

Estudio revela que la contaminación por metales ralentiza hasta tres veces la actividad microbiana y funciones del suelo

- *El estudio, uno de los más citados a nivel mundial en el área de Ecología y Ambiente, cuantifica cómo la contaminación deteriora la actividad enzimática del suelo.*

El investigador Humberto Aponte, del Instituto de Ciencias Agroalimentarias, Animales y Ambientales de la Universidad de O'Higgins (UOH), fue parte de un metaanálisis global que reunió y sistematizó la evidencia científica disponible a nivel mundial sobre el efecto de los metales pesados en la actividad enzimática del suelo, una función clave para la fertilidad y el equilibrio de los ecosistemas.

El trabajo abordó una pregunta con escasos antecedentes en Chile: cómo los metales y metaloides afectan procesos del suelo mediados por microorganismos. Frente a una literatura internacional heterogénea, el equipo optó por un metaanálisis, herramienta que integra numerosos estudios para estimar un efecto promedio y detectar tendencias sólidas que un trabajo aislado no alcanza a mostrar.

Con ese enfoque, la investigación logró cuantificar cómo la contaminación deteriora la actividad enzimática del suelo, un patrón que luego se confirmó en Puchuncaví y que abre pistas para diseñar estrategias de recuperación más precisas.

“Opté por un metaanálisis para sintetizar la evidencia global

y obtener tendencias sólidas que orienten futuros experimentos, evaluando cómo variables como tipo de suelo, metal o concentración modulan el efecto de la contaminación por metales sobre la actividad enzimática en distintos contextos, algo que ningún estudio individual puede mostrar con la misma potencia estadística”, destacó Aponte.

Entre los resultados, el trabajo constató que las enzimas que operan dentro de las células microbianas se ven hasta dos veces más afectadas que aquellas que actúan fuera de ellas. La explicación está en la estabilización. Las enzimas extracelulares forman complejos con la materia orgánica y las arcillas del suelo, lo que les permite mantener su actividad durante meses, mientras que las intracelulares dependen del estado fisiológico de los microorganismos.

Al respecto, el académico indicó que “cuando el suelo presenta altos niveles de metales, las células microbianas se ven afectadas y disminuye de manera marcada la actividad de las enzimas intracelulares, mientras que las extracelulares pueden permanecer activas gracias a su estabilización en la matriz edáfica”.

En el plano local, la investigación se vincula con la realidad de los suelos degradados en Chile, particularmente en Puchuncaví, un territorio afectado por una exposición prolongada a emisiones industriales. Los patrones globales identificados en el metaanálisis se replicaron luego, con notable consistencia, en un estudio posterior realizado en ese valle.

Sobre este punto, el investigador explicó que la contaminación en la zona ha derivado en una degradación química, biológica y también física, y destacó que el trabajo sentó las bases para “construir índices de calidad aplicables para la academia y para tomadores de decisiones en sitios con contaminación similar a nivel nacional”.

Un hallazgo con implicancias directas para la recuperación de terrenos es que la contaminación retrasa de forma desigual los ciclos del carbono, el azufre, el nitrógeno y el fósforo. Ese desacople genera un desequilibrio que, aun existiendo materia orgánica, mantiene nutrientes esenciales en formas que las plantas no pueden aprovechar, lo que limita el desarrollo vegetal y deja el suelo más expuesto a la erosión.

En esa línea, el académico enfatizó que la alteración desigual de los ciclos invalida las soluciones genéricas y obliga a diseñar estrategias de biorremediación específicas, ya sea mediante bioestimulación o inoculación microbiana dirigida, que “reactiven la función enzimática del ciclo más afectado y permitan recuperar la funcionalidad ecológica del ecosistema”.