. Por lo tanto, ¿hay realmente una escasez física o son limitaciones de tipo económicas, políticas o técnicas? Si bien ya se están buscando soluciones a diferentes escalas para lograr una mayor resiliencia de los agroecosistemas, se necesitan acciones urgentes para comprender, proteger y preservar nuestro planeta y sus limitados recursos, como el P, de una manera sostenible, rentable y segura.

*Palabras clave: roca fosfórica, reservas mundiales, desbalances, fertilización fosfatada.*

---

1.- Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Ruta Nacional 32 km 4.5 (2700) Pergamino, Buenos Aires, Argentina.

2.- Universidad Nacional de Mar del Plata-CONICET, Ruta Nacional 226 km. 73,5. (7620) Balcarce, Buenos Aires, Argentina.

\*Autor de contacto: giannini.anapaula@inta.gob.ar

Manuscrito recibido el 14 de diciembre de 2021 y aceptado para su publicación el 29 de abril de 2022.

## ABSTRACT

### End of the phosphate fertilizer reserves: reality or geopolitical restrictions?

Phosphorus (P) is an essential element for all life on earth, and has no substitute in food production. The supply of P from phosphate rock reserves is concentrated in a few countries and could be severely affected. Whereby the geopolitical context should be considered when assessing the situation. However, there are no reliable and transparent data on the production, trade, use and losses of this nutrient. So is there really a physical shortage or are they economic, political or technical constraints? Although solutions are already being sought at different scales to achieve greater resilience of agroecosystems, actions are urgently needed to understand, protect and preserve our planet and its limited resources, such as P, in a sustainable, profitable and safe way.

*Key words: phosphate rock, world reserves, imbalances, phosphate fertilizers.*

## INTRODUCCIÓN

El fósforo (P) es un elemento esencial para la vida en la tierra. Aunque es uno de los recursos más críticos y estratégicos del planeta, es también uno de los menos discutidos y regulado a nivel gubernamental. Si bien, en la última década hubo algunos avances importantes sobre la comprensión del ciclo antropogénico del P, resulta necesario transformar la forma en que es usado, con el objetivo de lograr sistemas alimentarios basados en la economía circular (Cordell *et al.*, 2021).

Después de la Segunda Guerra Mundial, los fertilizantes minerales de P se han convertido en uno de los principales impulsores de la Revolución Verde (Smil, 2000) y en una estrategia para combatir el hambre en el mundo (Cordell *et al.*, 2015). Como resultado, desde el 2000 en adelante, la creciente demanda de fertilizantes fosfatados ha aumentado la extracción de roca fosfórica, recurso no renovable, en una tasa anual creciente de 4,2% (Yuan *et al.*, 2018).

Más del 90% de la roca fosfórica extraída y procesada a nivel mundial se utiliza en el sector agrícola (Grünberg *et al.*, 2015). En el mundo, la cantidad actual explotable de las reservas de roca fosfórica es de alrededor de 71 millones de toneladas (Jasinski, 2021). Los mayores depósitos sedimentarios se encuentran en el norte de África, China, Medio Oriente y Estados Unidos. Sin embargo, se encontraron significantes ocurrencias de rocas ígneas en Brasil, Canadá, Finlandia, Rusia y Sudáfrica (Jasinski, 2021).

### Limitaciones físicas

Gran parte de la roca fosfórica no está físicamente accesible, contiene altos niveles de contaminantes o está restringida por otros factores. Estas restricciones limitan la cantidad de roca fosfórica disponible y de alta calidad (Cordell *et al.*, 2015). Los estudios afirman que, con las tasas de extracción actuales, las reservas comerciales mundiales de fosfatos se agotarán en 137 a 261 años (Edixhoven *et al.*, 2014). De esta

manera, la disponibilidad y seguridad alimentaria se verán, eventualmente, amenazadas cuando este valioso recurso se vuelva escaso. Si se mantuvieran las tasas de producción, las reservas potenciales restantes serán de menor calidad o más costosas de extraer (Neset & Cordell, 2012).

#### **Acceso restringido**

La literatura reciente es controversial en cuanto a si el suministro de P desde las reservas de rocas en las próximas décadas será una escasez física real o estará limitado por restricciones económicas y técnicas (Alewell *et al.*, 2020). Algunos autores han señalado la disparidad en el cálculo de las reservas de P, generando confusión y un grado significativo de error en muchas evaluaciones (Edixhoven *et al.*, 2014). Otros señalan que estas discrepancias son provocadas por el uso de diferentes unidades, lo que puede evitarse mejorando las bases de datos con una adecuada conversión de las mismas (Scholz & Wellmer, 2016). Otra parte de la disputa es que los mismos datos se interpretan o validan de manera diferente porque responden a intereses distintos: los que proclaman la alarma de escasez y los que consideran que la tecnología puede superar cualquier problema de insuficiencia.

#### **Contexto geopolítico**

La presión sobre las reservas de P surge del crecimiento de la población mundial y de la creciente popularidad de la carne y los productos lácteos en la dieta alimentaria humana (Schroder *et al.*, 2010). Las reservas de roca fosfórica están bajo el control de un número limitado de países y, por lo tanto, están sujetas a la influencia política internacional. La mayor parte del consumo mundial de P (64%) se concentra en cuatro países (China, India, Estados Unidos y Bra-

sil), mientras que la Unión Europea consume otro 10%. China está reduciendo drásticamente las exportaciones de P para asegurar su suministro interno (Qian *et al.*, 2021), a Estados Unidos le quedan menos de 30 años de provisiones, al tiempo que Europa Occidental e India dependen totalmente de las importaciones (Jasinski, 2006). Se espera que la demanda de fertilizantes fosfatados se traslade del mundo desarrollado a regiones en desarrollo como Asia o África (Jat *et al.*, 2012). Por lo tanto, los aspectos geopolíticos son motivo de preocupación y, en orden de mejorar la sostenibilidad, la agricultura global tiene que volverse menos dependiente de los fertilizantes minerales fosfatados (Schroder *et al.*, 2010).

#### **Donde buscar nuevas aproximaciones de manejo**

El acceso al conocimiento y la información está en manos de grandes empresas mineras, instituciones financieras internacionales e instituciones geológicas gubernamentales, que no facilitan el acceso a toda la información (Scholz & Wellmer, 2016). En orden de limitar la dependencia de las reservas minerales de P, la ciencia de los recursos debe centrarse en el análisis del flujo y del manejo de este elemento impulsando que fomenten el reciclaje y prevengan la diseminación de P hacia los cuerpos de agua (Scholz & Wellmer, 2016). Una redistribución de P de las regiones de alto contenido de P a las regiones de bajo contenido (Figura 1) no solo reduciría el riesgo de un evento anóxico, importante en los mares costeros adyacentes a las regiones de alto P, sino también la eutrofización de los sistemas de agua dulce, que es un problema de contaminación a nivel local y regional (Carpenter & Bennett, 2011; MacDonald *et al.*, 2011).

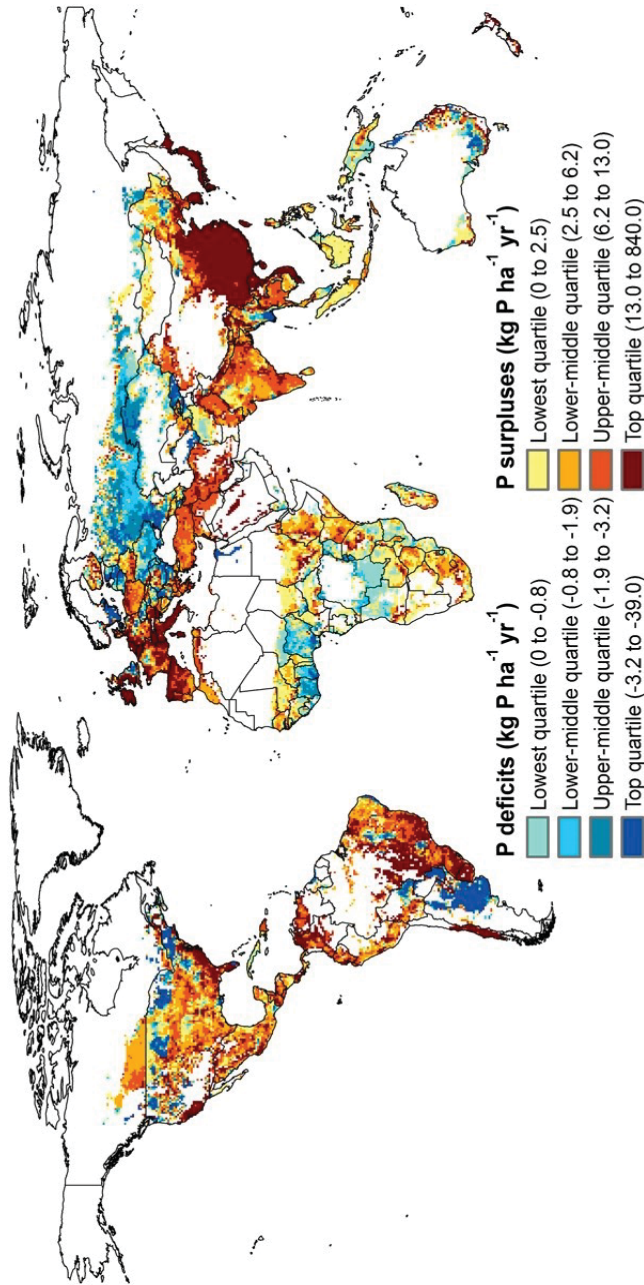


Figura 1: Mapa global de los desbalances de fósforo para el año 2000 expresados por unidad de área cultivable (MacDonald *et al.*, 2011).  
Figure 1: Global map of agronomic P imbalances for the year 2000 expressed per unit of cropland area.

Independientemente de la necesidad de reducir las dosis de fertilizantes fosfatados, es importante reconocer que, en general, los sistemas de producción siguen siendo ineficientes respecto al uso de este nutriente (Neset & Cordell, 2012). Si se aumentara la eficiencia y se aplicaran bajas dosis de fertilizante en la mayoría de las regiones del mundo, el negocio de los fertilizantes minerales solo sobreviviría económicamente si se ofrecieran grandes cantidades a precios bajos, competitivos con los sustitutos (Kohn *et al.*, 2018).

El uso excesivo de P ha dado lugar a nuevos stocks de P que podrían utilizarse con fines agrícolas o actuar como contaminantes. Algunas de estas reservas pueden reciclarse (estiércol, desperdicios de alimentos, lodo de aguas residuales) o reactivarse en suelos cultivables mediante nuevos tipos de manejo agrícola (Schroeder *et al.*, 2010). Asumiendo el uso de las reservas de P acumuladas actualmente en suelos y sedimentos, así como el consiguiente reciclaje de P de los residuos, no se puede postular una escasez real de P (Kohn *et al.*, 2018). Sin embargo, el reciclaje de P tiene sentido para la sociedad solo si el P reciclado no provoca impactos ambientales negativos significativos o si cuesta menos que los fertilizantes minerales fosfatados que se utilizan hoy en día. La transición hacia una economía circular de P más cerrada y autosuficiente exige acciones políticas que aborden los costos sociales del uso actual de P (Kohn *et al.*, 2018). La diversificación de las fuentes de P puede amortiguar una variedad de riesgos geopolíticos, ambientales y de medios de vida y, aumentar la resiliencia del sistema alimentario al mejorar el acceso de los agricultores a fertilizantes, impulsar la productividad agrícola y evitar que el P se pierda hacia los cuerpos de agua (Cordell *et al.*, 2015). Finalmente,

según Scholz & Wellmer (2019), si nuestros objetivos son la seguridad del suministro a largo plazo y la justicia intergeneracional, estas cuestiones deben estar a la vanguardia de las estrategias de gestión de recursos. Actualmente, ya se está trabajando en proyectos con búsquedas de soluciones integrales tales como el llevado a cabo en Europa, Recap Project (captura, reciclaje y gestión social de P en el ambiente) y, en Estados Unidos por el centro STEPS (ciencia y tecnologías para la sustentabilidad del fósforo).

## CONCLUSIÓN

Es momento de abordar uno de los desafíos ambientales emergentes del siglo XXI, repensando el uso global de P, y reemplazando la cadena de suministro unidireccional por ciclos cerrados que eviten los problemas en ambas direcciones. En este sentido, es necesario transformar y abordar de forma integral el uso del P con la finalidad de buscar sistemas agroalimentarios más sostenibles.

## BIBLIOGRAFÍA

- Alewell, C, Ringeval, B, Ballabio, C, Robinson, DA, Panagos, P & Borrelli, P 2020. Global phosphorus shortage will be aggravated by soil erosion. *Nature Communications* 11, 4546.
- Carpenter, SR & Bennett, EM 2011. Reconsideration of the planetary boundary for phosphorus. *Environ. Res. Lett.*, 6, 014009.
- Cordell, D, Turner, A & Chong, J 2015. The hidden cost of phosphorus fertilizers: mapping multi-stakeholder supply chain risks and impacts from mine to fork. *Global Change, Peace & Security*, Vol. 27, pp.323–343.

- Cordell, D, Brownlie, WJ & Esham, M 2021. Commentary: Time to take responsibility on phosphorus: Towards circular food systems. *Global Environmental Change* 71, 102406.
- Edixhoven, JD, Gupta, J & Savenije, HHG 2014. Recent revisions of phosphate rock reserves and resources: a critique. *Earth Syst. Dynam.*, 5, 491–507.
- Grünberg, W, Scherpenisse, P, Dobbelaar, P, Idink, MJ & Wijnberg, ID 2015. The effect of transient, moderate dietary Phosphorus deprivation on phosphorus metabolism, muscle content of different P-containing compounds, and muscle function in dairy cows. *J. Dairy Sci.*, Vol. 98, pp.5385–5400.
- Jasinski SM 2006. Phosphate Rock, Statistics and Information. US Geological Survey. 124-125.
- Jasinski, SM 2021. Mineral Commodity Summaries: Phosphate Rock. US Geological Survey.
- Jat, ML, Kumar, D, Majumdar, K, Kumar, A, Shahi, V, Satyanarayana, T, Pampolino, M, Gupta, N, Singh, V, Dwivedi, BS, Singh, VK, Singh, V, Kamboj, BR, Sidhu, HS & Johnston, A 2012. Crop response and economics of phosphorus fertiliser application in rice, wheat and maize in the indo-gangetic plains. *Indian J. Fert.*, Vol. 8, pp.62–72.
- Kohn, J, Zimmer, D & Leinweber, P 2018, Is phosphorus really a scarce resource? *Int. J. Environmental Technology and Management* 21, 373–395.
- MacDonald, GK, Bennett, EM, Potter, PA & Ramankutty, N 2011. Agronomic phosphorus imbalances across the world's croplands. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108, 7, 3086–3091.
- Neset, TS & Cordell, D 2012. Global P scarcity: identifying synergies for a sustainable future. *J. Sci. Food Agr.*, Vol. 92, pp.2–6.
- Qian, C, Crossley, G, Patton, D & Chow, E 2021. China's major fertiliser makers to suspend exports amid tight supplies. *Commodities news. Reuters.* <https://www.reuters.com/article/us-china-exports-fertilisers/chinas-major-fertiliser-makers-to-suspend-exports-amid-tight-supplies-idUSKBN2F007W>.
- Scholz, RW & Wellmer, FW 2016. Comment on “Recent revisions of phosphate rock reserves and resources: a critique” by Edixhoven *et al.* (2014) - clarifying comments and thoughts on key conceptions, conclusions and interpretation to allow for sustainable action. *Earth Syst. Dynam.*, 7, 103–117.
- Scholz, RW & Wellmer, FW 2019. Cycling and Anthropogenic Use of Phosphorus in the 21st Century: Geoscientific and Geosocial Foundations of Agriculture. *Better Crops with Plant Food*. Vol. CII (103), No. 1. 1-4.
- Schroder, JJ, Cordell, D, Smit, AL & Rosemarin, A 2010. Sustainable use of phosphorus: EU tender ENV.B1/ETU/2009/0025. Report / Plant Research International, no. 357, Plant Research International, Wageningen. <https://edepot.wur.nl/163942>.
- Smil, V 2000. Phosphorus in the environment: natural flows and human interferences. *Annu. Rev. Energ. Env.*, Vol. 25, pp.53–88.
- Yuan, Z, Jiang, S, Sheng H, Liu, X, Hua, H, Liu, X & Zhang, Y 2018. Human perturbation of the global phosphorus cycle: changes and consequences. *Environmental science & technology*, 52 (5), 2438-2450.