

**Capítulo II: Análisis bibliométrico
como una Herramienta en la
Biotecnología Ambiental**

Análisis bibliométrico como una herramienta en la biotecnología ambiental

Bibliometric analysis as a tool in environmental biotechnology

Herrera-Feijoo, Robinson Jasmany¹   Chicaiza-Ortiz, Cristhian David^{2,3}  
Rivadeneira-Arias, Virginia del   Andrade, Jean Carlo⁴  
Carmen³

¹ Universidad Técnica Estatal de Quevedo ² Shanghai Jiao Tong University, ³ Universidad Regional Amazónica IKIAM, ⁴ Universidad Politécnica Salesiana

 DOI / URL: <https://doi.org/10.55813/egaea.cl.2022.17>

Resumen: El capítulo parte de la importancia del análisis bibliométrico en el contexto académico. posteriormente se presenta el manual de uso sobre la bibliometría en el software R para el mapeo de la literatura. Partiendo de la instalación de R y R Studio, las librerías bibliometrix y biblioshiny, la demostración de la base de datos bibliométricos a partir de PubMed. Además, se sustenta un estudio de caso sobre Biotecnología Ambiental y se detalla los principales resultados, tales como: búsqueda de publicaciones científicas, producción científica anual y su distribución geográfica por afiliación de autores, top 10 de las revistas con mayor número de documentos científicos, top 10 de los documentos más citados en Biotecnología Ambiental en los últimos 10 años, tendencia en el uso de palabras claves en publicaciones científicas, redes de colaboración. En conclusión, esta herramienta sirve de apoyo para los estudiantes que estén desarrollando su trabajo de investigación.

Palabras clave: Análisis bibliométrico, Biotecnología Ambiental, entorno R, tendencias.

Abstract:

The chapter starts from the importance of bibliometric analysis in the academic context. The user's manual on bibliometrics in R software for literature mapping is then presented. Starting with the installation of R and R Studio, the libraries bibliometrix and biblioshiny, the demonstration of the bibliometric database from PubMed. In addition, a case study on Environmental Biotechnology is supported and the main results are detailed, such as: search of scientific publications, annual scientific production and its geographical distribution by author affiliation, top 10 journals with the highest number of scientific papers, top 10 most cited

papers in Environmental Biotechnology in the last 10 years, trend in the use of keywords in scientific publications, collaboration networks. In conclusion, this tool serves as a support for students who are developing their research work.

Keywords: Bibliometric analysis, Environmental Biotechnology, R environment, trends.

2.1. Introducción

Los análisis bibliométricos (AB) han ganado una amplia cobertura y el número de publicaciones científicas que utilizan estas técnicas han incrementado exponencialmente en los últimos años (Donthu et al., 2021; Ellegaard & Wallin, 2015). Los investigadores científicos utilizan los AB para analizar tendencias históricas y actuales de artículos y revistas, patrones de colaboración y componentes de investigación, y explorar la estructura intelectual de un dominio específico en la literatura existente (Donthu et al., 2021). La bibliometría también puede identificar literatura importante en el campo de investigación, proporcionar palabras clave, instituciones, vínculos entre países y características de distribución en forma de un mapa de conocimiento, y cuantificar el estado actual y las tendencias futuras del tema de investigación (Ellegaard & Wallin, 2015). En general, cuantas más referencias incorpora un método bibliométrico, más capaces somos de comprender el campo de investigación (Chen, 2017). Por lo tanto, la bibliometría es una herramienta poderosa para analizar el progreso de la investigación científica, ya que puede cuantificar la información derivada de las bases de datos de citas científicas en línea relacionadas con un tema de investigación específico, incluidos los autores en el campo, el número de publicaciones y la distribución de las instituciones de investigación.

En la academia, WOS y Scopus son las bases de datos científicas de mayor uso y accesibilidad en las últimas décadas (Pranckutė, 2021). Scopus entro en vigencia en 2004 a través de la editorial Elsevier Science y actualmente es reconocida como una de las bases de datos científicas de mayor relevancia en la academia (Zhu & Liu, 2020). Este reconocimiento se le asigna debido a que provee una amplia cobertura de temáticas en diversas disciplinas y proporciona un fácil acceso a la información científica para ser procesada posteriormente por múltiples softwares de bibliometría (Baas et al., 2020; Singh et al., 2021). A pesar que WOS dispone de servicios similares, esta presenta una cobertura menor en cuanto a disciplinas educativas al ser comparada con Scopus (Thelwall, 2018). Por esta razón, se utilizó Scopus, con el fin de generar una base de datos que incorporará la mayor cantidad de documentos que permitan comprender la evolución histórica de las investigaciones científicas enfocadas en Biotecnología Ambiental a nivel mundial.

2.2. Materiales y métodos

Este capítulo consta de dos secciones, en primer lugar, se propone un manual bibliométrico genérico para la búsqueda de publicaciones científicas; en la sección posterior se enfocó a recopilar los documentos científicos relacionados a la *Biotecnología Ambiental* a nivel global. Este análisis tuvo como objetivo el mostrar las tendencias e índices bibliométricos más actuales para la temática abordada. En este contexto, se consideró únicamente los últimos 10 años (periodo comprendido entre 2012 a 2022) de producción científica disponible en la base de datos de Scopus. Además, para asegurar que los documentos analizados sean de relevancia científica para el campo de la Biotecnología Ambiental, solo fueron tomados en cuenta artículos y documentos presentados conferencias científicas.

Para llevar a cabo este proceso, se utilizó la siguiente sintaxis en la configuración de búsqueda avanzada de la base científica de Scopus: TITLE-ABS-KEY ("environmental biotechnology" OR "Biotechnology of environment" OR "Grey biotechnology" OR "Biotechnology of nature") AND (EXCLUDE (PUBYEAR , 2023)) AND (LIMIT-TO (PUBSTAGE , "final")) AND (LIMIT-TO (PUBYEAR , 2022) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2021) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2020) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2019) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2018) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2017) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2016) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2015) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2014) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2013) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2012)) AND (LIMIT-TO (DOCTYPE , "ar") OR LIMIT-TO (DOCTYPE , "cp")) AND (EXCLUDE (SUBJAREA , "PHAR") OR EXCLUDE (SUBJAREA , "PHYS") OR EXCLUDE (SUBJAREA , "COMP") OR EXCLUDE (SUBJAREA , "MATH") OR EXCLUDE (SUBJAREA , "BUSI") OR EXCLUDE (SUBJAREA , "SOCI") OR EXCLUDE (SUBJAREA , "ECON") OR EXCLUDE (SUBJAREA , "NEUR") OR EXCLUDE (SUBJAREA , "NURS")) AND (LIMIT-TO (LANGUAGE , "English") OR LIMIT-TO (LANGUAGE , "Spanish")) AND (LIMIT-TO (SRCTYPE , "j") OR LIMIT-TO (SRCTYPE , "p")). Finalmente, la base de datos contuvo un total de 218 documentos. Todos los documentos obtenidos en ambas búsquedas fueron exportados en formato BibTeX.

Para poder procesar y obtener los índices bibliométricos, se utilizó el paquete Bibliometrix, una nueva herramienta desarrollada para el entorno R (Aria & Cuccurullo, 2017). Este paquete brinda diferentes potencialidades para el empleo de diversos conjuntos bibliográficos obtenidos de bases de datos científicas, permitiendo consigo el desarrollo de múltiples análisis bibliométricos tomando en cuenta la información presentada en una gran variedad de artículos científicos. En este contexto, empleados bibliometrix para realizar un análisis

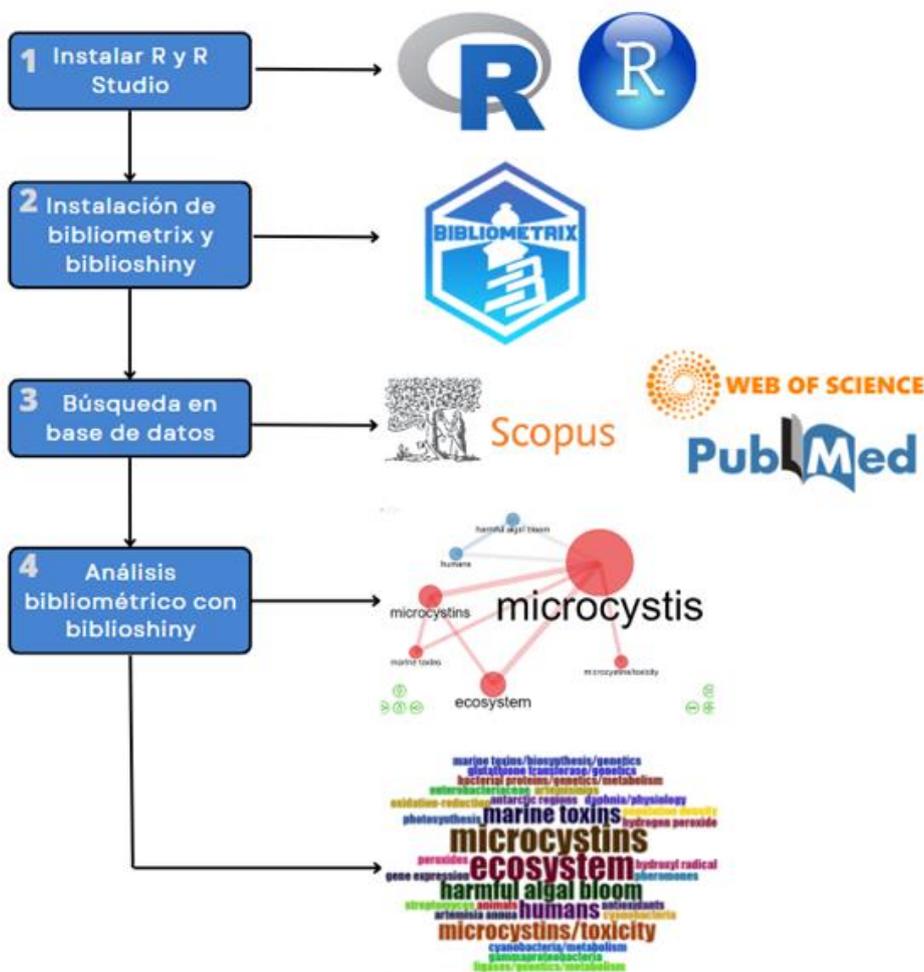
exhaustivo sobre el comportamiento anual de producción científica y los países relacionados con ella, principales instituciones académicas, documentos más citados en la temática, palabras clave y su tendencia temporal de uso en los documentos científicos abordados, red de colaboraciones científicas.

2.3. Resultados

2.3.1. Manual de uso: bibliometría en R para el mapeo de la ciencia y la revisión de literatura

Figura 1

Resumen gráfico del manual de uso bibliométrico



Nota: Fuente: Autores. 2023

El manual de uso consta de cuatro pasos para una profunda revisión bibliográfica como se aprecia en la figura 25. Estos se detallarán a continuación. Tomando en cuenta que:



El cuadrado tomate significa “click izquierdo”



Los tres puntos verdes significan “escribiendo”

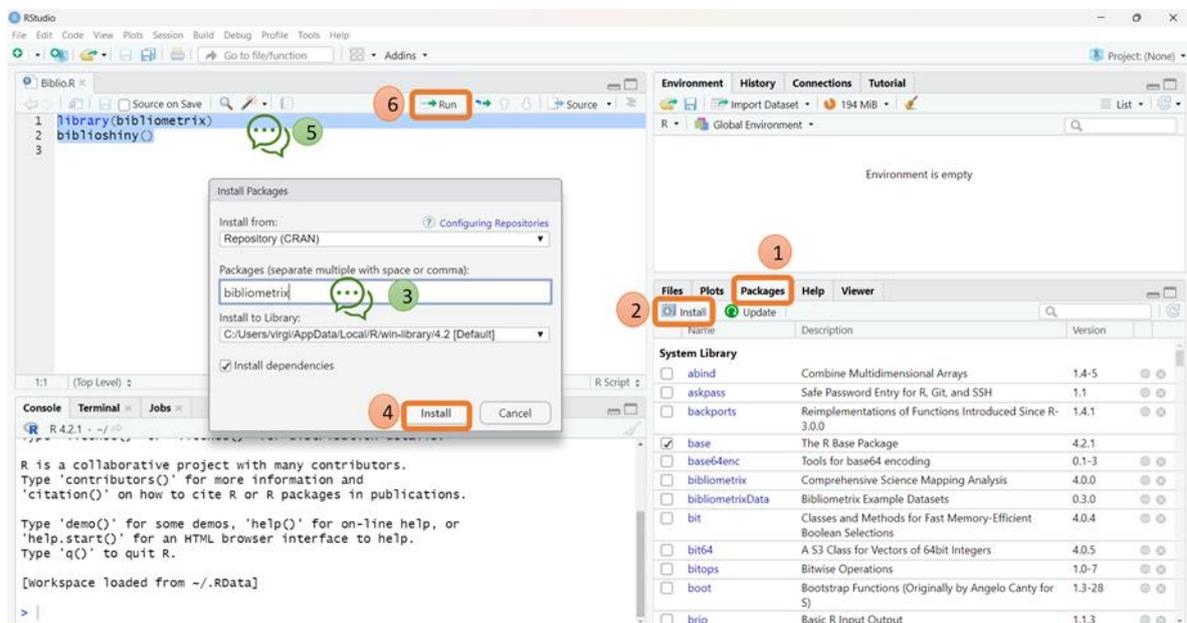
2.3.1.1. PRIMER PASO. Instalar R y R Studio

- Para realizar el primer paso se puede guiar por el siguiente tutorial: <https://youtu.be/Nmu4WPdJBRo>

2.3.1.2. SEGUNDO PASO. Instalación de bibliometrix y biblioshiny en el entorno R

Figura 2

Instalación de Bibliometrix y biblioshiny en el entorno R



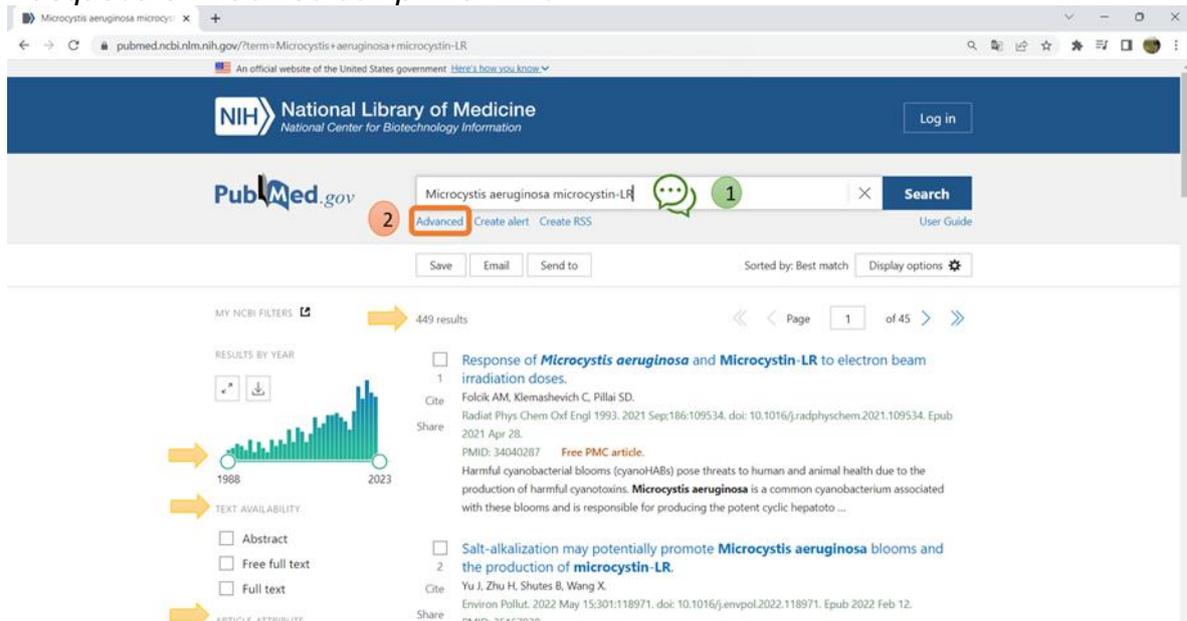
Nota: Fuente: Autores. 2023

Seguir los pasos que se reflejan en la figura 26, colocar los comandos que se muestran y seleccionar en Run (se va a abrir en una nueva ventana).

2.3.1.3. TERCER PASO. Demostración de la base de datos bibliométricos: PubMed (búsqueda avanzada)

El programa bibliometrix tiene la opción de analizar la base de datos de las siguientes búsquedas avanzadas: Web os Science, Scopus, Dimensions, Lens.org, PubMed, Cochrane Library.

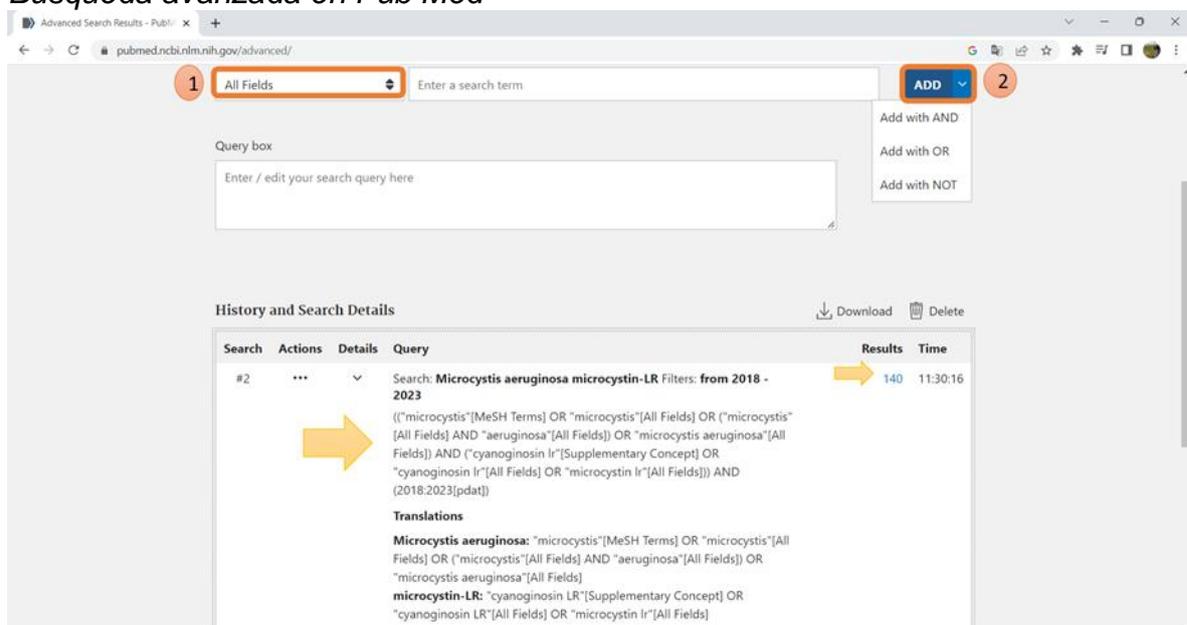
Figura 3
Búsqueda en PubMed con primer filtro



Nota: Fuente: Autores. 2023

En esta sección se probó con PubMed. En la figura 27, se ingresa a la plataforma Scopus: PudMed y realizar una búsqueda normal. Observa el número de resultados, se tiene la opción de hacer un primer filtro con parámetros de tiempo u opciones de la parte izquierda (dependiendo a su objetivo de la búsqueda, con su debida justificación).

Figura 4
Búsqueda avanzada en Pub Med



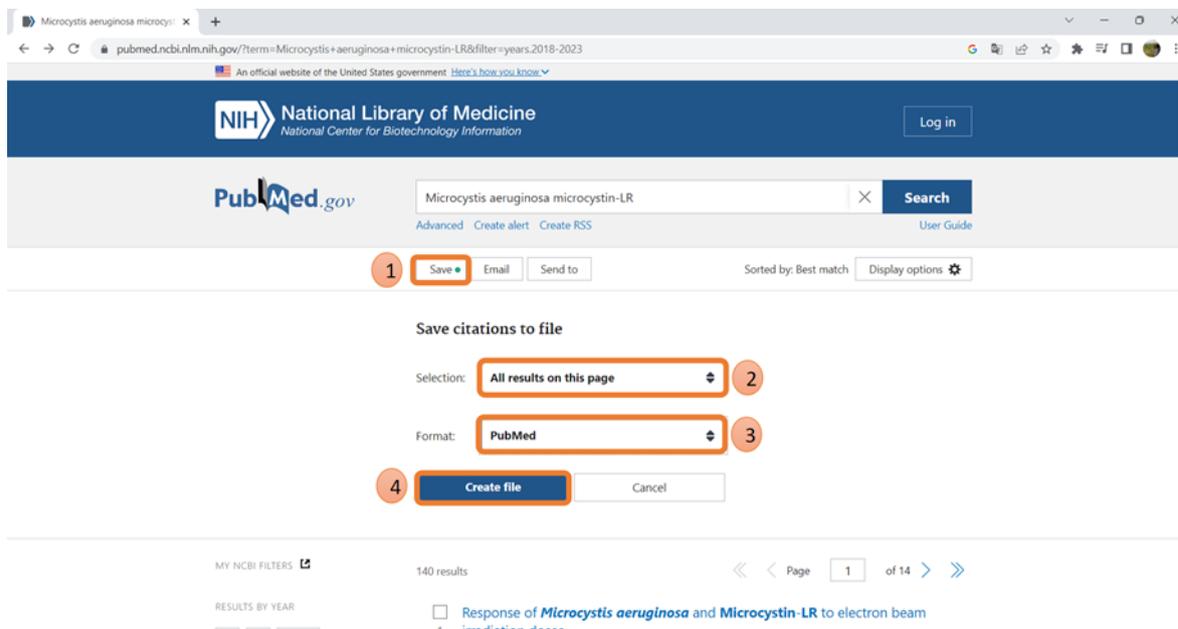
Nota: Fuente: Autores. 2023

Sin embargo, se puede observar en la figura 28 que al seleccionar Advanced se puede hacer un segundo filtro (en el caso de ser necesario) usando los

operadores lógicos booleanos: AND, OR, NOT; considerando los comandos que aparecen en el History and Search Details. Con el fin de obtener un número de documentos delimitados con respecto a lo que se desea recopilar mediante una búsqueda avanzada. Por último, para descargar la recopilación de documentos seguir los pasos de la figura 29. En el caso de tener dudas observar el siguiente tutorial: https://youtu.be/zvbgZDG_jTQ

Figura 5

Descarga de la recopilación de archivos en PubMed

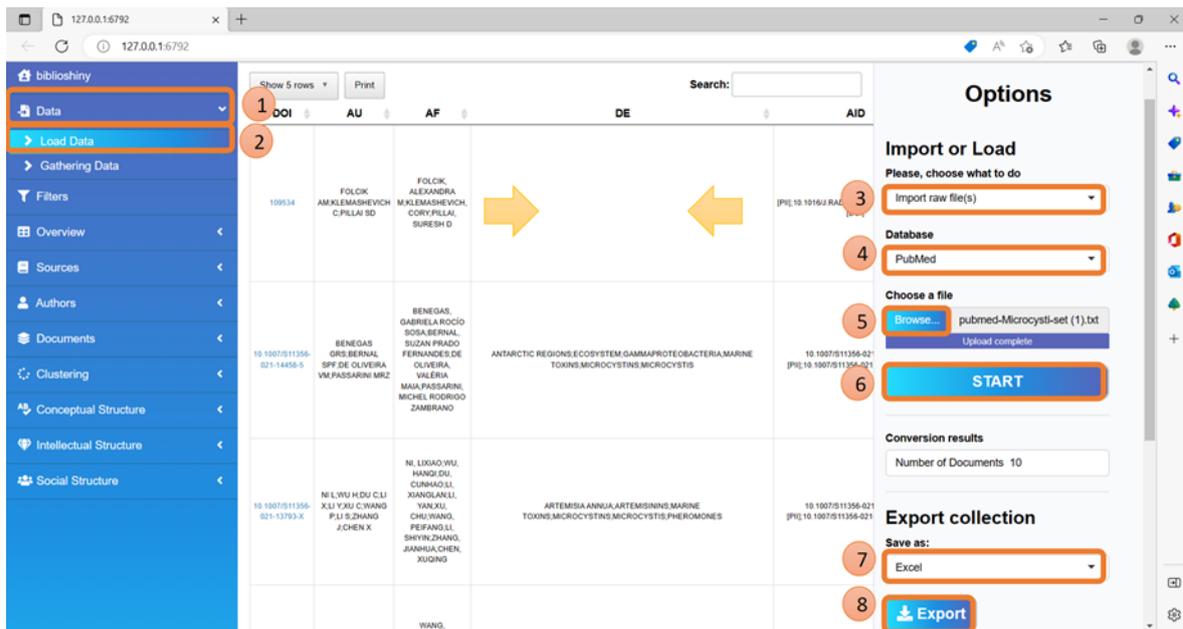


Nota: Fuente: Autores. 2023

2.3.1.4. CUARTO PASO. Análisis bibliométrico con biblioshiny

Para este paso es necesario considerar la nueva ventana que se abrió en el segundo paso. Posteriormente debemos seguir los pasos que se observa en la figura 30.

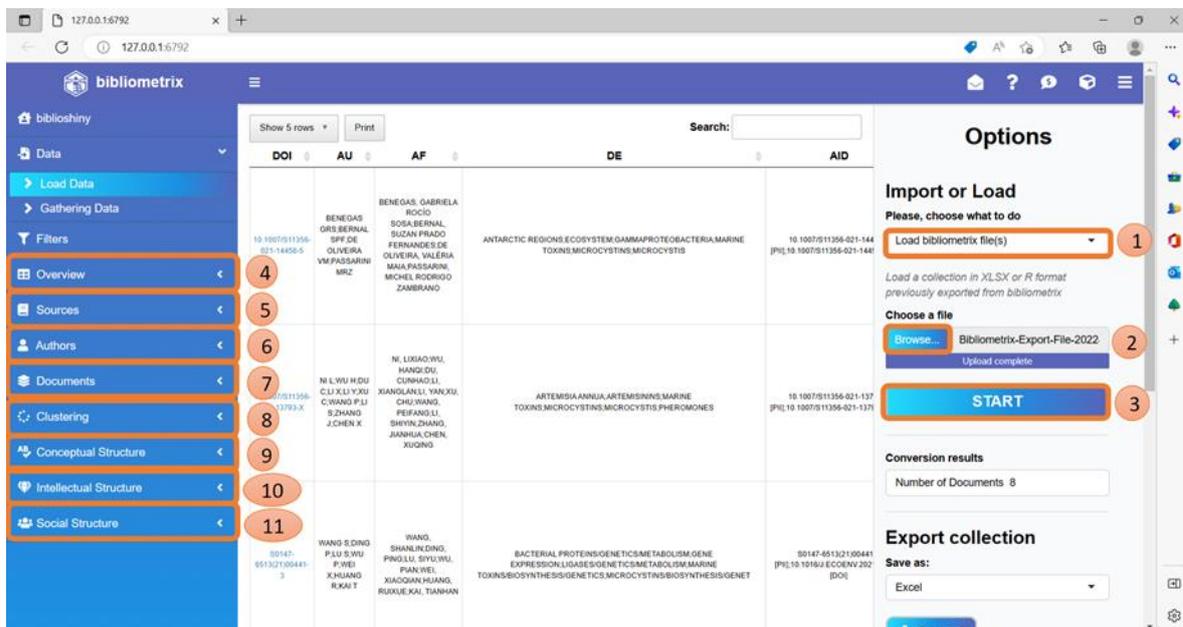
Figura 6
Depuración del documento para cargar en la plataforma biblioshiny



Nota: Fuente: Autores. 2023

En el sexto paso de la anterior figura, en el caso que aparezca inconsistencias en la tabla que se despliega en la parte izquierda (flechas amarillas), es necesario exportar en un formato Excel para su adecuada depuración de datos.

Figura 7
Análisis bibliométrico de la recopilación de documentos PubMed



Nota: Fuente: Autores. 2023

Después, en la figura 31 se selecciona Load bibliometrix, se carga el archivo y los siguientes pasos (4-11) permiten analizar bibliométricamente el número de documentos seleccionados en la base de datos. Para lo cual, se tiene varias opciones: la información principal (4:overview), el análisis de las fuentes bibliográficas (5:sources), autores (6:authors), documentos (7:documents), agrupaciones de referencias, palabras clave, títulos, autores y/o resúmenes (8:clustering), una estructura conceptual que permite obtener gráficos de coocurrencia (9:conceptual structure), gráficos de cocitación e historiografía (10:intellectual structure), y por último una estructura social que explora con redes y mapas de colaboraciones (11:social structure).

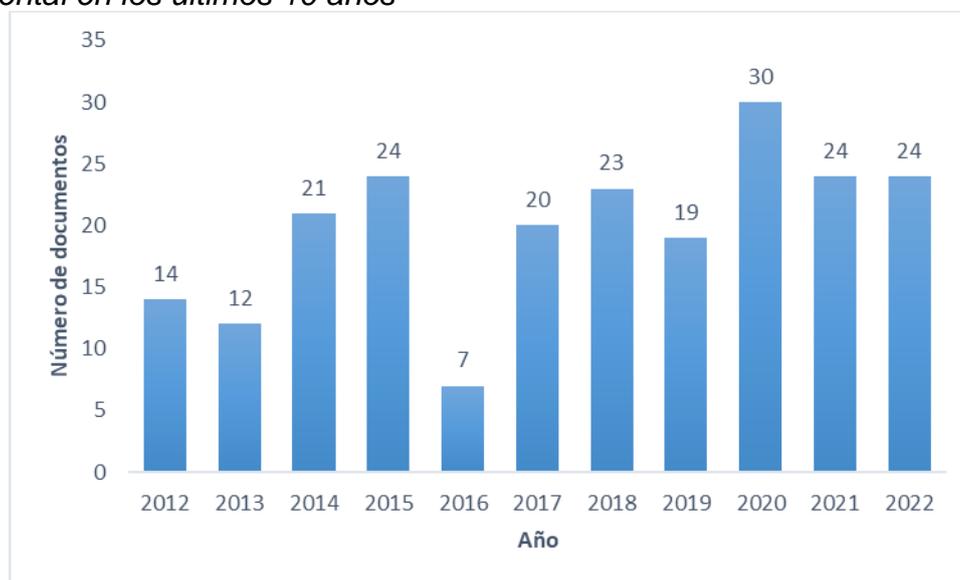
2.3.2. Estudio de caso sobre Biotecnología Ambiental

2.3.2.1. Producción científica anual y su distribución geográfica por afiliación de autores

Los 218 documentos científicos publicados en temas de Biotecnología Ambiental en los 10 años presentaron una tasa anual promedio de 5.54%, esta tendencia se muestra en la Figura 32. La tendencia de publicaciones, sugieren que los años 2012 (n=14), 2013 (n=12) y 2016 (n=7) han sido lo de menor producción científica en la última década. Por el contrario, en el año 2020 se alcanza la mayor cantidad de publicaciones con 30 documentos. Curiosamente, se pudo evidenciar un número similar de publicaciones reportadas tanto para el año 2021 y 2022 con 24 documentos respectivamente. No obstante, es necesario señalar que siendo fecha actual (14/09/2022), el número de publicaciones científicas podría superar la cifra reportada para el 2021.

Figura 8

Producción anual de publicaciones científicas en la temática de Biotecnología Ambiental en los últimos 10 años

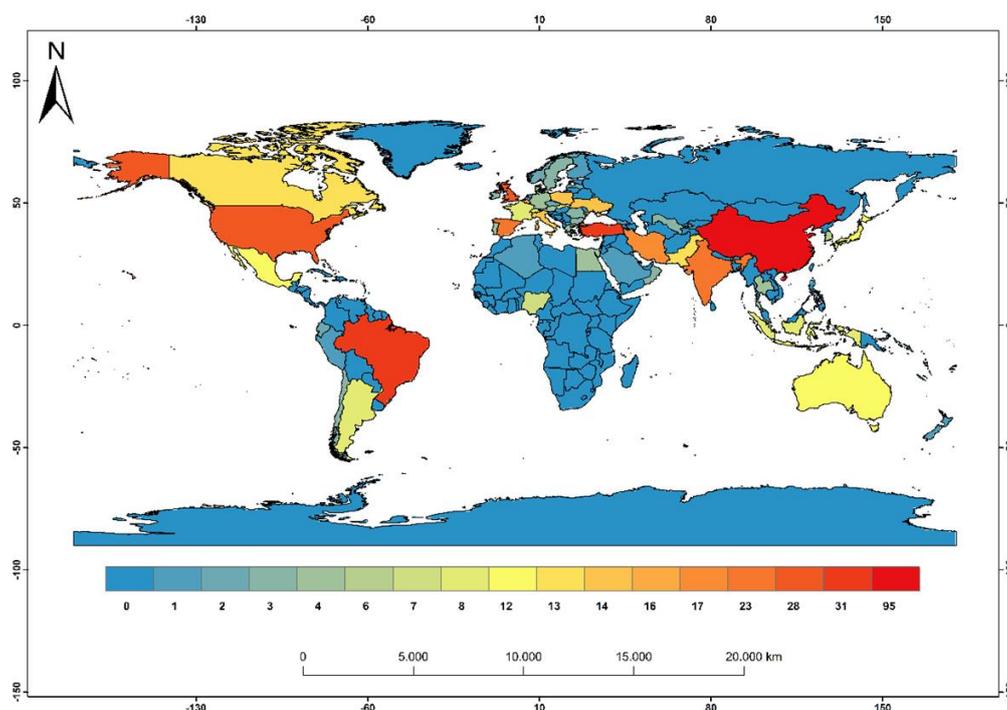


Nota: Fuente: Autores. 2023

Partiendo del número de veces (frecuencia) que tuvieron los países identificados en las afiliaciones de los autores de los documentos científicos, se elaboró un mapa que permite visualizar, cuales son países que mayor interés han tenido en la última década en investigar sobre Biotecnología Ambiental. La distribución geográfica mundial de esta frecuencia se muestra en la Figura 33. En términos generales, se pudo evidenciar que los autores de las publicaciones fueron son originarios de 54 países. En este sentido, los países que tuvieron una mayor frecuencia en todos los documentos científicos recopilados fueron China (n=95), Brasil (n=31), Turquía (n=31), Reino unido (n=28), Estados unidos (n=28), India (n=23), España (n=23), Irán (n=17), Bélgica (n=16), Italia (n=14).

Figura 9

Mapa de frecuencia en función de los países de origen de los autores de las publicaciones científicas reportadas para Biotecnología Ambiental



Nota: Fuente: Autores. 2023

2.3.2.2. Top 10 de las revistas con mayor número de documentos científicos

En general, en los 218 se identificaron 133 revistas científicas, de este total, únicamente se consideró las 10 revistas con mayor número de documentos publicados en los últimos 10 años. Las revistas de mayor relevancia científica para publicar actualmente en temas de Biotecnología Ambiental se muestran en la Tabla 7.

Tabla 1
Revistas con mayor número de poblaciones científicas a nivel mundial según Scopus.

Revistas	Editorial	País	Número de documentos	Cuartil
Journal of Chemical Technology and Biotechnology	John Wiley and Sons Ltd	Reino unido	18	Q1
Applied Microbiology and Biotechnology	Springer Verlag	Alemania	6	Q1
Frontiers in Microbiology	Frontiers Media S.A.	Suiza	5	Q1
Applied and Environmental Microbiology	American Society for Microbiology	Estados unidos	4	Q1
Biochemical Engineering Journal	Elsevier	Países bajos	4	Q2
Chemosphere	Elsevier	Reino unido	4	Q1
Environmental Science and Technology	American Chemical Society	Estados unidos	4	Q1
New Biotechnology	Elsevier	Países bajos	4	Q1
Plos One	Public Library of Science	Estados unidos	4	Q1
Science of The Total Environment	Elsevier	Países bajos	4	Q1

Nota: Fuente: Scopus. 2022

Entre las 10 principales revistas, Journal of Chemical Technology and Biotechnology fue líder con 18 documentos publicados y representó el 8.3% del total de publicaciones. En segundo lugar, se encontró la revista Applied Microbiology and Biotechnology con 6 documentos que representan un 2.8% del total. Por otra parte, Frontiers in Microbiology se posicionó en el tercer lugar con 5 documentos atribuyéndose el 2.3% de la producción científica total. Un dato curioso, es que, de estas 10 revistas, 7 tuvieron igual número de publicaciones con 4 documentos por igual. En relación a los países de origen de estas revistas, se evidenció que Estados Unidos y Países Bajos cuenta con el mayor número de revistas con 3 por igual, seguido de Reino Unido con 2 y 1 revista para Alemania y Suiza respectivamente. En relación a las editoriales, se notó que la editorial

Elsevier es anfitriona de 4 de las 10 revistas con mayor número de documentos publicados, mientras tanto las 6 editoriales restantes tuvieron una revista cada una respectivamente. Finalmente, se importante señalar que 9 de las 10 revistas se encuentra dentro del primer cuartil (Q1) de revistas de mayor relevancia en el campo.

2.3.2.3. Top 10 de los documentos más citados en Biotecnología Ambiental en los últimos 10 años.

Teniendo en cuenta los 2018 documentos publicados para Biotecnología Ambiental en el periodo comprendido entre 2012 y 2022, se seleccionaron las publicaciones científicas con mayor impacto en relación al número de citas obtenidas, estas publicaciones se muestran en la tabla 8. En términos generales, la publicación “Tetracycline removal during wastewater treatment in high-rate algal ponds” (de Godos et al., 2012), ha sido las más utilizada en la redacción de documentos científicos enfocados en Biotecnología Ambiental en la última década según Scopus con 160 citas. En este estudio, los autores enfocaron en evaluar la eficiencia del tratamiento de aguas residuales de origen ganadero que presentaron antibióticos veterinarios, específicamente tetraciclina. Consecutivamente, en segundo lugar, se encontró “Optimization of single plate-serial dilution spotting (SP-SDS) with sample anchoring as an assured method for bacterial and yeast cfu enumeration and single colony isolation from diverse samples” (Thomas et al., 2015) con 97 citas. Este manuscrito, tuvo como fin mostrar una técnica simple para estimaciones de ufc de bacterias y levaduras a partir de diversas muestras sin idea previa de recuentos viables, designada como manchado de dilución en serie de placa única (SP-SDS). Por otra parte, en tercera posición destaca “Bacterial PAH degradation in marine and terrestrial habitats” (Vila et al., 2015) con 84 citas. En este documento, los autores llevaron a cabo una búsqueda bibliográfica exhaustiva enfocada en la biodegradación aeróbica de hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP) por bacterias, tanto en ambientes marinos como terrestres para el periodo comprendido entre 2010-2014. Finalmente, como dato interesante, se pudo observar ninguna publicación compartió una revista en común.

Tabla 2
Publicaciones científicas de Biotecnología Ambiental con mayor número de citas en los últimos 10 años (2012-2022) según Scopus.

Revista	Título	Citaciones	Referencia
Journal of hazardous materials	Tetracycline removal during wastewater treatment in high-rate algal ponds	160	(de Godos et al., 2012)
Biotechnology Reports	Optimization of single plate-serial dilution spotting (SP-SDS) with sample anchoring as an assured	97	(Thomas et al., 2015)

Revista	Título	Citaciones	Referencia
	method for bacterial and yeast cfu enumeration and single colony isolation from diverse samples		
Current opinion in biotechnology	Bacterial PAH degradation in marine and terrestrial habitats	84	(Vila et al., 2015)
Chemosphere	Biosorption of heavy metals by obligate halophilic fungi	83	(Bano et al., 2018)
New biotechnology	In situ groundwater and sediment bioremediation: barriers and perspectives at European contaminated sites	79	(Majone et al., 2015)
Protein expression and purification	Purification and characterization of an extracellular keratinolytic protease from a new isolate of <i>Aspergillus parasiticus</i>	75	(Anitha & Palanivelu, 2013)
Environmental science & technology	Deterministic assembly and diversity gradient altered the biofilm community performances of bioreactors	71	(Zhang et al., 2019)
Journal of Biotechnology	Mineral–microbe interactions: Biotechnological potential of bioweathering	71	(Mapelli et al., 2012)
Biotechnology and Bioengineering	Enhancement of extracellular electron transfer and bioelectricity output by synthetic porin	69	(Yong et al., 2013)
Molecular ecology	The Sphagnum microbiome supports bog ecosystem functioning under extreme conditions	68	(Bragina et al., 2014)

Nota: Fuente: Scopus. 2022

2.3.2.4. Tendencia en el uso de palabras claves en publicaciones científicas

En este estudio, detectamos 724 palabras clave de autor en los 218 artículos publicados sobre la investigación de Biotecnología Ambiental entre 2012 y 2022. Las 10 palabras claves con mayor frecuencia en los documentos científicos fueron Fermentation (n=115), Biofilm (n=98), Environmental biotechnology (n=77), Biodegradation (n=71), Bacteria (microorganisms) (n=60), Phosphorus (n=25), Bioreactor (n=25), Iron (n=24), Pollution (n=23). Mientras tanto, desde

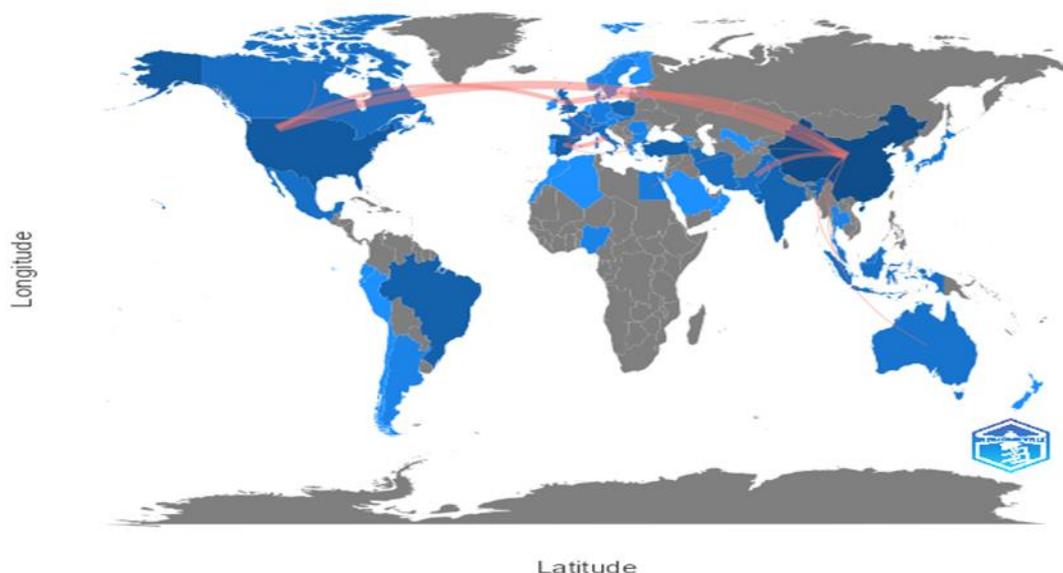
una perspectiva de su uso histórico, se evidenció que las palabras claves que recibieron la atención continua durante más tiempo fueron Cellulose (2015 hasta 2022), Metagenomics (2015 hasta 2022) y Cadmium (2016 hasta 2022). Por otra parte, también se evidenciaron nuevas palabras claves emergentes como Iron (desde 2021-presente, frecuencia=24) y Nitrification (desde 2022, frecuencia=16). La interpretación brindados en esta sección, permiten identificar de manera eficaz las tendencias de investigación hacia temas específicos directamente relacionados a las palabras claves.

2.3.2.5. Redes de colaboración

En la Figura 34, se muestran el mapeo de la red global de colaboraciones científicas entre países de diversas regiones del mundo. En general, nuestro mapeo mostró que existen 86 redes de colaboración. Los países con mayor número de redes establecidas fueron China (n=13) y Reino unido (n=12). En general, entre las 86 redes las de mayor frecuencia de colaboraciones tuvieron entre sí, fueron: China-Estados unidos (n=7), China-Reino unido (n=4); China-Paquistán (n=3), España-Italia (n=3), Reino unido-Estados unidos (n=3). Por otra parte, al agrupar las redes de colaboración se pudo constatar que 11 de estas presentaron al menos 2 colaboraciones y 70 redes disponen de 1 colaboraciones cada una.

Figura 10

Red colaboraciones establecidas a nivel mundial para el desarrollo de estudios enfocados Biotecnología Ambiental



Nota: El color azul más brillante indica una mayor tasa de colaboración. Los países con menos de tres documentos compartidos no se muestran mediante conectores rojos. **Fuente:** Autores. 2023.

2.4. Discusión

En este estudio se realizó una revisión bibliográfica sobre la producción científica en Biotecnología Ambiental durante los últimos 10 años. Se analizó la tasa anual de publicaciones, encontrando que el año 2020 tuvo la mayor cantidad de publicaciones (30), mientras que los años 2012, 2013 y 2016 tuvieron la menor cantidad de publicaciones. Los autores de las publicaciones provienen de 54 países diferentes, siendo China el país con mayor cantidad de publicaciones (95), seguido por Brasil, Turquía, Reino Unido, Estados Unidos, India, España, Irán, Bélgica e Italia. Se identificaron las 10 revistas con mayor número de publicaciones, siendo Journal of Chemical Technology and Biotechnology la revista líder. Por último, se presentan los 10 documentos más citados en Biotecnología Ambiental durante la última década, siendo "Tetracycline removal during wastewater treatment in high-rate algal ponds" el más citado. En este sentido, se demuestra que la producción científica tiene un ascenso importante y no solo se enfoca en el tratamiento por biorremediación de contaminantes convencionales como el petróleo, sino también a contaminantes emergentes; de igual manera cada región tiene una especialización en particular que responde a las necesidades de sus países.

2.5. Conclusiones

Este estudio se centró en analizar las tendencias de investigación y avances científicos, se pudo observar una producción constante y creciente que se refleja en 5.54% anual. Además, se observó que las investigaciones enfocadas en la temática analizada fueron desarrolladas por 54 países, entre ellos China tuvo la mayor producción científica con 95 documentos. Por otra parte, se detectó un total de 133 revistas científicas que han publicado documentos enfocados en el uso de biotecnología, entre ellas el Journal of Chemical Technology and Biotechnology fue líder con 18 documentos publicados y representó el 8.3% del total de publicaciones. Considerando estas revistas, la publicación titulada Tetracycline removal during wastewater treatment in high-rate algal ponds se reporta como la más citada en la última década con 160 citas. Por otro lado, se identificó que las palabras más frecuentes utilizadas por los autores en los documentos analizados fueron Fermentation, Biofilm, Environmental biotechnology. Finalmente, en relación a las redes de investigación se evidenció que China y Reino Unido posee el mayor número de redes conformadas con 13 y 12 respectivamente.

Referencias Bibliográficas

- Anitha, T. S., & Palanivelu, P. (2013). Purification and characterization of an extracellular keratinolytic protease from a new isolate of *Aspergillus parasiticus*. *Protein Expression and Purification*, *88*(2), 214–220.
- Aria, M., & Cuccurullo, C. (2017). bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. *Journal of Informetrics*, *11*(4), 959–975.
- Baas, J., Schotten, M., Plume, A., Côté, G., & Karimi, R. (2020). Scopus as a curated, high-quality bibliometric data source for academic research in quantitative science studies. *Quantitative Science Studies*, *1*(1), 377–386.
- Bano, A., Hussain, J., Akbar, A., Mehmood, K., Anwar, M., Hasni, M. S., Ullah, S., Sajid, S., & Ali, I. (2018). Biosorption of heavy metals by obligate halophilic fungi. *Chemosphere*, *199*, 218–222.
- Bragina, A., Oberauner-Wappis, L., Zachow, C., Halwachs, B., Thallinger, G. G., Müller, H., & Berg, G. (2014). The S phagnum microbiome supports bog ecosystem functioning under extreme conditions. *Molecular Ecology*, *23*(18), 4498–4510.
- Chen, C. (2017). Science mapping: a systematic review of the literature. *Journal of Data and Information Science*, *2*(2), 1–40.
- de Godos, I., Muñoz, R., & Guieysse, B. (2012). Tetracycline removal during wastewater treatment in high-rate algal ponds. *Journal of Hazardous Materials*, *229*, 446–449.
- Donthu, N., Kumar, S., Mukherjee, D., Pandey, N., & Lim, W. M. (2021). How to conduct a bibliometric analysis: An overview and guidelines. *Journal of Business Research*, *133*, 285–296.
- Ellegaard, O., & Wallin, J. A. (2015). The bibliometric analysis of scholarly production: How great is the impact? *Scientometrics*, *105*(3), 1809–1831.
- Majone, M., Verdini, R., Aulenta, F., Rossetti, S., Tandoi, V., Kalogerakis, N., Agathos, S., Puig, S., Zanaroli, G., & Fava, F. (2015). In situ groundwater and sediment bioremediation: barriers and perspectives at European contaminated sites. *New Biotechnology*, *32*(1), 133–146.
- Mapelli, F., Marasco, R., Balloi, A., Rolli, E., Cappitelli, F., Daffonchio, D., & Borin, S. (2012). Mineral–microbe interactions: biotechnological potential of bioweathering. *Journal of Biotechnology*, *157*(4), 473–481.
- Pranckutė, R. (2021). Web of Science (WoS) and Scopus: The titans of bibliographic information in today's academic world. *Publications*, *9*(1), 12.

- Singh, V. K., Singh, P., Karmakar, M., Leta, J., & Mayr, P. (2021). The journal coverage of Web of Science, Scopus and Dimensions: A comparative analysis. *Scientometrics*, 126(6), 5113–5142.
- Thelwall, M. (2018). Dimensions: A competitor to Scopus and the Web of Science? *Journal of Informetrics*, 12(2), 430–435.
- Thomas, P., Sekhar, A. C., Upreti, R., Mujawar, M. M., & Pasha, S. S. (2015). Optimization of single plate-serial dilution spotting (SP-SDS) with sample anchoring as an assured method for bacterial and yeast cfu enumeration and single colony isolation from diverse samples. *Biotechnology Reports*, 8, 45–55.
- Vila, J., Tauler, M., & Grifoll, M. (2015). Bacterial PAH degradation in marine and terrestrial habitats. *Current Opinion in Biotechnology*, 33, 95–102.
- Yong, Y., Yu, Y., Yang, Y., Liu, J., Wang, J., & Song, H. (2013). Enhancement of extracellular electron transfer and bioelectricity output by synthetic porin. *Biotechnology and Bioengineering*, 110(2), 408–416.
- Zhang, Z., Deng, Y., Feng, K., Cai, W., Li, S., Yin, H., Xu, M., Ning, D., & Qu, Y. (2019). Deterministic assembly and diversity gradient altered the biofilm community performances of bioreactors. *Environmental Science & Technology*, 53(3), 1315–1324.
- Zhu, J., & Liu, W. (2020). A tale of two databases: The use of Web of Science and Scopus in academic papers. *Scientometrics*, 123(1), 321–335.

