

Aridisoles: una ruta salvaje bajo el desierto

Paula Alejandra Gómez Palomo¹ y David Francisco Lafuente Rincón^{1*}

¹ Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Coahuila

* Dirección para correspondencia: david_lafuente@uadec.edu.mx

El suelo no solo es la tierra que pisamos, es el principal sostén de los vastos ecosistemas terrestres y es fundamental para la vida tal como se conoce en el planeta. Se define como un complicado entrampado entre la geología, la biología y la química; fundamental para la agricultura, protector de las reservas de agua y regulador del clima global (FAO, 1990; Schad, 2023). A su vez, es el hogar de una invisible pero impresionante biodiversidad de microorganismos (Ma *et al.*, 2024; Mohamed *et al.*, 2024; Gashi *et al.*, 2025), los cuales son elementos clave para mantener el resto de las formas de vida que conocemos. Sin embargo, este impresionante recurso vive un viaje a través de una ruta salvaje, donde la presión de las actividades humanas es el principal actor que amenaza su continuo camino.

Siguiendo una travesía hasta los grandes paisajes de desiertos y zonas áridas alrededor del planeta Tierra, encontramos un peculiar tipo de suelo: los aridisoles, un frágil y poco comprendido recurso natural, a menudo considerado como estéril por su escasa materia orgánica y su constante aridez, la cual, si bien hace justicia a su nombre, no representa su verdadero valor ecológico (Lynch *et al.*, 2022). Si observamos con paciencia, los aridisoles nos enseñarán sobre su

resiliencia e importancia ecológica y alimentaria en zonas áridas y semiáridas (Dzvene *et al.*, 2025).

El conocimiento de este recurso ecosistémico es relevante, debido a que alrededor de dos quintas partes de la superficie terrestre están ocupadas por suelos áridos, donde coexisten las bajas precipitaciones, la alta radiación solar y las altas temperaturas (Padmanabhan y Reich, 2023). Según la Taxonomía de Suelos, los aridisoles son reservorios naturales de sales como el carbonato de calcio, el sulfato de calcio (yeso) o el cloruro de sodio, las cuales se asocian a su frecuente alcalinidad y su limitada retención de agua (Schad, 2023).

El suelo árido: muy lejos de ser estéril

La aridez no daña, condiciona; en este sentido, los aridisoles realizan múltiples funciones ecológicas; actúan como intermediarios entre la atmósfera y la hidrosfera, permitiendo el almacenamiento de la escasa agua de lluvia y economizando así la recarga de los mantos freáticos en estas regiones. Los ciclos de nutrientes (nitrógeno, carbono, fósforo, entre otros) que garantizan las cadenas alimenticias en los desiertos suelen tener un ritmo más lento comparado con otros ecosistemas, operando bajo un reloj geológico limitado por la humedad y las fluctuaciones abruptas en el clima; sin embargo, una lluvia breve puede detonar el despertar de asombrosos microorganismos: bacterias adaptadas a sequías (como *Lactococcus* y *Sulfuricaulis*; Gashi *et al.*, 2025) y hongos tolerantes a las condiciones salinas

(como *Aspergillus* sp., *Chaetomium globosum*), la fracción viva de los suelos que transforma nutrientes en materia orgánica disponible para las plantas (Ma *et al.*, 2024; Gashi *et al.*, 2025). Esta delgada pero esencial capa microbiana actúa como el motor bioquímico de la resiliencia del desierto, permitiendo que la vida persista incluso en condiciones extremas.

Los suelos áridos son también considerados los almacenes de carbono de los desiertos, gracias a una apuesta ecológica en la que las plantas entregan carbono a través de su sistema de raíces hacia el suelo, y, desde ese punto, es captado por diversos microorganismos, los cuales actúan como moderadores de su retención ambiental, optimizando su aprovechamiento y reduciendo su emisión a la atmósfera (Ma *et al.*, 2024; Mohamed *et al.*, 2024; Zhu *et al.*, 2025).

El suelo que alimenta a millones de personas

El desarrollo de la agricultura puede parecer marginal si no vives en una región árida del planeta; sin embargo, para las poblaciones en estas zonas, representa una actividad esencial para su seguridad alimentaria (Dzvene *et al.*, 2025; Gashi *et al.*, 2025). Si bien la disponibilidad de los recursos hídricos y la intermitencia de las lluvias dirigen el ritmo de la agricultura, su ejecución depende directamente de un suelo sano y funcional (Mohamed *et al.*, 2024). Actualmente, los sistemas avanzados de riego y manejo del suelo hacen posible la producción agrícola y ganadera intensiva (Ponnampalam *et al.*, 2025).

Además, el suelo en zonas áridas tiene un valor social y cultural; de él dependen comunidades rurales que han desarrollado estrategias tradicionales de manejo y conservación de pastos naturales del desierto, y la rotación de cultivos como el maíz y trigo adaptados a la sequía (Dzvene *et al.*, 2025).

El incierto riesgo al equilibrio del desierto

Como todo ambiente salvaje, los aridisoles pueden enfrentar una pérdida de sus funciones ecológicas, sufriendo una degradación también conocida como erosión (Lynch *et al.*, 2022), la cual puede incluir alteraciones en el pH, cambios en el contenido total de sales, pérdida de la capa orgánica denominada “humus” y de cationes intercambiables (Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+}) fundamentales para la nutrición vegetal y la fertilidad del suelo (Gashi *et al.*, 2025). La pérdida de cobertura vegetal también vulnera el suelo ante los efectos de la erosión por el viento y las corrientes de agua, así como el uso de maquinaria agrícola que lo compacta y causa la limitación en la infiltración de agua y el desarrollo de raíces (Lynch *et al.*, 2022). Los efectos de la erosión también se acentúan por la disposición de los escasos recursos hídricos para la agricultura en detrimento de los ecosistemas locales (Zhu *et al.*, 2025). Además, el uso excesivo e indiscriminado de fertilizantes, pesticidas y otros agroinsumos compromete la integridad química del suelo, afectando el pH y la estructura microbiana benéfica (Mohamed *et al.*, 2024).

Entender la relación entre el clima y el suelo es entender la erosión como un proceso silencioso pero devastador: las alteraciones en sus propiedades físicas, químicas y biológicas pueden modificar su dinámica ecológica y comprometer su valor agrícola (Lynch *et al.*, 2022; Zhu *et al.*, 2025).

Una ruta salvaje hacia la restauración ecológica

El camino a la restauración del suelo sí es posible. A través de estrategias ecológicas y agrícolas, es factible recuperar su estructura, fertilidad y funcionalidad, mitigando los efectos de la degradación causada principalmente por la intervención humana (Mohamed *et al.*, 2024; Gashi *et al.*, 2025; Zhu *et al.*, 2025). Uno de los problemas que se han abordado desde el punto de vista biotecnológico es la salinización; como lo mencionan Gashi y colaboradores (2025), suelos aridisoles de tipo Solonetz (una subclasiﬁcación de los aridisoles con alto nivel de sodio) han incrementado su fertilidad mediante el uso de enmiendas de yeso, con una influencia en la reducción de la resistencia a la penetración (indicador positivo para el desarrollo de plantas; $\sim 333 \text{ N/m}^2$) y la diversidad de comunidades de hongos (índice de diversidad de Shannon; $p = 0.04$). En zonas áridas de China y Estados Unidos se están desarrollando estrategias efectivas de adaptación, incluidos riego estratégico, diversificación de cultivos en conjunto con el uso de variedades de maíz, trigo, arroz, leguminosas y tubérculos tolerantes a las condiciones áridas, así como la restauración de pastos nativos (Dzvene *et al.*, 2025). Especialmente, el uso

de enmiendas minerales y orgánicas en países con grandes extensiones de regiones áridas como Egipto ha demostrado incrementar la capacidad de intercambio catiónico y reducir la densidad del suelo y, en consecuencia, aumentar la productividad de cultivos esenciales como el maíz o el trigo (Mohamed *et al.*, 2024).

El uso de microorganismos benéficos y residuos agrícolas es otra alternativa prometedora, como lo menciona Ma *et al.* (2024), donde se pueden producir enzimas capaces de degradar lignina y celulosa, liberando nutrientes que mejoran el crecimiento de las raíces incluso bajo estrés salino.

Nuevos enfoques de producción agrícola proponen sistemas integrados de optimización de recursos (sistema agua-agricultura-ecología), como el caso de éxito en la cuenca del río Shiyang, un sistema agrícola árido del noroeste de China, que permite planificar el uso del agua y el suelo de manera coordinada, demostrando que, con la regulación conjunta de la extracción de agua subterránea y la planificación del cultivo, se puede aumentar la productividad agrícola y reducir el déficit hídrico sin poner en riesgo la sostenibilidad ecológica (Zhu *et al.*, 2025). Las interacciones entre el agua, la agricultura y la ecología son altamente sensibles y determinan la sostenibilidad del sistema productivo (Lynch *et al.*, 2022; Dzvene *et al.*, 2025; Zhu *et al.*, 2025).

Conclusión

Los aridisoles, presentes en los grandes ecosistemas desérticos alrededor del planeta, actúan sobre un escenario árido por naturaleza; son biodiversos y sostienen una delicada y a la vez resiliente red ecológica, fundamental para la seguridad alimentaria de sus habitantes. A su vez, fenómenos como la degradación plantean una ruta salvaje que avanza y compromete sus funciones ecológicas. Específicamente, las prácticas agrícolas intensivas actuales, las cuales no son compatibles con el ritmo y con la intermitencia de los recursos disponibles en estos ambientes, sugieren la necesidad de un cambio de enfoque agrícola, donde el desarrollo de nuevas estrategias biotecnológicas en conjunto con prácticas productivas conscientes y responsables con las limitaciones de los suelos en zonas áridas y semiáridas permitirá preservarlos y prevenir conflictos futuros.

Referencias

- Dzvene AR, Zhou L, Slayi M and Dirwai TL (2025). A scoping review on challenges and measures for climate change in arid and semi-arid agri-food systems. *Discover Sustainability* 6:151. DOI: <https://doi.org/10.1007/s43621-025-00945-z>.
- FAO (1990). Guidelines for soil profile description. Third edition (revised). Soil resources, management and conservation service, land and water development division. Rome: FAO.
- Gashi N, Szőke Z, Czakó A et al. (2025). Gypsum and Tillage Practices for Combating Soil Salinity and Enhancing Crop Productivity. *Agriculture* 15(6):658. DOI: <https://doi.org/10.3390/agriculture15060658>.

Lynch JP, Mooney SJ, Strock CF and Schneider HM (2022). Future roots for future soils. *Plant, Cell & Environment* 45(3):620–636. DOI: <https://doi.org/10.1111/pce.14213>.

Ma YN, Mongkolthanaruk W and Riddech N (2024). Enhancing soil amendment for salt stress using pretreated rice straw and cellulolytic fungi. *Scientific Reports* 14:13903. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-024-64705-1>.

Mohamed I, El-habbak AK, Abbas MH et al. (2024). Rice straw biochar and NPK minerals for sustainable crop production in arid soils: a case study on maize-wheat cropping system. *CABI Agriculture and Bioscience* 5:91. DOI: <https://doi.org/10.1186/s43170-024-00289-0>.

Padmanabhan E and Reich PF (2023) World soil map based on soil taxonomy. En Encyclopedia of Soils in the Environment, Elsevier, pp. 218-231. 10.1016/B978-0-12-822974-3.00118-X.

Ponnampalam NE, Jairath G, Alves SA et al. (2025). Sustainable livestock production by utilising forages, supplements, and agricultural by-products: Enhancing productivity, muscle gain, and meat quality – A review. *Meat Science* 229:109921. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2025.109921>.

Schad P (2023). World reference base for soil resources—its fourth edition and its history. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science* 186(2):151–163. DOI: <https://doi.org/10.1002/jpln.202200417>.

Zhu X, Su X, Singh VP et al. (2025). Improving synergy of the water-agriculture-ecology system in arid areas using a novel co-optimization model. *Agricultural Water Management* 312:109408. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2025.109408>.