

# Análisis bibliométrico sobre Residuos Peligrosos Biológico Infecciosos y Residuos Médicos en el periodo del 2000 al 2021

## *Bibliometric analysis about Biohazard Waste and Medical Waste from 2000 to 2021*

*Bayte Nares Lara*<sup>1</sup>

*Rubén Chávez Rivera*<sup>2</sup>

*José Manuel Brotons Martínez*<sup>3</sup>

Recibido: 15 de julio de 2023 Aceptado: 30 de octubre de 2023

DOI: <https://doi.org/10.33110/cimexus180206>

### RESUMEN

Los Residuos Peligrosos Biológico Infecciosos (RPBI) se generan en servicios relacionados con atención sanitaria y por sus características pueden generar daños a la salud o al ambiente cuando no se manejan adecuadamente. En la práctica, a los RPBI también se les conoce como residuos médicos por lo que el ensayo tiene como objetivo ejecutar un análisis bibliométrico de ambos términos, para determinar sus niveles de estudio y diferencias en el ámbito científico. El artículo se integra con la definición de la terminología de los residuos y de la bibliometría, artículos publicados, autores más relevantes, número de sus publicaciones y países que destacan, así como una discusión del análisis comparativo realizado y las conclusiones relevantes. El análisis se efectuó del 2000 al 2021, se localizaron 5658 registros en el tema, correspondiendo el año 2021 al de mayor producción científica.

**Palabras clave:** Bibliometría, Residuos Peligrosos Biológico Infecciosos, Residuos Médicos

### ABSTRACT

Biohazard Waste are mostly generated in health care related services and due to their characteristics can cause damage to health or the environment when they are not handled properly. In practice, Biohazard Waste is also known as medical waste, so the aim of this paper is to perform a bibliometric analysis of

1 Posdoctorante en el marco de la Convocatoria 2022 (1) "Estancias Posdoctorales por México - Iniciales" de CONAHCYT en la Facultad de Químico Farmacobiología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH). ORCID: 0000-0001-5348-7236. Correo electrónico: bayte.nares@umich.mx

2 Profesor Investigador Titular de Tiempo Completo con adscripción a la Facultad de Químico Farmacobiología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH). ORCID: 0000-0002-1177-3928. Correo electrónico: ruben.chavez@umich.mx

3 Departamento de Estudios Económicos y Financieros, Universidad Miguel Hernández. ORCID: 0000-0003-4433-3758. Correo electrónico: jm.brotons@umh.es

both terms, to determine their levels of study and differences in the scientific field. The article is integrated with the definition of waste and bibliometrics, published articles, most relevant authors, number of their publications and countries that stand out, as well as a discussion of the comparative analysis carried out and the relevant conclusions. The analysis was carried out from 2000 to 2021, 5658 records on the subject were located. The 2021 year corresponding to the year of greatest scientific production.

**Key words:** Bibliometric, Biohazard, Medical Waste

**Códigos de clasificación JEL:** Q53, I18

## INTRODUCCIÓN

Los residuos generados por la atención sanitaria se conocen con distintos nombres; residuos sólidos hospitalarios, residuos médicos, Residuos Peligrosos Biológico Infecciosos (RPBI), residuos bioinfecciosos, entre otros. La Organización Mundial de la Salud (OMS) menciona que estos se generan durante las fases de diagnóstico, tratamiento o inmunización de seres humanos o animales (OMS, 2022).

Se estima que entre el 75 y 90% de los residuos sanitarios no suponen riesgo (Ferreira y Teixeira, 2010), pero el restante se consideran peligrosos y pueden generar una variedad de riesgos cuando no son manejados de manera apropiada. Este riesgo es directo para el personal de salud e indirecto para el público en general, debido a la propagación de microorganismos desde las instalaciones sanitarias hacia el ambiente (Windfeld y Brooks, 2015).

Especialmente en los países en desarrollo, los RPBI aún no han recibido la atención adecuada sobre todo al momento de su eliminación, ya que en muchos casos se mezclan con residuos de otra naturaleza (Patwary et al., 2011), lo que lleva a que su gestión sea un problema de salud pública y ambiental muy importante que generalmente se ve obstaculizada por el cambio tecnológico, las dificultades económicas y sociales y la inadecuada capacitación del personal responsable del manejo y procesamiento de residuos (Manga et al., 2011).

La denominación de los residuos es muy amplia, lo que origina que haya una diversidad de información existente. Por lo tanto, el documento que se presenta incluye un análisis bibliométrico de carácter descriptivo en la producción científica internacional, en relación con los Residuos Peligrosos Biológico Infecciosos utilizando la Web of Science, en el periodo comprendido del año 2000 hasta el 2021. El objetivo de esta revisión es destacar los principales aspectos analizados en el mundo académico internacional sobre “Medical Waste” y “Biohazard Waste”, que corresponden a los dos términos en inglés más representativos para el tópico que se desea conocer. Ello permitirá tener un contexto claro sobre la información disponible o las publicaciones al res-

pecto durante el periodo de tiempo definido. Actualmente, como se observa en un apartado de la revisión de la literatura, no existe un ensayo que tenga las mismas características, por lo que el análisis bibliométrico resulta de utilidad.

El documento que se presenta se organiza de la siguiente manera; para iniciar se brinda una comparativa sobre la clasificación de los RPBI y los generadores, de acuerdo con la OMS como organismo internacional y lo aplicable para México. Esto para empezar a plantear las diferencias que pueden presentarse en el manejo de información a nivel mundial. Después se brinda un breve panorama general sobre los documentos que combinan bibliometría y RPBI. Enseguida, se incluye el análisis bibliométrico como metodología empleada y se explica el proceso seguido para el documento de manera particular. A continuación, se muestran los resultados de búsqueda en el siguiente orden; volumen de producción científica, idioma, autores e índice H, países de donde se generan las publicaciones. Para finalizar se incluyen las conclusiones del documento en el que se engloban los principales hallazgos y un breve detalle de futuras líneas de investigación.

## REVISIÓN DE LA LITERATURA

### Caracterización de los Residuos y de sus generadores

En este apartado, se describen las diferencias en la definición de los RPBI para México y para la OMS, su división por categorías atendiendo a sus características, así como los niveles de los generadores para esta clasificación de residuos.

Para contextualizar las diferencias en la definición; la OMS menciona que los desechos y subproductos peligrosos que se derivan de la atención de salud se dividen en desechos infecciosos, punzocortantes, anatómicos patológicos, farmacéuticos y citotóxicos (genotóxicos), desechos químicos y desechos radioactivos (OMS, 2022).

En la tabla a continuación se puede visualizar el tipo de residuo, así como su definición:

Desechos infecciosos	Desechos que contienen patógenos, desechos contaminados con sangre u otros fluidos corporales, cultivos o cepas de agentes infecciosos procedentes de actividades de laboratorio o desechos relacionados con pacientes ingresados en salas de aislamiento y equipo conexo.	Muestras de diagnósticos desechadas, desechos de autopsias, animales de laboratorio infectados, hisopos, vendajes e instrumental médico desechable proveniente de pacientes con infecciones.
Punzocortantes	Objetos punzocortantes utilizados o no.	Jeringas, agujas, bisturís y cuchillas desechables, pipetas, vidrio roto, etc.

Residuos anatómicos patológicos	Tejidos, órganos o fluidos humanos.	Partes corporales, fetos, cadáveres de animales, productos sanguíneos no utilizados.
Desechos farmacéuticos o citotóxicos	Productos farmacéuticos caducados, que ya no son necesarios o están contaminados. Desechos citotóxicos que contienen sustancias con propiedades genotóxicas.	Desechos que contiene fármacos citostáticos (a menudo utilizados en la terapia oncológica); sustancias químicas genotóxicas.
Desechos químicos	Desechos que contienen sustancias químicas o con alto contenido de metales pesados.	Reactivos de laboratorio, productos para el revelado de películas, desinfectantes caducados, baterías, termómetros rotos y medidores de tensión arterial.
Desechos radiactivos	Desechos que contiene sustancias radiactivas.	Líquidos de radioterapia o investigación de laboratorio no utilizados, objetos de vidrio, envases o papel absorbente contaminados, orina y excretas de pacientes tratados o sometidos a prueba con radionúclidos no sellados, fuentes selladas.

Fuente: Elaboración propia con base en la OMS, 2022

Por su parte, en México, los RPBI se subclasifican en 5 categorías; sangre, cultivos y cepas, patológicos, no anatómicos y punzocortantes. Además, se diferencian dependiendo del estado físico (líquido o sólido) pues ello determinará su envase para clasificación y manejo.

En la tabla a continuación se pueden observar algunos ejemplos de lo que se considera RPBI según el tipo descrito anteriormente.

<b>Tabla 2</b>		
<b>Clasificación de RPBI en México</b>		
Sangre	Líquido	Sangre líquida, sus componentes y sus derivados no comerciales, células progenitoras, hematopoyéticas y fracciones celulares o acelulares de la sangre resultante (hemoderivados).
Cultivos y cepas de agentes infecciosos	Sólidos	Cultivos generados en procedimientos de diagnóstico, investigación, producción y control de agentes biológico infecciosos. Utensilios desechables utilizados para contener, transferir, inocular y mezclar cultivos de agentes biológico infecciosos.
Patológicos	Sólidos	Placentas, partes de tejido humano o del cuerpo (que no estén en formol), órganos, cadáveres de animales, vísceras, partes de animales, muestras biológicas para análisis químico.
	Líquidos	Muestras para análisis de laboratorio excluyendo orina y excremento.

No anatómicos	Sólidos	Materiales de curación empapados en sangre o líquidos corporales (sinovial, pericárdico, pleural, céfalo raquídeo o peritoneal), materiales absorbentes usados en jaulas de animales, abatelenguas, algodón, bolsas recolectoras de secreciones, sondas, tubos de sangre, tubo latex, etc.
	Líquidos	Fluidos corporales, líquido amniótico, de aspiración, cefalorraquídeo, líquidos pleurales.
Punzocortantes	Sólidos	Agujas (de jeringas desechables, hipodérmicas, de acupuntura, de sutura, para tatuaje), tubos capilares, navajas, lancetas, bisturís, estiletes de catéter

Fuente: Elaboración propia con base en la NOM-087

Como se observa, existen diferencias en cuanto a la clasificación de los residuos, mientras que la OMS incluye en una misma categoría (la de residuos biológicos) a la sangre, los cultivos y cepas y los residuos no anatómicos; la legislación mexicana los categoriza a cada uno de manera independiente; además de que hace diferencia en su estado físico. No obstante, la legislación mexicana particular de RPBI no considera a los farmacéuticos, químicos ni radiactivos dentro de esta clasificación, por lo que las leyes que se aplican a ellos, y por lo tanto a sus generadores, son distintas.

Ahora bien, de la misma manera en que los RPBI y su clasificación revisiten de importancia en su proceso de generación y manejo, es trascendental diferenciar y caracterizar a los establecimientos generadores. Como se ha mencionado, este tipo de residuos se producen en establecimientos que brindan servicios de atención ligados a la salud. La OMS menciona que las principales fuentes generadores de desechos sanitarios proceden de hospitales y otros establecimientos asistenciales, laboratorios y centros de investigación, centros en los que se practican autopsias y se prestan servicios mortuorios, laboratorios de investigación y pruebas con animales, bancos de sangre y centros de donación, así como residencias de ancianos (WHO, 2018).

Por su parte, en México, la NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002 define a los establecimientos generadores como aquellos lugares públicos, sociales o privados, fijos o móviles cualquiera que sea su denominación, relacionados con servicios de salud y que presten servicios de atención médica ambulatoria o para internamiento de humanos y utilización de animales de bioterio. Si bien, la ley no especifica establecimientos entran en esta categoría o bien, cuál es su giro, se pueden mencionar dentro de esta categorización a los siguientes; hospitales, clínicas, consultorios médicos, laboratorios de análisis clínicos, bancos de sangre, centros radiológicos, consultorios dentales, podólogos, funerarias o centros de investigación de enfermedades infecciosas. No obstante, existen otro tipo de establecimientos que no están bien especificados en la normatividad disponible pero que ciertamente deben llevar a cabo un tratamiento especializado de sus RPBI como las veterinarias, centros de tatuaje, de masaje, relajación y belleza en los que se apliquen tratamientos con agujas.

## Estudios que combinan la bibliometría y los RPBI

Una vez explicada la definición de los residuos y cómo estos se clasifican, conviene mostrar qué otros documentos combinan las temáticas de bibliometría con RPBI. Cabe destacar que la mayoría de estos documentos son de actualidad (tienen menos de 5 años que fueron publicados) y que muchos han surgido a partir de la pandemia por COVID-19. En este sentido, los hallazgos se reducen a seis documentos de relevancia y se muestran a continuación.

Existe un documento que se enfoca en estudiar los métodos de tratamiento de residuos médicos en el contexto de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, en el que además se realiza un análisis bibliométrico para investigar el impacto de COVID-19 sobre los residuos médicos (Abdelkareem et al., 2023). Como se observa, en este documento la información que se incluye está más orientada hacia el tratamiento final de los residuos.

Dos son muy similares, en uno de ellos se realiza un análisis bibliométrico de los estudios publicados durante el COVID-19 para describir la gestión de los residuos médicos utilizando Scopus, este se enfoca en Indonesia (Mangindaan et al., 2022). En el otro, se estudia COVID-19 y residuos médicos mediante bibliometría utilizando Scopus, con la finalidad de visualizar si la investigación existente es capaz de abordar los importantes retos que plantea una situación como la pandemia misma (Wang et al., 2023).

Un estudio bibliométrico más se enfoca en el estado actual, el desarrollo y futuras líneas de investigación de la valorización de residuos médicos con Scopus (Chu et al., 2023).

Finalmente, se encontraron otros que realizan un mapeo de la investigación sobre gestión de residuos sanitarios a partir de su evolución pasada, los retos actuales y las perspectivas futuras hacia una transición a la economía circular (Ranjbari et al., 2022) y que se enfocan en la gestión de residuos médicos usando Scopus (Sofik & Rahman, 2021). Dados estos resultados, se resalta la pertinencia de este documento, que no está enfocado en un solo eslabón de la cadena (como gestión o tratamiento), ni tampoco se limita a la pandemia por COVID-19. Lo que se busca es tener un panorama mucho más general de la información disponible a nivel internacional.

## Metodología

El análisis bibliométrico es una técnica rigurosa que permite explorar y analizar grandes volúmenes de datos de carácter científico, posibilita desentrañar los matices evolutivos de un campo determinado mientras que arroja luz sobre las áreas emergentes en ese campo (Donthu et al., 2021). La bibliometría como técnica se enfoca en el cálculo y el análisis de los valores de lo que es cuantificable en la producción y en el consumo de la información científica (López, 1972). De manera que, la cuantificación de las publicaciones se convierte en un elemento básico para la mayor parte de los estudios de esta

naturaleza (Tomás-Górriz y Tomás-Casterá, 2018). Para realizar el análisis bibliométrico se requiere disponer de cuantiosa información bibliográfica por lo que generalmente se recurre a una base de datos, misma que se encuentra constituida por un conjunto de registros con información bibliográfica (que incluye datos como autor, título de la contribución, de la publicación, fecha, país, editorial, etc.) que es almacenada y gestionada mediante complejos sistemas informáticos. Muchas de estas bases de datos contienen descriptores, palabras claves, resúmenes y algunas contienen citas (Arnaudy, 2012).

Las principales técnicas propuestas para la realización de estudios bibliométricos son diversas según los diferentes autores (Cobo et al., 2015; Merigo et al., 2018; Donthu et al., 2021). Algunos de estos autores proponen incluir información sobre el número de publicaciones totales, el número de citas totales recibidas por estas publicaciones y el promedio de citas por año, entre otros elementos. Aunque también se extrae mucha más información de las bases de datos (Kong et al., 2020; Standing et al., 2021). Además de que es posible también emplear diferentes bases de datos.

Para el estudio bibliométrico del presente artículo se utilizó Web of Science (WoS), que es una base de datos en línea fundada en el año de 1997 y que actualmente forma parte del corporativo Clarivate Analytics (antes de Thomson Reuters). Para el análisis se empleó la colección principal de la WoS, que es la base de datos de citas líder del mundo. Esta contiene registros de artículos de las revistas con mayor impacto a nivel global, incluidas las revistas de acceso abierto, actas de la conferencia y libros. La colección de libros que se incluye data de 1900 (WoS, 2022).

Se utilizaron dos criterios de búsqueda; el primero es “Biohazard Waste” como traducción de Residuos Peligrosos Biológico Infecciosos. El otro término es “Medical Waste”, esto porque se observó que es el nombre más común para publicaciones en inglés y el que más se utiliza en la práctica. Además, corresponde a desechos o residuos médicos, que es también un nombre popular en español. En la búsqueda, se utilizaron documentos en cualquier idioma (aunque más del 96% están en inglés) y no se eliminó ningún tipo de publicación.

Con respecto al periodo de tiempo elegido; inicialmente se realizó una búsqueda que incluía años anteriores al 2000, pero al resultar muy limitada la producción científica se decidió hacer una reducción en el periodo de tiempo (2000 al 2021).

Como se verá en los resultados, las publicaciones bajo el criterio de búsqueda “Biohazard Waste” son menos que, comparativamente, para el criterio “Medical Waste”, por lo que se decidió mostrar al menos los 5 datos más representativos para cada categoría, aunque, en algunos rubros particulares se incluyen tablas más extensas con información más específica. En el documento, también se incorpora información del índice H o de Hirsch, uno de los principales indicadores utilizados en el ámbito académico para evaluar la influencia de los trabajos a partir de un umbral de citas h. De acuerdo con lo

que se especifica en la WoS, el valor de dicho índice se basa en una lista de publicaciones clasificadas en orden descendente según el recuento de veces citadas. El índice se basa en la profundidad de los años de suscripción de su producto y el periodo de tiempo seleccionado (WoS, 2022).

## Resultados

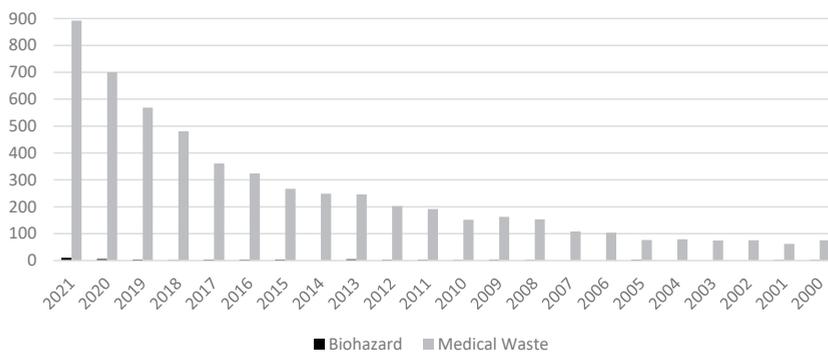
### *Volumen de producción científica*

Como se ha mencionado, el análisis bibliométrico se realizó utilizando la colección principal de la WoS. El criterio de búsqueda para el tema de Residuos Peligrosos Biológico Infecciosos fue su traducción al inglés bajo el algoritmo “Biohazard Waste” y el resultado obtenido fue de 60 entradas. Sin embargo, aunque es el nombre oficial por traducción, se observó que el uso de la terminología más común para publicaciones en inglés es Medical Waste, que en español corresponde a Residuos Médicos (o Desechos Médicos), razón por la que se realizó una búsqueda bajo el algoritmo “Medical Waste”, misma que arrojó un total de 7,501 entradas dando un total de 7,561 publicaciones en la temática.

Sin embargo, haciendo una revisión más a detalle, se observó que en los años anteriores al 2000 la producción científica resultó muy reducida por lo que, para la elaboración de los gráficos, tablas y en general del análisis que se presenta, se decidió limitar la información a un periodo de tiempo más corto que abarca desde el año 2000 hasta el 2021, bajando con ello la búsqueda a 48 entradas para el término “Biohazard Waste” y a 5,610 para el de “Medical Waste”, dando un total de 5658 entradas en total para la temática, como se muestra en la gráfica a continuación. El volumen de producción científica muestra una tendencia creciente. El año de mayor producción corresponde al 2021.

### Gráfica 1

Comparación entre los artículos publicados sobre RPBI “Biohazard Waste” y Residuos Médicos “Medical Waste” del 2000 al 2021



Fuente: Elaboración propia con información consultada en la WoS

Algunos datos que cabe resaltar al respecto son que, para el año 2021 existen 9 trabajos publicados para RPBI y 874 para Residuos Médicos. También, este mismo año es el que tiene mayor número de publicaciones, con un 15.4% del total si se consideran ambas temáticas. Por su parte, es interesante denotar que de esos 9 trabajos publicados sobre RPBI, solamente uno combina la temática con COVID y de los 874 sobre Residuos Médicos, son 179 los que tienen la temática del COVID en combinación.

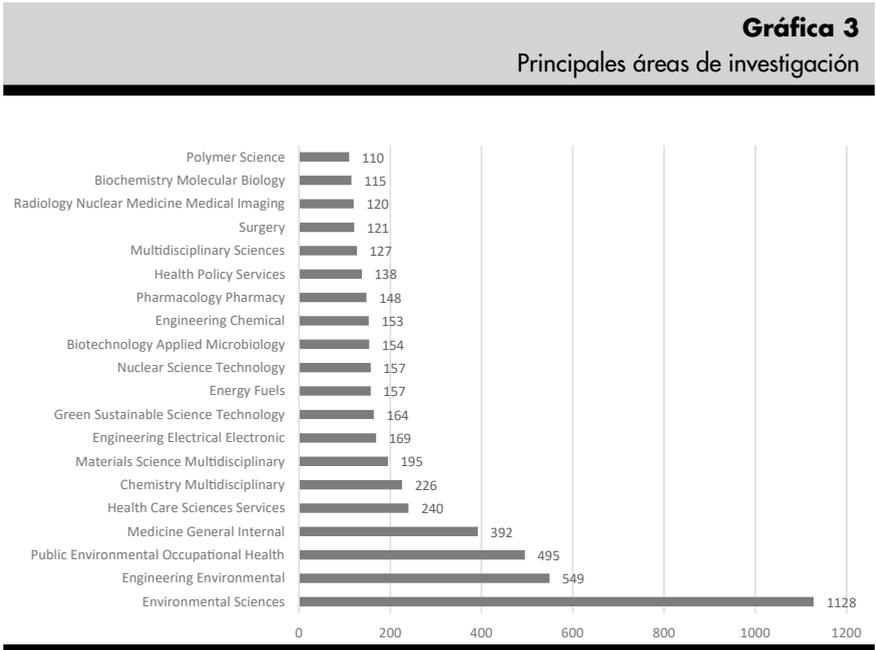
Del total de documentos disponibles en ambas temáticas el 74.04% corresponde a artículos, 12.90% son actas, 12.88% artículos de revisión y 0.18% a otros. Los resultados se pueden visualizar en la siguiente gráfica.

**Gráfica 2**  
Documentos publicados disponibles sobre RPBI "Biohazard Waste" y Residuos Médicos "Medical Waste"



Fuente: Elaboración propia con información consultada en la WoS

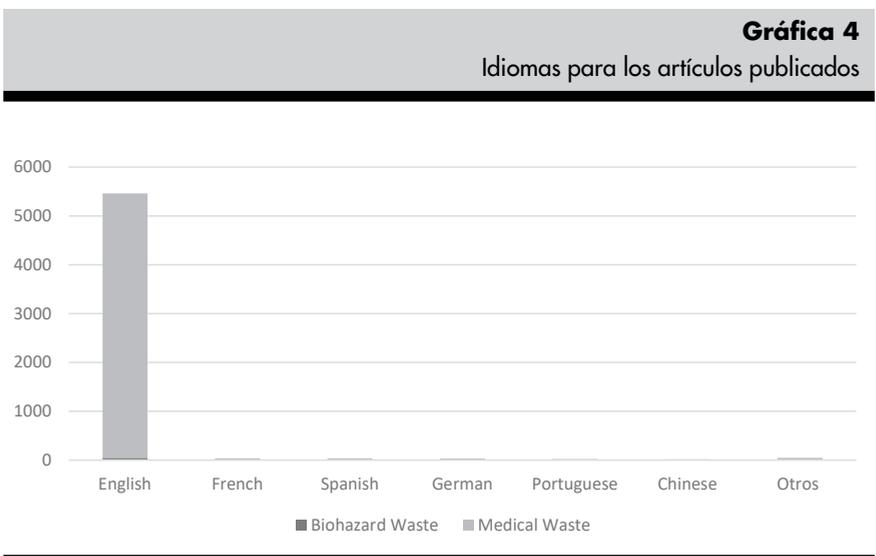
En continuidad con este análisis, las 20 principales áreas para ambas temáticas se muestran en la gráfica a continuación. El área con más publicaciones corresponde a Ciencias Medioambientales con 1128 publicaciones, seguido de Ingeniería Medioambiental con 549 publicaciones y el tercer lugar, le corresponde a Salud Pública Medioambiental Ocupacional con 495 elementos.



Fuente: Elaboración propia con información consultada en la WoS

### Idioma de publicación

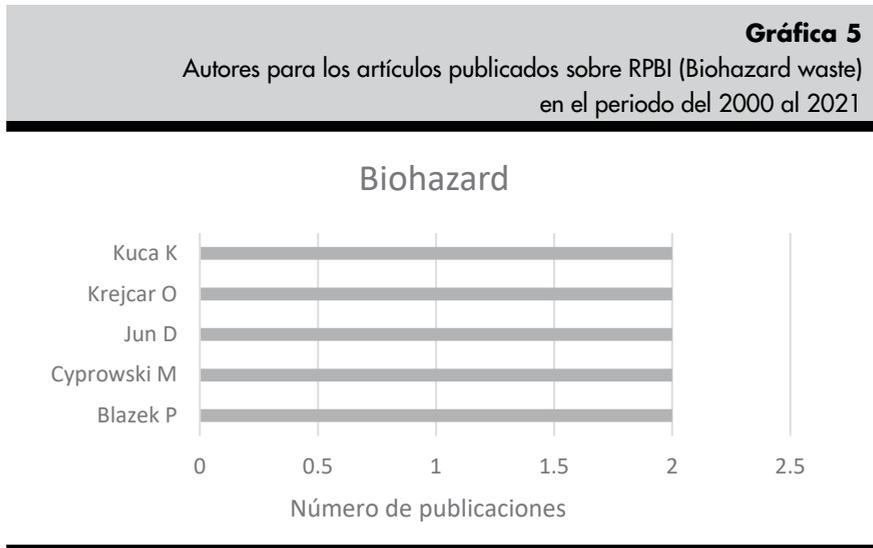
De acuerdo a la información mostrada en la gráfica 4, el idioma de publicación de mayor relevancia para ambos títulos de búsqueda es el inglés, que concentra un 96.52% del total (5461 publicaciones), el siguiente idioma es francés con un 0.69% y el tercer lugar lo ocupa el español con un 0.62%.



Fuente: Elaboración propia con información consultada en la WoS

## Autores

En cuanto a los autores, se tomaron los cinco que tienen mayor cantidad de publicaciones para cada una de las temáticas, la información para cada búsqueda se incluye de manera separada. En este sentido, para “Biohazard Waste” que corresponde a RPBI, los datos se muestran en la gráfica 5.



Fuente: Elaboración propia con información consultada en la WoS

Así, para este caso de RPBI (Biohazard Waste) la diferencia no es tan marcada, pues cada uno de los cinco principales autores cuenta con dos artículos en la materia.

En cuanto al país de pertenencia de los principales autores mencionados, tanto Kamil Kuca, Ondrej Krejcar, Daniel Jun y Pavel Blazek pertenecen a la República Checa, por otro lado, el autor Marcin Cyprowski es de Varsovia, Polonia. El índice H de Pavel Blazek es 5, el de Marcin Cyprowski es 13, el de Daniel Jun es 37, el de Ondrej Krejcar es 27 y el de Kamil Kuca es 64.

Si se busca obtener información más a detalle, en la tabla a continuación se puede consultar el desglose. En la misma, se muestran autores, título de sus publicaciones, nombre de la revista en la que se realizó la publicación y año, total de citas y, además, promedio de citas por año. En total 227 autores han publicado bajo la temática de Biohazard Waste.

**Tabla 3**  
Publicaciones para RPBI, Biohazard Waste

Título	Autores	Revista	Año de publicación	Total de citas	Promedio citas por año
Radiation safety of the sentinel lymph node technique in breast cancer	Waddington, W.A; Keshyar, MRS; Taylor, I; Lakhani, SR; Short, MD; Ell, PJ	EUROPEAN JOURNAL OF NUCLEAR MEDICINE	2000	75	3.13
Bacterial communities in PAH contaminated soils at an electronic-waste processing center in China	Zhang, Wen; Wang, Hui; Zhang, Rui; Yu, Xie-Zhi; Qian, Pei-Yuan; Wong, M. H.	ECOTOXICOLOGY	2010	72	5.14
Pollution profiles, health risk of VOCs and biohazards emitted from municipal solid waste transfer station and elimination by an integrated biological-photocatalytic flow system: A pilot-scale investigation	Li, Guiying; Zhang, Zhengyong; Sun, Hongwei; Chen, Jiangyao; An, Taicheng; Li, Bing	JOURNAL OF HAZARDOUS MATERIALS	2013	65	5.91
Performance of a biological degradation method for indoor formaldehyde removal	Lu, Nan; Pei, Jingjing; Zhao, Yixuan; Qi, Ruiying; Liu, Junjie	BUILDING AND ENVIRONMENT	2012	60	5
Risk factors for toxoplasmosis in pigs bred in Sicily, Southern Italy	Villari, S.; Vesco, G.; Petersen, E.; Crispo, A.; Buffalano, W.	VETERINARY PARASITOLOGY	2009	50	3.33
Surgical waste audit of 5 total knee arthroplasties	Sall, Nathan M.; Kagoma, Yoan K.; Bondy, Jennifer N.; Naudie, Douglas	CANADIAN JOURNAL OF SURGERY	2013	46	4.18
Estimating the environmental impact of disposable endoscopic equipment and endoscopes	Namburath, Satvik; von Renteln, Daniel; Damianos, John; Bradish, Lisa; Barrett, Jeanne; Aguilera-Fish, Andres; Cushman-Roisin, Benoît; Pohl, Heiko	GUT	2022	28	9.33
Feasibility, acceptability and impact of integrating malaria rapid diagnostic tests and pre-referral rectal artesunate into the integrated community case management programme: A pilot study in Mchinji district, Malawi	Phiri, Themba B.; Kaunda-Khangamwa, Blessings N.; Bauleni, Andrew; Chimuna, Iyese; Melody, David; Kalengamaliro, Humphreys; Sande, John H.; Nsona, Humphreys; Kampirira, Mathanga; Don P.	MALARIA JOURNAL	2016	23	2.88
Laboratory biosafety for handling emerging viruses	Artika, I. Made; Ma'roof, Chairin Nisa	ASIAN PACIFIC JOURNAL OF TROPICAL BIOMEDICINE	2017	18	2.57

Nitrogen Dioxide Sterilization in Low-Resource Environments: A Feasibility Study	Shomali, Majdi; Opie, David; Avasthi, Trisha; Trilling, Ariel	PLOS ONE	2015	18	2
Technical Note: Comparison of traditional needle vaccination with pneumatic, needle-free vaccination for sheep	Mousel, M. R.; Leeds, T. D.; White, S. N.; Herrmann-Hoesing, L. M.	JOURNAL OF ANIMAL SCIENCE	2008	15	0.94
Detection of pathogenic clostridia in biogas plant wastes	Neuhaus, Juergen; Shehata, Awad A.; Krueger, Monika	FOLIA MICROBIOLOGICA	2015	10	1.11
Hydroxyapatite nanoparticle functionalized activated carbon particle electrode that removes strontium from spiked soils in a unipolar three-dimensional electrokinetic system	Huang, Tao; Cao, Zhen-xing; Jin, Jun-xun; Zhou, Lulu; Zhang, Shu-wen; Liu, Long-fei	JOURNAL OF ENVIRONMENTAL MANAGEMENT	2021	9	3
Peptides Derived from the Tight Junction Protein CLDN1 Disrupt the Skin Barrier and Promote Responsiveness to an Epicutaneous Vaccine	Brewer, Matthew G.; Anderson, Elizabeth A.; Pandya, Radha P.; De Benedetto, Anna; Yoshida, Takeshi; Hillimire, Thomas A.; Martinez-Sobrido, Luis; Beck, Lisa A.; Miller, Benjamin L.	JOURNAL OF INVESTIGATIVE DERMATOLOGY	2020	9	2.25
Evaluation of the QBC Star centrifugal three-part differential haematology system	Erhabor, O.; Richardson, G.; Mohammed, I.; Thornton, C.; Bark, J.; Hurst, M.; Hamer, D.; Kinsella, P.	BRITISH JOURNAL OF BIO-MEDICAL SCIENCE	2013	9	0.82
Molecular detection and epidemiological risk factors associated with Cryptosporidium infection among cattle in Peninsular Malaysia	Abdullah, D. A.; Ola-Fadunsin, S. D.; Ruvinivya, K.; Gimba, F. I.; Chandrawathani, P.; Lim, Y. A. L.; Jesse, F. F. A.; Sharma, R. S. K.	FOOD AND WATERBORNE PARASITOLOGY	2019	8	1.6
Microwave Heating as a Method to Improve Sanitation of Sewage Sludge in Wastewater Plants	Karlsson, Magnus; Carlsson, Hakan; Idebro, Mats; Eek, Christoffer	IEEE ACCESS	2019	8	1.6
Mesenchymal Stromal Cell Culture and Delivery in Autologous Conditions: A Smart Approach for Orthopedic Applications	Trombi, Luisa; Danti, Serena; Savelli, Sara; Moscato, Stefania; D'Alessandro, Delfo; Ricci, Claudio; Giannotti, Stefano; Pettini, Mario	JOVE-JOURNAL OF VISUALIZED EXPERIMENTS	2016	8	1

Medical waste management at the Oncology Institute of Vojvodina: possibilities of successful implementation of medical waste regulation in Serbia	Gavranic, Tatjana; Simic, Aleksandar; Gavranic, Brane	WASTE MANAGEMENT & RESEARCH	2012	7	0.58
Personal protective equipment usage, recycling and disposal among spine surgeons: An Asia Pacific Spine Society survey	Chiu, Chee Kidd; Chan, Chris Yin Wei; Cheung, Jason Pui Yin; Cheung, Prudence Wing Hang; Abd Gani, Siti Mariam; Kwan, Man Keong	JOURNAL OF ORTHOPAEDIC SURGERY	2021	6	2
Study of Greenhouse Use of Biohazard Wastewater and Manure Compost	Goldan, Elena; Nedeff, Valentin; Sandu, Ioan Gabriel; Monegutu, Emilian; Panainte, Mihaela	REVISTA DE CHIMIE	2019	6	1.2
Development of Information and Management System for Laboratory Based on Open Source Licensed Software	Bhazek, Pavel; Kucea, Kamili; Jun, Daniel; Krejcar, Ondrej	COMPUTATIONAL COLLECTIVE INTELLIGENCE (ICCCI 2015), PT II	2015	6	0.67
Non-toxic freezing media to retain the stem cell reserves in adipose tissues	Shaik, Shahensha; Wu, Xiyin; Gimble, Jeffrey M.; Devireddy, Ram	CRYOBIOLOGY	2020	5	1.25
Hirudotherapy in Wound Healing	Nair, Harikrishna K. R.; Ahmad, Nazni Wasil; Lee, Han Lim; Ahmad, Norzati; Ohanna, Suhana; Mokhtar, Noor Shazleen Husnie Mohd; Chong, Sylvia Syn Ying	INTERNATIONAL JOURNAL OF LOWER EXTREMITY WOUNDS	2022	5	1.25
A novel challenge test in coproagating irradiation (Co-60) of compost sub-samples to validate thermal lethality towards pathogenic bacteria	Moore, John E.; Warabe, Miyuki; Stewart, Andrew; Millar, B. Cherrie; Rao, Juluri R.	ECOTOXICOLOGY AND ENVIRONMENTAL SAFETY	2009	5	0.33
Validating Autoclave Cycles for Carcass Disposal in Animal Biosafety Level 2/3 Containment Laboratories	McGirr, Rebecca; Sample, Christopher; Atwood, Leslie; Burch, James; Alderman, Scott	APPLIED BIOSAFETY	2019	4	0.8
An Audit of All Waste Leaving the Operating Room: Can the Surgical Suite Be More Environmentally Sustainable?	Rammekamp, Zoe; Dimberger, Jane; Johnson, George; Waibren, Steven	WORLD MEDICAL & HEALTH POLICY	2021	3	1
Characteristics of biological hazards associated with processing of biomass for energy purposes	Golofit-Szymczak, Malgorzata; Lawniczka-Walczyl, Anna; Gorny, Rafal L.; Cyprowski, Marcin; Sobnicka, Agata	ROZNIK OCHRONA SRODOWISKA	2016	3	0.38

Microbiological risk assessment of waste management activities: Composting and sewage sludge application	De Giudici, Pascal; Guillam, Marie-Therese; Segala, Claire; Keck, Gerard	2013	3	0.27
Spatial and temporal variation of endotoxin concentrations at composting facilities in one of the largest solid waste management facilities in the Middle East	Aghaei, Mina; Yaghmacian, Kamyar; Hassanvand, Mohammad Sadegh; Yunesian, Masud; Nabizadeh, Ramin; Yousefian, Fatemeh; Beinabaj, Mahdi Hossieni; Hedayati, Mohammad Hossein	2022	2	0.67
Hospital liquid waste contaminated with multidrug-resistant bacteria raises a public health hazard alert in Brazil	Dias, Leila Lucia; Nakamura-Silva, Rafael; Teles de Oliveira Junior, Gilberto Andre; Gonzales Mego, Ivan Orlando; Mendonca, Guilherme Silva; Pitondo-Silva, Andre	2021	2	0.67
Challenges and Solutions With Agricultural Animal High Containment Waste Disposal	Henneman, John R.; Johnson, Julie A.; Minihan, Mark A.	2020	2	0.67
Development of information and management system for laboratory based on open source licensed software with security logs extension	Blazek, Pavel; Kuca, Kamil; Jun, Daniel; Krejcar, Ondrej	2017	2	0.29
Management of biohazards: An occupational need	Sharma, Jyoti	2011	2	0.15
Indoor Disposal of Household Waste as a Source of Environmental Biohazard Exposure	Buczynska, Alina; Cyprowski, Marcin; Szadkowska-Stanczyk, Irena	2011	2	0.15
Magnetic bead purification of enveloped alphavirus and flavivirus	Galasso, Bianca; Sharma, Shreya; Knollmann-Ritschel, Barbara; Sharma, Anuj	2021	1	0.33
Medical Waste Due to Intravitreal Injection Procedures in a Retina Clinic	Cameron, Thomas W.; Vo, Loi V.; Emerson, Lily K.; Emerson, M. Vaughn; Emerson, Geoffrey G.	2021	1	0.33
Effect of one-day training on Knowledge related to Biosafety and waste management among life-science Students	Keshan, Pranav; Rastogi, Ayushi; Aggarwal, Sunita; Nigam, Arti; Kapila, Rachna; Syed, Sabin	2020	1	0.25

Data on composition and production rate of dental solid waste and associated management practices in Qaem Shahr, Iran 2016	Majlesi, Monireh; Alavi, Nad Ali; Mohammadi, Ali Akbar; Valipour, Sima	DATA IN BRIEF	2018	1	0.17
Plant molecular farming: opportunities and challenges	Valkova, Rumjana; Apostolova, Elena; Naimov, Samir	JOURNAL OF THE SERBIAN CHEMICAL SOCIETY	2013	1	0.09
Biological risks of the solid and liquid biological wastes from health-care establishments compared to household ones	Micucci, HA; Jarne, AR; Ferrarotti, NF; Munitis, MG; Peruzzetto, CA	ACTA BIOQUIMICA CLINICA LATINOAMERICANA	2005	1	0.05
Oral Chemotherapy: An evidence-based practice change for safe handling of patient waste	Oratz, Temima; Ogletree, Rachel; Gettis, Margaret; Cherven, Brooke	CLINICAL JOURNAL OF ONCOLOGY NURSING	2021	0	0
Evaluation of the Use of Cold Plasma for Microtiter Plate Cleaning to Reduce Plastic Biohazard Waste	Plant, Helen; Hensley, Paul; Holdgate, Geoffrey; Jonsen, Paul; Wiggleworth, Mark	SLAS TECHNOLOGY	2021	0	0
The disposal of biomedical waste by the dental health professionals in Riyadh: Impact on current practice	Ansari, Shahzeb Hasan; Al Neemi, Naser Abdullah; Al Jadaan, Saud; Alsenan, Fahad Khaled; Aldawsari, Fayed Saad; Saleh, Faisal Khalid	MEDICAL SCIENCE	2020	0	0
Analysis of the Human Biohazard of Long-Lived Fission Products and Actinides for BREST-OD-300 Spent Fuel	Spiridonov, S. I.; Perevolotskii, A. N.; Perevolotskaya, T. V.; Aleksakhin, R. M.; Spirin, E. V.	ATOMIC ENERGY	2017	0	0
Quality Hazards in the Pharmaceutical Industry	Boret, Jordi	GOOD QUALITY PRACTICE (GQP) IN PHARMACEUTICAL MANUFACTURING: A HANDBOOK	2015	0	0
Bovine spongiform encephalopathy (BSE): its context in New Zealand and new tests	Atkinson, PH	NEW ZEALAND JOURNAL OF AGRICULTURAL RESEARCH	2005	0	0
Hazards associated with accidental fires in clinical waste storage	Kershaw, SJ	HAZARDS XVI: ANALYSING THE PAST, PLANNING THE FUTURE	2001	0	0

Fuente: Elaboración propia con información consultada en la WoS

Por su parte, para el tema de Residuos médicos (Medical Waste), los resultados generales se muestran en la gráfica siguiente:



Fuente: Elaboración propia con información consultada en la WoS

En cuanto a los países a los que pertenecen cada uno de los autores que tienen publicaciones en la temática residuos médicos destacan los que pertenecen al continente Asiático; Yan Jiahan de China, Li Xiaodong de China, Zhang Yong de China, Kumar Ashok de India y Wang Jie de China.

El autor con más citas en el tema es Yan Jiahan cuyo índice H es de 7, le siguen Li Xiaodong con un índice de 44, Zhang Yong con 11, Kumar Ashok con 4 y Wang Jie con 12.

En la siguiente tabla se puede consultar información más detallada. Existen 23,482 autores que han publicado bajo el tema de “Medical Waste”. En la tabla a continuación solamente se incluye una lista de los 50 principales artículos de la totalidad disponible ordenados por citas totales. En la tabla también se muestra información de los autores, título de sus publicaciones, nombre de la revista en la que se realizó la publicación y año, total de citas y, además, promedio de citas por año.

**Tabla 4**  
Publicaciones para Residuos médicos, Medical Waste.

Título	Autores	Revista	Año de publicación	Citas totales	Promedio por año
Flexible triboelectric generator!	Fan, Feng-Rui; Tian, Zhong-Qun; Wang, Zhong-Lin	Nano Energy	2012	3637	303.08
Plastics, the environment and human health: current consensus and future trends	Thompson, Richard C.; Moore, Charles J.; vom Saal, Frederick S.; Swan, Shanna H.	Philosophical Transactions Of The Royal Society B-Biological Sciences	2009	1566	104.4
One-year outcomes in survivors of the acute respiratory distress syndrome	Herridge, MS; Cheung, AM; Tansey, CM; Matte-Maryn, A; Diaz-Granados, N; Al-Saadi, F; Cooper, AB; Guest, CB; Mazer, CD; Mehra, S; Stewart, TE; Barr, A; Cook, D; Slutsky, AS	New England Journal Of Medicine	2003	1507	71.76
Isolation of multipotent mesenchymal stem cells from umbilical cord blood	Lee, OK; Kuo, TK; Chen, WM; Lee, KD; Hsieh, SL; Chen, TH	Blood	2004	1067	53.35
Biological Activity of Ionic Liquids and Their Application in Pharmaceuticals and Medicine	Egorova, Ksenia S.; Gondeev, Evgeniy G.; Ananikov, Valentine P.	Chemical Reviews	2017	963	137.57
Industrial and biotechnological applications of laccases: A review	Couto, Susana Rodriguez; Herrera, Jose Luis Toca	Biotechnology Advances	2006	943	52.39
Early appraisal of China's huge and complex health-care reforms	Yip, Winnie Chi-Man; Hsiao, William C.; Chen, Wen; Hu, Shanjian; Ma, Jin; Maynard, Alan	Lancet	2012	835	69.58
Communication failures in the operating room: an observational classification of recurrent types and effects	Lingard, L; Espin, S; Whyte, S; Regehr, G; Baker, GR; Reznick, R; Bohnen, J; Orser, B; Doran, D; Grober, E	Quality & Safety In Health Care	2004	779	38.95
Reducing waste from incomplete or unusable reports of biomedical research	Glasziou, Paul; Altman, Douglas G.; Bossuyt, Patrick; Boutron, Isabelle; Clarke, Mike; Julious, Steven; Michie, Susan; Moher, David; Wager, Elizabeth	Lancet	2014	746	74.6
Chemical recycling of waste plastics for new materials production	Rahimi, AliReza; Garcia, Jeannette M.	Nature Reviews Chemistry	2017	721	103

Degradation of aqueous pharmaceuticals by ozonation and advanced oxidation processes: A review	Ikehata, Keisuke; Naghashkar, Naimah Jodeiri; Eidin, Mohamed Gamal	Ozone-Science & Engineering	2006	721	40.06
Continental-scale pollution of estuaries with antibiotic resistance genes	Zhu, Yong-Guan; Zhao, Yi; Li, Bing; Huang, Chulong; Zhang, Si-Yu; Yu, Shen; Chen, Yong-Shan; Zhang, Tong; Gillings, Michael R.; Su, Jian-Qiang	Nature Microbiology	2017	692	98.86
The Characterization of Feces and Urine: A Review of the Literature to Inform Advanced Treatment Technology	Rose, C.; Parker, A.; Jefferson, B.; Carmell, E.	Critical Reviews In Environmental Science And Technology	2015	639	71
Reproducibility in Science Improving the Standard for Basic and Preclinical Research	Begley, C. Glenn; Ioannidis, John P. A.	Circulation Research	2015	594	66
Dissolving microneedles for transdermal drug delivery	Lee, Jeong W.; Park, Jung-Hwan; Prausnitz, Mark R.	Biomaterials	2008	591	36.94
Industrial applications of crustacean by-products (chitin, chitosan, and chitooligosaccharides): A review	Hamed, Imen; Ozogul, Fatih; Regenstein, Joe M.	Trends In Food Science & Technology	2016	574	71.75
A review on thermal and catalytic pyrolysis of plastic solid waste (PSW)	Al-Salem, S. M.; Antelava, A.; Constantinou, A.; Manos, G.; Dutta, A.	Journal Of Environmental Management	2017	559	79.86
How sustainable agriculture can address the environmental and human health harms of industrial agriculture	Horrigan, L.; Lawrence, RS; Walker, P	Environmental Health Perspectives	2002	530	24.09
Medical Biofilms	Bryers, James D.	Biotechnology And Bioengineering	2008	502	31.38
Polyhydroxyalkanoate (PHA): Review of synthesis, characteristics, processing and potential applications in packaging	Bugnicourt, E.; Cinelli, P.; Lazzeri, A.; Alvarez, V.	Express Polymer Letters	2014	500	50
Hospital effluents as a source of emerging pollutants: An overview of micropollutants and sustainable treatment options	Verlicchi, P.; Galletti, A.; Petrovic, M.; Barcelo, D.	Journal Of Hydrology	2010	497	35.5

Increasing value and reducing waste: addressing inaccessible research	Chan, An-Wen; Song, Fujian; Veckers, Andrew; Jefferson, Tom; Dickersin, Kay; Gozschke, Peter C.; Krumholz, Harlan M.; Ghersi, Davina; van der Worp, H. Bart	Lancet	2014	486	48.6
On the safety of <i>Aspergillus niger</i> - a review	Schuster, E; Dunn-Coleman, N; Frisvad, J.C; van Dijk, P.W.M	Applied Microbiology And Biotechnology	2002	483	21.95
Evidence for overuse of medical services around the world	Brownlee, Shannon; Chalkidou, Kalipso; Doust, Jenny; Elshaug, Adam G.; Glasziou, Paul; Heath, Iona; Nagpal, Somli; Saini, Vikas; Srivastava, Divya; Chalmers, Kelsey; Korenstein, Deborah	Lancet	2017	468	66.86
Overview of bacterial cellulose composites: A multipurpose advanced material	Shah, Nasrullah; Ul-Islam, Mazhar; Khattak, Waleed Ahmad; Park, Joong Kon	Carbohydrate Polymers	2013	451	41
Biodegradation of polyurethane: a review	Howard, GT	International Biodeterioration & Biodegradation	2002	450	20.45
Environmental perspective of COVID-19	Saadat, Saeda; Rawrani, Deepak; Hussain, Chaudhery Mustansar	Science Of The Total Environment	2020	443	110.75
Minimising the present and future plastic waste, energy and environmental footprints related to COVID-19	Klemes, Jiri Jaromir; Van Fan, Yee; Tan, Raymond R.; Jiang, Peng	Renewable & Sustainable Energy Reviews	2020	438	109.5
A brief review of socio-economic and environmental impact of Covid-19	Bashir, Muhammad Farhan; Ma, Benjiang; Shahzad, Luqman	Air Quality Atmosphere And Health	2020	429	107.25
Removal of Synthetic Textile Dyes From Wastewaters: A Critical Review on Present Treatment Technologies	Singh, Kamaljit; Anora, Sucharita	Critical Reviews In Environmental Science And Technology	2011	408	31.38
Chitosan as an environment friendly biomaterial - a review on recent modifications and applications	Bakshi, Prasanna S.; Selvakumar, D.; Kadirvelu, K.; Kumar, N. S.	International Journal Of Biological Macromolecules	2020	399	99.75
Promoting resistance by the emission of antibiotics from hospitals and households into effluent	Kummerer, K; Henninger, A	Clinical Microbiology And Infection	2003	378	18

Compact solar autoclave based on steam generation using broadband light-harvesting nanoparticles	Neumann, Oara; Feroni, Curtis; Neumann, Albert D.; Dong, Anjie; Schell, Kevin; Lu, Benjamin; Kim, Eric; Quinn, Mary; Thompson, Shea; Grady, Nathaniel; Nordlander, Peter; Oden, Maria; Halas, Naomi J.	Proceedings Of The National Academy Of Sciences Of The United States Of America	2013	370	33.64
Potential applications of chitosan in veterinary medicine	Senel, S; McClure, SJ	Advanced Drug Delivery Reviews	2004	366	18.3
Organic chemicals in sewage sludges	Harrison, Ellen Z.; Oakes, Summer Rayne; Hysell, Matthew; Hay, Anthony	Science Of The Total Environment	2006	362	20.11
Biocompatibility of Advanced Manufactured Titanium Implants-A Review	Sidambe, Alfred T.	Materials	2014	361	36.1
Medical Marijuana for Treatment of Chronic Pain and Other Medical and Psychiatric Problems A Clinical Review	Hill, Kevin P.	Jama-Journal Of The American Medical Association	2015	355	39.44
Artificial intelligence versus clinicians: systematic review of design, reporting standards, and claims of deep learning studies	Nagendran, Myura; Chen, Yang; Lovejoy, Christopher A.; Gordon, Anthony C.; Komorowski, Martheu; Harvey, Hugh; Topol, Eric J.; Ioannidis, John P. A.; Collins, Gary S.; Maruthappu, Mahiben	Bmj-British Medical Journal	2020	354	88.5
Taxonomy, Epidemiology, and Clinical Relevance of the Genus <i>Arcobacter</i>	Collado, Luis; Jose Figueras, Maria	Clinical Microbiology Reviews	2011	354	27.23
Environmental Impacts of the US Health Care System and Effects on Public Health	Eckelman, Matthew J.; Sherman, Jodi	Plos One	2016	350	43.75
LACCASE: PROPERTIES AND APPLICATIONS	Madhavi, Vernekar; Lele, S. S.	Bioresources	2009	334	22.27
Structure-function relationship among bacterial, fungal and plant laccases	Dwivedi, Upendra N.; Singh, Priyanka; Pandey, Veda P.; Kumar, Anoop	Journal Of Molecular Catalysis B-Enzymatic	2011	328	25.23
Health impacts of coal and coal use: possible solutions	Finkelman, RB; Orem, W; Castranova, V; Tatu, CA; Belkin, HE; Zheng, BS; Lerch, HE; Maharaj, SV; Bates, AL	International Journal Of Coal Geology	2002	327	14.86

Body composition in patients with non-small cell lung cancer: a contemporary view of cancer cachexia with the use of computed tomography image analysis	Baracos, Vickie E.; Reiman, Tony; Mourzakis, Marina; Gioulbasanis, Ioannis; Anton, Sami	American Journal Of Clinical Nutrition	2010	321	22.93
Batch and bulk removal of hazardous colouring agent Rose Bengal by adsorption techniques using bottom ash as adsorbent	Gupta, Vinod Kumar; Mittal, Alok; Jhate, Damodar; Mittal, Jyoti	Res Advances	2012	319	26.58
Glucocorticoid corticosteroids for Duchenne muscular dystrophy	Manzur, A. Y.; Kunzler, T.; Pike, M.; Swan, A.	Cochrane Database Of Systematic Reviews	2008	319	19.94
Are pharmaceuticals potent environmental pollutants? Part I: Environmental risk assessments of selected active pharmaceutical ingredients	Carlsson, Carina; Johansson, Anna-Karin; Alvan, Gunnar; Bergman, Kerstin; Kuhler, Thomas	Science Of The Total Environment	2006	318	17.67
A review of thermoelectrics research - Recent developments and potentials for sustainable and renewable energy applications	Zheng, X. F.; Liu, C. X.; Yan, Y. Y.; Wang, Q.	Renewable & Sustainable Energy Reviews	2014	315	31.5
Micro-and Nano-plastics and Human Health	Galloway, Tamara S.	Marine Anthropogenic Litter	2015	303	33.67
Compostability of bioplastic packaging materials: An overview	Kale, Gautav; Kijchavengkul, Thitisilp; Auras, Rafaei; Rubino, Maria; Selke, Susan E.; Singh, Sher Paul	Macromolecular Bioscience	2007	302	17.76

Fuente: Elaboración propia con información consultada en la WoS

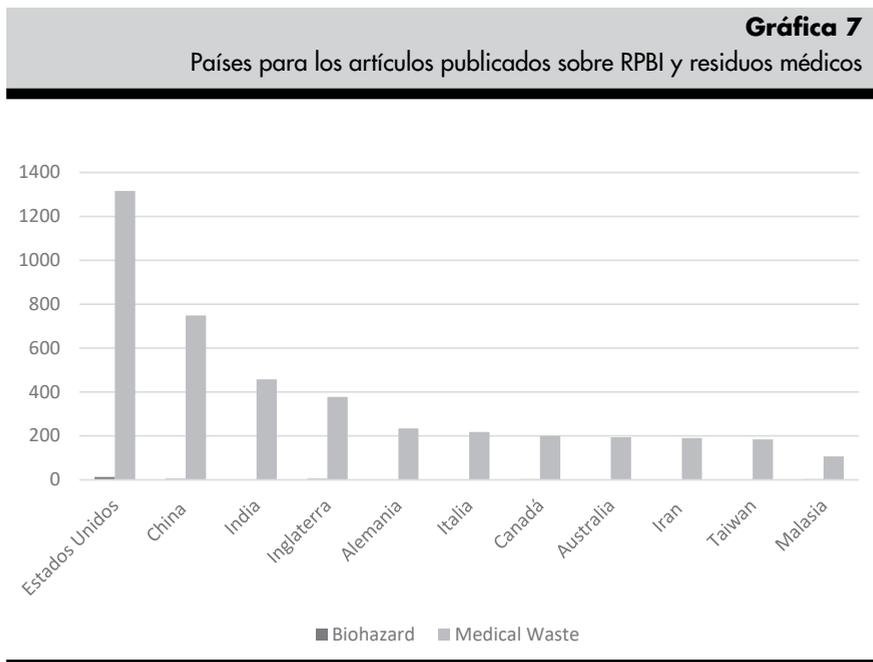
El índice H (Hirsch, 2005) es una técnica moderna que tiene como objetivo representar la importancia de un conjunto de artículos, combinando publicaciones y citas en el mismo marco. Por ejemplo, si un conjunto de documentos tiene un índice H de 25, ello significa que al menos 25 de los documentos incluidos en el conjunto han recibido al menos 25 citas cada uno.

Para toda la colección de documentos en investigación bajo el tema de residuos, el índice H para “Medical Waste” es de 150 y para “Biohazard Waste” es de apenas 11. Esto significa que 150 y 11 documentos han recibido al menos 150 y 11 citas por tema de estudio para cada artículo, respectivamente.

Al respecto, es importante tener en consideración que, desde su introducción, el índice H ha sido extendido y generalizado por muchos autores (Merigó et al., 2015; Merigó y Yang, 2016). Por medio de este índice es posible afirmar que el tema de “Medical Waste” tiene un mayor impacto en la investigación científica.

## Países

Los países que publican en relación a la temática de residuos son variados, los más destacados se pueden encontrar en la gráfica 7. Para la entrada “Medical Waste”, del total de publicaciones a Estados Unidos le corresponden 1316 registros, le sigue China con 749 registros, India con 456 registros, Inglaterra con 378 registros, Alemania con 234 registros.



Fuente: Elaboración propia con información consultada en la WoS

Por su parte, para la temática “Biohazard Waste”, del total de 48 entradas, la división se da como sigue; Estados Unidos nuevamente encabeza el total con 13 entradas, le sigue China con 5 registros, Inglaterra 4 entradas, Canadá 3 entradas y Malasia 3 entradas.

Como se puede observar en la gráfica 7, la mayor producción científica referente a ambas temáticas se concentra en Estados Unidos y China, ello denota la importancia de esta clasificación de los residuos para ambas potencias económicas.

Es importante destacar que si bien, Estados Unidos encabeza la lista en número de artículos publicados para ambas temáticas, no lo hace en cuanto a país de pertenencia de los autores con más artículos en la materia, pues en este caso destacan para “Biohazard” los de República Checa y Polonia y para “Medical Waste”, los de nacionalidad china e india.

## CONCLUSIONES

El manejo de RPBI es un factor clave para la sociedad que ofrece la oportunidad de generar varias líneas de investigación. En los últimos años el volumen de producción científica en la temática muestra un aumento y se ha vuelto de interés para las revistas de mayor prestigio. Por la naturaleza de los residuos, su generación presenta una relación directa con la salud pública, de ahí que su comprensión y estudio se vuelvan de trascendencia para las políticas públicas a nivel internacional. Por ello resulta importante llevar a cabo un análisis bibliométrico que permita observar tanto la literatura existente, como las varias líneas de investigación posibles en este tema. De la misma manera, sea posible conocer a los autores de mayor influencia y las revistas en las que publican.

Con tal fin, en este documento se presenta tanto la pertinencia como la utilidad que representan los estudios bibliométricos para entender la manera en que es producido y difundido el conocimiento en el área del conocimiento específica de los RPBI, bajo sus términos “Biohazard Waste” y “Medical Waste”. Pues, como se ha mencionado, existen distintas denominaciones para los residuos de esta naturaleza lo que origina algunas diferencias en cuanto a la producción científica. Sin embargo, se debe tener en cuenta que el tema que atienden ambos términos analizados es finalmente el mismo. Para el análisis se han empleado la Web of Science y con ello se confirma el potencial de esta línea de investigación y el gran interés que debería generar para las revistas más prestigiosas.

Los principales resultados obtenidos muestran la tendencia creciente en la producción de trabajos sobre esta temática y la aceptación de los mismos en el entorno académico, las citas bajo el tema “Medical Waste” son 147, 124 y para “Biohazard Waste” son 602. Se encontró que se han publicado trabajos sobre el tema en más de 100 países, lo que denota el nivel de globalización alcanzado en este campo de investigación. Los principales países desde los que se han ela-

borado estos trabajos son los de mayor influencia a nivel internacional como lo es el caso de Estados Unidos y China, aunque también hay otros países de alto valor como Inglaterra, Canadá o República Checa. En este sentido, la cartografía científica proporciona avances para el desarrollo de nuevas líneas de investigación.

Entre los académicos de mayor relevancia destacan los de nacionalidad China para “Medical Waste”, siendo el de mayor número de citas recibidas Yan Jiahan. Por su parte, para Biohazard Waste, los principales autores son de nacionalidad Checa (Kamil Kuca, Ondrej Krejcar, Daniel Jun y Pavel Blazek, cada uno con dos citas).

También se han podido identificar las principales revistas que son fuentes de información sobre este tema, como *European Journal of Nuclear Medicine*, *Ecotoxicology*, *Journal of Hazardous Materials*, *Medical Science*, *Atomic Energy*, entre otras.

Así mismo, se denota la necesidad de realizar una mayor y más profunda investigación en el tema, utilizando no solamente la *Web of Science* sino otras bases de datos como *Scopus*, esto para poder realizar recomendaciones mucho más específicas.

Se esperaría que la tendencia en cuanto a volumen de publicaciones siga en aumento, pues a partir del 2019, año en que inicia la pandemia por COVID 19 hasta el año 2021 se agrupan un 38.52% del total de publicaciones analizadas en el periodo total (del 2000 al 2021). Por su parte, siguiendo la línea de la investigación, los autores Sofik, S., y Rahman, Z. (2021), indican que en temáticas similares que involucran el manejo de estos residuos, siguen destacando Estados Unidos y China como los países con mayor producción.

Además, dado que los estudios bibliométricos sobre RPBI son muy pocos, se considera importante como futuras investigaciones, realizarlo utilizando otras bases de datos, así como otros paquetes de software para llevar a cabo el análisis de resultados. En este mismo sentido, se encuentra recomendable que en México se desarrollen más actividades de investigación en el campo de los RPBI.

Finalmente, se espera que los resultados obtenidos en este estudio puedan servir de base para entender mejor la temática internacional de las investigaciones relacionadas en el campo, y que evidentemente, esto pueda servir de base para aplicarse en México.

#### **AGRADECIMIENTOS**

Agradecimiento especial a CONAHCYT por el otorgamiento de la Beca en el marco de la Convocatoria 2022 “Estancias Posdoctorales por México” pues su apoyo ha contribuido en el desarrollo de esta investigación.

**BIBLIOGRAFÍA**

- Abdelkareem, M. A., Shehata, N., Obaideen, K., Sayed, E. T., Mahmoud, M., AlMallahi, M. N., & Abdelkareem, M. A. (2023). COVID-19: medical waste management, impact on sustainable development goals, and bibliometric analysis. *Chemical Engineering & Technology*. <https://doi.org/10.1002/ceat.202300046>
- Arnaudy, J. (2012). Breve introducción a la bibliometría. *Universitat de Barcelona*.
- Chu, Y. T., Zhou, J., Wang, Y., Liu, Y., & Ren, J. (2023). Current state, development and future directions of medical waste valorization. *Energies*, *16*(3), 1074. <https://doi.org/10.3390/en16031074>
- Cobo, M. J., Martínez, M. A. A., Gutiérrez-Salcedo, M., Fujita, H., & Herrera-Viedma, E. (2015). 25years at Knowledge-Based Systems: A Bibliometric Analysis. *Knowledge Based Systems*, *80*, 3-13. <https://doi.org/10.1016/j.knosys.2014.12.035>
- Cortinas, C. (2017). Retos de la gestión de los residuos en México. *Revista de Derecho Ambiental y Ecología*, *74*(14). [http://www.ceja.org.mx/revista.php?id\\_rubrique=719](http://www.ceja.org.mx/revista.php?id_rubrique=719)
- 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. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2021.04.070>
- Ferreira, V., & Teixeira, M. R. (2010). Healthcare waste management practices and risk perceptions: Findings from hospitals in the Algarve region, Portugal. *Waste Management*, *30*(12), 2657-2663. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2010.07.012>
- Hirsch, J. E. (2005). An index to quantify an individual's scientific research output. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, *102*(46), 16569-16572. <https://doi.org/10.1073/pnas.0507655102>
- Kong, L., Liu, Z., & Wu, J. (2020). A Systematic review of big data-based urban Sustainability Research: state-of-the-science and future directions. *Journal of Cleaner Production*, *273*, 123142. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123142>
- López, J. M. (1972). *El análisis estadístico y sociométrico de la literatura científica*. Centro de Documentación e Informática Médica.
- Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. (28 de enero de 1988). [Reformada 05-06-2018]. [http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/148\\_050618.pdf](http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/148_050618.pdf)
- Mangindaan, D., Adib, A., Febrianta, H., & Hutabarat, D. J. C. (2022). Systematic Literature review and bibliometric study of waste management in Indonesia in the COVID-19 Pandemic era. *Sustainability*, *14*(5), 2556. <https://doi.org/10.3390/su14052556>

- Merigó, J. M., Gil-Lafuente, A. M., & Yager, R. R. (2015). An overview of fuzzy research with bibliometric indicators. *Applied Soft Computing*, 27, 420-433. <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2014.10.035>
- Merigó, J. M., Pedrycz, W., Weber, R. W., & De La Sotta, C. (2018). Fifty Years of Information Sciences: A Bibliometric Overview. *Information Sciences*, 432, 245-268. <https://doi.org/10.1016/j.ins.2017.11.054>
- Merigó, J. M., & Yang, J. (2016). Accounting Research: A Bibliometric analysis. *Australian Accounting Review*, 27(1), 71-100. <https://doi.org/10.1111/auar.12109>
- Manga, V. E., Forton, O. T., Mofor, L. A., & Woodard, R. (2011). Health care waste management in Cameroon: A case study from the Southwestern Region. *Resources Conservation and Recycling*, 57, 108-116. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2011.10.002>
- NOM-087. (2003). Norma Oficial Mexicana NOM-087-ECOL-SSA1-2002. Protección ambiental-salud ambiental-residuos peligrosos biológico-infecciosos-clasificación y especificaciones de manejo. Diario Oficial de la Federación 23 de abril, 2003.
- OMS. (2022). Gestión segura de los desechos de la atención de salud: resumen [Safe management of wastes from health-care activities: a summary]. En *Organización Mundial de la Salud*. <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/352327/WHO-FWC-WSH-17.05-spa.pdf>
- Patwary, M. A., O'Hare, W. P., & Sarker, M. H. (2011). Assessment of occupational and environmental safety associated with medical waste disposal in developing countries: A qualitative approach. *Safety Science*, 49(8-9), 1200-1207. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2011.04.001>
- Ranjbari, M., Esfandabadi, Z. S., Shevchenko, ., Chassagnon-Haned, N., Peng, W., Tabatabaei, M., & Aghbashlo, M. (2022). Mapping Healthcare Waste Management Research: past evolution, current challenges, and Future Perspectives towards a Circular Economy transition. *Journal of Hazardous Materials*, 422, 126724. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2021.126724>
- Sofik, S., & Rahman, Z. (2021). Mapping of Research Output on Medical Waste Management: A Bibliometric Study. *Library Philosophy and Practice*, 1-14.
- Tomás-Górriz, V., y Tomás-Casterá, V. (2018). La Bibliometría en la evaluación de la actividad científica. *Hospital a Domicilio*, 2(4), 145. <https://doi.org/10.22585/hospdomic.v2i4.51>
- Wang, Q., Zhang, M., & Li, R. (2023). Does medical waste research during COVID-19 meet the challenge induced by the pandemic to waste management? *Waste Management & Research*. <https://doi.org/10.1177/0734242x231178226>
- Windfeld, E. S., y Brooks, M. S. (2015). Medical waste management – A review. *Journal of Environmental Management*, 163, 98-108. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2015.08.013>

World Health Organization. (2018, 8 febrero). *Health-care waste*. www.who.int. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/health-care-waste>

*Web Of Science*. (2022). Web Of Science. <https://clarivate.com/products/scientific-and-academic-research/research-discovery-and-workflow-solutions/webofscience-platform/>