“Queremos convertir residuos agrícolas en soluciones para el agua y la fertilización”

El investigador principal de COMPLEXFER, Lucas Santos-Juanes Jordá (UPV), explica este proyecto que investiga cómo acondicionar aguas para riego a través de residuos de la industria vitivinícola

El proyecto AGROALNEXT/2022/041 ‘COMPLEXFER’ desarrollado en el campus de Alcoy de la Universitat Politècnica de València (UPV) en colaboración con la Universidad de Alicante (UA), busca transformar residuos vegetales como el alperujo o el orujo de uva en sustancias complejantes de hierro que permitan depurar aguas para riego y mejorar la resistencia de cultivos en condiciones de estrés.

- COMPLEXFER, dentro del programa nacional AGROALNEXT, es un proyecto liderado por el Grupo de Procesos de Oxidación Avanzada de de la Universitat Politècnica de València (UPV) en colaboración con el Grupo de Química Agrícola de la Universidad de Alicante (UA), cuyos investigadores principales son Lucas Santos-Juanes Jordá y María del Mar Cerdán Sala, respectivamente.
- Lucas Santos-Juanes Jordá, investigador principal del proyecto AGROALNEXT/2022/041 ‘COMPLEXFER’, es también subdirector del Departamento de Ingeniería Textil y Papelera, miembro del Grupo de Procesos de Oxidación Avanzada en la Escuela Politécnica Superior de Alcoy de la Universitat Politècnica de València (UPV). Especializado en tecnologías de depuración, desde el campus de Alcoy, trabaja en la aplicación de complejos de hierro para transformar el agua y, con ella, también los sistemas agroalimentarios.

- ¿Qué es exactamente un complejo de hierro y cómo funciona en vuestro proyecto?

Un complejo de hierro es un compuesto en el que el hierro se encuentra unido a moléculas orgánicas que lo estabilizan en el agua. **Si disuelves una sal de hierro sin más, se precipita a pH neutro y deja de ser útil. Pero si lo unes a estas sustancias complejantes, permanece soluble y activo.**

Nosotros los usamos en un proceso llamado Foto-Fenton, que combina hierro y agua oxigenada con luz solar para generar radicales libres. Esos radicales atacan contaminantes orgánicos presentes en el agua y los degradan. La ventaja es que usamos energía solar y evitamos el uso de compuestos agresivos.

- ¿Y luego ese mismo hierro sirve como fertilizante?

Exacto. Desarrollamos complejos de hierro que limpian el agua y pueden usarse como fertilizantes. **Una vez el agua está depurada, si sigue conteniendo estos complejos de hierro, las plantas podrían beneficiarse de ellos.** El hierro es un nutriente esencial para el desarrollo vegetal, aunque la prioridad del proyecto ha sido la depuración. La parte agrícola la desarrolla la Universidad de Alicante, que analiza cómo afectan estos extractos a cultivos como el tomate, el pepino y el maíz.

« El hierro es un nutriente esencial para el desarrollo vegetal, aunque la prioridad del proyecto ha sido la depuración. »

- ¿De dónde obtenéis los complejos? ¿Qué residuos estáis utilizando?

Nos centramos en residuos vegetales agroalimentarios como el alperujo —residuo de la producción de aceite de oliva— o el orujo de uva tras hacer vino. **Son subproductos muy abundantes en la Comunidad Valenciana y otras zonas agrícolas.** Hacemos extracciones, filtramos, purificamos y obtenemos sustancias que pueden formar complejos de hierro.

El empleo de residuos en lugar de productos comerciales presenta varias ventajas. Por un lado, reducimos costes y evitamos depender de compuestos de síntesis química. Por otro, fomentamos un modelo de economía circular: aprovechamos algo que antes era residuo para crear valor ambiental y agrícola. Además, algunos extractos tienen efectos beneficiosos en las plantas más allá del aporte de hierro.

- ¿Qué resultados habéis obtenido hasta ahora en la depuración de aguas? ¿Y en los cultivos?

En el laboratorio hemos comprobado que los extractos brutos mejoran el proceso, pero no alcanzan el nivel de eficiencia de los complejos comerciales. Sin embargo, cuando purificamos los extractos —eliminando componentes que entorpecen la reacción— los resultados mejoran mucho y nos acercamos a los estándares de los productos comprados.

Por otro lado, **nuestros compañeros de Alicante han observado que, aunque los extractos no son aún muy eficaces como fertilizantes de hierro, sí generan efectos positivos en las plantas frente a situaciones de estrés por salinidad o sequía**. Mejoran el crecimiento, el contenido de clorofila, la producción de enzimas protectoras…

Todo ello significa que aportan valor incluso si no aportan hierro. Aunque no sean óptimos como quelantes de hierro, los extractos tienen un efecto “bioestimulante”. Activan respuestas de defensa en las plantas. Esa capacidad podría tener gran utilidad en el futuro agrícola del Mediterráneo.

« Los extractos tienen un efecto “bioestimulante” que activan respuestas de defensa en las plantas. Esa capacidad podría tener gran utilidad en el futuro agrícola del Mediterráneo. »

- ¿Qué tipo de agua estáis tratando? ¿Y para qué se usaría después?

Trabajamos con aguas que podrían reutilizarse en riego agrícola. La normativa europea y la española exigen que tengan bajas concentraciones de contaminantes y patógenos. Los tratamientos convencionales no siempre eliminan todo. Ahí entran procesos como el Foto-Fenton. **El agua regenerada debe cumplir estándares muy exigentes.**

La dificultad de aplicar esto a gran escala radica, principalmente, en el pH ácido que requiere el proceso, que no es fácil de mantener en grandes volúmenes de agua. Por eso **el uso de complejos de hierro nos permite operar en condiciones más cercanas a la realidad, como pH neutro.** También dependemos de mejorar la eficiencia y reducir costes.

- ¿Crees que pronto podrá aplicarse esta tecnología en empresas o depuradoras?

Todavía no. Trabajamos en condiciones de laboratorio, y hemos hecho algunos ensayos a pequeña escala. Para avanzar necesitamos escalar a nivel piloto y mejorar la purificación de los complejos.

Solo hay unas pocas experiencias piloto en España, como en Almería, donde se usan complejos comerciales en depuradoras que ya riegan cultivos directamente. Nosotros estamos algo por detrás: primero tenemos que igualar en eficacia, luego analizar la viabilidad económica.

- ¿Cómo encaja COMPLEXFER dentro del programa AGROALNEXT?

Somos los únicos —o casi los únicos— que trabajamos directamente en el tratamiento de aguas dentro del programa AGROALNEXT. La mayoría de los proyectos están más centrados en la transformación alimentaria o en la producción agrícola. **Nosotros representamos esa pieza fundamental que es el agua.** Es un ángulo complementario que creemos importante.

Durante todo este tiempo, hemos publicado artículos en revistas de alto impacto como **Journal of Environmental Chemical Engineering**, y participado en congresos nacionales e internacionales (Irlanda, Italia...). También hay un estudiante de doctorado trabajando exclusivamente en este proyecto, y otros cuatro en líneas relacionadas.

El entorno generado con esta experiencia de AGROALNEXT es muy estimulante. Aprendemos mucho de otros grupos, porque nos obligan a salir de nuestra zona de confort. Además, nos da visibilidad entre actores del sistema agroalimentario, que quizá no pensarían en el tratamiento de agua como parte de su cadena de valor.

Por ejemplo, nosotros no conocíamos a los investigadores de la Universidad de Alicante. Vimos que ellos habían trabajado con fertilización usando complejos de hierro y nosotros estábamos inmersos en depuración. Contactamos, redactamos el proyecto en Semana Santa de 2022 y nos lo concedieron. Fue un cruce muy afortunado.

- ¿Hay algo que quieras decir a la ciudadanía desde tu posición como investigador?

Sí, que el agua es un recurso muy valioso, aunque su precio no lo refleje. Es decir, **el agua es barata y por eso no siempre se valora: necesitamos más conciencia.** Tendemos a mirar más la factura de la luz que la del agua, y eso es un error. Reutilizar, depurar, reducir... son verbos que deberían formar parte de nuestra conciencia cotidiana.

Cada litro que ahorramos o que devolvemos limpio al sistema cuenta. La tecnología está avanzando, pero necesitamos voluntad colectiva. El proyecto AGROALNEXT/2022/041 'COMPLEXFER' es una solución que puede darse con esa voluntad. La aplicación de sus resultados podría potenciar la economía circular en el sector vitivinícola, ampliar las zonas de cultivos de regadío y hacer frente a los problemas de escasez de agua.