

LA VIDA SECRETA DE LOS SUELOS

El Laboratorio de Microbiología de Suelos de la Universidad de Almería estudia suelos agrícolas y naturales para identificar la vida que albergan en forma de organismos como bacterias y hongos. Sus estudios se aplican para conseguir suelos más fértiles y sostenibles y conocer mejor el funcionamiento de hábitats como las zonas áridas.

MIGUEL BLANCO
FOTOS: VV.AA.

En un puñado de tierra se puede encontrar un universo de microorganismos. Colonias de bacterias y hongos de distintos tipos compiten por el espacio y cambian las condiciones del suelo que habitan. En ocasiones, viven en simbiosis con las plantas del entorno. Es un hervidero biológico invisible a los ojos de los humanos, pero no a los instrumentos de los investigadores del grupo Agronomía y Medio Ambiente de la Universidad de Almería (UAL), especializados en el análisis de suelos, de donde extraen toda la información. Este grupo, cuya investigadora principal es Isabel Miralles, está al frente del Laboratorio de Microbiología de Suelos (edalab.es), del que Raúl Ortega es responsable. Asimismo, el grupo forma parte del Centro de Investigación en Agrosistemas Intensivos Mediterráneos y Biotecnología Agroalimentaria (CIAIMBITAL) de la UAL.

Una de las últimas investigaciones en las que han participado ha consistido en analizar el proceso de biosolarización para esterilizar suelos, con distintos tipos de compost y en distintas fechas, para determinar cómo es más eficiente. La investigación estuvo coordinada por María del Mar Guerrero, del Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario y Alimentario y Medioambiental (IMIDA), en cuyas instalaciones se desarrolló. Asimismo, participaron miembros

del Centro de Investigación Apícola y Agroambiental de Castilla-La Mancha (CIAPA) y del Instituto Vasco de Investigación y Desarrollo Agrario (NEIKER). Los resultados se han publicado en un artículo en la prestigiosa revista 'Agronomy'.

ALTERNATIVA A LOS PLAGUICIDAS

Esta investigación ha conseguido avances en el proceso de biosolarización como sustituto del uso de plaguicidas en terrenos de cultivo. Este proceso consiste en cubrir con materia orgánica, compost por lo general, la zona que se quiere esterilizar, anegarla de agua y taparla con plástico. El compost desprende mucho calor, porque cuando la materia orgánica se está descomponiendo hay mucha actividad de microorganismos. El agua se filtra en la tierra ocupando los poros donde se encontraría el oxígeno. Y tapando la zona, se evita que se evapore el agua y se disipe el calor.

Así, se crean unas condiciones de anoxia y de incremento de temperatura que eliminan los microorganismos presentes en el suelo. "Este tratamiento es como una antibiótico que mata los microorganismos patógenos, aunque también tiene el efecto secundario de poder matar microorganismos beneficiosos", explica Raúl Ortega.

En esta investigación, se buscaba cómo optimizar la eliminación de una variedad del hongo *Fusarium oxysporum* que ataca a las lechugas. Este hongo se extiende en forma

de filamentos y, para terminar con él y que no acabe con el cultivo, la biosolarización es una alternativa más sostenible a los plaguicidas. Es una técnica utilizada también en invernaderos de Almería, en el momento del cambio de cultivo, en verano.

En el estudio, probaron "diferentes tipos de materias vegetales, como trigo o pellets de girasol, a ver cuáles se descomponían mejor y daban más temperatura". Además, lo probaron en dos fechas; la habitual, en verano, y en otoño. Una de las conclusiones es que esta última "no es tan buena época para hacer la biosolarización", confirma Ortega, ya que dependiendo de la materia orgánica utilizada para el compost, el proceso funciona o no.

Otra conclusión es que existe un umbral de cantidad de hongo por debajo del cual la planta no enferma. Para llegar a estos datos, ha sido fundamental la técnica empleada por los investigadores de la UAL, que se basa en el análisis de ADN mediante PCR. Este sistema tiene además la ventaja de ser más rápido, "porque no hay que estar preparando experimentos de infectividad en lechugas, sino que se coge una muestra de suelo y en un par de días se ha analizado, con técnicas de PCR, con unos reactivos para el *Fusarium* o el microorganismo que quieras", destaca el responsable del laboratorio.

Una conclusión de las investigaciones en las que participa el Laboratorio de Microbiología de Suelos es que "los cultivos intensivos



Arriba a la izquierda, Raúl Ortega, en la investigación sobre la eficacia de las bacterias para aumentar la fertilidad de los suelos de invernaderos; a la derecha, kit para la extracción de ADN microbiológico en suelos. A la izquierda, Raúl Ortega e Isabel Miralles. En la página anterior, tomando muestras en el suelo de la antigua cementera CEMEX.

crean suelos pobres desde el punto de vista microbiológico”, explica Ortega. Esto facilita la propagación de patógenos, porque, en un suelo con más actividad microbiológica, “las bacterias compiten entre ellas, y si cuando llega el *Fusarium* hubiera otras bacterias y hongos, no tendría sitio”.

VENTAJAS DEL CULTIVO ECOLÓGICO

En esta misma línea, el grupo ha trabajado en otra investigación, aun pendiente de publicar, en la que han estudiado los suelos en invernaderos convencionales y en invernaderos ecológicos. En el caso de Almería, apunta Raúl Ortega, “la diferencia es más bien el sistema de fertirrigación, de alimentación de las plantas, porque todos evitan los químicos cuando pueden”.

Para esta investigación, se han aplicado abonos inorgánicos y orgánicos en los invernaderos convencionales y ecológicos respectivamente. El resultado que han obtenido es que “la diversidad de microorganismos es mucho mayor en el ecológico, tienen más bacterias, más hongos y son más diversos”. Así, si aparece un patógeno como el *Fusarium*, “no se podrá instalar porque no tiene sitio, están todos los nichos de la microflora ocupados”.

Otra ventaja del cultivo ecológico es que los suelos son más fértiles que los de cultivos convencionales, a causa del uso de fertilizantes en estos últimos. En este estudio han utilizado técnicas de secuenciación masiva,

con la que pueden saber todos los microorganismos que hay en una muestra y si son más o menos abundantes. “Esto es interesante porque podemos estudiar el efecto de distintos tratamientos, como la diferencia entre el cultivo convencional y el ecológico, o si, cuando aplicas un producto, es o no efectivo”, explica Ortega.

POTENCIAL BIOTECNOLÓGICO

Los microorganismos tienen el potencial biotecnológico de actuar como promotores del crecimiento vegetal en los cultivos. Este aspecto ya lo habían investigado con anterioridad en un ensayo de eficacia de cultivos bacterianos para suelos realizado en un invernadero de la cooperativa CASI. “Al aplicar productos de la empresa Nostoc basados en bacterias, la producción mejoraba, había más cantidad de tomates y eran más grandes”, cuenta el responsable del laboratorio.



Máquina para realizar análisis PCR de los suelos.

La investigación se realizó dividiendo en sectores el invernadero. En uno se continuó con el riego normal, con los fertilizantes disueltos en el agua; en otro, se redujo la cantidad de nutrientes incluidos en el riego. “Pensábamos que la bacteria podría suplir esa falta de nutrientes pero lo que hizo no fue solo eso, sino mejorar la producción”, asegura Ortega.

El motivo es que si la planta recibe todos los nutrientes en el agua de riego, no va a necesitar hacer nada; pero si no se le aporta todo lo que necesita, “va a empezar a producir compuestos para que las bacterias vayan hacia ellas y haya simbiosis”. Y, según han comprobado en la investigación, la sinergia microorganismo-planta es más efectiva que aplicarle los nutrientes a las plantas.

De hecho, es sabido que hay microorganismos como las bacterias o las micorrizas, un tipo de hongos, que son buenos para la fertilidad de los suelos. “Las micorrizas llegan donde no llega la raíz, son más finas que ésta, para coger agua y nutrientes, y se conectan con la planta cogiendo el agua y los nutrientes inorgánicos que la planta necesita y se lo pasan a ésta, y la planta a su vez genera las sustancias, azúcares, que comen los hongos”, cuenta Ortega.

En esta línea, el grupo Agronomía y Medio Ambiente tiene intención de llevar a cabo una investigación a mayor escala para buscar nuevos fertilizantes con biofertilizantes a partir de cepas microbianas de bacterias y

La biodiversidad microbiológica del desierto

En una de sus investigaciones, el Laboratorio de Microbiología de Suelos de la Universidad de Almería eligió como campo de estudio el Desierto de Tabernas. Asociados a la ausencia de vida en el imaginario popular, la realidad es que, además de la variada fauna y flora que pueden albergar las zonas áridas como esta, también bullen de vida a nivel microscópico.

En esta investigación, liderada por Isabel Miralles y Raúl Ortega; y en la que también participó Roberto Lázaro, investigador de la Estación Experimental de Zonas Áridas, se estudiaron las bacterias que viven en suelos cubiertos por biocostras. Estas son formaciones de bacterias y líquenes, de milímetros de espesor, comunes en zonas áridas. En el estudio, cuyos resultados publicaron en 2020 en la prestigiosa revista 'Science of the Total Environment', demostraban que el grado de desarrollo de estas biocostras influye en la diversidad y cantidad de las bacterias presentes en los suelos. Esto es debido a que las biocostras causan unas condiciones microclimáticas particulares y modifican las propiedades fisicoquímicas de los suelos, así como a la existencia de simbiosis entre las bacterias y las biocostras.

El resultado de esta investigación fue reconocido como de gran valor ecológico ya que sirve de punto de partida para saber cómo se van sucediendo las especies bacterianas desde suelos áridos degradados

hasta aquellos con un mayor desarrollo biológico en su superficie, de la misma manera que lo hace, por ejemplo, la vegetación, pasando de hierbas a arbustos y árboles.

ATLAS NACIONAL DE BICOSTRAS

Otro grupo de investigación de la Universidad de Almería, Ecohidrología y Restauración de Tierras Áridas, adscrito al Centro de Colecciones Científicas de la UAL, editó en 2022 el primer atlas nacional de biocostras. Este forma parte del proyecto 'Conservación de biocostras como estrategia de adaptación al cambio climático: alineando avances científicos con la gestión y sociedad', realizado en colaboración con investigadores de la Estación Experimental de Zonas Áridas y del CAESCG.

El grupo de investigación lleva más de 20 años investigando la importancia de las biocostras en ecosistemas áridos y había detectado que la falta de conocimiento sobre estas dificultaba su conservación. Por ello, pusieron en marcha ese proyecto, gracias al cual existe el primer atlas de biocostras de España y se conoce su protección legal. El proyecto, que incluye la puesta en marcha de foros de debate y la colaboración entre investigadores y agentes sociales, servía para dar los primeros pasos hacia la conservación de las biocostras.



Investigación de biocostras en el desierto de Tabernas.



Presentación en la UAL del atlas nacional de biocostras.

microalgas. Asimismo, la idea es confirmar si también son efectivos a la hora de mejorar los cultivos y si tienen la capacidad de inhibir el desarrollo del *Fusarium* y de otros organismos patógenos.

EFICIENCIA, SOSTENIBILIDAD Y CAMBIO CLIMÁTICO

Ahondando en la búsqueda de suelos más eficientes, ahora, además de microorganismos, van a empezar a estudiar genes concretos, buscando microorganismos capaces de fijar nitrógeno o disolver fósforo para mantener los suelos fértiles. "Sabemos que hay bacterias que fijan nitrógeno, en las plantas leguminosas", explica Raúl Ortega, "y si cortas la planta y dejas la raíz, está fertilizado el suelo al incrementar el nitrógeno". Gracias a sus análisis, este grupo de investigadores puede confirmar si ese tipo de bacterias está presente en el suelo estudiado. Ahora, la idea es no tener que buscar, por ejemplo, una bacteria concreta, sino el gen que hace que tengan la capacidad buscada, sea la fijación de nitrógeno, la disolución de fósforo o cualquier otra. Así, se facilitaría la capacidad de mantener suelos fértiles de

una forma más eficiente y sostenible que las que se usan en la actualidad.

El estudio de los suelos, además de servir para comprobar su fertilidad y la ausencia de patógenos, tiene también aplicaciones en la lucha contra el cambio climático. En este sentido, el grupo Agronomía y Medio Ambiente ha llevado a cabo la investigación 'Efecto del calentamiento climático en la calidad, secuestro de carbono y microorganismos de suelos restaurados semiáridos', desarrollada en la Estación Experimental de las Palmerillas-Cajamar.

El objetivo de este estudio era comprobar el efecto del cambio climático en los suelos; qué microorganismos se veían perjudicados y cuáles, beneficiados, a causa del calentamiento global. Para ello, en plantas de lavanda o romero y en suelo desnudo colocaron "una especie de campanas, pequeñas, abiertas por arriba, que hacían el efecto del cambio climático en su interior, se incrementaba la temperatura un par de grados". El grupo Agronomía y Medio Ambiente también está colaborando con CEMEX en la restauración de suelos añadiendo enmiendas

orgánicas, en base a un proyecto que se está llevando a cabo en terrenos de la cementera en Gádor. En este proyecto, han utilizado diferentes compost de origen orgánico como por ejemplo desechos de cultivos de invernadero.

El proyecto lleva en marcha más de cinco años y ha servido para comprobar que la aportación de esos compost a esas zonas degradadas facilita que se regenere la materia orgánica, con mayores aportes de nitrógeno y fósforo y un crecimiento de la vida microbiológica, y que aumente la capacidad de retener agua del terreno. Es decir, que el suelo explotado se está logrando regenerar.

No los vemos, pero la presencia de ciertos hongos y bacterias es fundamental para la buena salud de las tierras donde se cultivan las hortalizas y frutas con que nos alimentamos. Desde la UAL, los miembros del Laboratorio de Microbiología de Suelos y el grupo Agronomía y Medio Ambiente trabajan para que esa vida invisible siga siendo lo más variada, colaborando así a mantener suelos más eficientes, saludables y preparados contra el cambio climático. ■