

De aguas residuales a fertilizante: innovador método de reciclaje de fósforo para combatir la crisis agrícola

Proyecto ejecutado por la Universidad San Sebastián y financiado por el Gobierno Regional de Ñuble permite transformar las aguas residuales en fertilizante de alta calidad, reduciendo la dependencia de las importaciones de fósforo, elemento que cada vez es más escaso en el mundo.

¿Qué pasaría si uno de los elementos clave para alimentar al mundo comenzara a agotarse? Esta posibilidad, tan silenciosa como urgente, tiene nombre: el fósforo. Fundamental para el desarrollo de fertilizantes para cultivos, este recurso natural no renovable enfrenta una inminente escasez global. Frente a este escenario, un grupo de investigadores de la Universidad San Sebastián (USS) lidera un proyecto pionero que podría marcar un antes y un después en la agricultura nacional: transformar aguas residuales en fertilizante de alta calidad, reduciendo la dependencia de importaciones y abriendo paso a un modelo agrícola más resiliente, circular y sostenible.

Chile importa cada año más de 200 millones de dólares en fertilizantes fosfatados, insumos esenciales para su producción agrícola. El problema es que las reservas globales de fósforo están concentradas en unos pocos países —como Marruecos, China y Estados Unidos— y se agotan a un ritmo alarmante. El aumento de los precios y la vulnerabilidad de las cadenas de suministro ponen en riesgo la seguridad alimentaria de muchos países, incluido Chile.

UNA SOLUCIÓN DESDE ÑUBLE

En este contexto, la Región de Ñuble se ha convertido en referente nacional al desarrollar una alternativa innovadora para recuperar fósforo desde aguas servidas urbanas. El proyecto, financiado por el Fondo de Innovación para la Competitividad (FIC) del Gobierno Regional de Ñuble, es liderado

por la Universidad San Sebastián sede Concepción y propone una solución de economía circular que transforma residuos en insumos estratégicos para la agricultura.

“El país depende completamente de la importación de fósforo. Reducir esta dependencia es clave para avanzar hacia una agricultura más sustentable”, explica el Dr. Iván Nancucheo, académico de la Facultad de Ingeniería de la USS y director del proyecto. Según datos del equipo, solo la Región de Ñuble genera más de 70.000 metros cúbicos diarios de aguas residuales urbanas, las cuales podrían convertirse en una valiosa fuente de fósforo recuperable.

Por su parte, el gobernador regional puntualiza que “en Ñuble estamos abordando un desafío global con soluciones locales y de alto impacto. A través de nuestro Fondo de Innovación para la Competitividad (FIC), estamos invirtiendo en conocimiento y tecnología para transformar lo que antes era un desecho, como las aguas residuales, en un recurso estratégico para nuestra principal actividad económica: la agricultura. Este proyecto pionero de la Universidad San Sebastián no solo nos permitirá reducir la dependencia de fertilizantes importados, que cada día son más caros, sino que fortalece directamente a nuestros agricultores con una alternativa sostenible y creada en nuestra propia región. Esta es la Región de Ñuble que impulsamos: una que innova, que lidera en economía circular y que genera respuestas concretas para asegurar nuestro futuro y nuestra soberanía alimentaria”.



El equipo de investigadores USS que impulsa el proyecto.

TECNOLOGÍA LOCAL Y DE BAJO COSTO

A diferencia de los métodos convencionales de recuperación de fósforo — que suelen ser costosos, requieren aditivos químicos y son aplicables solo a plantas de tratamiento de gran escala — esta propuesta utiliza microorganismos presentes en las propias aguas residuales para recuperar el nutriente mediante un proceso de mineralización biológica. No necesita químicos adicionales ni tecnologías complejas, lo que la hace especialmente útil para plantas medianas y pequeñas, como las que predominan en regiones fuera de la capital.

Uno de los principales hitos del proyecto ha sido el aislamiento de bacterias capaces de producir estruvita, un mineral rico en fósforo, amonio y magnesio, conocido por su eficiencia como fertilizante de liberación controlada. “Estas bacterias demostraron ser capaces de producir estruvita en condiciones reales, sin necesidad de alcalinizar el agua ni agregar químicos costosos”, explica el profesor Marco Alsina, coordinador del proyecto.

El equipo también ha logrado integrar su tecnología con residuos industriales, sumando valor a subproductos de otras industrias. En particular, han comprobado la compatibilidad de utilizar la bischofita, un residuo rico en magnesio proveniente de la industria del litio. Esto no solo reduce los costos, sino que fortalece la circularidad del proceso y genera sinergias entre sectores productivos.

“El uso de bischofita como fuente de magnesio agrega valor a un residuo que hoy está subutilizado. Es un ejemplo claro de cómo distintas industrias pueden colaborar para avanzar hacia un modelo más sostenible”, destaca Alsina.

RESULTADOS CONCRETOS Y PRÓXIMOS PASOS

La tecnología ya ha sido validada a nivel de laboratorio, logrando fertilizar con éxito suelos pobres en fósforo, utilizando estruvita biológica producida localmente. Los cultivos tratados mostraron mejoras significativas en su desarrollo, lo que confirma su potencial como alternativa viable para la agricul-

tura regional.

Ahora, el equipo se prepara para escalar el proceso a nivel piloto. “El siguiente paso es recuperar fósforo desde los lodos de plantas reales de tratamiento de aguas servidas, considerando mayores volúmenes de producción”, señala el Dr. Nancucheo. Para esto, ya se han establecido alianzas con la empresa sanitaria ESSBIO y la Asociación Gremial de Viñateros del Valle del Itata, lo que permitirá probar la tecnología en condiciones reales, aplicándola a cultivos locales como viñedos, hortalizas y frutales.

IMPACTO ESPERADO: DEL RESIDUO AL RECURSO

La iniciativa no solo busca generar fertilizantes locales, sino también contribuir a la descontaminación de cuerpos de agua, reducir la dependencia de insumos importados y fortalecer la economía circular. Si logra escalarse a nivel nacional, permitiría recuperar hasta un 20% del fósforo que hoy se pierde en aguas residuales tratadas en el país.

En un contexto donde el precio de los fertilizantes ha aumentado más de un 80% en los últimos años y donde el cambio climático exige nuevas formas de producir alimentos, este proyecto demuestra que la innovación no es patrimonio exclusivo de los grandes centros urbanos. Desde Ñuble, se está gestando una solución concreta a un desafío global.

“La Región de Ñuble está demostrando que es posible producir alimentos de manera más sustentable, aprovechando lo que antes era considerado un desecho”, concluyen los investigadores. Un verdadero cambio de paradigma que transforma las aguas residuales de un problema ambiental a ser una fuente estratégica para la soberanía alimentaria del país.



El proyecto involucra el uso de aguas residuales para la obtención del fósforo.



El uso del fósforo como fertilizante es muy importante en la agricultura, sin embargo las reservas globales de este elemento se están agotando.