

Proyecto Life Regrow

La producción tradicional del aceite dejaba atrás un residuo contaminante, denominado alpechín. Hasta principios de siglo este subproducto se almacenaba en balsas en el campo, donde se dejaba secar y depositaba sus compuestos contaminantes. Esas balsas han caído en desuso al cambiar el sistema de extracción del aceite y son potencial fuente de contaminación de suelos y acuíferos. Ahora, el alpechín supone un gran reto medioambiental para los municipios productores de aceite que necesitan recuperar la salud de estos terrenos degradados. La estrategia que propone el proyecto europeo Life Regrow, en el que participa el grupo de Investigación Aplicada en Agroquímica y Medio Ambiente (GIAAMA) de la Universidad Miguel Hernández (UMH) de Elche, es la biorremediación: **ayudar a la naturaleza a reparar a la naturaleza.**

■ Angeles Gallar

El municipio de Mora, Toledo, es el hogar de unos 10.000 habitantes. La mayoría se dedican al aceite y así ha sido durante generaciones. Pero donde hay mucho aceite hay también mucho residuo de la aceituna. Cuando el fruto se procesa en la almazara, el 20% del resultado es el preciado aceite de oliva. El 80% restante son residuos. Al prensar y decantar la aceituna el óleo se separa del agua y del resto de sólidos de la oliva. A este residuo se le denomina alperujo: una síntesis de las partes que lo componen, orujo y alpechín. El alpechín es un líquido oscuro, fétido y muy contaminante. Contiene parte de agua de la aceituna y parte de las aguas de lavado que se utilizan en la almazara, con partículas sólidas de la pulpa en suspensión. Su composición exacta depende del tipo de olivo, del suelo de cultivo, la madurez del fruto, el sistema de extracción y otros factores.

Entre otros compuestos, el alpechín contiene polifenoles, unas moléculas muy complejas y refractarias. El investigador principal del grupo GIAAMA de la UMH, Raúl Moral, explica que "estos compuestos refractarios que vienen de la oliva, los mismos que aportan las buenas propiedades del aceite como su valor antioxidante, son los que se acumulan en los alpechines. Son buenos para la salud humana pero del mismo modo son difíciles de biodegradar cuando están en un entorno inadecuado".

Uno de los principales problemas del vertido de alpechín es que, cuando llega a los ríos y embalses, disminuye tanto el oxígeno disuelto en el agua que asfixia a la fauna acuática. Además, aumentan las concentraciones de sólidos, de potasio, de fósforo y de

metales pesados. En 1985, con la Ley de Aguas, se prohibió verter alpechín en los cauces naturales y desagües por su alta carga orgánica contaminante. La industria aceitunera empezó entonces a usar balsas de secado para el alpechín por toda la geografía española, cerca de los municipios productores de aceite, donde se vertía el alpechín y se deshidratava por evaporación. Después, los lodos sólidos debían retirarse. En el caso de Mora, desde 1982 a 2006, se pusieron a disposición de cooperativas y almazaras 8 balsas de secado. En total, 5 hectáreas de terreno que contienen hoy en día miles de toneladas del residuo seco del alpechín. En

la década de los 90, el sistema de producción de aceite cambió y las balsas de secado se abandonaron. No obstante, el residuo sigue allí contaminando el suelo.

Después de descartar la opción de llevar el alpechín a un vertedero, el Ayuntamiento de Mora acudió a la UMH en busca de sus expertos en compostaje. Cuando los investigadores del grupo

GIAAMA accedieron a participar en la descontaminación de la zona no eran todavía conscientes de la envergadura del problema. "Yo no lo sabía cuando empezamos a redactar el proyecto pero resulta que hay más de 3.000 balsas en toda España con el mismo problema. Además, son balsas abandonadas y antiguas que podrían agrietarse y generar plumas de contaminación", apunta el profesor Moral.

El objetivo del proyecto europeo Life Regrow es restaurar el espacio ocupado por las balsas de alpechín abandonadas en Mora



Se han aplicado cuatro estrategias de biorrecuperación: laboreo o landfarming, compostaje, vermicompostaje y fitorremediación



El alpechín es un líquido oscuro, fétido y muy contaminante

mediante técnicas de biorremediación, de manera efectiva y con un bajo coste, y exportar el modelo a los demás municipios que precisan descontaminar sus terrenos. Además de los investigadores de la UMH, el consorcio del proyecto se compone del propio Ayuntamiento de Mora, la empresa de gestión de residuos GEREMAN, la Asociación Española de Municipios del Olivo (AEMO) y un equipo de investigadores de la Universidad de Almería (UAL), especializado en microbiología. El proyecto cuenta con un presupuesto de 1.480.000 euros para todo el consorcio, 375.000 euros corresponden a los trabajos de investigación de la UMH, que la Comisión Europea financia al 60%. La duración es de 45 meses, desde octubre de 2017 a junio de 2021.

En octubre de 2017, se seleccionó una de las balsas para probar en ella todas las técnicas de biorrecuperación que podrían descontaminar la zona. El suelo se dividió en ocho parcelas cuadradas de 7,5 metros de lado. En cada uno de los cuadrados se aplicaron, midieron y evaluaron distintos procedimientos para definir el protocolo de descontaminación más eficiente. "Como si fuera un showroom", explica el director de GIAAMA, en el que se han aplicado cuatro estrategias de biorrecuperación: laboreo o landfarming, compostaje, vermicompostaje y fitorremediación.

Técnicas probadas

El landfarming implica arar el suelo para activar la aireación y dar apoyos a los microorganismos. "Simplemente con esto ya se produce una desaparición paulatina de los contaminantes", asegura Moral. Las tareas de laboreo se llevan a cabo por los socios locales del proyecto, quienes también vigilan el "laboratorio al aire libre" en que se han convertido las balsas de alpechines de Mora y se aseguran de que las condiciones del experimento se mantienen según lo previsto.

La fitorremediación es una técnica de descontaminación biológica del suelo que aprovecha la capacidad de algunas plantas y microorganismos asociados para absorber y acumular contaminantes, incluso para convertirlos en especies químicas menos tóxicas. Las plantas utilizan tres estrategias para descontaminar el suelo. Mediante la fitoestabilización, evitan que el contaminante se desplace por el terreno. Con la fitoextracción, la planta absorbe desde las raíces el compuesto para incorporarlo a su ciclo de alimentación o almacenarlo en sus vacuolas. Al respirar, las plantas pueden expulsar o volatilizar por sus hojas el compuesto ya procesado en los estomas. Además, las plantas pueden fitodegradar el compuesto disminuyendo la complejidad química del contaminante y cambiando las propiedades que lo hacen dañino para el medio. "Las plantas que mejor están funcionando son las que nos cedió la Generalitat Valenciana desde sus viveros forestales y desde la Albufera", dice Moral. En el experimento se introdujeron 11 especies vegetales. Las tres seleccionadas como más efectivas son el *phragmites australis*, el *juncus acutus* y el *cladium mariscus*. Según el investigador, "estas plantas están acostumbradas a las zonas con poco oxígeno y sobreviven bien entre el fango". Y continúa: "Las ayudamos con un poco de compost de lombriz criada en la UMH y aquello ya empieza a verdear como indicador de la pérdida de fitotoxicidad".

La tercera estrategia es el compostaje, "una especie de digestor natural donde hay microorganismos especializados y no especializados que pueden transformar y biodegradar los desechos orgánicos", explica Moral. "Esta estrategia ha funcionado espectacularmente", afirma. El investigador relata que la verdadera hazaña ha sido "descubrir un microorganismo en las propias balsas de Mora, aislarlo y ponerlo a trabajar, gracias a la UAL". Un microorganismo que come selectivamente los compuestos contaminantes, con lo



Resultados Esperados

Actividades

A. Acciones Preparatorias

A1. Estudio de campo de la zona afectada

B. Acciones de Implementación

- B1. Estrategias in situ de biorrecuperación de las balsas de residuos de almazara
- B2. Restauración de las balsas abandonadas de residuos de almazara-OMW a gran escala utilizando el protocolo transferible REGROW de estrategias de recuperación biológica (BRS)
- B3. Plan de replicabilidad y transferibilidad

C. Seguimiento del impacto de las acciones del proyecto.

- C1. Impacto del proyecto sobre el problema ambiental apuntado
- C2. Análisis de viabilidad económica e impacto socioeconómico del proyecto
- C3. Monitorización y medios de los indicadores de desempeño

D. Acciones de sensibilización y diseminación de los resultados

E. Gestión del proyecto



REGROW-ECOPARK: Un espacio multifuncional de 2.400 m² de suelo biorremediado, 1.200 m² de área re-vegetada y 3.000 m² de servicios recreativos-educativos con humedales construidos, área de observación de aves y 600 m de pista educativa



Reducción de 50% de BEI y reducción del 50% de sustancias persistentes específicas del sitio

Mejora de 0,24 ha de suelo con insumos de desechos orgánicos y estrategias de biorrecuperación

Restauración de 0,24 ha de hábitat por vegetación con especies arbóreas nativas y mediterráneas y humedales artificiales

Biotransformación de 150 t/año de desechos orgánicos en recursos

Validación de la solución propuesta: una guía descriptiva de estrategias de biorrecuperación y una aplicación del Sistema de Apoyo a la Decisión (SAD) para seleccionar las mejores técnicas adaptadas

Acciones de sensibilización para llegar a unas 500 entidades y mejorar las habilidades de 70 personas y actividades de difusión permanentes a una red de contactos de proyectos y organizaciones

Propósitos de replicabilidad y transferencia de al menos 10 estudios de caso y crear 5 TTE

que se acelera la biodegradación, lo que se llama bioaugmentación. Todos los procesos que se han evaluado en el terreno de pruebas se han hecho con y sin el microorganismo facilitador para probar el efecto aditivo de la bioaugmentación. Vistos los resultados positivos de la aplicación de este microorganismo, el consorcio se plantea registrar su uso para la limpieza de lodos de alpechines.

Además de plantas y microorganismos, los investigadores se han servido de "unos individuos muy curiosos que son las lombrices rojas de California que, a diferencia de otras especies de lombrices que se comen el suelo, son capaces de 'beber' el agua de alpechín y absorber los compuestos, digerirlos y transformarlos", cuenta el investigador. Estas lombrices especializadas proceden del trabajo del grupo GIAAMA, centrado en la generación de fertilizantes de tipo vermicompost (hechos con humus de lombriz), del que la UMH ha generado una empresa spin-off llamada Compost in Green. Los investigadores criaron generaciones de lombrices cada vez más resistentes al contaminante y las trasladaron a Mora. "Nos han sorprendido las lombrices porque en Mora hace mucho frío en invierno y mucho calor en verano, es un clima bastante extremo, pero las lombrices se han adaptado muy bien aunque son organismos que necesitan un 80% de humedad", dice Moral. En el terreno de pruebas se guía a las lombrices humedeciendo el suelo para que se trasladen desde las zonas ya descontaminadas a las parcelas que todavía necesitan su ayuda.

Desde principios de 2019, cuando culminaron las pruebas, el equipo del proyecto tiene claro qué procesos funcionan mejor. Ahora, en una segunda balsa se aplica la cascada de estrategias más eficientes. "Nuestra primera conclusión es que no todas las balsas son iguales", dice Moral. En las balsas donde hay más fango de

alpechín, que es materia orgánica, habría que hacer una cascada de tratamientos que empezara con compostaje aditivado con microorganismos y después con las lombrices especializadas de la UMH. Por otra parte, el investigador indica que "donde no hay fango pero el vaso de la balsa, el suelo inorgánico compuesto de arenas de sílice, se ha contaminado, lo apropiado es empezar con el landfarming junto a enmiendas orgánicas, y después implantar directamente la fitorremediación". En estos casos, los microorganismos especializados facilitarán la tarea de la descontaminación "sin cobrar por ello", añade Moral.

Estos procesos naturales acabarían con la contaminación del alpechín, incluso podría aprovecharse el compost generado en las balsas para fertilizar el suelo. De esta manera, además de la reparación medioambiental, se contribuye a la economía circular de la aceituna. "Hoy por hoy, lo que queremos es poder aprovechar los residuos reutilizables y no ocupar espacio en los vertederos", concluye el investigador. Es por esto que una parte del proyecto se dedica a transformar la biorrecuperación de balsas de alpechines en un producto y quizás en una empresa que pueda exportar la solución medioambiental a otros terrenos contaminados. El grupo GIAAMA quiere traer el proceso de biorremediación a otras balsas contaminadas en la provincia de Alicante.

Estos procesos naturales acabarían con la contaminación del alpechín, incluso podría aprovecharse el compost generado en las balsas para fertilizar el suelo

Gracias al proyecto Life Regrow, el legado ambiental en las balsas de Mora será un agradable bioparque con aula de la naturaleza donde los visitantes podrán disfrutar de un ambiente limpio. Más allá de las fértiles tierras de Mora, el fruto del esfuerzo de los investigadores podría suponer la descontaminación de miles de terrenos que precisan rehabilitación y son el medio de sustento de sus poblaciones, su fauna y su vegetación.