



Retención de residuos plásticos por vegetación ribereña: Reporte de caso y revisión sistemática

Retention of plastic waste by riparian vegetation: A case report and systematic review

Félix Ayala^{1, 2*}; Vicky Almendra Correa Seminario³; Susan Thalia Huamani Quico⁴; Juan Tume-Ruiz⁵;
Antia Rangel-Vega⁵; Sonia Ramos-Baldarrago⁴; Susana Cárdenas-Alayza^{1, 6}

1 Centro para la Sostenibilidad Ambiental, Universidad Peruana Cayetano Heredia, San Martín de Porres, Lima Perú.

2 Toto & Amaru Editorial, Xalapa, Veracruz, México.

3 Universitat de Barcelona, Barcelona, España.

4 Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Arequipa, Perú.

5 Facultad de Ingeniería Pesquera, Universidad Nacional de Piura, Castilla, Piura, Perú.

6 Departamento de Ciencias Biológicas y Fisiológicas, Facultad de Ciencias e Ingeniería, Universidad Peruana Cayetano Heredia, San Martín de Porres, Lima, Perú.

* Autor correspondiente: totoyamaru@gmail.com (F. Ayala).

ORCID de los autores:

F. Ayala: <https://orcid.org/0000-0002-6081-6808>

ST. Huamani Quico: <https://orcid.org/0000-0003-3682-8953>

A. Rangel-Vega: <https://orcid.org/0000-0001-8793-847X>

S. Cárdenas-Alayza: <https://orcid.org/0000-0002-8828-9552>

V. A. Correa Seminario: <https://orcid.org/0000-0003-2642-9385>

J. Tume-Ruiz: <https://orcid.org/0000-0002-6172-6951>

S. Ramos-Baldarrago: <https://orcid.org/0000-0002-5535-1815>

RESUMEN

La deficiente gestión de residuos plásticos ha favorecido su dispersión masiva en ecosistemas terrestres y acuáticos, generando impactos significativos en la biodiversidad. Mientras la mayoría de los estudios se concentran en ambientes marino-costeros, los ecosistemas continentales permanecen poco explorados. En este reporte de caso documentamos por primera vez la retención de residuos plásticos por vegetación ribereña en el río Sechura, norte del Perú. Las observaciones revelan que estas plantas actúan como trampas físicas y sumideros, liberando progresivamente meso- y microplásticos hacia el curso del río, el cual desemboca en el manglar de San Pedro, un sitio Ramsar de relevancia internacional. Asimismo, realizamos una revisión sistemática de la literatura en Scopus y PubMed siguiendo la metodología PRISMA, identificando la escasa evidencia disponible sobre la interacción flora-plásticos en Sudamérica. Nuestros hallazgos subrayan la necesidad de estudios enfocados en este fenómeno con implicancias directas para la gestión ambiental y la conservación de humedales costeros.

Palabras clave: dispersión de plásticos; sumidero de plásticos; ecosistemas terrestres; vegetación y plásticos.

ABSTRACT

Poor plastic waste management has led to its widespread dispersion in terrestrial and aquatic ecosystems, causing significant impacts on biodiversity. While most studies focus on marine and coastal environments, continental ecosystems remain largely unexplored. In this report, we document for the first time the retention of plastic debris by riparian vegetation in the Sechura River in northern Peru. Observations reveal that these plants act as physical traps and sinks, progressively releasing meso- and microplastics into the river, which flows into the San Pedro mangrove, a Ramsar site of international importance. We also conducted a systematic review of the literature in Scopus and PubMed following the PRISMA methodology, identifying the limited evidence available on flora-plastic interactions in South America. Our findings underscore the need for studies focused on this phenomenon with direct implications for environmental management and coastal wetland conservation.

Keywords: plastic dispersion; plastic sinks; terrestrial ecosystems; vegetation and plastics.

Recibido: 18-02-2026.

Aceptado: 28-08-2026.



Esta obra está publicada bajo la licencia [CC BY 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

INTRODUCCIÓN

El plástico constituye un material ampliamente utilizado en las sociedades modernas debido a su versatilidad, durabilidad y bajo costo. Sin embargo, su gestión, particularmente en las etapas de tratamiento y disposición final, continúa siendo inadecuada en numerosos contextos (Das et al., 2026; Geyer et al., 2017). A escala global, esta problemática se relaciona tanto con deficiencias en los sistemas de gestión de residuos como con la persistencia y fragmentación de los materiales liberados al ambiente (Das et al., 2026). Entre 1950 y 2015, se estimó que aproximadamente 4,9 billones de kg de residuos plásticos habían sido acumulados en vertederos o liberados al ambiente (Geyer et al., 2017). La investigación sobre los impactos de este material se ha concentrado principalmente en los ecosistemas marino-costeros y sus especies (Ayala et al., 2026; Muñoz-Velásquez et al., 2026). No obstante, la mayor parte de las fuentes de contaminación plástica tiene origen en el medio terrestre (Ayala et al., 2026). Entre ellas destacan el uso de plásticos agrícolas (como el acolchado en cultivos), el desgaste de neumáticos en las carreteras, la escorrentía que transporta partículas desde zonas altas hacia el nivel del mar, las aguas residuales que contienen fibras derivadas del lavado de ropa, los lodos residuales que concentran grandes cantidades de microplásticos y, finalmente, los desechos sólidos generados en las ciudades (Kubayi et al., 2026; Zeng et al., 2026). Aunque en entornos urbanos se intenta reducir la acumulación de residuos desviándolos hacia áreas periféricas, los ecosistemas terrestres cercanos a las ciudades, en especial aquellos situados a sotavento, resultan igualmente impactados (Eriksen et al., 2021). En estos ambientes, los residuos plásticos pueden dispersarse mediante el viento y otros procesos de transporte, mientras que su fragmentación y el lixiviado de aditivos químicos pueden alterar las propiedades del suelo, las comunidades microbianas y procesos biogeoquímicos (Kubayi et al., 2026). Los residuos plásticos y microplásticos presentes en el suelo pueden alterar sus propiedades fisicoquímicas y los ciclos de nutrientes, particularmente los procesos asociados con el carbono y el nitrógeno. Además, los microplásticos y algunos de sus aditivos pueden movilizarse mediante lixiviados y generar efectos adversos sobre la fauna edáfica; entre ellos, se ha documentado inhibición del crecimiento, estrés oxidativo y alteraciones de la microbiota intestinal en lombrices de tierra (Aslam et al., 2026; Gao et al., 2026).

En los ecosistemas de dunas costeras, los residuos plásticos pueden quedar retenidos por la vegetación y acumularse en los sedimentos, donde

experimentan procesos de meteorización y degradación asociados con la exposición ambiental (Corbau et al., 2026). Asimismo, la vegetación puede favorecer la retención de residuos al reducir el transporte y la resuspensión por acción del viento. Estudios recientes muestran que las dunas costeras constituyen uno de los diversos ambientes vegetados capaces de interceptar y retener macro- y microplásticos, aunque persisten importantes incertidumbres sobre su permanencia, redistribución y remobilización (Corbau et al., 2026).

Entre los efectos documentados de la deposición de plásticos en la vegetación destaca su utilización por insectos como sustrato para la oviposición (Ribeiro-Brasil et al., 2022), aunque la información disponible sobre este fenómeno sigue siendo limitada. Los plásticos también pueden inducir efectos directos en las plantas, incluyendo alteraciones en el crecimiento y toxicidad, en función de las propiedades químicas del material, el tipo de vegetación y las condiciones ambientales (Yue et al., 2023). De igual modo, se ha demostrado que los plásticos retenidos en ramas y hojas pueden fragmentarse por fricción con la vegetación (Ayala et al., 2022). A pesar de estos avances, aún persisten vacíos de conocimiento respecto a los mecanismos que gobiernan la interacción entre plásticos y vegetación, lo que subraya la necesidad de investigaciones adicionales (Yue et al., 2023). Una de las hipótesis emergentes sugiere que estos contaminantes pueden afectar los procesos de floración y polinización en la vegetación ribereña, dado que los plásticos atrapados en ramas y hojas cubren yemas y flores, impidiendo su desarrollo normal (Gallitelli & Scalici, 2023).

La comprensión sobre cómo los plásticos modifican los hábitats de la biota terrestre continúa siendo limitada (Ayala et al., 2026). En este contexto, se presenta el siguiente reporte de caso, orientado a analizar la acumulación, degradación y liberación de plásticos retenidos por la vegetación ribereña en el río Sechura. Este río desemboca en los manglares de San Pedro, reconocido como sitio Ramsar, y en los manglares de Chulliyache, los más meridionales del Pacífico oriental. Ambos ecosistemas constituyen hábitats de gran relevancia, pues albergan aves endémicas, mamíferos de distribución restringida, reptiles y peces de importancia comercial (Barriónuevo & Marcial, 2006; Chávez Villavicencio, 2006; García-Olaechea et al., 2013).

Finalmente, como complemento al análisis local, se realizó una revisión sistemática de estudios desarrollados en América del Sur, con el objetivo de situar el caso de estudio en un marco regional comparativo, considerando la limitada evidencia disponible para el Perú.

METODOLOGÍA

Reporte de caso

El caso reportado corresponde a un tramo de la ribera del río Sechura, ubicado en la provincia de Sechura, departamento de Piura, en el norte del Perú (5°33'07.5"S 80°49'16.9"W) (Figura 1). El área de estudio se encuentra aproximadamente a 102 m

del mercado central de abastos de la provincia, lo que implica una alta afluencia de actividades comerciales y, en consecuencia, una considerable generación de residuos.

El 3 de febrero de 2023 se realizó una prospección de las especies vegetales presentes en un tramo de

20,000 m² paralelo a la ribera del río. El sitio fue seleccionado debido a observaciones preliminares que evidenciaban una elevada retención de residuos plásticos por parte de la vegetación. Para identificar las especies vegetales que retenían plásticos, se tomaron registros fotográficos en campo y posteriormente se determinó su identidad

mediante claves taxonómicas (Mostacero León et al., 2009). Asimismo, se documentaron comunidades de artrópodos asociadas a los residuos plásticos y a la vegetación; sin embargo, debido a limitaciones en la identificación, estas solo pudieron ser clasificadas a nivel de órdenes.



Figura 1. Localización de la zona en estudio.

Revisión sistemática

De manera complementaria, se realizó una revisión del estado actual del conocimiento sobre la retención de residuos plásticos por la vegetación en ambientes continentales de América del Sur. La búsqueda bibliográfica se llevó a cabo en las bases de datos Scopus y PubMed hasta el 13 de septiembre de 2026. Ambas plataformas son reconocidas como fuentes de literatura científica revisada por pares y son utilizadas con frecuencia en revisiones sistemáticas (AlRyalat et al., 2019). Se emplearon combinaciones de términos en inglés relacionados con vegetación, plantas, residuos plásticos y procesos de retención, utilizando los operadores booleanos AND y OR. En Scopus, la búsqueda se realizó en los campos de título, resumen y palabras clave mediante la siguiente ecuación:

((("plastic waste" OR microplastic OR mesoplastic OR macroplastic) AND (vegetation OR plant OR "riparian vegetation" OR "riparian plant*")) AND (retention OR trapping OR accumulation)).

Además, en Scopus se aplicó un filtro geográfico para restringir los resultados a estudios realizados en países de América del Sur.

En PubMed se empleó una estrategia de búsqueda equivalente utilizando los campos de título y resumen. Debido a que esta plataforma no permite aplicar un filtro geográfico equivalente al utilizado en Scopus, la identificación de los estudios realizados en América del Sur se efectuó durante el proceso de

selección, mediante la verificación del país correspondiente al área de estudio. Como ejemplo, para Argentina se utilizó la siguiente estrategia:

((("plastic waste"[Title/Abstract] OR microplastic[Title/Abstract] OR mesoplastic[Title/Abstract] OR macroplastic*[Title/Abstract]) AND (vegetation[Title/Abstract] OR plant*[Title/Abstract] OR "riparian vegetation"[Title/Abstract] OR "riparian plant*"[Title/Abstract]) AND (retention[Title/Abstract] OR trapping[Title/Abstract] OR accumulation[Title/Abstract])) AND Argentina[Title/Abstract].

El proceso de recopilación, selección y análisis de los artículos se desarrolló siguiendo las directrices PRISMA (Figura 2). Se consideraron aquellos estudios que identificaran explícitamente especies vegetales asociadas con la retención de residuos plásticos en ambientes continentales e interiores, particularmente en zonas ribereñas y otros ambientes terrestres próximos a sistemas fluviales. Se excluyeron los estudios enfocados exclusivamente en ecosistemas litorales o costeros, como manglares, marismas y otros ambientes estuarinos, así como aquellos que evaluaran la capacidad de las plantas para retener plásticos exclusivamente bajo condiciones experimentales de laboratorio. Asimismo, se excluyeron los estudios realizados fuera de América del Sur.

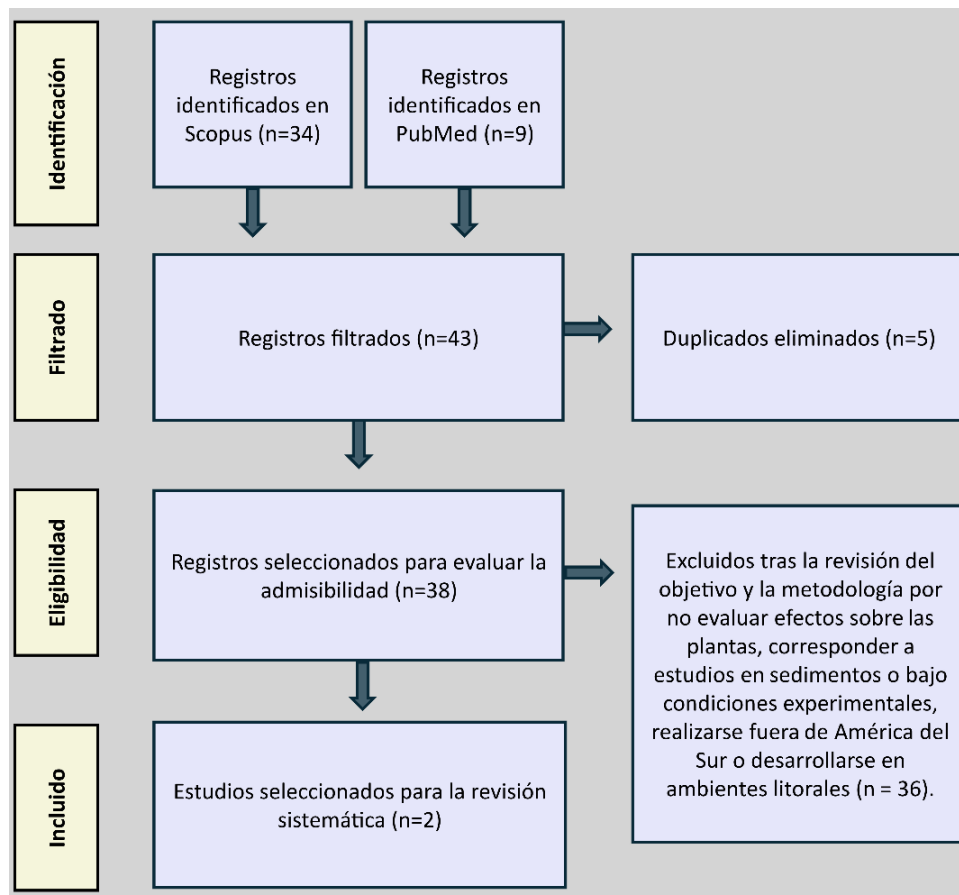


Figura 2. Diagrama PRISMA del proceso de selección de estudios.

Tabla 1
Estudios donde se evidencia retención de plásticos por la vegetación

País	Vegetación	Tamaño	Tipo de polímero*	fuentes
Argentina	Salix fragilis	Macroplástico	PET, HDPE, LDPE, PVC, PP, PS-E	Andrade-Muñoz et al., 2025
Brasil	Paspalum repens, Pontederia rotundifolia, Pistia stratiotes, Salvinia	Macro, meso y microplástico	PP, PE, PS	Guimarães et al., 2024

PET: Polietileno, HDPE: Polietileno de alta densidad, LDPE: Polietileno de baja densidad, PVC: Policloruro de vinilo, PP: polipropileno, PS-E: Poliestireno expandido, PS: Poliestireno.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Reporte de caso

En la ribera del río Sechura se identificaron diversas especies vegetales que funcionan como sumideros temporales de plásticos, entre ellas: la verdolaga costera (*Sesuvium portulacastrum*), saladilla (*Batis marítima*), carrizo (*Phragmites australis*), esguru (*Sarcocornia fruticosa*), grama salada (*Distichlis spicata*) y pino salado (*Tamarix aphylla*). Los plásticos presentes en estas plantas provienen principalmente de dos fuentes: (i) las actividades urbanas cercanas y (ii) la falta de conciencia ciudadana. Observaciones directas evidenciaron que algunas personas arrojan residuos en la ribera, pese a la existencia de contenedores cercanos. La proximidad de áreas naturales a zonas urbanas favorece el transporte de plásticos por el viento, lo que incrementa el riesgo de interacción con la fauna local (Eriksen et al., 2021). En concordancia, estudios previos indican que la vegetación en entornos urbanos es especialmente vulnerable a la acumulación de residuos (Gonçalves et al., 2020). En el caso del río Sechura, la vegetación ribereña no solo actúa como trampa de plásticos, sino que también los libera progresivamente al cauce por efecto del viento o la lluvia, funcionando como reservorio transitorio. Se ha documentado que la vegetación ribereña puede atrapar más del 90% de los residuos plásticos (Gallitelli et al., 2024).

Además, se registraron comunidades de artrópodos que habitan sobre o dentro de restos plásticos retenidos en la vegetación, correspondientes a los órdenes Araneae, Hymenoptera, Orthoptera, Mantodea y Coleoptera. Ribeiro-Brasil et al. (2022) señalan que algunos plásticos de color oscuro resultan más atractivos para ciertos artrópodos debido a fenómenos de fototaxia y polarotaxis, que influyen en la selección de sitios de oviposición. Sin embargo, estos mismos residuos pueden afectar negativamente a los organismos, al interferir en su alimentación, construcción de refugios o al ser ingeridos, lo que genera riesgos de transferencia a lo largo de la cadena trófica (Sucharitakul et al., 2024).

Durante el monitoreo en el río Sechura, se observó que este punto presentaba la mayor concentración de macroplásticos flotantes en el agua (Figura 2). Este hallazgo coincide con lo señalado por Cesarini et al. (2022), quienes destacan que la acumulación de plásticos en ríos depende de múltiples factores, entre ellos la proximidad al casco urbano, el uso del suelo, la geomorfología, las condiciones climáticas y, especialmente, la calidad de la vegetación

ribereña. Este último factor resulta crucial para comprender tanto la retención física de residuos como las interacciones entre plásticos y comunidades biológicas. En este sentido, la vegetación interior puede considerarse no solo como sumidero temporal de plásticos, sino también como un hábitat alterado para artrópodos, lo que refuerza la importancia de este tema como línea de investigación emergente.

Los resultados muestran que los plásticos retenidos en la vegetación eventualmente llegan al agua del río, lo que evidencia un flujo de residuos entre compartimentos terrestres y acuáticos (Figura 3).



Figura 3. Flujo de residuos entre compartimentos terrestres y acuáticos.

Esta dinámica agrava la problemática ambiental en contextos de baja conciencia pública y limitada educación ambiental, particularmente en regiones en desarrollo. En consecuencia, resulta prioritario fortalecer las estrategias de educación ambiental y

ampliar los estudios sobre la ecología de flora y fauna expuestas a plásticos.

Finalmente, dadas las limitaciones metodológicas de este estudio, se recomienda profundizar en el análisis de la presencia de microplásticos en el agua del río Sechura y en ecosistemas asociados, especialmente los manglares, que podrían actuar como receptores finales. Asimismo, se considera prioritario investigar los efectos de los plásticos en el crecimiento de plantas en ecosistemas áridos y en las comunidades de artrópodos que habitan en hábitats contaminados. Del mismo modo, se resalta la importancia de considerar el papel de la vegetación como retenedora de residuos y la intervención oportuna de los servicios de limpieza pública, lo que evitaría que los plásticos más grandes alcancen el mar. La retención de plásticos por la vegetación puede entenderse como un servicio ecosistémico clave en la mitigación de la contaminación (Gallitelli et al., 2023).

Revisión sistemática

La búsqueda bibliográfica permitió identificar únicamente dos estudios relacionados con la retención temporal de plásticos en vegetación interior (Figura 2, Tabla 1). Ninguno de ellos abordó la presencia de comunidades de artrópodos asociadas. El primero, desarrollado en Brasil por Guimarães et al. (2024), reportó la presencia de plásticos desde micro hasta macro asociados a cuatro especies de macrófitas acuáticas, tanto en la

estación seca como en la lluviosa. El segundo, realizado por Andrade-Muñoz et al. (2025) en Argentina indicó que el sauce quebradizo (*Salix fragilis*) podría actuar como barrera para la retención de plásticos antes de su ingreso a cuerpos de agua, aunque no evaluó la interacción con invertebrados.

En la literatura se encontró un estudio experimental en Brasil, pero que no consideramos, que utilizó fitotelmas artificiales con hojas de guaba (*Inga vera*) para evaluar la presencia de microplásticos. En este experimento se registró la formación de biofilm y un incremento en la actividad de descomponedores, lo que atrajo una mayor diversidad de invertebrados (Borges et al., 2024). Sin embargo, estos hallazgos constituyen un antecedente valioso para futuras investigaciones sobre las interacciones entre vegetación y contaminación plástica.

El reducido número de estudios disponibles confirma que este es un campo emergente de investigación con amplio potencial. En particular, resulta pertinente profundizar en cómo los plásticos pueden: (i) atrapar invertebrados, (ii) fragmentarse en partículas más pequeñas por acción de la vegetación y ser transportados por escorrentía o infiltración, y (iii) afectar procesos fisiológicos y de crecimiento de las plantas, incluyendo reducciones en la altura de las plantas y la biomasa radicular (Zhang J et al., 2022; Zhang S et al., 2022).

CONCLUSIONES

Los resultados de este estudio confirman que la vegetación ribereña del río Sechura actúa como un sumidero temporal de residuos plásticos. Inicialmente, estas plantas retienen macropelásticos que, debido a la radiación solar y al roce con las ramas, pueden fragmentarse y liberar progresivamente micro y mesopelásticos al cauce fluvial. Además, se identificó que la acumulación de plásticos en la vegetación favorece la interacción de artrópodos con estos residuos, lo que sugiere posibles efectos ecológicos aún poco explorados en hábitats contaminados.

La revisión de la literatura científica mostró que los estudios que analizan a la vegetación como filtro o trampa de plásticos son limitados, al igual que aquellos que documentan la presencia e interacción de comunidades de artrópodos en vegetación contaminada, especialmente en ecosistemas interiores de América del Sur. En este

sentido, la presente investigación constituye un aporte preliminar que evidencia no solo la capacidad de la vegetación ribereña para retener y transformar residuos plásticos, sino también la influencia de las actividades humanas cercanas en la dinámica y el funcionamiento de estos ecosistemas.

Estos hallazgos resaltan la urgencia de ampliar las investigaciones sobre las interacciones entre contaminación plástica, biodiversidad y vegetación en ambientes ribereños, con especial atención a regiones vulnerables como la costa norte del Perú. Asimismo, se recomienda fortalecer las estrategias de educación ambiental y la gestión adecuada de residuos, reconociendo el papel de la vegetación ribereña como un servicio ecosistémico clave en la retención de plásticos y en la prevención de su llegada al mar.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AlRyalat, S. A. S., Malkawi, L. W., & Momani, S. M. (2019). Comparing Bibliometric Analysis Using PubMed, Scopus, and Web of Science Databases. *Journal of Visualized Experiments (JoVE)*, 152, e58494. <https://doi.org/10.3791/58494>
- Andrade-Muñoz, A. S., Miserendino, M. L., Quinteros, C. P., Dromaz, W. M., Abrial, E., & Di Prinzio, C. Y. (2025). Macroplastic pollution in riparian corridors of urban and pristine mountain streams in Patagonia (Argentina). *Science of The Total Environment*, 959, 178092. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.178092>
- Aslam, I., Bux, N., Yu, X., Bi, M., Guo, H., Niu, Y., Ma, Q., & Wang, T. (2026). Microplastics in agricultural soils: Impacts on soil microbial communities, nutrient cycling, earthworm health, and soil ecosystem functions. *Environmental Chemistry and Ecotoxicology*, 8, 1157-1175. <https://doi.org/10.1016/j.encc.2026.01.025>
- Ayala, F., Lajo-Salazar, L., & Cárdenas-Alayza, S. (2022). White-naped squirrels use plastic waste for nest construction in agricultural areas of northern Peru. *International Journal of Environmental Studies*, 79(4), 724-730. <https://doi.org/10.1080/00207233.2021.1950363>

- Ayala, F., Moreno-Balsa, J. L., Querevalú Tume, M. D., Zeta-Flores, M., Tume-Ruiz, J., Rangel-Vega, A., Quinde, E., & De-la-Torre, G. E. (2026). Effects of plastics on terrestrial wildlife. *Biodiversity*, 27(3), 259-274. <https://doi.org/10.1080/14888386.2026.2692518>
- Barrionuevo, R., & Marcial, R. (2006). Ecología Trófica de la fauna acuática en el Manglar de San Pedro - Sechura. *Universalia*, 11, 44-56.
- Borges, W. G., Cararo, E. R., de Brito, R., Pazini, A. N., Lima-Rezende, C. A., & Rezende, R. de S. (2024). Microplastics alter the leaf litter breakdown rates and the decomposer community in subtropical lentic microhabitats. *Environmental Pollution*, 349, 123930. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2024.123930>
- Cesarini, G., & Scalici, M. (2022). Riparian vegetation as a trap for plastic litter. *Environmental Pollution*, 292, 118410. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2021.118410>
- Chávez Villavicencio, C. (2006). Las aves del Santuario de Conservación Regional Manglares San Pedro de Vice, Sechura, Perú. *Cotinga* 32-37
- Corbau, C., Skalny, M., Bajda, T., Le Coustumer, P., Filipović Marijić, V., Lazarou, A., Nardin, W., Coltorti, M., & Simeoni, U. (2026). Plastic pollution interception by vegetation: A mechanistic review across diverse habitats. *Journal of Hazardous Materials*, 508, 141908. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2026.141908>
- Das, A., Mishra, S., Bauri, K. P., & Tripathy, B. (2026). Plastic waste management and the emergence of microplastics as an integrated challenge involving sources exposure pathways health implications and circular solutions. *Discover Sustainability*, 7(1), 1093. <https://doi.org/10.1007/s43621-026-04133-5>
- Eriksen, M., Lusher, A., Nixon, M., & Wernery, U. (2021). The plight of camels eating plastic waste. *Journal of Arid Environments*, 185, 104374. <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2020.104374>
- Gallitelli, L., Battisti, C., & Scalici, M. (2023). Dunal plants intercepting macrolitter: Implications for beach clean-ups. *Marine Pollution Bulletin*, 187, 114585. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2023.114585>
- Gallitelli, L., Cutini, M., Cesarini, G., & Scalici, M. (2024). Riparian vegetation entraps macroplastics along the entire river course: Implications for eco-safety activities and mitigation strategies. *Environmental Research*, 263, 120224. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2024.120224>
- Gallitelli, L., & Scalici, M. (2023). Can macroplastics affect riparian vegetation blooming and pollination? First observations from a temperate South-European river. *Ecological Indicators*, 154, 110531. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2023.110531>
- Gao, Y., Zhang, Y., Yuan, Y., Jiang, Y., Xi, B., & Tan, W. (2026). Cross-media environmental effects of landfill micro(nano)plastics: A review towards the decoupling of carbon and nitrogen cycling. *Water Research*, 299, 125905. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2026.125905>
- García-Olaechea, Á., Chávez-Villavicencio, C., & Cova, J. N. (2013). *Leopardus pajeros* (Desmarest, 1816) (Carnivora: Felidae) in Northern Peru: first record for the department of Piura, at the Mangroves San Pedro de Vice, and geographic extention. *Check List*, 9(6), 1596-1599. <https://doi.org/10.15560/9.6.1596>
- Geyer, R., Jambeck, J. R., & Law, K. L. (2017). Production, use, and fate of all plastics ever made. *Science Advances*, 3(7), e1700782. <https://doi.org/10.1126/sciadv.1700782>
- Gonçalves, M., Schmid, K., Andrade, M. C., Andrades, R., Pegado, T., & Giarrizzo, T. (2020). Are the tidal flooded forests sinks for litter in the Amazonian estuary? *Marine Pollution Bulletin*, 161, 111732. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.111732>
- Guimarães, G. dos A., Pereira, S. A., de Moraes, B. R., Ando, R. A., Martinelli Filho, J. E., Perotti, G. F., Sant'Anna, B. S., & Hattori, G. Y. (2024). The retention of plastic particles by macrophytes in the Amazon River, Brazil. *Environmental Science and Pollution Research*, 31(30), 42750-42765. <https://doi.org/10.1007/s11356-024-33961-z>
- Kubayi, N. P., Gantayat, R. R., Elumalai, V., & Li, P. (2026). Microplastic contamination in soil: A systematic review of the influence of anthropogenic, climatic, and environmental conditions. *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*, 144, 104673. <https://doi.org/10.1016/j.pce.2026.104673>
- Mostacero León, J., Mejía Coico, F., Gamarra Torres, O. (2009). *Fanerógamas del Perú: taxonomía, utilidad y ecogeografía*, 1. ed. CONCYTEC, Trujillo, Perú
- Muñoz-Velásquez, M., Moreno-Balsa, J. L., Tume-Ruiz, J., Rangel-Vega, A., Tume, M. D. Q., Quinde, E., Zeta-Flores, M., Trelles, M. H. A., & Ayala, F. (2026). Terrestrial reptiles and plastic pollution: A review. *Environmental Science and Pollution Research*, 33(23), 11478-11491. <https://doi.org/10.1007/s11356-026-38050-x>
- Ribeiro-Brasil, D. R. G., Brasil, L. S., Veloso, G. K. O., Matos, T. P. de, Lima, E. S. de, & Dias-Silva, K. (2022). The impacts of plastics on aquatic insects. *Science of The Total Environment*, 813, 152436. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.152436>
- Sucharitakul, P., Wu, W.-M., Zhang, Y., Peng, B.-Y., Gao, J., Wang, L., & Hou, D. (2024). Exposure Pathways and Toxicity of Microplastics in Terrestrial Insects. *Environmental Science & Technology*, 58(27), 11887-11900. <https://doi.org/10.1021/acs.est.4c02842>
- Yue, Y., Li, X., Wei, Z., Zhang, T., Wang, H., Huang, X., & Tang, S. (2023). Recent Advances on Multilevel Effects of Micro(Nano)Plastics and Coexisting Pollutants on Terrestrial Soil-Plants System. *Sustainability*, 15(5), 4504. <https://doi.org/10.3390/su15054504>
- Zeng, J., Wang, X., Wang, J., Dong, H., Zhou, Y., MacLeod, M., Cousins, I. T., Li, Y., Xia, X., Graf, M., Jones, D. L., & Liu, X. (2026). The use, fate and environmental impacts of plastic films in agriculture. *Nature Reviews Earth & Environment*, 7(8), 528-545. <https://doi.org/10.1038/s43017-026-00808-9>
- Zhang, J., Ren, S., Xu, W., Liang, C., Li, J., Zhang, H., Li, Y., Liu, X., Jones, D. L., Chadwick, D. R., Zhang, F., & Wang, K. (2022). Effects of plastic residues and microplastics on soil ecosystems: A global meta-analysis. *Journal of Hazardous Materials*, 435, 129065. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2022.129065>
- Zhang, S., Gao, W., Cai, K., Liu, T., & Wang, X. (2022). Effects of Microplastics on Growth and Physiological Characteristics of Tobacco (*Nicotiana tabacum* L.). *Agronomy*, 12(11), 2692. <https://doi.org/10.3390/agronomy12112692>
- Zhao, Q., Zhu, L., Weng, J., Jin, Z., Cao, Y., Jiang, H., & Zhang, Z. (2023). Detection and characterization of microplastics in the human testis and semen. *Science of The Total Environment*, 877, 162713. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.162713>