



Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), Noviembre-Diciembre 2025,
Volumen 9, Número 6.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i6

TENDENCIAS Y AVANCES EN LA ADSORCIÓN Y REMOCIÓN DE DIMETOATO CON ADSORBENTES: UNA REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

**TRENDS AND ADVANCES IN THE ADSORPTION AND
REMOVAL OF DIMETHOATE USING ADSORBENTS: A
LITERATURE REVIEW**

Javier Andrés Quintero Jaramillo
Servicio Nacional de Aprendizaje, Colombia

Gina Carolina Posada Correa
Servicio Nacional de Aprendizaje, Colombia

Sandra Milena Lozano Triana
Servicio Nacional de Aprendizaje, Colombia

Tendencias y Avances en la Adsorción y Remoción de Dimetoato con Adsorbentes: Una Revisión Bibliográfica

Javier Andrés Quintero Jaramillo¹

jaquintero@sena.edu.co

<https://orcid.org/0000-0002-8879-6095>

Msc. Centro agropecuario La Granja
Servicio Nacional de Aprendizaje – SENA
Colombia

Gina Carolina Posada Correa

gposada@sena.edu.co

<https://orcid.org/0000-0002-2494-911X>

Msc. Centro agropecuario La Granja
Servicio Nacional de Aprendizaje – SENA
Colombia

Sandra Milena Lozano Triana

slozanot@sena.edu.co

<https://orcid.org/0000-0002-1704-4777>

Msc. Centro agropecuario La Granja
Servicio Nacional de Aprendizaje – SENA
Colombia

RESUMEN

El dimetoato es un insecticida organofosforado de amplio uso en la agricultura, caracterizado por su alta solubilidad en agua y una toxicidad significativa para organismos no objetivo, lo que ha generado creciente preocupación ambiental y sanitaria debido a su persistencia y potencial de bioacumulación. El objetivo de este trabajo es analizar el estado del arte sobre la remoción de dimetoato mediante procesos de adsorción, identificando tendencias, vacíos y oportunidades de investigación. Para ello, se realizó un análisis bibliométrico de 26 publicaciones indexadas en Scopus entre 2014 y 2025, empleando la ecuación de búsqueda “adsorption dimethoate removal and adsorbents”. Los resultados muestran una tendencia creciente en la producción científica, destacando a Serbia como el país con mayor número de publicaciones (8 artículos) y a la revista Chemosphere como la más prolífica (3 artículos). Las áreas de investigación predominantes incluyen Ciencias Ambientales, Química e Ingeniería Química, con un enfoque interdisciplinario hacia el desarrollo y optimización de adsorbentes, especialmente materiales de bajo costo y origen sostenible. Los hallazgos evidencian el interés creciente por tecnologías de tratamiento más eficientes para la remoción de plaguicidas en matrices acuosas, así como la necesidad de fortalecer la transferencia de estos avances al contexto latinoamericano.

Palabras clave: adsorción, bibliometría, dimetoato, remoción de plaguicidas

¹ Autor principal.

Correspondencia: jaquintero@sena.edu.co

Trends and Advances in the Adsorption and Removal of Dimethoate Using Adsorbents: A Literature Review

ABSTRACT

Dimethoate is an organophosphate insecticide widely used in agriculture, characterized by its high water solubility and significant toxicity to non-target organisms, which has raised growing environmental and health concerns due to its persistence and bioaccumulation potential. The aim of this study is to analyze the state of the art on dimethoate removal through adsorption processes, identifying trends, gaps, and research opportunities. To this end, a bibliometric analysis of 26 publications indexed in Scopus between 2014 and 2025 was carried out, using the search equation “adsorption dimethoate removal and adsorbents.” The results show an increasing trend in scientific output, with Serbia standing out as the country with the highest number of publications (8 articles) and *Chemosphere* as the most prolific journal (3 articles). The predominant research areas include Environmental Science, Chemistry, and Chemical Engineering, with an interdisciplinary focus on the development and optimization of adsorbents, particularly low-cost and sustainably sourced materials. Overall, the findings highlight the growing interest in more efficient treatment technologies for pesticide removal in aqueous matrices, as well as the need to strengthen the transfer of these advances to the Latin American context.

Keywords: : adsorption, bibliometrics, dimethoate, pesticide removal.

Artículo recibido 15 noviembre 2025
Aceptado para publicación: 15 diciembre 2025



INTRODUCCIÓN

El dimetoato es un insecticida organofosforado de contacto e ingestión ampliamente utilizado en la agricultura para el control de plagas en cultivos de hortalizas, frutas y cereales. Su eficacia y bajo costo han favorecido su aplicación continua durante décadas, sin embargo, su alta solubilidad en agua y relativa persistencia en el ambiente han provocado la presencia recurrente de residuos en cuerpos de agua superficiales, subterráneas y suelos (Aguil et al., 2023; Chen et al., 2020). La toxicidad del dimetoato está relacionada con su capacidad de inhibir la enzima acetilcolinesterasa, lo que interfiere en la transmisión nerviosa y puede generar efectos adversos en organismos acuáticos, animales domésticos e incluso en humanos (Kaur & Singh, 2021). Además, la exposición crónica a bajas concentraciones ha sido vinculada con alteraciones neurológicas, endocrinas y reproductivas (Bian Y, et al., 2025). Ante estos riesgos, el tratamiento de aguas contaminadas con plaguicidas organofosforados, como el dimetoato, se ha convertido en una prioridad ambiental. Diversas tecnologías de remoción han sido estudiadas, incluyendo oxidación avanzada, biodegradación y fotocatalisis; sin embargo, la adsorción ha demostrado ser una de las estrategias más eficaces debido a su bajo costo, simplicidad operativa y capacidad de eliminar contaminantes en bajas concentraciones (Li et al., 2021). En particular, los adsorbentes naturales y modificados, como arcillas, carbones activados, materiales zeolíticos y compuestos basados en grafeno, han mostrado un desempeño sobresaliente en la retención de moléculas orgánicas como el dimetoato.

El presente estudio tiene como objetivo sintetizar y analizar la literatura científica sobre la adsorción y remoción de dimetoato, identificando las tendencias de investigación, los materiales más estudiados, las condiciones experimentales relevantes, los países y autores más productivos, así como los vacíos y perspectivas futuras en este campo. De esta manera, se busca proporcionar una visión integral del estado del arte y contribuir al desarrollo de tecnologías sostenibles para la mitigación de este contaminante emergente.

METODOLOGÍA

Se llevó a cabo una investigación de tipo documental y descriptiva, con enfoque cuantitativo y diseño no experimental, de corte transversal. La recolección de la información se realizó a partir de fuentes secundarias, mediante una búsqueda sistemática en la base de datos Scopus empleando la ecuación:



“adsorption dimethoate removal and adsorbents”. La búsqueda se limitó a publicaciones disponibles hasta 2025, sin restricción en el tipo de documento, con el fin de obtener una visión amplia de la producción científica sobre el tema. Los resultados se descargaron en formato Excel y se organizaron en una base de datos para su procesamiento mediante técnicas de análisis bibliométrico, extrayendo información sobre tendencia temporal de publicaciones, países de afiliación, revistas, instituciones, áreas temáticas, patrocinadores y tipos de documento. El tratamiento de los datos se basó en estadística descriptiva (tablas de frecuencia, porcentajes y distribución por categorías), a partir de la cual se generaron las figuras incluidas en este artículo, con el propósito de ilustrar de manera clara y sintética los principales hallazgos del estudio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el período 2014-2025, se identificaron 26 publicaciones relacionadas con la adsorción de dimetoato. La Figura 1 muestra una tendencia ascendente, con un notable incremento en los últimos cinco años, lo que refleja el creciente interés en estrategias de remoción de plaguicidas organofosforados. Este aumento coincide con el fortalecimiento de las regulaciones ambientales y el desarrollo de nuevos materiales adsorbentes.

Figura 1. Tendencia de Publicaciones sobre adsorción de dimetoato



Nota. Elaboración Propia.

La Figura 1 también presenta la evolución anual de las publicaciones relacionadas con la adsorción de dimetoato en el periodo 2014–2025, identificándose un total de 27 documentos. El promedio anual fue de 2,25 publicaciones, con una mediana de 2 y un coeficiente de variación del 63 %, lo que muestra cierta volatilidad interanual debido al reducido número de registros.

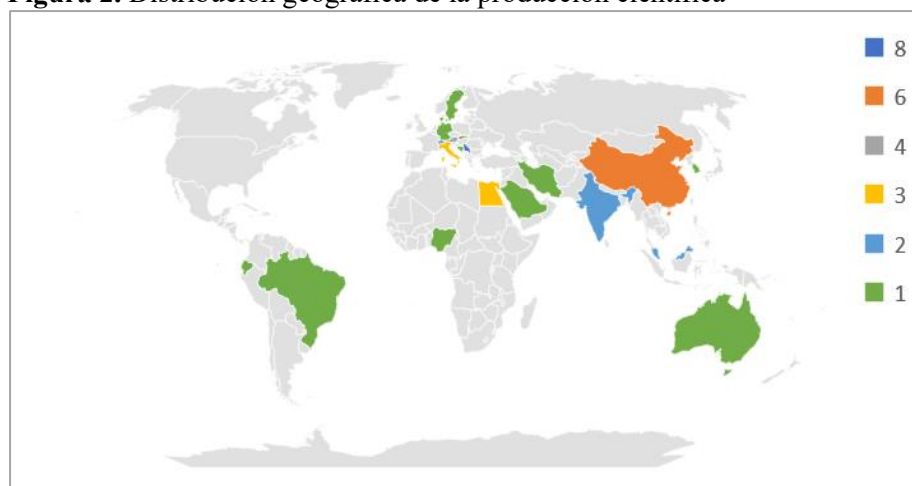
Entre 2014 y 2020 la producción se mantuvo baja y estable (≤ 2 publicaciones/año), sin incrementos sostenidos. A partir de 2021 se observa un cambio significativo en la dinámica de publicación, con un crecimiento continuo que alcanza su punto máximo en 2023 con 5 publicaciones, seguido de un ligero descenso en 2024 (4 publicaciones) y 2025 (3 publicaciones). Es importante señalar que el valor de 2025 puede estar subestimado debido a que corresponde a un año parcial al momento de la consulta.

El análisis cuantitativo revela una pendiente positiva aproximada de +0,28 publicaciones/año, lo que confirma una tendencia general creciente. Además, dos tercios del total de publicaciones (18 de 27) se concentran en el quinquenio 2021–2025, evidenciando un interés reciente y sostenido en la temática. Este incremento coincide con el desarrollo y aplicación de adsorbentes avanzados (p. ej., materiales carbonosos, arcillas modificadas, óxidos metálicos, MOFs/COFs) y con un contexto regulatorio cada vez más estricto respecto a la presencia de plaguicidas organofosforados en el ambiente (Markus A, et al, 2018 and Sannad, et al, 2023).

En conjunto, estos resultados sugieren que la investigación sobre adsorción de dimetoato se encuentra en una fase de expansión, caracterizada por una diversificación de enfoques metodológicos y por el fortalecimiento de la comunidad científica dedicada a esta línea de trabajo.

El análisis geográfico (Figura 2) muestra que Serbia encabeza la producción científica con 8 publicaciones, seguido por países con alta actividad en investigación en ingeniería ambiental y química de materiales. Esto evidencia un interés global y oportunidades para fortalecer redes de colaboración internacional.

Figura 2. Distribución geográfica de la producción científica

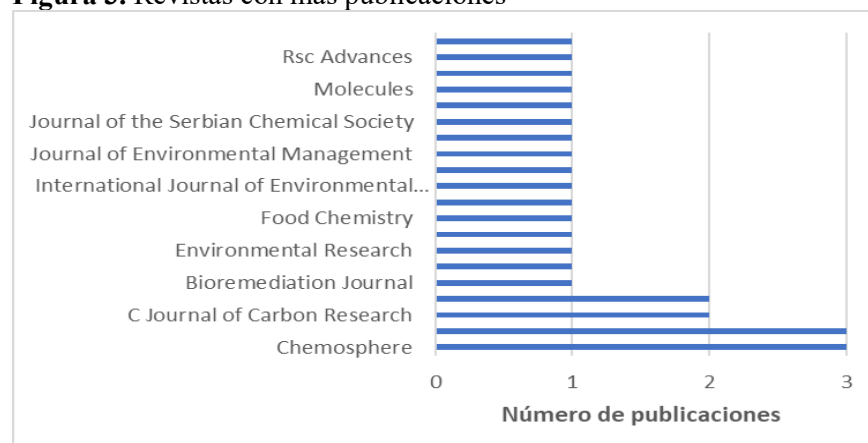


Nota. Elaboración Propia.

La Figura 2 muestra el Top-10 de países con publicaciones sobre adsorción de dimetoato. Bajo un esquema de atribución completa por afiliación (full counting), el liderazgo corresponde a Serbia (8), seguido por China (6) y Austria (4); un segundo grupo lo integran Egipto (3), Italia (3) y, con menor peso, India (2), Malasia (2) y Suiza (2), mientras que Irán (1) y Corea del Sur (1) cierran el listado. La suma del Top-10 (32 atribuciones) excede el total de documentos debido a la coautoría internacional, habitual en los recuentos por país de Scopus. En términos relativos dentro de este Top-10, Serbia concentra ~25 % de las atribuciones (8/32), China ~19 % (6/32) y Austria ~12,5 % (4/32). Los tres primeros aportan ~56 % del total del Top-10, evidenciando una alta concentración geográfica. La presencia simultánea de países europeos (Serbia, Austria, Italia, Suiza) y asiáticos (China, India, Malasia, Irán, Corea del Sur), junto con Egipto, sugiere una comunidad de investigación diversificada pero con polos nítidos. Este patrón es consistente con líneas activas en ingeniería ambiental y ciencia de materiales (carbones activados/biochars, arcillas modificadas, óxidos metálicos, MOFs/COFs) aplicadas a la remoción de plaguicidas organofosforados. La concentración en pocos países indica masa crítica de grupos especializados y abre oportunidades para colaboración internacional, por ejemplo síntesis/escala de adsorbentes y validación en matrices reales, (Loffredo E, 2015). El liderazgo europeo puede asociarse a infraestructura analítica y normativa ambiental estricta, mientras que el aporte asiático refleja el ímpetu en materiales avanzados y en tratamiento de aguas (Wang F, et al, 2019).

La Figura 3 presenta las revistas con mayor número de publicaciones, destacando Chemosphere como líder, lo que sugiere que esta revista constituye un canal preferente para la difusión de investigaciones en este campo.

Figura 3. Revistas con más publicaciones



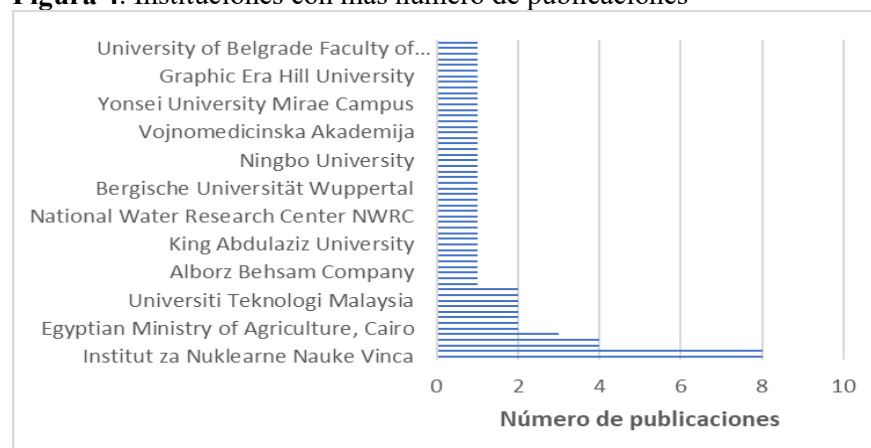
Nota. Elaboración Propia.

La Figura 3 resume el Top-10 de revistas que publican sobre adsorción de dimetoato. Se observan dos títulos en la zona núcleo (Bradford): *Chemosphere* (3) y *Environmental Science and Pollution Research* (3). En un segundo escalón aparecen *C—Journal of Carbon Research* (2) y *Journal of Hazardous Materials* (2). El resto del listado aporta 1 artículo cada uno (*Journal of Environmental Management*, *RSC Advances*, *Polymer Engineering and Science*, *Molecules*, *Microchimica Acta* y *Journal of the Serbian Chemical Society*). En conjunto, el Top-10 concentra 16 publicaciones, que equivalen a ~59 % del total identificado en el periodo (16/27). Los dos primeros títulos reúnen 6 artículos (~38 % del Top-10 y ~22 % del total), lo que muestra concentración temática en revistas de ciencias ambientales y gestión de contaminantes; el segundo bloque incorpora revistas centradas en materiales/carbono y química aplicada, coherentes con el desarrollo de adsorbentes, tales como carbones activados/biochars, óxidos y arcillas modificadas, MOFs/COFs (Rashidi N, et all, 2017, and Jocić A, et all, 2022).

La presencia de *Chemosphere* y *ESPR* como núcleo sugiere que constituyen canales prioritarios para estudios de remoción de plaguicidas en agua. Los títulos orientados a materiales (*C—Journal of Carbon Research*, *J. Hazardous Materials*, *RSC Advances*) son adecuados para trabajos que enfatizan síntesis, caracterización y mecanismos de adsorción. Revistas como *Journal of Environmental Management* pueden ser destino natural para manuscritos con evaluación de desempeño en matrices reales, análisis de escalado o evaluación de impacto.

En cuanto a instituciones (Figura 4), predominan universidades y centros especializados en síntesis y caracterización de adsorbentes avanzados, así como en el estudio de procesos de remoción de contaminantes emergentes.

Figura 4. Instituciones con más número de publicaciones



Nota. Elaboración Propia.

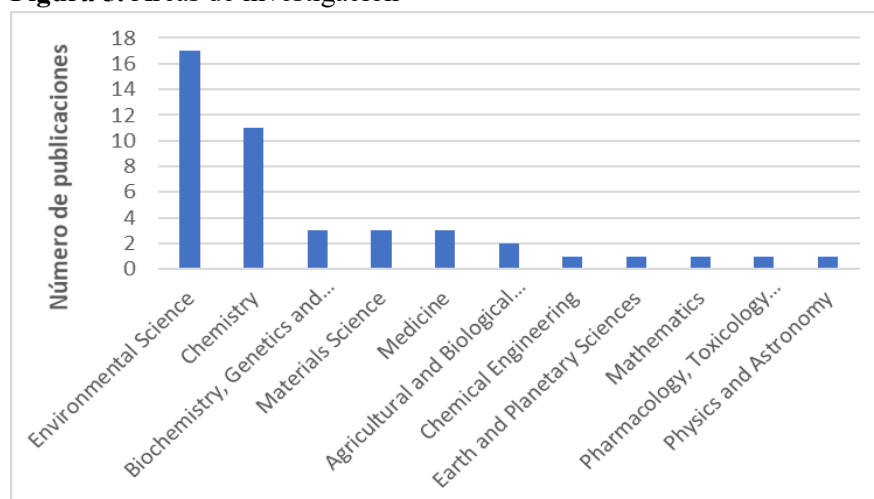
La Figura 4 presenta el Top-10 de instituciones afiliadas a publicaciones sobre adsorción de dimetoato. Se observa un liderazgo compartido por el Institut za Nuklearne Nauke Vinča y la University of Belgrade, seguidos por un conjunto de instituciones con contribuciones puntuales—Johannes Kepler University Linz, Kompetenzzentrum Holz GmbH, Università degli Studi di Bari Aldo Moro, Paul Scherrer Institut, Faculty of Agriculture, Universiti Teknologi Malaysia, el Central Laboratory of Residue Analysis of Pesticides & Heavy Metals in Foods (QCAP) y el Agricultural Research Center. La baja dispersión de conteos (predominio de aportes unitarios) sugiere un campo emergente, con núcleos de trabajo consolidados y una cola larga de grupos que participan de manera ocasional o en coautoría (Ray J, et al, 2021).

Desde el punto de vista temático, se distinguen dos perfiles que convergen en la remoción de plaguicidas: (i) instituciones con fuerte énfasis en materiales y caracterización (p. ej., Vinča, University of Belgrade, Johannes Kepler University Linz, Paul Scherrer Institut, Kompetenzzentrum Holz), que favorecen el desarrollo de adsorbentes avanzados (carbones/biochars, óxidos, arcillas modificadas, materiales lignocelulósicos); y (ii) entidades con orientación a seguridad alimentaria y análisis de residuos (QCAP, Agricultural Research Center), que aportan validación analítica y conexión con matrices reales. Este acoplamiento material-aplicación es coherente con la naturaleza interdisciplinaria del área. La presencia de polos serbios y austriacos, complementados por instituciones suizas, italianas y malayas, evidencia posibles ejes de colaboración Europa–MENA–Asia en síntesis/escala de adsorbentes y ensayos en condiciones reales. Dado el número reducido de artículos por institución, las diferencias deben leerse con cautela; no obstante, la recurrente aparición de Vinča y Belgrade indica masa crítica y continuidad de línea.

Las áreas temáticas predominantes (Figura 5) corresponden a Ciencias Ambientales, Química e Ingeniería Química, confirmando el carácter interdisciplinario del campo. Este enfoque es esencial para abordar los desafíos técnicos y ambientales que plantea la contaminación por dimetoato (Bian Y, et al, 2025).



Figura 5. Áreas de investigación



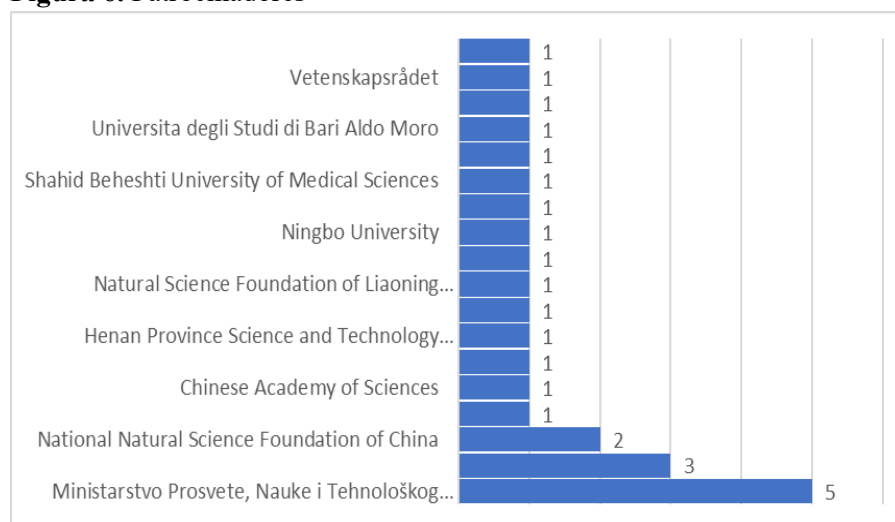
Nota. Elaboración Propia.

La Figura 5 presenta el Top-10 de áreas temáticas asociadas a los trabajos sobre adsorción de dimetoato (clasificación por Subject Area de Scopus, con atribución múltiple por artículo). Se observa una clara división: Environmental Science (~16–17 atribuciones) y Chemistry (~11) concentran la mayor parte de las asignaciones, mientras que un conjunto de áreas secundarias aporta recuentos modestos: Biochemistry, Genetics and Molecular Biology (~3), Materials Science (~3), Medicine (~3), Agricultural and Biological Sciences (~3), Chemical Engineering (~2), y con presencia marginal Earth and Planetary Sciences (~1), Mathematics (~1) y Pharmacology, Toxicology and Pharmaceutics (~1). La suma de atribuciones del Top-10 supera el número total de artículos porque un mismo documento puede estar etiquetado en varias áreas. Aun así, el patrón es claro: Environmental Science + Chemistry explican $\approx 60\text{--}65\%$ de las asignaciones dentro del Top-10, lo que confirma que el campo se sitúa principalmente en la intersección entre ciencias ambientales y química, con contribuciones de materiales y bio-ciencias cuando el énfasis recae en la síntesis/funcionalización de adsorbentes o en la evaluación toxicológica. La presencia de Medicine y Pharmacology/Toxicology—aunque menor—indica interés por los riesgos para la salud y el análisis de exposición, mientras que Agricultural and Biological Sciences vincula la temática con residuos en agroecosistemas. Los hallazgos respaldan que los canales naturales de publicación estén en revistas de ciencias ambientales y química aplicada/materiales. Para estudios centrados en mecanismos de adsorción y desarrollo de materiales (biochars, óxidos, arcillas modificadas, MOFs/COFs), las áreas Chemistry/Materials Science ganan

peso; para trabajos de desempeño en matrices reales y evaluación de riesgo, la orientación a Environmental Science/Toxicology es más pertinente (Castellana G, 2014).

Los principales patrocinadores (Figura 6) incluyen agencias nacionales e internacionales, reflejando la relevancia socioambiental del problema.

Figura 6. Patrocinadores



Nota. Elaboración Propia.

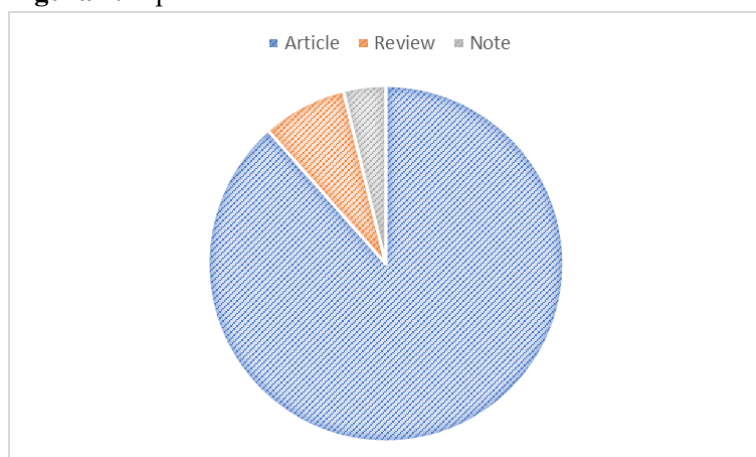
La Figura 6 presenta el Top-10 de patrocinadores identificados en los registros de Scopus (campo “Funding Sponsor”). Destaca, en primer lugar, el Ministerio de Educación, Ciencia y Desarrollo Tecnológico de Serbia (Ministarstvo Prosvete, Nauke i Tehnološkog Razvoja) con 5 atribuciones, seguido por el European Regional Development Fund (ERDF) con 4 y la National Natural Science Foundation of China (NSFC) con 3. El resto de patrocinadores muestra contribuciones unitarias (1 cada uno): Ningbo University, Vetenskapsrådet (Swedish Research Council), University Grants Commission (India), Università degli Studi di Bari Aldo Moro, State Key Laboratory of Molecular Reaction Dynamics, Shahid Beheshti University of Medical Sciences y el Schweizerischer Nationalfonds (SNSF). En conjunto, el Top-10 suma 19 atribuciones.

Este patrón sugiere dos rasgos principales: (i) Predominio europeo, coherente con la concentración geográfica observada (Serbia, Austria, Italia, Suiza) y con mecanismos de apoyo estructural, que suelen impulsar capacidades en laboratorios e infraestructura para ciencia de materiales y tratamiento de aguas; (ii) Peso de China, consistente con su protagonismo en adsorbentes avanzados (materiales carbonosos, óxidos/arcillas modificadas, MOFs/COFs).

La presencia de agencias de Suecia, India e Irán, así como de patrocinadores institucionales (universidades y laboratorios estatales), indica un financiamiento mixto (nacional-competitivo e institucional) que habilita desde la síntesis y caracterización hasta la validación en matrices reales. La combinación de fondos nacionales y estructurales europeos puede explicar la masa crítica observada en ciertos polos institucionales (p. ej., Serbia/Europa Central), mientras que el soporte de NSFC alimenta la vertiente de innovación en materiales. Para la formulación de proyectos futuros, estos resultados sugieren: (a) explorar cofinanciación UE–terceros países y colaboraciones Europa–Asia en escalado de adsorbentes; (b) alinear propuestas con prioridades de calidad de agua y sustancias peligrosas que suelen ser ejes elegibles en tales programas.

El análisis por tipo de documento (Figura 7) muestra el predominio de artículos originales, con escasa presencia de revisiones, lo que refuerza la pertinencia de este trabajo como síntesis actualizada del tema.

Figura 7. Tipos de documentos



Nota. Elaboración Propia.

La Figura 7 muestra un predominio de artículos originales (Article), con 24 registros, frente a 2 revisiones (Review) y 1 nota (Note). En conjunto, los artículos representan $\approx 89\%$ de la producción del periodo, mientras que las revisiones y comunicaciones breves aportan $\approx 7\%$ y $\approx 4\%$, respectivamente. Este perfil es típico de campos en expansión, donde la actividad se concentra en investigación primaria (síntesis y caracterización de adsorbentes, evaluación de isothermas/ cinéticas, pruebas de remoción) y aún existe escasez de trabajos de síntesis. La baja proporción de revisiones sugiere una oportunidad editorial para estudios de alcance que integren mecanismos de adsorción, desempeño comparado de adsorbentes (biochars, carbones activados, óxidos/arcillas modificadas, MOFs/COFs), y validación en

matrices reales (aguas naturales/residuales). Una revisión sistemática con protocolo PRISMA y, cuando sea posible, meta-análisis (p. ej., agregando capacidades de adsorción normalizadas, constantes de Langmuir/Freundlich, parámetros cinéticos y sensibilidad a pH/iónica) contribuiría a establecer referencias comparables y a identificar sesgos de publicación o lagunas (p. ej., escalado piloto, estabilidad y regeneración).

CONCLUSIONES

La producción científica sobre adsorción y remoción de dimetoato ha experimentado un crecimiento sostenido en las últimas décadas, impulsada por la necesidad de mitigar la contaminación por plaguicidas organofosforados. Las tendencias indican un interés creciente en el desarrollo de adsorbentes avanzados y de bajo costo, así como en la optimización de procesos. No obstante, se identifican vacíos en la evaluación de mecanismos de adsorción, estudios a escala piloto y validaciones bajo condiciones reales.

La investigación sobre adsorción y remoción de dimetoato ha mostrado un crecimiento sostenido, especialmente a partir de 2021, lo que evidencia un aumento en la preocupación global por la presencia de plaguicidas organofosforados en sistemas acuáticos. Este incremento también refleja el avance en la síntesis y aplicación de nuevos materiales adsorbentes con propiedades mejoradas.

La producción científica está concentrada geográficamente, con Serbia, China y Austria como los actores más relevantes, respaldados por instituciones con fortalezas en ciencia de materiales, ingeniería química y química ambiental. Esta concentración sugiere núcleos especializados de investigación y señala la necesidad de ampliar la participación de regiones con alta vulnerabilidad a la contaminación por pesticidas.

Los resultados bibliométricos muestran que la investigación se desarrolla principalmente en las áreas de Ciencias Ambientales, Química e Ingeniería Química, confirmando el carácter interdisciplinario del campo. Sin embargo, la escasez de estudios aplicados a matrices reales y la limitada presencia de investigaciones a escala piloto indican una brecha crítica que debe abordarse para avanzar hacia soluciones tecnológicas más maduras y transferibles.



A pesar del predominio de artículos originales, existe un déficit de revisiones integradoras y estudios comparativos, lo que abre una oportunidad para consolidar el conocimiento disperso, estandarizar metodologías y establecer criterios claros de desempeño para los diferentes adsorbentes.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

En este apartado se expondrán todas las fuentes consultadas y citadas en el artículo. Ya sean que fueran presentadas como citas directas o indirectas, se enlistaran por orden alfabético según las recomendaciones de las Normas de Estilo APA (Sexta o Séptima Edición). Se recomienda no citar páginas de internet cuyos

Agual-Lucas J.; Mera-Holguín C.; Zambrano-Intriago L.A.; Ruiz-Reyes E.; Gómez-Salcedo Y.; Baquerizo-Crespo R.J.; Rodríguez-Díaz J.M. (2023). Kinetics and equilibrium of the adsorption process of dimethoate with corn stalk. *Bioremediation Journal*. DOI:10.1080/10889868.2021.1988895

Bian Y.; Zhang Y.; Zou P.-C.; Zhou Y.; Feng X.-S.; Wang J.-L. (2025). Triazoles in the environment: An update on occurrence, fate, health hazards, and removal techniques. *Environmental Research*. DOI:10.1016/j.envres.2025.121092

Castellana G.; Loffredo E. (2014). Simultaneous removal of endocrine disruptors from a wastewater using white rot fungi and various adsorbents. *Water, Air, and Soil Pollution*. DOI:10.1007/s11270-014-1872-6

Fouad, Y. O., El-Kalliny, A. S., El-Daly, S. A., & El-Bindary, A. A. (2017). Silica–gold nanocomposite for removal of organophosphorus pesticides. *Plasmonics*, 12(3), 869–875. <https://doi.org/10.1007/s11468-016-0338-7>

Jocić A.; Breitenbach S.; Pašti I.A.; Unterweger C.; Fürst C.; Lazarević-Pašti T. (2022). Viscose-derived activated carbons as adsorbents for malathion, dimethoate, and chlorpyrifos—screening, trends, and analysis. *Environmental Science and Pollution Research*. DOI:10.1007/s11356-022-18721-1

Kaur, P., & Singh, R. (2021). Toxicological effects of organophosphate pesticides on non-target species: Mechanisms and mitigation. *Environmental Pollution*, 277, 116785.



- Lazarević-Pašti, T. D., Pašti, I. A., Jokić, B. M., Babić, B. M., & Vasić, V. M. (2016). Heteroatom-doped mesoporous carbons as efficient adsorbents for removal of dimethoate and omethoate from water. *RSC Advances*, 6, 62128–62139. <https://doi.org/10.1039/C6RA06736K>
- Li, D., Zhang, L., & Sun, Q. (2021). Adsorption of pesticides on carbon-based materials: Mechanisms and influencing factors. *Journal of Hazardous Materials*, 402, 123513.
- Liu, J., Li, Y., Zhang, Y., & Huang, X. (2018). Adsorption and removal of organophosphorus pesticides from environmental water and soil samples by magnetic multi-walled carbon nanotubes@ZIF-8. *Journal of Materials Science*, 53(14), 10772–10783. <https://doi.org/10.1007/s10853-018-2352-y>
- Loffredo E.; Castellana G. (2015). Comparative evaluation of the efficiency of low-cost adsorbents and ligninolytic fungi to remove a combination of xenoestrogens and pesticides from a landfill leachate and abate its phytotoxicity. *Journal of Environmental Science and Health - Part A Toxic/Hazardous Substances and Environmental Engineering*. DOI:10.1080/10934529.2015.1030294
- Lorenzo-Flores, A., Giacomán-Vallejos, G., Ponce-Caballero, M. C., & Ghoweisi, H. (2017). Adsorption of organophosphorus pesticides in tropical soils: The case of karst landscape of northwestern Yucatan. *Chemosphere*, 166, 292–299. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2016.09.109>
- Markus A.; Gbadamosi A.O.; Yusuff A.S.; Agi A.; Oseh J. (2018). Magnetite-sporopollenin/graphene oxide as new preconcentration adsorbent for removal of polar organophosphorus pesticides in vegetables. *Environmental Science and Pollution Research*. DOI:10.1007/s11356-018-3402-3
- Meftaul, I. M., Venkateswarlu, K., Dharmarajan, R., Annamalai, P., & Megharaj, M. (2020). Sorption–desorption of dimethoate in urban soils and potential environmental impacts. *Environmental Science: Processes & Impacts*, 22(11), 2256–2265. <https://doi.org/10.1039/D0EM00337A>
- Ndifreke, W. E., & Pasaoglulari Aydinlik, N. (2019). KOH modified *Thevetia peruviana* shell activated carbon for sorption of dimethoate from aqueous solution. *Journal of Environmental Science and Health, Part B*, 54(1), 1–13. <https://doi.org/10.1080/03601234.2018.1501143>
- Rashidi Nodeh H.; Wan Ibrahim W.A.; Kamboh M.A.; Sanagi M.M. (2017). New magnetic graphene-based inorganic–organic sol-gel hybrid nanocomposite for simultaneous analysis of polar and



- non-polar organophosphorus pesticides from water samples using solid-phase extraction. *Chemosphere*. DOI:10.1016/j.chemosphere.2016.09.054
- Ray J.; Samanta S.K.; Tripathy T. (2021). Adsorption of toxic organophosphorus pesticides from aqueous medium using dextrin-graft-poly(2-acrylamido-2-methyl propane sulfonic acid-co-acrylic acid) copolymer: Studies on equilibrium kinetics, isotherms, and thermodynamics of interactions. *Polymer Engineering and Science*. DOI:10.1002/pen.25805
- Sanad M.M.S.; Gaber S.E.; El-Aswar E.I.; Farahat M.M. (2023). Graphene-magnetite functionalized diatomite for efficient removal of organochlorine pesticides from aquatic environment. *Journal of Environmental Management*. DOI:10.1016/j.jenvman.2022.117145
- Vagi, M. C., Petsas, A. S., Kostopoulou, M. N., & Lekkas, T. D. (2010). Adsorption and desorption processes of the organophosphate pesticides dimethoate and fenthion onto three Greek agricultural soils. *International Journal of Environmental Analytical Chemistry*, 90(5), 369–389. <https://doi.org/10.1080/03067310903165050>
- Wang F.; Li S.; Feng H.; Yang Y.; Xiao B.; Chen D. (2019). An enhanced sensitivity and cleanup strategy for the nontargeted screening and targeted determination of pesticides in tea using modified dispersive solid-phase extraction and cold-induced acetonitrile aqueous two-phase systems coupled with liquid chromatography-high resolution mass spectrometry. *Food Chemistry*. DOI:10.1016/j.foodchem.2018.09.142

