

Bibliometric analysis: Environmental Impact of Waste generated by Sugar Factories in the Industrial Sector

Castillo-Cáceres Yhony B.¹, Chamba Zelada, Kiara E.², Gutierrez Saldaña E.¹, Ramos Lauriano Ismael Y.¹

Universidad Cesar Vallejo, Trujillo 13001, Perú.

Abstract—The purpose of this article focuses on a detailed bibliometric analysis to reveal trends related to waste generated by sugar industries and its impact on the environment. Through the collection and evaluation of scientific data, we seek to identify research patterns, most influential sources, as well as the specific effects that these wastes have on various environmental aspects. Using Rstudio, Excel and VosViewer, the data obtained from Scopus was observed. In total, 1,044 publications were identified on the Scopus website during the period from 2010 to May 2024 relating to sugarcane waste. The 1044 publications cover 863 original research articles, 68 journals, 65 representative conference articles, 42 book chapters, and 4 other types of documents. It is presented that the scientific journals most selected by the authors on this topic are Science of The Total Environment, Nongye Gongcheng Xuebao Transactions Of The Chinese Society Of Agricultural Engineering, Soil And Tillage Research in Environmental Science And Pollution Research. Furthermore, it is observed that China, the United States and India are the countries with the greatest relevance in the three groups with the greatest impact.

Keywords- bibliometric analysis, agriculture, sugar cane, sugar industry.

Análisis bibliométrico: Impacto Ambiental de los Residuos generados por las Fábricas de Azúcar en el Sector Industrial

Bibliometric analysis: Environmental Impact of Waste generated by Sugar Factories in the Industrial Sector

Castillo-Cáceres Yhony B.¹, Chamba Zelada, Kiara E.¹, Gutierrez Saldaña E.¹, Ramos Lauriano Ismael Y.¹

Universidad Cesar Vallejo, Trujillo 13001, Perú.

Resumen—El propósito de este artículo se enfoca en un análisis bibliométrico detallado para revelar las tendencias relacionadas con los residuos generados por las industrias azucareras y su impacto en el medio ambiente. A través de la recopilación y evaluación de datos científicos, se busca identificar patrones de investigación, fuentes más influyentes, así como los efectos específicos que estos desechos tienen sobre diversos aspectos ambientales. Empleando Rstudio, Excel y VosViewer se observaron los datos obtenidos de Scopus. En total se identificaron en la web Scopus 1044 publicaciones durante el periodo de 2010 a mayo del 2024 relaciones con los residuos de la caña de azúcar. Las 1044 publicaciones cubren 863 artículos originales de investigación, 68 revistas, 65 artículos de conferencias representativas, 42 capítulos de libros, y otros 4 tipos de documentos. Se presentan que las revistas científicas más seleccionadas por los autores sobre este tema son Science of The Total Environment, Nongye Gongcheng Xuebao Transactions Of The Chinese Society Of Agricultural Engineering, Soil And Tillage Research in Environmental Science And Pollution Research. Además se observa que China, Estados Unidos e India son los países con mayor relevancia en los tres grupos con mayor impacto.

Palabras claves- análisis bibliométrico, agricultura, caña de azúcar, industria azucarera.

Abstract—The purpose of this article focuses on a detailed bibliometric analysis to reveal trends related to waste generated by sugar industries and its impact on the environment. Through the collection and evaluation of scientific data, we seek to identify research patterns, most influential sources, as well as the specific effects that these wastes have on various environmental aspects. Using Rstudio, Excel and VosViewer, the data obtained from Scopus was observed. In total, 1,044 publications were identified on the Scopus website during the period from 2010 to May 2024 relating to sugarcane waste. The 1044 publications cover 863 original research articles, 68 journals, 65 representative conference articles, 42 book chapters, and 4 other types of documents. It is presented that the

scientific journals most selected by the authors on this topic are Science of The Total Environment, Nongye Gongcheng Xuebao Transactions Of The Chinese Society Of Agricultural Engineering, Soil And Tillage Research in Environmental Science And Pollution Research. Furthermore, it is observed that China, the United States and India are the countries with the greatest relevance in the three groups with the greatest impact.

Keywords- bibliometric analysis, agriculture, sugar cane, sugar industry.

I. INTRODUCCIÓN

Las fábricas azucareras producen una gran cantidad de residuos durante el proceso de fabricación de azúcar, lo que plantea serios desafíos ambientales. Estos residuos, que incluyen bagazo, melaza, lodos y efluentes líquidos, pueden causar contaminación del suelo o del agua si no se gestionan adecuadamente [1]. La gestión inadecuada de estos residuos puede llevar a la degradación de los ecosistemas, afectando la biodiversidad y la calidad del agua [2]. Los gobiernos y otras autoridades reguladoras han estado tratando de encontrar una solución práctica a los problemas cada vez mayores de desechos sólidos, contaminación y demanda de energía [3].

Es importante una adecuada gestión de los residuos de los ingenios azucareros para minimizar su impacto en las comunidades y los recursos acuíferos locales, aprovechando los nutrientes presentes en estos residuos para la producción de energía renovable y otros

productos, como biocombustibles [4]. Se debe considerar que el uso de combustibles fósiles en la producción de azúcar tiene un impacto ambiental significativo, pero se está explorando el potencial de la biomasa derivada de la caña de azúcar y los residuos agrícolas como una alternativa sostenible de energía renovable, lo que además garantiza una producción constante de azúcar [5].

Estas actividades pueden tener impactos negativos en el entorno natural, como la emisión de gases contaminantes, la descarga de residuos nocivos en cuerpos de agua y la generación de subproductos que afectan la calidad del aire, agua y suelo [6]. Durante la producción de la caña de azúcar se generan residuos como cortezas, hojas y bagazo, que pueden ser valorizados para la producción de biocombustibles, energía, papel, cartón, y alimentación animal [7]. Por otro lado, las tecnologías han mejorado la eficiencia en el uso de estos residuos, desarrollando combustibles renovables y utilizando turbinas de gas integrales [8]. Además el aprovechamiento de la biomasa del bagazo para sistemas de cogeneración de energía es una solución innovadora y sostenible, generando energía renovable sin incurrir en costos adicionales [9]. Asimismo al utilizar los residuos industriales en la producción de abono orgánico mejora la calidad del suelo y reduce los desechos [10].

Un proyecto en Cuba ha demostrado cómo la generación de energía eléctrica mediante residuos de biomasa agroindustrial puede ser eficiente y sostenible [11]. La integración de tecnologías avanzadas en la gestión de residuos optimiza la eficiencia energética y reduce las emisiones contaminantes [12], y la implementación de sistemas de tratamiento de efluentes minimiza el impacto ambiental de los desechos [13]. La investigación y desarrollo en tecnologías de energía renovable derivadas de la biomasa es crucial para la sostenibilidad del sector azucarero [14], proponiendo un enfoque holístico para la gestión de residuos, integrando prácticas agrícolas sostenibles con procesos industriales [15].

Los beneficios económicos y ambientales de utilizar el bagazo de caña de azúcar como materia prima para la producción de bioetanol son significativos [16]. Es necesaria la inversión en tecnologías limpias y prácticas sostenibles en la industria azucarera, promovida por políticas públicas [17]. La transición hacia un modelo de

economía circular en la producción de azúcar presenta desafíos y oportunidades, destacando la colaboración entre el sector público y privado [18]. La adopción de tecnologías innovadoras para convertir residuos azucareros en productos de alto valor añadido [19]. Es fundamental promover la educación y concientización ambiental entre los trabajadores y las comunidades locales [20].

Un aspecto preocupante es el deterioro de las condiciones hídricas, tanto en la disminución de los niveles de agua como en su calidad. Por ello, se busca mejorar el uso del agua en la industria del azúcar y gestionar los efluentes residuales, con tratamientos y monitoreo de las zonas de descarga, para reducir la contaminación ambiental y preservar los recursos limitados.[21]

Esta investigación científica se centra en proponer acciones concretas para reducir la contaminación, especialmente causada por los residuos de las fábricas azucareras, además entre las propuestas se incluyen el establecimiento y control de normativas ambientales, la promoción de tecnologías ecológicas en la industria y la gestión eficiente de los desechos [22].

La quema de caña de azúcar en diferentes regiones de América Latina ha generado preocupación por la contaminación ambiental y los efectos negativos en la salud humana[23]. Es decir se ha revelado que la quema de caña de azúcar provoca contaminación del aire, suelo y agua [24]. También afecta la salud y la visibilidad en las zonas cercanas[25].Entre los efectos negativos se encuentran irritación ocular, problemas respiratorios, disminución de la visibilidad, malestar en los pueblos aledaños y enfermedades respiratorias crónicas [26]. Además, la falta de gestión y planes de manejo de los desechos agrícolas contribuye a la persistencia de estos problemas[27]. Sin embargo, algunos estudios también han identificado oportunidades para disminuir la contaminación y agregar valor a los residuos industriales[28]. Por ejemplo, la biomasa generada durante la conversión de la materia viva puede ser utilizada como fuente de energía renovable y reducir la dependencia de combustibles fósiles[29].

Se realizó un análisis bibliométrico de la investigación sobre la caña de azúcar utilizando datos de SCOPUS. Con

el software VOSviewer, se visualizaron relaciones entre términos clave, autores y países para identificar tendencias y colaboraciones en la literatura científica [30]. Este enfoque permite mapear el panorama actual de la investigación, identificar áreas emergentes y vacíos en el conocimiento, y observar la evolución de la investigación en este campo [31]. Además, estudios bibliométricos como este no solo resumen la producción científica de un tema, sino que también fortalecen la relevancia y el rigor de nuevas investigaciones [32]. En resumen, el análisis bibliométrico facilita la comprensión de la dinámica de la investigación sobre la caña de azúcar y proporciona una base sólida para futuras investigaciones, promoviendo la innovación y la colaboración en el campo de la ciencia de los alimentos.

El objetivo principal de esta investigación es analizar el impacto ambiental que generan los residuos de las fábricas de azúcar. A través de este estudio, se pretende comprender y cuantificar los efectos que estos desechos tienen en el entorno natural y en la salud humana. Para lograrlo, se evaluarán los riesgos para la salud asociados con los residuos producidos por las fábricas de azúcar, incluyendo la identificación y análisis de los componentes tóxicos presentes en estos residuos. Esto podría generar importantes avances significativos, ya que proporciona una base sólida para la implementación de mejores prácticas de gestión y reutilización de residuos de caña en la industria azucarera, minimizando los riesgos para la salud pública y el medio ambiente. Además, esta investigación podría contribuir al desarrollo y tratamiento de desechos industriales, promoviendo un entorno más saludable y sostenible.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

La base de datos Scopus se distingue por su amplia colección de revistas y su avanzada tecnología, asegurando una coincidencia del 99% entre las referencias y los artículos citados, lo que la convierte en una base de datos excelente para el análisis bibliométrico sobre el impacto ambiental de los residuos de las fábricas azucareras. Por lo tanto, esta investigación se basó en la recopilación de información de Scopus como fuente principal [33].

La base de datos Scopus se distingue por su amplia colección de revistas, superando a otras bases de datos en cobertura. Este liderazgo se atribuye en gran medida a

su tecnología avanzada, que asegura una coincidencia del 99% entre las referencias y los artículos citados. Los resultados de las búsquedas en Scopus se pueden organizar por relevancia, fechas, fuentes, autores, títulos y citas de autores, artículos, revistas y países, permitiendo aplicar límites o exclusiones según necesidades del investigador. Esta capacidad hace de Scopus una base de datos excelente para recopilar información destinada al análisis bibliométrico sobre el impacto ambiental de los residuos de las fábricas azucareras. Por lo tanto, esta investigación se basó en la recopilación de información de Scopus como fuente principal, considerando las limitaciones comunes en la realización de un análisis bibliométrico.

Tabla 1. Estrategia de búsqueda de documentos científicos.

Criteria	
TS	(TI (TITLE-ABS-KEY (waste AND management) OR TITLE-ABS-KEY (straw) OR TITLE-ABS-KEY (sugar AND cane) OR TITLE-ABS-KEY (agriculture) OR TITLE-ABS-KEY (industrial AND waste) AND TITLE-ABS-KEY (crops) OR TITLE-ABS-KEY (sugar AND cane) OR TITLE-ABS-KEY (sugar AND cane AND bagasse) AND TITLE-ABS-KEY (agricultural AND residuals) AND TITLE-ABS-KEY (crops)) AND PUBYEAR > 2009 AND PUBYEAR < 2025
Principio del formulario	
Languages	English
Document types	Article
Period	2010-2024
Database	Scopus
Total documents published	1044

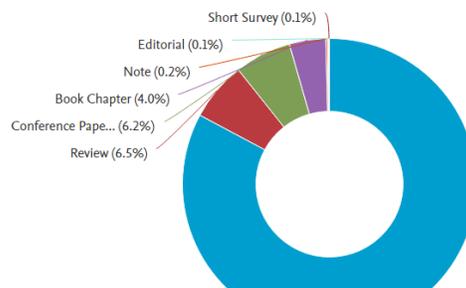
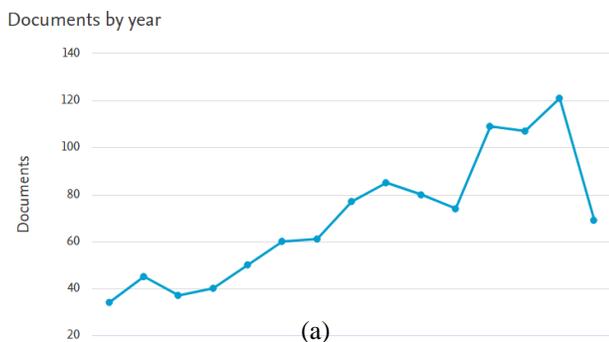
Además, se destacan los indicadores de impacto, como las citas realizadas en Scopus (índice H), los cuartiles de revistas según Journal Citation Reports, conjuntos de artículos clasificados por rango de citas, y los países e instituciones con mayor número de citas. La frecuencia de uso y la co-ocurrencia del tema de impacto ambiental por los desechos generados en la producción de azúcar se emplean para representar el dominio de estudio y

categorizar los temas en un diagrama estratégico, utilizando la centralidad y densidad como ejes para identificar los temas impulsores del área, temas transversales, emergentes y especializados..

III. Resultados y Análisis

Posteriormente en la figura 1 (a) entre 2010 y 2011, se observó una ligera disminución en la producción de documentos, pasando de aproximadamente 40 a 30 documentos publicados en Scopus. Desde entonces hasta 2014, hubo un aumento constante hasta alcanzar alrededor de 60 documentos. Este crecimiento continuó de manera gradual hasta 2018, cuando se registraron cerca de 90 documentos anuales. Entre 2018 y 2020, la cifra se mantuvo estable en torno a los 80 documentos, seguida por un notable incremento entre 2020 y 2022, llegando a aproximadamente 120 documentos. Sin embargo, en 2023, aunque se mantuvo elevada, la cantidad disminuyó ligeramente a alrededor de 100 documentos. La mayor caída se observó en 2024, reduciéndose drásticamente cerca de 40 documentos, nivel similar al de 2010.

Posteriormente en la figura 1 (b) el estado actual de las publicaciones relacionadas muestra que, según los resultados preliminares de la búsqueda aplicada, hay un total de 1044 documentos reportados. De estos, el 82.9% (863 documentos) son artículos originales de investigación. Las revisiones comprenden un 6.5% (68 documentos), los artículos de conferencias representan un 6.2% (65 documentos), los capítulos de libros constituyen un 4.0% (42 documentos), y otros tipos de documentos son el 0.4% (4 documentos). Estos datos abarcan el total de artículos publicados entre 2010 y marzo de 2024, centrados en la gestión de los residuos de la industria de la caña de azúcar.



(b)

Figura 1. (a) Publicaciones que utilizan para el tratamiento de la contaminación por residuos de caña de azúcar de fábricas entre 2010-2024 y (b) rendimiento de la producción de publicaciones entre 2010- 2024.

El proceso de comprimido de los residuos agroindustriales, constituye hoy una forma apropiada de almacenamiento y distribución. El bagazo de caña, a pesar de su uso diverso, es uno de los desechos que puede compactarse y aprovecharse como materia prima alterna.[34]. También que el bagazo de caña de azúcar da la ventaja de usarse como biosorbente en la exclusión de plomo y cadmio de las aguas residuales mineras[35].

Tendencia de revistas con mayor impacto: Se llevó a cabo un análisis de las principales fuentes de publicación para evaluar el crecimiento de la investigación sobre el impacto ambiental de los residuos producidos por la fábricas de caña de azúcar. En la Tabla 2 se muestran las 10 principales fuentes utilizadas en dicha investigación entre el 2010 y marzo del 2024. Se visualizó que cuatro revistas de la lista son de la editorial Elsevier B.V., lo que posiciona a Science Of The Total Environment , Soil And Tillage Research, Agricultural Water Management y Geoderma como las fuentes más recomendadas para publicar investigaciones sobre la disminución de residuos generados por las fábricas de azúcar.

Estos avances investigativos aplicados proponen estrategias para optimizar la producción en las fábricas de azúcar y reducir la contaminación, los cuales se presentan con un diseño de campo[36]. La relevancia de las publicaciones se demuestra a través de las citas revisadas en cada documento, mientras que el impacto de la revista refleja la influencia e importancia de cada publicación en el campo de investigación.

En la Figura 2 se visualiza la red de las revistas más recomendadas para la publicación de impacto ambiental de los residuos generados por las fábricas de azúcar en el Sector Industrial . Los círculos más grandes representan un mayor recuento de publicaciones de la revista, significando una mayor producción de artículos, destacando que publicar en revistas académicas indexadas ofrece mejor garantía de calidad, mayor visibilidad y prestigio para los investigadores. Desde un punto

2007, que se encuentra en la posición 2, donde explica el fertilizante y abono en un suelo arenoso cuyo trabajo obtuvo 2 citas. Claramente la investigación de ambos autores tiene un Índice H de 13 pero la diferencia de estas investigaciones vendría a ser las citas que en el caso de Wang H cuenta con 5 y el de Zhang J cuenta con 2. Se puede observar que los primeros autores, sus investigaciones tienen una mayor cantidad de citas que tratan sobre impacto ambiental de los residuos generados por las fábricas de azúcar.

Ahora bien los autores de este estudio nos dicen que el rendimiento de la caña de azúcar se ve severamente afectado por la presencia de malezas que afectan el crecimiento de los cultivos [43]. Pero investigaciones realizadas en nuestro país demuestran que las malezas son el principal flagelo de la caña de azúcar, más que las plagas e insectos peligrosos. El uso continuo de productos químicos en la agricultura puede cambiar el ambiente biológico, provocando graves daños a diversos ecosistemas agrícolas, por lo que es importante realizar investigaciones, encontrar alternativas que permitan el desarrollo agrícola. cultivos de manera eficiente y sin causar contaminación [44].

Tabla 4. Autores con mayor índice H sobre la temática obtenida de la base de datos Scopus (2010-2024).

N°	Authors	H-Index	Article	Citas	Ref.
1	Wang H	13	CUELLO J.P., HWANG H.Y., GUTIERREZ J., KIM S.Y., KIM P.J., IMPACT OF PLASTIC FILM MULCHING ON INCREASING GREENHOUSE GAS EMISSIONS IN TEMPERATE UPLAND SOIL DURING MAIZE CULTIVATION, APPL. SOIL ECOL., 91, PP. 48-57, (2015)	5	[43]
2	Zhang J	13	FERTILIZER AND ORGANIC MANURE IN A SANDY LOAM SOIL, APPL. ENVIRON. MICROBIOL., 73, PP. 485-491, (2007)	2	[44]
3	Li Y	11	DONG H., LIU T., LI Y., ET AL., EFFECTS OF PLASTIC FILM RESIDUE ON COTTON YIELD AND SOIL PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES IN XINJIANG, TRANSACTIONS OF THE CHINESE SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERING (TRANSACTIONS OF THE CSAE), 29, 8, PP. 91-99, (2013)	3	[45]
4	Zhang Y	11	CHENG X., ZHANG Y., CHEN Y., WU Y., YUE Y., PEST IDENTIFICATION VIA DEEP RESIDUAL LEARNING IN COMPLEX BACKGROUND, COMPUT. ELECTRON. AGRIC., 141, PP. 351-356, (2017)	3	[45]
5	Chen X	10	LIU J., ZHU L., LUO S., BU L., CHEN X., YUE S., LI S., RESPONSE OF NITROUS OXIDE EMISSION TO SOIL MULCHING AND NITROGEN FERTILIZATION IN SEMI-ARID	4	[46]

			FARMLAND, AGRIC. ECOSYST. ENVIRON., 188, PP. 20-28, (2014)		
6	Chen X	10	CHENG X., CHEN Y., WU Y., YUE Y., PEST IDENTIFICATION VIA DEEP RESIDUAL LEARNING IN COMPLEX BACKGROUND, COMPUT. ELECTRON. AGRIC., 141, PP. 351-356, (2017)	1	[47]
7	Wang Y	10	CHEN H., TENG Y., LU S., WANG Y., WANG J., CONTAMINATION FEATURES AND HEALTH RISK OF SOIL HEAVY METALS IN CHINA, SCI TOTAL ENVIRON, 512, PP. 143-153, (2015)	2	[41]
8	Wang Z	10	ZHOU S.L., WU Y.C., WANG Z.M., LU L.Q., WANG R.Z., THE NITRATE LEACHED BELOW MAIZE ROOT ZONE IS AVAILABLE FOR DEEP-ROOTED WHEAT IN WINTER WHEAT-SUMMER MAIZE ROTATION IN THE NORTH CHINA PLAIN, ENVIRON POLLUT, 152, 3, PP. 723-730, (2008)	1	[42]
9	Li X	9	CHANG X, LIANG J, SUN Y, ZHAO L, ZHOU B, LIX, LI Y, ISOLATION, DEGRADATION PERFORMANCE AND FIELD APPLICATION OF THE METOLACHLOR-DEGRADING FUNGUS PENICILLIUM OXALICUM MET-F-1, APPLIED SCIENCES, 10, 23, (2020)	1	[43]
10	Li J	8	LIANG R., HOU R., LI J., LYU Y., HANG S., GONG H., OUYANG Z., EFFECTS OF DIFFERENT FERTILIZERS ON RHIZOSPHERE BACTERIAL COMMUNITIES OF WINTER WHEAT IN THE NORTH CHINA PLAIN, AGRONOMY, 10, (2020)	2	[44]

Las contribuciones de los autores y sus conexiones con coautores ofrecen valiosa información sobre los grupos de investigadores que abordan un problema específico. Además, la relevancia de las investigaciones puede evaluarse por la cantidad de citas que reciben los artículos publicados en revistas científicas. Los autores que publicaron trabajos y utilizaron las palabras clave mostradas en la Figura 3 tienen un mayor número de citas. De igual forma, se elaboró la Figura 4 para visualizar las redes de autores y coautores. Se puede observar a los 40 autores más citados cuyos reportes han sido mayormente citados en la literatura Rinklebe, Jorg y algunos otros en el tema de residuos de caña de azúcar en los últimos años, esto debido a la gran red de colaboradores que maneja este autor. Ahora como se muestra en la tabla 4 Wang H. se presenta como un investigador con una mayor cantidad de citas con respecto a las investigaciones de residuos de caña de azúcar.

Ahora se puede observar que las citas están conectadas a una gran cantidad de investigación de diferentes regiones geográficas. En nuestro caso hablando sobre el impacto que ocasionan las fábrica de caña de azúcar y la reutilización de dichos residuos. Se examina cada proceso agrícola e identifica para cada caso los impactos ambientales más significativos que deben tenerse en cuenta a la hora de proponer un plan de mejora

ambiental [45]. El concepto de ciclo de vida incluye an- documentar y cuantificar los impactos ambientales a lo la vida de un producto, desde la cuna hasta la tumba actividades de mantenimiento asociadas. Al mismo tiem realizan investigaciones en el proceso de producción de a Caña de azúcar[46].

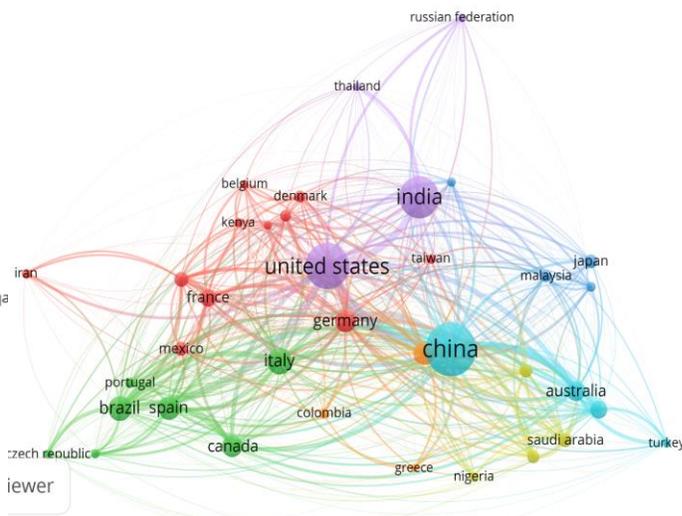
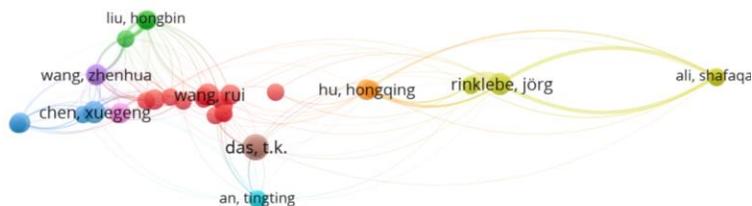


Figura 4. Contribuciones realizadas entre las redes de los autores.

Figura 5. Reporte de países con un mínimo de 5 publicaciones con su respectiva correlación de citas

Tabla 5. Contribuciones realizadas entre las redes de los autores.

Tendencia futura de búsqueda

Nº	Countr y	Articles	Total citations	Average Article Citations
1	China	9562	6796	27.00
2	Usa	3898	2925	37.00
3	India	3578	1831	14.90
4	Italy	1941	1753	35.80
5	Brazil	1842	994	23.70

Las palabras clave destacadas analizadas revelaron una tendencia futura prometedora en la gestión y reducción de residuos provenientes de las fábricas de caña de azúcar. Esta tendencia se centra en el incremento y fortalecimiento de la cooperación entre países emergentes, con el objetivo de potenciar la investigación en esta área crítica. Además, se enfatiza la importancia de fortalecer las relaciones entre organizaciones e investigadores con objetivos comunes, asegurando un intercambio significativo de datos e información. Esto permitirá avanzar en la implementación de estrategias efectivas para la gestión y reducción de residuos generados por las fábricas de caña de azúcar, promoviendo así un desarrollo industrial más sostenible y responsables

IV. Conclusiones

Este estudio revisó sobre el impacto ambiental de los residuos generados por las fábricas de azúcar. Desde el año 2010 hasta el 2024, se registraron 1044 publicaciones. El estudio bibliométrico indicó una tendencia de la contaminación de los residuos azucareros. Durante el período del 2010 hasta marzo de 2024, se identificaron las 10 fuentes más utilizadas para estudios sobre la reducción de residuos generados por las fábricas de azúcar. Destaca que cuatro revistas pertenecientes a Elsevier B.V. Science of the Total Environment, Soil and Tillage Research, Agricultural Water Management y Geoderma fueron las más frecuentemente citadas y recomendadas para la publicación de investigaciones. Las revistas científicas más recomendadas por los autores sobre este tema son Science of The Total Environment, Nongye Gongcheng Xuebao Transactions Of The Chinese Society Of Agricultural Engineering, Soil And Tillage Research in Environmental

Science And Pollution Research. Las palabras claves con mayor ocurrencia reportada por los investigadores en sus papers son agriculture, crops y soil, pero a partir del año 2010 la investigación de los residuos de la fábrica de azúcar tomaron importancia esto refleja la importancia de los impactos en el suelo, los cultivos y la contaminación asociada a estos residuos. La mayor cantidad de documentos científicos se publicaron en China, USA y la India, cuyo análisis realizado conecta a los laboratorios de estos países con diferentes zonas geográficas. Los autores que registraron un mayor número de citas durante el periodo 2010 - 2024 son Liu Y., Wang X. y Wang Y., observando de esta manera que sus trabajos de investigación tuvieron un mayor impacto en un determinado año en comparación con sus colegas. La investigación sobre el impacto ambiental de los residuos producidos por las industrias azucareras en el sector industrial está en una fase de expansión y avance, con contribuciones significativas y un creciente reconocimiento en la literatura científica, especialmente en publicaciones de gran visibilidad y en áreas con desafíos importantes en la gestión de residuos industriales. Para las futuras generaciones, los estudios sobre la mitigación del impacto ambiental de los residuos de las industrias azucareras presentan un campo prometedor y dinámico. Con avances tecnológicos, políticas de apoyo y una creciente conciencia ecológica, es probable que se logren soluciones más sostenibles y eficaces para la gestión de estos residuos, contribuyendo de manera significativa a la salud del planeta y al bienestar de sus habitantes.

REFERENCIAS

- [1] ATHIRA, G., et al. Effective utilization of sugar industry waste in Indian construction sector: A geospatial approach. *Journal of Material Cycles and Waste Management*, 2020, vol. 22, p. 724-736.
- [2] GARCÍA-RAMOS, Claudia Mercedes; QUIRÓS-ROQUE, Vilma Alicia; ROSALES-MENDOZA, Laura Elisa. Los residuos generados en la producción de la industria azucarera en los últimos 25 años. *Rev. iberoam. bioecon. cambio clim.*, 2022, vol. 8, no 16, p. 1979-1991.
- [3] Aguilar, S; Enríquez, M; Uvidía, H. 2022. Residuos agroindustriales: su impacto, manejo y aprovechamiento. (en línea). Universidad Estatal Amazónica. Puyo, Ecuador. Consultado 28 de ene. 2024.
- [4] INTRIAGO, Gabriel Calderón, et al. Impacto ambiental de la producción de Saccharum. *UNIVERSIDAD TÉCNICA*, p. 232.
- [5] ACHUPALLAS, M. Villa; DE CORTAZAR, Amaya Lobo García. Estado de arte de la gestión y valorización de residuos de caña de azúcar en Ecuador. En *Actas del X Simposio Iberoamericano de Ingeniería de Residuos: Hacia la circularidad y el residuo cero*. Castelló de la Plana, 20, 21 y 22 de junio de 2023. *Servei de Comunicació i Publicacions*, 2023. p. 97.
- [6] SINGH, Surendra Pratap, et al. Residuos de caña de azúcar en productos comerciales: métodos de procesamiento, optimización de la producción y desafíos. *Revista de Producción Más Limpia*, 2021, vol. 328, pág. 129453.
- [7] MONTIEL, Jorge Luis Reyes. La biomasa cañera como alternativa para el incremento de la eficiencia energética y la reducción de la contaminación ambiental. *Centro Azúcar*, 2003, vol. 30, no 2, p. 14-21.
- [8] LÓPEZ BRAVO, Elvis, et al. Propiedades de un compost obtenido a partir de residuos de la producción de azúcar de caña. *Centro Agrícola*, 2017, vol. 44, no 3, p. 49-55.
- [9] BAYAS, Leidy Marlene Verdezoto, et al. Energía renovable a partir de la biomasa de la caña de azúcar. *Revista de Investigación Talentos*, 2021, vol. 8, no 1, p. 9-26.
- [10] Espinosa, H. M. (2009). Los contaminantes en el cultivo e industrialización de la caña de azúcar. *Agro Productividad*, 2(1).
- [11] Santucho Cainzo, Alexander Aldo, et al. (2019). Método alternativo para la evaluación de la polución atmosférica causada por la quema de biomasa en plantaciones de caña de azúcar. En *Anales (Asociación Física Argentina)*. Asociación Física Argentina, p. 15-24.
- [12] Jurado Arenas, Oscar Augusto Francisco. (2021). Regulación ambiental y la quema de caña de azúcar en el distrito de La Huaca, Piura, período 2015-2018.
- [13] Valencia Martínez, Gabriela Elizabeth; Villalobos Alvarado, Nathaly Emilia. (2023). Principales riesgos ocupacionales en agricultores de la caña de azúcar de 18 a 60 años en Valle de Jiboa San Vicente durante zafra 2023. Universidad de El Salvador.
- [14] Vega, Herrera Alexis. (2019). Contaminación del agua superficial por un ingenio azucarero y su impacto en el medio ambiente en Andahuasi. Tesis de Licenciatura. BABAHOYO: UTB.
- [15] López, G; Buriticá, C; Silva, E. (2019). La biomasa residual pecuaria como recurso energético en Colombia. *Rev. Visión Eléctrica*, 12(2).
- [16] López-Zambrano, Aura Johanna, et al. (2023). Estrategia para disminuir afecciones de salud producidas por la contaminación del aire en la ciudad de Milagro, Ecuador. *MQRInvestigar*, 7(4), 1549-1570.
- [17] Galán Loro, Alfredo José; Guevara Alejandría, Paul Orlando. (2021). Centro de investigación, capacitación y tratamiento de desechos agrícolas para contrarrestar la contaminación por incineración de desechos de la caña de azúcar, maíz y arroz en Mesones Muro.
- [18] Sandoval Peñate, Rodrigo Alejandro. (2024). Estudio de la calidad de aguas dentro del proceso de producción de azúcar en un ingenio azucarero. Tesis Doctoral. Universidad de El Salvador.
- [19] Jurado Corimanya, Edwin Edson; Aguilar Cruz, Juan Carlos. (2021). Análisis comparativo de adobe reforzado con bagazo de caña de azúcar, según el tipo de suelo, en Pascona-La Libertad.
- [20] Domínguez, J. R., et al. (2022). Impacto ambiental de la producción de caña de azúcar en Colombia: una revisión sistemática. *Journal of Environmental Management*, 286, 112264.
- [21] Gordillo Ayala, Victor Hugo. (2022). Estrategias para la optimización del uso del agua en una fábrica de azúcar de caña.
- [22] Morales, Nathalie Michelle. (2021). Comparación del impacto ambiental del ciclo de vida del cultivo de caña de azúcar tradicional y orgánico utilizando la metodología de Análisis de Ciclo de Vida (ACV). Universidad de los Andes.
- [23] Marusic, A. (2021). La importancia de publicar artículos científicos. *Revista de la Asociación Médica de Bahía Blanca*.
- [24] AGUILAR, Pedro Julio Villegas, et al. EVALUACIÓN PRELIMINAR DEL IMPACTO AMBIENTAL DEL USO DE BIOMASA EN LAS FÁBRICAS DE AZÚCAR CUBANAS.
- [25] GARCÍA-RAMOS, Claudia Mercedes; QUIRÓS-ROQUE, Vilma Alicia; ROSALES-MENDOZA, Laura Elisa. Los residuos generados en la producción de la industria azucarera en los últimos 25 años. *Rev. iberoam. bioecon. cambio clim.*, 2022, vol. 8, no 16, p. 1979-1991.
- [26] JAVAID, Mohd, et al. Comprender la adopción de tecnologías de la Industria 4.0 para mejorar la sostenibilidad ambiental. *Operaciones y Computadoras Sostenibles*, 2022, vol. 3, pág. 203-217
- [27] PESCKETTO FIGUEROA, Sandra Noelia. Intervención estatal para el control del impacto socio ambiental de la quema de caña de azúcar previo a su cosecha en el Perú. 2021.
- [28] Castillo, A. A. V., Díaz-Samada, R. E., Pozo, Y. M. (2019). Bibliometric indicators applicable to individual scientific production. *Universidad Médica Pinareña*, 15(2), 279-285.
- [29] BARRERA, M., PEÑA, L., MATOS, J., et al. 2014. ¿Será la encuesta de arvenses una herramienta para las recomendaciones del Servicio de Control Integral de Arvenses? *Revista Cuba & Caña*, (1): 61-64. [Links
- [30] Espinosa, H. M. (2009). Los contaminantes en el cultivo e industrialización de la caña de azúcar. *Agro Productividad*, 2(1)
- [31] VARONA-URIBE, M. 2012. Impacto en la salud y el medio ambiente por exposición a plaguicidas e implementación de buenas prácticas agrícolas en el cultivo de tomate. *Rev Chil Salud Pública*, 16 (2): 96 -106.
- [32] "La importancia de publicar artículos científicos" (Revista de la Asociación Médica de Bahía Blanca, 2023) Este artículo destaca que publicar

en revistas académicas indizadas ofrece mejor garantía de calidad, mayor visibilidad y prestigio para los investigadores. Además, es un indicador clave para medir la productividad académica y científica.

[33] AHMAD, Paras; SLOTS, Jørgen. Un análisis bibliométrico de la periodontología. *Periodontología 2000*, 2021, vol. 85, núm. 1, págs. 237-240.

[34] Chen h., teng y., lu s., wang y., wang j., contamination features and health risk of soil heavy metals in china, *sci total environ*, 512, pp. 143-153, (2015)

[35] Zhou s.l., wu y.c., wang z.m., lu l.q., wang r.z., the nitrate leached below maize root zone is available for deep-rooted wheat in winter wheat-summer maize rotation in the north china plain, *environ pollut*, 152, 3, pp. 723-730, (2008)

[36] Chang x, liang j, sun y, zhao l, zhou b, li x, li y, isolation, degradation performance and field application of the metolachlor-degrading fungus *penicillium oxalicum met-f-1*, *applied sciences*, 10, 23, (2020)

[37] Hiang r., hou r., li j., lyu y., hang s., gong h., ouyang z., effects of different fertilizers on rhizosphere bacterial communities of winter wheat in the north china plain, *agronomy*, 10, (2020)

[38] Cuello j.p., hwang h.y., gutierrez j., kim s.y., kim p.j., impact of plastic film mulching on increasing greenhouse gas emissions in temperate upland soil during maize cultivation, *appl. soil ecol.*, 91, pp. 48-57, (2015)

[39] Fertilizer and organic manure in a sandy loam soil, *appl. environ. microbiol.*, 73, pp. 485-491, (2007)

[40] ENRIQUE, Luis Ernesto Paz; ALFONSO, Eduardo Alejandro Hernández; GONZÁLEZ, María Josefa Peralta. Productividad científica de la temática caña de azúcar en la Web of Science. *ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar*, 2016, vol. 50, no 1, p. 1-15.

[41] Dong h., liu t., li y., et al., effects of plastic film residue on cotton yield and soil physical and chemical properties in xinjiang, *transactions of the chinese society of agricultural engineering (transactions of the csae)*, 29, 8, pp. 91-99, (2013)

[42] Cheng x., zhang y., chen y., wu y., yue y., pest identification via deep residual learning in complex background, *comput. electron. agric.*, 141, pp. 351-356, (2017)

[43] liu j., zhu l., luo s., bu l., chen x., yue s., li s., response of nitrous oxide emission to soil mulching and nitrogen fertilization in semi-arid farmland, *agric. ecosyst. environ.*, 188, pp. 20-28, (2014)

[44] Cheng x., ., chen y., wu y., yue y., pest identification via deep residual learning in complex background, *comput. electron. agric.*, 141, pp. 351-356, (2017)

[45] KHAN, Ashraf y cols. Una revisión bibliométrica de artículos bibliométricos financieros. *Cartas de investigación financiera*, 2022, vol. 47, pág. 102520.

[46] PATEL, Ritesh, et al. Una revisión bibliométrica de la literatura sobre integración de los mercados financieros. *Revista Internacional de Análisis Financiero*, 2022, vol. 80, pág. 102035.