

## Conservación del agua y las tecnologías sostenibles: estudios sobre las tecnologías y prácticas emergentes para el desarrollo sostenible y la conservación de ecosistemas

## Water conservation and sustainable technologies: studies on emerging technologies and practices for sustainable development and ecosystem conservation

**SÁNCHEZ, V.<sup>1</sup>**

**<sup>1</sup>Ph. D. Verenice Sánchez Castillo. Profesora Asociada. Directora del Grupo de Investigación GIADER. Facultad de Ingeniería. Docente e Investigadora de la Universidad de la Amazonia. e-mail: [ve.sanchez@udla.edu.co](mailto:ve.sanchez@udla.edu.co). <https://orcid.org/0000-0002-3669-3123>.**

### Entidad

Campus Porvenir Calle 17 Diagonal 17 con Carrera 3F. Florencia,  
Caquetá, Colombia.

E-mail: [ve.sanchez@udla.edu.co](mailto:ve.sanchez@udla.edu.co)

**Recibido: 01/05/2024 / Aceptado: 25/08/2024**

### Resumen

Esta revisión explora el panorama de investigación en torno a la conservación del agua y las tecnologías sostenibles, con un enfoque específico en las tecnologías y prácticas emergentes orientadas a lograr el desarrollo sostenible y la conservación de los ecosistemas. El estudio tiene como objetivo proporcionar un panorama completo del estado actual del conocimiento, identificar temas de investigación clave y resaltar los estudios más influyentes en el campo. La revisión emplea un enfoque sistemático para identificar la literatura relevante de diversas bases de datos y publicaciones académicas. Analiza una amplia gama de artículos de investigación, ponencias de conferencias y publicaciones académicas para extraer conocimientos y tendencias valiosas. Los hallazgos revelan un creciente interés en la integración de tecnologías y prácticas innovadoras que promueven la conservación del agua y abordan los desafíos asociados con el desarrollo sostenible y la preservación de los ecosistemas. La revisión identifica áreas clave de investigación, que incluyen técnicas de riego eficiente, sistemas de reciclaje y reutilización de agua, tecnologías de gestión inteligente del agua y enfoques basados en ecosistemas para la conservación del agua. Destaca la importancia de la colaboración

interdisciplinaria e intercambio de conocimientos entre científicos, ingenieros, formuladores de políticas y ambientalistas para abordar de manera efectiva los problemas complejos relacionados con la escasez de agua y la degradación de los ecosistemas. Esta revisión sirve como base para futuras investigaciones, desarrollo de políticas y procesos de toma de decisiones orientados a promover el desarrollo sostenible y salvaguardar los ecosistemas para las generaciones futuras.

**Palabras clave:** Conservación del agua, desarrollo sostenible, conservación de ecosistemas, tecnologías sostenibles.

### Abstract

This review explores the research landscape surrounding water conservation and sustainable technologies, with a specific focus on emerging technologies and practices aimed at achieving sustainable development and ecosystem conservation. The study aims to provide a comprehensive overview of the current state of knowledge, identify key research themes, and highlight the most influential studies in the field. The review employs a systematic approach to identify relevant literature from various scholarly databases and publications. It analyzes a wide range of research articles, conference papers, and academic publications to extract valuable insights and trends. The findings reveal a growing interest in the development and implementation of innovative technologies and practices that promote water conservation and address the challenges associated with sustainable development and ecosystem preservation. The review identifies key areas of research, including water-efficient irrigation techniques, water recycling and reuse systems, smart water management technologies, and ecosystem-based approaches to water conservation. It highlights the importance of interdisciplinary collaboration and knowledge exchange among scientists, engineers, policymakers, and environmentalists to effectively address the complex issues related to water scarcity and ecosystem degradation. This review serves as a foundation for future research, policy development, and decision-making processes aimed at promoting sustainable development and safeguarding ecosystems for future generations.

**Keywords:** Water conservation, sustainable development, ecosystem conservation, sustainable technologies.

## 1. INTRODUCCIÓN

La conservación del agua es un desafío crítico en la actualidad (Xu *et al.*, 2021). En los últimos años se ha evidenciado que la escasez de agua y la degradación de los ecosistemas acuáticos están afectando la salud humana, la seguridad alimentaria y la biodiversidad en todo el mundo (Ruiz-Garzón *et al.*, 2021; Sánchez-Castillo *et al.*, 2023; Young *et al.*, 2021).

De acuerdo con la ONU, un objetivo fundamental en el escenario actual es promover las vías de acceso al agua, así como su manejo sostenible, higiénico y equitativo. Sin embargo, la contaminación del agua, la sobreexplotación de los recursos hídricos y la falta de infraestructuras adecuadas para el tratamiento y la gestión del agua siguen siendo problemas graves en muchos países (Bruggen, 2021; Cronk *et al.*, 2020; Hall *et al.*, 2021; Nelson *et al.*, 2021).

En este contexto, las tecnologías sostenibles y las prácticas emergentes revolucionan la forma en que se aborda la conservación del agua y el desarrollo sostenible. Desde la implementación de tecnologías de tratamiento de agua innovadoras hasta la promoción de prácticas agrícolas sostenibles y la gestión eficiente del agua en la industria y la agricultura, existen numerosas oportunidades para reducir el consumo de agua y minimizar el impacto humano en los ecosistemas acuáticos (Contreras-Medina *et al.*, 2020; Mushtaq *et al.*, 2020; Silva, 2022; Valencia-Celis *et al.*, 2023).

Por otro lado, la promoción de prácticas agrícolas sostenibles, como la agricultura de precisión y la irrigación eficiente, también están demostrando ser efectivas en la reducción del consumo de agua en la producción de alimentos (Armenta-Medina *et al.*, 2020; Pierre *et al.*, 2021). Además, la implementación de tecnologías de captura y almacenamiento de agua, como los sistemas de captación de agua de lluvia y los embalses, están ayudando a reducir la presión sobre los recursos hídricos naturales (Bonetti *et al.*, 2022; Jiang *et al.*, 2019; Karandish *et al.*, 2020; Nouri *et al.*, 2019).

Sin embargo, a pesar del creciente interés en las tecnologías y prácticas sostenibles para la conservación del agua, existen brechas significativas para la comprensión de la Investigación y Desarrollo (I+D) en este campo. Con el objetivo de proporcionar una visión general de la situación actual y las tendencias en la investigación sobre la conservación del agua y las tecnologías sostenibles, se realizó este estudio bibliométrico. Este estudio analiza la producción científica en

este campo y se propone identificar las áreas de investigación más prominentes y las tendencias y patrones que surgen en la literatura científica con respecto a este campo.

## 2. METODOLOGIA

### 2.1 Diseño del estudio

Este estudio se llevó a cabo bajo un paradigma cuantitativo, a través de un enfoque descriptivo y retrospectivo, implementado mediante un análisis bibliométrico. Se empleó este tipo de diseño, ya que la bibliometría constituye un enfoque metodológico que se utiliza para analizar y cuantificar la producción científica en un campo determinado (Sánchez-Castillo *et al.*, 2024). Adicionalmente, permite obtener mayor riqueza en los datos procesados, ya que se basa en la recopilación y análisis de grandes cantidades de datos bibliográficos (Chaves-Cano *et al.*, 2024; Creswell, 2019; Newman & Gough, 2019; Roman-Acosta *et al.*, 2023).

### 2.2 Selección de la base de datos

Se seleccionó para este estudio Scopus, por ser una de las bases de datos más importantes y ampliamente utilizadas en la comunidad científica (Ledesma & Malave González, 2022). Además, Scopus proporciona una cobertura exhaustiva de la literatura científica en varios campos, incluyendo ciencias sociales, ciencias naturales y ciencias de la vida.

### 2.3 Fórmula de búsqueda

La producción científica se analizó para el período 2002-2024, sin restricciones lingüísticas, para proporcionar una visión general exhaustiva del paisaje de investigación. La fórmula de búsqueda

utilizada fue: (TITLE-ABS-KEY("Tourism" AND "ecosystems" AND "ecological footprint")), lo que permitió una recuperación precisa de estudios relevantes.

## 2.4 Recopilación de datos

La revisión se llevó a cabo el 3 de abril de 2024, y se recopilaron un total de 50 estudios de investigación (N=50). Para facilitar el análisis de datos, el archivo se descargó en formato ".RIS" y se procesó utilizando el gestor bibliográfico EndNote X20.

## 2.5 Análisis de datos

- ✓ Para describir las publicaciones, se analizaron los siguientes indicadores bibliométricos:
- ✓ Producción científica por año: se examinó el comportamiento de los estudios de investigación y su frecuencia en el tiempo para proporcionar información sobre la evolución del campo de investigación. Se ajustó una línea de tendencia basada en el valor de  $R^2$  más alto para garantizar una representación precisa de los datos.
- ✓ Número de estudios de investigación por tipo de documento: se examinó la cantidad de documentos por tipo, como artículos, reseñas y ponencias, para identificar los formatos de publicación más comunes.
- ✓ Número de estudios de investigación por área del conocimiento: se examinó la cantidad de documentos por áreas del conocimiento para identificar los temas de investigación más relevantes.
- ✓ Número de publicaciones por país: se examinó la cantidad de documentos por país, lo que proporcionó

información sobre la distribución global de la producción científica.

- ✓ Número de publicaciones por afiliación institucional: se examinó la cantidad de documentos por afiliación institucional, de esta forma se logró identificar las instituciones de investigación más productivas.

## 2.6 Construcción de mapas de conocimientos

Además de establecer una descripción de los indicadores mencionados, se construyeron mapas de conocimientos utilizando el software Vosviewer. Este procedimiento se realizó con el fin de visualizar la estructura y el comportamiento de la producción científica en el campo de la conservación del agua y las tecnologías sostenibles. Los mapas de conocimientos se construyeron utilizando las siguientes técnicas:

- ✓ Análisis de coocurrencia de palabras clave: se examinó la coocurrencia de palabras clave en los títulos y resúmenes de los artículos para identificar las palabras clave y temas más relevantes en la producción científica.
- ✓ Análisis de colaboración actoral: se examinó la colaboración entre autores y la frecuencia de publicaciones para identificar los autores más productivos y la estructura de la colaboración en la producción científica.
- ✓ Análisis de correlación entre países: se examinó la correlación entre países en términos de producción científica para identificar patrones y tendencias en la colaboración internacional.
- ✓ Análisis de correlación entre países: se examinó la relación entre países basada en la colaboración entre autores lo que proporcionó información

sobre las redes de investigación internacionales.

- ✓ Análisis de coocurrencia de palabras clave: se construyeron las líneas de investigación principales basadas en los clústeres identificados, lo que permitió determinar las palabras clave y temas más relevantes en el campo de investigación.
- ✓ Análisis de colaboración actoral: se examinaron las relaciones más fuertes entre autores y los autores más representativos basados en el número de publicaciones, lo cual favoreció la identificación de los actores clave en el campo de investigación.

### 3. ANALISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La tendencia de las investigaciones fue heterogénea, caracterizada por una función polinómica con un nivel de confianza del 39,53% (Figura 1). En el período 2006-2018, las cantidades de investigaciones se mantuvieron entre uno y tres, lo que sugiere una producción científica relativamente estable durante este período.

Sin embargo, se observó un pico máximo en el año 2023 con 6 publicaciones, lo que puede indicar un creciente interés en las problemáticas que estudia este campo, de manera que la producción podría tender al incremento. Además, en lo que va del presente año 2024, ya se cuenta con dos investigaciones, lo que sugiere que la producción científica continúa en aumento.

#### 3.1 Tipos de Documentos y Áreas de Conocimiento

Esta búsqueda identificó que solo se evidenciaron investigaciones en dos tipos

de documentos: artículos de investigación y revisiones. Los artículos de investigación predominaron con 31 documentos, lo que representa el 73,81% del total (Figura 2). Esto sugiere que la mayoría de las investigaciones en este campo se enfocan en la presentación de resultados originales y novedosos.

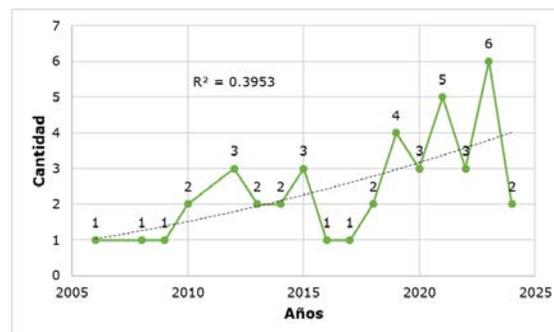


Figura 1. Producción científica por año.

Fuente: Autores.

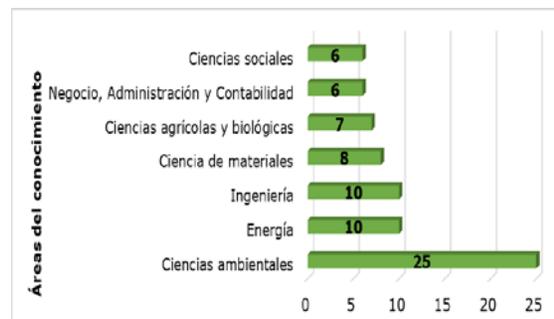


Figura 2. Cantidad de investigaciones por tipo de documento. Fuente: Autores.

Se encontró que las investigaciones se distribuyeron en 16 áreas del conocimiento, aunque solo se presentan las áreas con más de seis investigaciones (Figura 2). Las ciencias sociales fueron el área más representativa, con 25 investigaciones, seguida de la energía y la ingeniería, ambas con 10 investigaciones.

Esto sugiere que predominan los estudios enfocados en la comprensión de los aspectos sociales y ambientales de la

conservación del agua y la introducción de tecnologías sostenibles. La distribución de las investigaciones en 16 áreas del conocimiento sugiere que el fenómeno estudiado abarca un campo interdisciplinario que requiere la colaboración de expertos de diversas áreas (Alexandratos *et al.*, 2019; Li *et al.*, 2019; Skardi *et al.*, 2020).

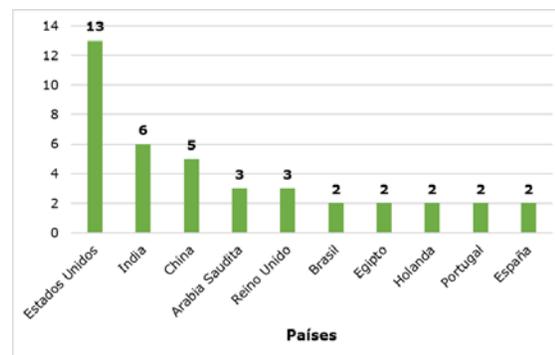
La predominancia de las ciencias sociales, la energía y la ingeniería como áreas del conocimiento más representadas sugiere que la comprensión de los aspectos socioambientales de la conservación del agua es fundamental para el desarrollo sostenible. Esto se alinea con la creciente conciencia sobre la importancia de considerar los impactos sociales y ambientales en los estudios sobre las tecnologías y prácticas emergentes para el desarrollo sostenible y la conservación de ecosistemas (Baldassarre *et al.*, 2019; Wan & Ni, 2020; Zamanzad-Ghaidel *et al.*, 2021).

### 3.2 Producción Científica por País y Filiación Institucional

Se evidenciaron investigaciones en 31 países, aunque solo se presentan los países con más de dos investigaciones (Figura 3). Estados Unidos fue el país más productor, con 13 investigaciones, seguido de la India y China, con seis y cinco investigaciones, respectivamente.

La producción científica en este campo es liderada por países desarrollados como Estados Unidos, la India y China. Esto sugiere que la investigación en este campo es más activa en países con una economía más desarrollada. Sin embargo, la participación de países en desarrollo como Brasil sugiere que la conciencia

sobre la importancia del análisis de las tecnologías y prácticas para el desarrollo sostenible y la conservación de ecosistemas está creciendo en todo el mundo (Miranda *et al.*, 2021; Yang *et al.*, 2020).

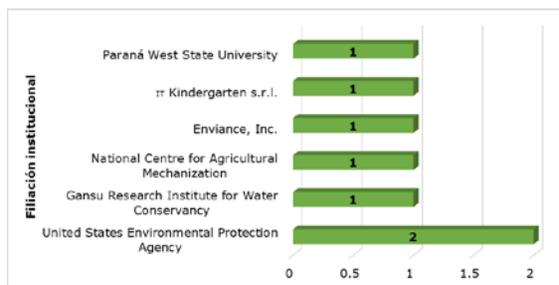


**Figura 3.** Cantidad de publicaciones por país.

**Fuente:** Autores.

Este resultado es particularmente relevante para los países en vías de desarrollo, donde la implementación de estas tecnologías y prácticas para el desarrollo sostenible puede ser una fuente importante de ingresos y crecimiento socioeconómico (Guatemala Mariano & Martínez Prats, 2023). Sin embargo, estas acciones también pueden generar impactos ambientales y sociales negativos si no se gestionan de manera adecuada (Corsi *et al.*, 2020; Liu *et al.*, 2021; Schroeder *et al.*, 2019).

La institución más representativa fue *United States Environmental Protection Agency* de los Estados Unidos, con dos investigaciones, mientras que el resto de instituciones solo publicaron un artículo (Figura 4). Esto sugiere que las instituciones gubernamentales y académicas de los países desarrollados son las más productivas en la producción científica en este campo (Dias *et al.*, 2021; Garrido-Cardenas *et al.*, 2019).

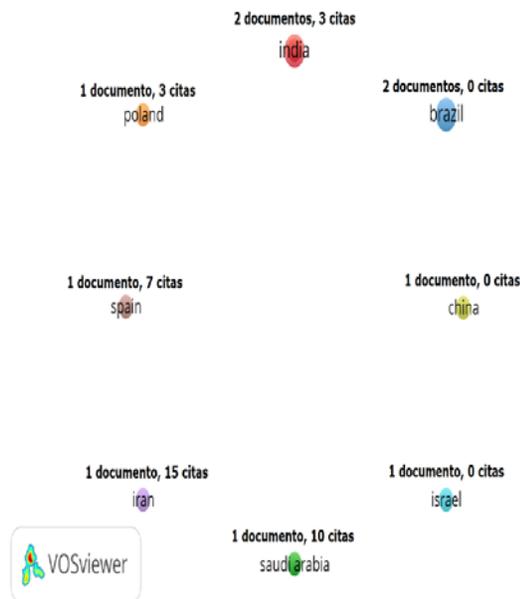


**Figura 4.** Cantidad de publicaciones por filiación institucional. **Fuente:** Autores.

### 3.3 Colaboración Internacional

Adicionalmente, no existió una relación de colaboración significativa entre los países en la producción científica en este campo (Figura 5). Sin embargo, se observó que los países más productores en la relación documentos/citaciones fueron la India, Irán y Arabia Saudita. Esto permite inferir que la colaboración internacional es limitada en este campo, aunque existen oportunidades para establecer relaciones de colaboración entre países (Baleta *et al.*, 2019; Brack *et al.*, 2019; Ho *et al.*, 2020).

La falta de colaboración internacional en la producción científica sobre la conservación del agua y tecnologías sostenibles es sorprendente, ya que la solución a los problemas ambientales requiere la cooperación y la coordinación entre países. Sin embargo, la identificación de países más productores en la relación documentos-citaciones sugiere que existen oportunidades para establecer relaciones de colaboración. Esto podría ser beneficioso para compartir conocimientos y experiencias en la gestión de prácticas sostenibles sobre la conservación del agua y tecnologías emergentes (Aznar-Sánchez *et al.*, 2019; Kozar *et al.*, 2019).



**Figura 5.** Análisis de correlación entre países. **Fuente:** Autores.

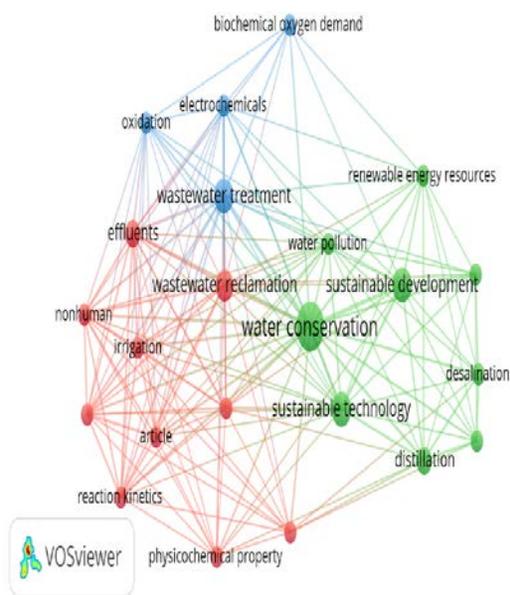
### 3.4 Análisis de Coocurrencia de Palabras Clave

Se realizó un análisis de coocurrencia de palabras clave, lo que permitió identificar tres clústeres y 23 ítems para un nivel de coocurrencia igual o mayor que dos (Figura 6). Los clústeres se estructuraron de la siguiente manera:

- ✓ Clúster 1 de color rojo, estructurado por 10 ítems: Se enfocó en los estudios relacionados con las tecnologías de energías sostenibles enfocadas al riego y al reciclaje de residuos y recuperación de aguas residuales.
- ✓ Clúster 2 de color verde, estructurado por nueve ítems: Se enfocó en los estudios relacionados con la utilización de tecnologías ambientales y de recursos renovables, entre ellos los sistemas de desalinización en función de la conservación del agua y el desarrollo sostenible.
- ✓ Clúster 3 de color azul, estructurado por cuatro ítems: Se enfocó en los

estudios químicos de oxidación, electroquímica y bioquímica para el tratamiento del agua.

Los resultados del análisis de coocurrencia de palabras clave revelan que la comunidad científica está interesada en investigar tecnologías y prácticas emergentes para la conservación del agua y el desarrollo sostenible. Esto se implementa a través de un enfoque en la gestión de residuos, la promoción del desarrollo sostenible y la conservación de ecosistemas. Estos resultados pueden ser útiles para informar y mejorar la planificación y gestión de la conservación del agua y la promoción del desarrollo sostenible (Aivazidou et al., 2021; Moreira & Reis Fonseca, 2024; Yusuf et al., 2020).



**Figura 6.** Análisis de coocurrencia de palabras clave (n≥2). Fuente: elaboración propia.  
**Fuente:** Autores.

### 3.5 Análisis integrador

La conservación del agua y el desarrollo sostenible son dos de los desafíos cruciales que enfrenta la humanidad en la

actualidad. La escasez de agua y la degradación de los ecosistemas están estrechamente relacionadas con la forma en que se utilizan los recursos naturales y la tecnología para satisfacer las necesidades sociales y locales (Pandya & Sharma, 2020; Tzanakakis et al., 2020; Weerasooriya et al., 2021).

En este sentido, la investigación y el desarrollo de tecnologías y prácticas emergentes para la conservación del agua y el desarrollo sostenible son fundamentales para garantizar un futuro más sostenible (Afanador Cubillos, 2023; Hurlbert et al., 2024; Murgas Téllez et al., 2023). Es importante destacar que la conservación del agua y el desarrollo sostenible son áreas interconectadas que requieren una aproximación holística y multidisciplinaria (Farjalla et al., 2019; Jat et al., 2020; Martínez Castillo et al., 2024; Patle et al., 2019).

La investigación y el desarrollo de tecnologías y prácticas emergentes deben considerar la complejidad de los sistemas naturales y sociales, así como las necesidades y limitaciones de las comunidades locales (Anthony, 2024; Kammerer David & Murgas Téllez, 2024; Sanabria Martínez, 2022). En este sentido, la educación y la conciencia pública sobre la importancia de la conservación del agua y el desarrollo sostenible son fundamentales para lograr un cambio positivo (Brelsford et al., 2020; Martín et al., 2020; Ricardo Jiménez, 2022; Rutten et al., 2020).

Además, la innovación tecnológica y la investigación científica deben ser acompañadas de políticas y regulaciones internacionales que promuevan la

colaboración, la adopción de tecnologías y la proliferación de prácticas sostenibles (Gasparini & Mariotti, 2023; Raudales-García *et al.*, 2024; Ripoll Rivaldo, 2023; Shi *et al.*, 2021). Los gobiernos deben establecer normas y estándares para la gestión de residuos y la conservación del agua, y deben fomentar la inversión en investigación y desarrollo en este campo (Huang, 2021; Jiménez-Pitre *et al.*, 2023; Managi *et al.*, 2021; Yuan & Zhang, 2020).

#### 4. CONCLUSIONES

La conservación del agua, la gestión de residuos y el desarrollo sostenible son áreas prioritarias de investigación que requieren una aproximación holística y multidisciplinaria. La investigación y el desarrollo de tecnologías y prácticas emergentes para la conservación del agua y el desarrollo sostenible son fundamentales para garantizar un futuro más sostenible. Es importante que la comunidad científica, los políticos y los líderes empresariales trabajen juntos para abordar los desafíos que enfrenta la humanidad en relación con la conservación del agua y el desarrollo sostenible. Es fundamental que se desarrollen y se implementen tecnologías y prácticas sostenibles para gestionar los residuos, reducir el consumo de recursos naturales y promover el desarrollo sostenible. Además, es importante que se eduque a la sociedad sobre la importancia de la conservación del agua y el desarrollo sostenible, a la vez que se promuevan prácticas sostenibles en todos los niveles de enseñanza.

#### 5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Afanador Cubillos, N. (2023). Historia de la producción y sus retos en la era actual. *Región Científica*, 2(1), 202315. <https://doi.org/10.58763/rc202315>
- Aivazidou, E., Banias, G., Lampridi, M., Vasileiadis, G., Anagnostis, A., Papageorgiou, E., & Bochtis, D. (2021). Smart Technologies for Sustainable Water Management: An Urban Analysis. *Sustainability*, 13(24), 13940. <https://doi.org/10.3390/su132413940>
- Alexandratos, S., Barak, N., Bauer, D., Davidson, F., Gibney, B., Hubbard, S., Taft, H., & Westerhof, P. (2019). Sustaining Water Resources: Environmental and Economic Impact. *ACS Sustainable Chemistry & Engineering*, 13(24). <https://doi.org/10.1021/ACSSUSCHEM.ENG.8B05859>
- Anthony, B. (2024). The Role of Community Engagement in Urban Innovation Towards the Co-Creation of Smart Sustainable Cities. *Journal of the Knowledge Economy*, 15(1), 1592–1624. <https://doi.org/10.1007/s13132-023-01176-1>
- Armenta-Medina, D., Ramirez-delReal, T. A., Villanueva-Vásquez, D., & Mejía-Aguirre, C. (2020). Trends on Advanced Information and Communication Technologies for Improving Agricultural Productivities: A Bibliometric Analysis. *Agronomy*, 10(12), 1989. <https://doi.org/10.3390/agronomy10121989>
- Aznar-Sánchez, J., Piquer-Rodríguez, M., Velasco-Muñoz, J., & Manzano-Agugliaro, F. (2019). Worldwide research trends on sustainable land use in agriculture. *Land Use Policy*, 87, 104069. <https://doi.org/10.1016/J.LANDUSEPOL.2019.104069>

- Baldassarre, G., Sivapalan, M., Rusca, M., Cudennec, C., Garcia, M., Kreibich, H., Konar, M., Mondino, E., Mård, J., Pande, S., Sanderson, M., Tian, F., Viglione, A., Wei, J., Wei, Y., Yu, D., Srinivasan, V., & Blöschl, G. (2019). Sociohydrology: Scientific Challenges in Addressing the Sustainable Development Goals. *Water Resources Research*, 55, 6327 - 6355. <https://doi.org/10.1029/2018WR023901>
- Baleta, J., Mikulčić, H., Klemeš, J., Urbaniec, K., & Duić, N. (2019). Integration of energy, water and environmental systems for a sustainable development. *Journal of Cleaner Production*, 215, 1424-1436. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2019.01.035>
- Bonetti, S., Sutanudjaja, E., Mabhaudhi, T., Slotow, R., & Dalin, C. (2022). Climate change impacts on water sustainability of South African crop production. *Environmental Research Letters*, 17. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ac80cf>
- Brack, W., Brack, W., Ait-Aissa, S., Backhaus, T., Birk, S., Barceló, D., Burgess, R., Cousins, I., Dulio, V., Escher, B., Focks, A., Gils, J., Ginebreda, A., Hering, D., Hewitt, L., Hilscherová, K., Hollender, J., Hollert, H., Köck, M., Kortenkamp, A., Alda, M., Müller, C., Posthuma, L., Schüürmann, G., Schymanski, E., Segner, H., Sleuwaert, F., Slobodnik, J., Teodorović, I., Umbuzeiro, G., Voulvoulis, N., Wezel, A., Altenburger, R., & Altenburger, R. (2019). Strengthen the European collaborative environmental research to meet European policy goals for achieving a sustainable, non-toxic environment. *Environmental Sciences Europe*, 31, 1-9. <https://doi.org/10.1186/s12302-019-0232-y>
- Brelsford, C., Dumas, M., Schlager, E., Dermody, B., Aiuvalasit, M., Allen-Dumas, M., Beecher, J., Bhatia, U., D'Odorico, P., Garcia, M., Gober, P., Groenfeldt, D., Lansing, S., Madani, K., Méndez-Barrientos, L., Mondino, E., Müller, M., O'Donnell, F., Owuor, P., Rising, J., Sanderson, M., Souza, F., & Zipper, S. (2020). Developing a sustainability science approach for water systems. *Ecology and Society*, 25, 1-6. <https://doi.org/10.5751/es-11515-250223>
- Bruggen, B. (2021). Sustainable implementation of innovative technologies for water purification. *Nature Reviews Chemistry*, 5, 217 - 218. <https://doi.org/10.1038/s41570-021-00264-7>
- Chaves-Cano, A. M., Sánchez-Castillo, V., Pérez-Gamboa, A. J., Castillo-Gonzalez, W., Vitón-Castillo, A., & Gonzalez-Argote, J. (2024). Internet of Things and Health: A literature review based on Mixed Method. *EAI Endorsed Transactions on Internet of Things*, 10. <https://doi.org/10.4108/eetiot.4909>
- Contreras-Medina, D., Contreras-Medina, L., Pardo-Núñez, J., Olvera-Vargas, L., & Rodríguez-Peralta, C. (2020). Roadmapping as a Driver for Knowledge Creation: A Proposal for Improving Sustainable Practices in the Coffee Supply Chain from Chiapas, Mexico, Using Emerging Technologies. *Sustainability*, 2(14), 5817. <https://doi.org/10.3390/su12145817>
- Corsi, A., Pagani, R., Kovaleski, J., & Silva, V. (2020). Technology transfer for sustainable development: Social impacts depicted and some other answers to a few questions. *Journal of*

- Cleaner Production*, 245, 118522.  
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118522>
- Creswell, J. W. (2019). *Research Design. Qualitative, Quantitative and Mixed Method Approaches* (SAGE, Ed. 4 ed.).
- Cronk, R., Guo, A., Fleming, L., & Bartram, J. (2020). Factors associated with water quality, sanitation, and hygiene in rural schools in 14 low- and middle-income countries. *The Science of the total environment*, 761, 144226.  
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.144226>
- Dias, R., Sousa, D., Bernardo, M., Matos, I., Fonseca, I., Cardoso, V., Carneiro, R., Silva, S., Fontes, P., Daam, M., & Maurício, R. (2021). Study of the Potential of Water Treatment Sludges in the Removal of Emerging Pollutants. *Molecules*, 26.  
<https://doi.org/10.3390/molecules26041010>
- Farjalla, V., Pires, A., Agostinho, A., Amado, A., Bozelli, R., Dias, B., Dib, V., Faria, B., Figueiredo, A., Gomes, E., Lima, Â., Mormul, R., Ometto, J., Panosso, R., Ribeiro, M., Rodriguez, D., Sabino, J., Scofield, V., & Scarano, F. (2021). Turning Water Abundance Into Sustainability in Brazil. *Frontiers in Environmental Science*, 9.  
<https://doi.org/10.3389/fenvs.2021.727051>
- Garrido-Cardenas, J., Esteban-García, B., Agüera, A., Sánchez-Pérez, J., & Manzano-Agugliaro, F. (2019). Wastewater Treatment by Advanced Oxidation Process and Their Worldwide Research Trends. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17.  
<https://doi.org/10.3390/ijerph17010170>
- Gasparini, M. L., & Mariotti, A. (2023). Sustainable tourism indicators as policy making tools: Lessons from ETIS implementation at destination level. *Journal of Sustainable Tourism*, 31(7), 1719–1737.  
<https://doi.org/10.1080/09669582.2021.1968880>
- Guatemala Mariano, A., & Martínez Prats, G. (2023). Capacidades tecnológicas en empresas sociales emergentes: Una ruta de impacto social. *Región Científica*, 2(2), 2023111.  
<https://doi.org/10.58763/rc2023111>
- Hall, N., Lee, A., Hoy, W., & Creamer, S. (2021). Five enablers to deliver safe water and effective sewage treatment to remote Indigenous communities in Australia. *Rural and remote health*, 21(3), 6565.  
<https://doi.org/10.22605/RRH6565>
- Ho, L., Alonso, A., Forio, M., Vanclooster, M., & Goethals, P. (2020). Water research in support of the Sustainable Development Goal 6: A case study in Belgium. *Journal of Cleaner Production*, 277, 124082.  
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124082>
- Huang, Y. (2021). Technology innovation and sustainability: challenges and research needs. *Clean Technologies and Environmental Policy*, 23, 1663 - 1664. <https://doi.org/10.1007/s10098-021-02152-6>
- Hurlbert, M., Acharibasam, J. B., Datta, R., Strongarm, S., & Starblanket, E. (2024). Decolonizing Indigenous Drinking Water Challenges and Implications: Focusing on Indigenous Water Governance and Sovereignty. *Water*, 16(5), 748.  
<https://doi.org/10.3390/w16050748>

- Jat, M., Chakraborty, D., Ladha, J., Rana, D., Gathala, M., McDonald, A., & Gérard, B. (2020). Conservation agriculture for sustainable intensification in South Asia. *Nature Sustainability*, 3, 336-343. <https://doi.org/10.1038/s41893-020-0500-2>
- Jiang, Y., Carrijo, D., Huang, S., Chen, J., Balaine, N., Zhang, W., Groenigen, K., & Linquist, B. (2019). Water management to mitigate the global warming potential of rice systems: A global meta-analysis. *Field Crops Research*, 234, 47-54. <https://doi.org/10.1016/J.FCR.2019.02.010>
- Jiménez-Pitre, I., Molina-Bolívar, G., & Gámez Pitre, R. (2023). Visión sistémica del contexto educativo tecnológico en Latinoamérica. *Región Científica*, 2(1), 202358. <https://doi.org/10.58763/rc202358>
- Kammerer David, M. I., & Murgas Téllez, B. (2024). La innovación tecnológica desde un enfoque de dinámica de sistema. *Región Científica*, 3(1), 2024217. <https://doi.org/10.58763/rc2024217>
- Karandish, F., Hoekstra, A., & Hogeboom, R. (2020). Reducing food waste and changing cropping patterns to reduce water consumption and pollution in cereal production in Iran. *Journal of Hydrology*, 586, 124881. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2020.12.4881>
- Kozar, R., Galang, E., Alip, A., Sedhain, J., Subramanian, S., & Saito, O. (2019). Multi-level networks for sustainability solutions: the case of the International Partnership for the Satoyama Initiative. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 39, 123-134. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2019.09.002>
- Ledesma, F., & Malave González, B. E. (2022). Patrones de comunicación científica sobre E-commerce: Un estudio bibliométrico en la base de datos Scopus. *Región Científica*, 1(1), 202214. <https://doi.org/10.58763/rc202214>
- Li, H., Xia, Q., Wen, S., Wang, L., & Lv, L. (2019). Identifying Factors Affecting the Sustainability of Water Environment Treatment Public-Private Partnership Projects. *Advances in Civil Engineering*, 2019(1), 7907234. <https://doi.org/10.1155/2019/7907234>
- Liu, Y., Samsami, M., Meshreki, H., Pereira, F., & Schøtt, T. (2021). Sustainable Development Goals in Strategy and Practice: Businesses in Colombia and Egypt. *Sustainability*, 13(22). <https://doi.org/10.3390/su132212453>
- Managi, S., Lindner, R., & Stevens, C. (2021). Technology policy for the sustainable development goals: From the global to the local level. *Technological Forecasting and Social Change*, 162, 120410. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120410>
- Martín, E., Giordano, R., Pagano, A., Keur, P., & Costa, M. (2020). Using a system thinking approach to assess the contribution of nature based solutions to sustainable development goals. *The Science of the total environment*, 738, 139693. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.139693>
- Martínez Castillo, P. J., López Cruz, R., & Silva Martínez, D. (2024). Comportamientos de sustentabilidad. Una aplicación de la teoría VBN en

- estudiantes de ingeniería. *Región Científica*, 3(1), 2024259. <https://doi.org/10.58763/rc2024259>
- Miranda, I., Moletta, J., Pedroso, B., Pilatti, L., & Picinin, C. (2021). A Review on Green Technology Practices at BRICS Countries: Brazil, Russia, India, China, and South Africa. *SAGE Open*, 11. <https://doi.org/10.1177/21582440211013780>
- Moreira, A. D. J., & Reis Fonseca, R. M. (2024). La inserción de los movimientos sociales en la protección del medio ambiente: Cuerpos y aprendizajes en el Recôncavo da Bahia. *Región Científica*, 3(1), 2024208. <https://doi.org/10.58763/rc2024208>
- Murgas Téllez, B., Henao-Pérez, A. A., & Guzmán Acuña, L. (2023). Oposición pública o manifestación social frente a proyectos de inversión en Chile y Colombia. *Región Científica*, 2(2), 2023112. <https://doi.org/10.58763/rc2023112>
- Mushtaq, B., Bandh, S., & Shafi, S. (2020). Environmental Management: Environmental Issues, Awareness and Abatement. *Environmental Management*. <https://doi.org/10.1007/978-981-15-3813-1>
- Nelson, S., Drabarek, D., Jenkins, A., Negin, J., & Abimbola, S. (2021). How community participation in water and sanitation interventions impacts human health, WASH infrastructure and service longevity in low-income and middle-income countries: a realist review. *BMJ Open*, 11. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2021-053320>
- Newman, M., & Gough, D. (2019). Systematic Reviews in Educational Research: Methodology, Perspectives and Application. In *Systematic Reviews in Educational Research*. Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-658-27602-7\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-658-27602-7_1)
- Nouri, H., Nouri, H., Stokvis, B., Galindo, A., Blatchford, M., & Hoekstra, A. (2019). Water scarcity alleviation through water footprint reduction in agriculture: The effect of soil mulching and drip irrigation. *The Science of the total environment*, 653, 241-252. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.10.311>
- Pandya, A., & Sharma, S. (2020). Rethinking water policy reforms. *Irrigation and Drainage*, 69, 967 - 970. <https://doi.org/10.1002/ird.2531>
- Patle, G., Kumar, M., & Khanna, M. (2019). Climate-smart water technologies for sustainable agriculture: a review. *Journal of Water and Climate Change*, 11(4), 1455-1466. <https://doi.org/10.2166/WCC.2019.257>
- Pierre, J. F., Latournerie-Moreno, L., Garruña-Hernández, R., Jacobsen, K. L., Laboski, C. A. M., Salazar-Barrientos, L. D. L., & Ruiz-Sánchez, E. (2021). Farmer Perceptions of Adopting Novel Legumes in Traditional Maize-Based Farming Systems in the Yucatan Peninsula. *Sustainability*, 13(20), 11503. <https://doi.org/10.3390/su132011503>
- Raudales-García, E. V., Acosta-Tzin, J. V., & Aguilar-Hernández, P. A. (2024). Economía circular: Una revisión bibliométrica y sistemática. *Región Científica*, 3(1), 2024192. <https://doi.org/10.58763/rc2024192>
- Ricardo Jiménez, L. S. (2022). Dimensiones de emprendimiento: Relación educativa. El caso del programa cumbre. *Región Científica*,

- 1(1), 202210.  
<https://doi.org/10.58763/rc202210>
- Ripoll Rivaldo, M. (2023). El emprendimiento social universitario como estrategia de desarrollo en personas, comunidades y territorios. *Región Científica*, 2(2), 202379. <https://doi.org/10.58763/rc202379>
- Roman-Acosta, D., Caira-Tovar, N., Rodríguez-Torres, E., & Pérez-Gamboa, A. J. (2023). Estrategias efectivas de liderazgo y comunicación en contextos desfavorecidos en la era digital. *Salud, Ciencia y Tecnología – Serie de Conferencias*, 2, 532. <https://doi.org/10.56294/sctconf2023532>
- Ruiz-Garzón, F., Olmos-Gómez, M., & Estrada-Vidal, L. (2021). Perceptions of Teachers in Training on Water Issues and Their Relationship to the SDGs. *Sustainability*, 13, 5043. <https://doi.org/10.3390/SU13095043>
- Rutten, G., Cinderby, S., & Barron, J. (2020). Understanding Complexity in Freshwater Management: Practitioners' Perspectives in The Netherlands. *Water*, 12(2), 593. <https://doi.org/10.3390/w12020593>
- Sanabria Martínez, M. J. (2022). Construir nuevos espacios sostenibles respetando la diversidad cultural desde el nivel local. *Región Científica*, 1(1), 20222. <https://doi.org/10.58763/rc20222>
- Sánchez-Castillo, V., García-Rojas, R., & Gómez-Cano, C. (2023). Redes Sociales Rurales y Capital social: El caso de los paneleros de Bellavista. *Universidad y Sociedad*, 14(5), 383-393. <https://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/view/3991>
- Sánchez-Castillo, V., Pérez-Gamboa, A. J., & Gómez-Cano, C. A. (2024). Trends and evolution of Scientometric and Bibliometric research in the SCOPUS database. *Bibliotecas, Anales de Investigación*, 20(1). <http://revistas.bnjm.sld.cu/index.php/BA/article/view/834>
- Schroeder, P., Anggraeni, K., & Weber, U. (2019). The Relevance of Circular Economy Practices to the Sustainable Development Goals. *Journal of Industrial Ecology*, 23. <https://doi.org/10.1111/jiec.12732>
- Shi, J., Huang, W., Han, H., & Xu, C. (2021). Pollution control of wastewater from the coal chemical industry in China: Environmental management policy and technical standards. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 143, 110883. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.110883>
- Silva, J. (2022). Implementation and Integration of Sustainability in the Water Industry: A Systematic Literature Review. *Sustainability*. <https://doi.org/10.3390/su142315919>
- Skardi, M., Kerachian, R., & Abdolhay, A. (2020). Water and treated wastewater allocation in urban areas considering social attachments. *Journal of Hydrology*, 585, 124757. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2020.124757>
- Tzanakakis, V., Paranychianakis, N., & Angelakis, A. (2020). Water Supply and Water Scarcity. *Water*, 12(9), 2347. <https://doi.org/10.3390/w12092347>
- Valencia-Celis, A. U., Patiño, G. R., & Sánchez-Castillo, V. (2023). Environmental Knowledge Management Proposals in Education Systems. *Bibliotecas. Anales de investigación*, 19(2).

- <https://doi.org/https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9027955>
- Wan, R., & Ni, M. (2020). Sustainable development of energy, water, and environment systems. *Environmental Science and Pollution Research*, 27, 12839-12841.  
<https://doi.org/10.1007/s11356-020-08279-1>
- Weerasooriya, R., Liyanage, L., Rathnappriya, R., Bandara, W., Perera, T., Gunarathna, M., & Jayasinghe, G. (2021). Industrial water conservation by water footprint and sustainable development goals: a review. *Environment, Development and Sustainability*, 23, 12661 - 12709.  
<https://doi.org/10.1007/s10668-020-01184-0>
- Yang, X., Cao, D., Chen, J., Xiao, Z., & Daowd, A. (2020). AI and IoT-based collaborative business ecosystem: a case in Chinese fish farming industry. *International Journal of Technology Management*, 82, 151-171.  
<https://doi.org/10.1504/ijtm.2020.10030058>
- Young, S., Frongillo, E., Jamaluddine, Z., Melgar-Quíñonez, H., Pérez-Escamilla, R., Ringler, C., & Rosinger, A. (2021). Perspective: The Importance of Water Security for Ensuring Food Security, Good Nutrition, and Well-being. *Advances in Nutrition*, 12, 1058 - 1073.  
<https://doi.org/10.1093/advances/nmab003>
- Yuan, B., & Zhang, Y. (2020). Flexible environmental policy, technological innovation and sustainable development of China's industry: The moderating effect of environment regulatory enforcement. *Journal of Cleaner Production*, 243, 118543.  
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118543>
- Xu, Y., Chan, F. K. S., He, J., Johnson, M., Gibbins, C., Kay, P., Stanton, T., Xu, Y., Li, G., Feng, M., Paramor, O., Yu, X., & Zhu, Y.-G. (2021). A critical review of microplastic pollution in urban freshwater environments and legislative progress in China: Recommendations and insights. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 51(22), 2637–2680.  
<https://doi.org/10.1080/10643389.2020.1801308>
- Yusuf, A., Sodiq, A., Giwa, A., Eke, J., Pikuda, O., Luca, G., Salvo, J., & Chakraborty, S. (2020). A review of emerging trends in membrane science and technology for sustainable water treatment. *Journal of Cleaner Production*, 266, 121867.  
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121867>
- Zamanzad-Ghavidel, S., Sobhani, R., Etaei, S., Hosseini, Z., & Montaseri, M. (2021). Development of hydro-social-economic-environmental sustainability index (HSEESI) in integrated water resources management. *Environmental Monitoring and Assessment*, 193.  
<https://doi.org/10.1007/s10661-021-09129-4>