

# Manejo ancestral del agua: un análisis de su producción científica mediante la bibliometría y la teoría de grafos

## Ancestral water management: An analysis of scientific output using bibliometrics and graph theory

Libia Esperanza Nieto Gómez<sup>1</sup>, Reinaldo Giraldo Díaz<sup>1</sup> \*

<sup>1</sup> Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente, Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD), Colombia.

\* Corresponding author.

Email: reinaldo.giraldo@unad.edu.co

ORCID: 0000-0002-6221-9468

### RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue examinar, mediante la teoría de grafos y el análisis bibliométrico, la producción científica relacionada con la gestión ancestral del agua. El desarrollo metodológico constó de dos fases. La primera fase consistió en un mapeo científico del área mediante un análisis bibliométrico de la producción científica registrada en Scopus y Web of Science. La segunda fase consistió en un análisis de red que permitió establecer los documentos más destacados sobre el manejo ancestral del agua, así como determinar las principales perspectivas en las que se enmarcan las investigaciones actuales en este campo. Los resultados evidencian que en los últimos cinco años se ha publicado el 43 % de las investigaciones realizadas en este campo. La producción científica por países muestra que Estados Unidos y China lideran la producción científica. La red de coocurrencia de palabras confirma la relación entre un suministro y manejo adecuados del agua y la sostenibilidad del recurso hídrico, del suelo, del riego y, por ende, de los cultivos agrícolas. El análisis de la red ha arrojado dos perspectivas de interés para futuras investigaciones: 1) experiencias y lecciones del manejo del agua de las culturas antiguas para el presente, y 2) estructuras y uso de materias primas en las hidrotecnologías ancestrales. Las perspectivas para futuras investigaciones sobre el manejo ancestral del agua son numerosas, en especial aquellas que articulan las lecciones aprendidas del pasado y las preocupaciones actuales.

**Palabras clave:** hidrotecnologías ancestrales; manejo ancestral del agua; sostenibilidad; abastecimiento de agua; análisis bibliométrico; teoría de grafos.

### ABSTRACT

The study aimed to examine, using graph theory and bibliometric analysis, scientific output related to ancestral water management. The methodological development comprised two phases. The initial phase entailed the scientific mapping of the area under investigation through a bibliometric analysis of scientific output recorded in Scopus and Web of Science. The subsequent phase entailed a network analysis, which facilitated the identification of the most salient documents concerning ancestral water management and the delineation of the predominant perspectives that currently

**Cómo citar:** Nieto Gómez, L. E., & Giraldo Díaz, R. (2025). Ancestral water management: An analysis of scientific output using bibliometrics and graph theory. AWARI; 6, 1-19. DOI: 10.47909/awari.781.

**Recibido:** 13-03-2025 / **Aceptado:** 02-06-2025 / **Publicado:** 12-06-2025

**Copyright:** © 2025 The author(s). This is an open access article distributed under the terms of the CC BY-NC 4.0 license which permits copying and redistributing the material in any medium or format, adapting, transforming, and building upon the material as long as the license terms are followed.

inform research in this domain. The results indicated that 43% of the research conducted in this field published in the last 5 years. A review of scientific output by country revealed that the United States and China were leading nations in scientific production. The concept of co-occurrence networks substantiated the correlation between an adequate water supply and its effective management, as well as the sustainability of water resources, soil, irrigation, and, consequently, agricultural crops. The network analysis yielded two perspectives that merited further investigation in future research: firstly, the experiences and lessons from ancient cultures' water management that were relevant to the present, and secondly, the structures and use of raw materials in ancestral hydrotechnologies. The potential for future research on ancestral water management was considerable, particularly in terms of articulating lessons learned from the past and current concerns.

**Keywords:** ancestral water technologies; ancestral water management; sustainability; water supply; bibliometric analysis; graph theory.

## 1. INTRODUCCIÓN

EN EL MUNDO la escasez de agua (Deconinck *et al.*, 2021; Leonel & Tonetti, 2021; OCDE-FAO *Perspectivas Agrícolas 2016-2025*, 2016; OECD/UE, 2020), la crisis energética (Altieri & Nicholls, 2020; Dutta *et al.*, 2020; Giraldo-Díaz, 2020; Ordonez C. Song I.-Y., 2019; Vallejo-Cabrera *et al.*, 2021), la pérdida de la biodiversidad (Agricultura, 2018; FAO *et al.*, 2020; Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, 2004; Rosa & Collado, 2020) y el deterioro de los suelos (Callaham & Stanturf, 2020; Carvalheiro *et al.*, 2021; Cortes, 2018; Deepa *et al.*, 2020) conducen a la exploración de tecnologías tanto antiguas como nuevas que logren dar respuesta a los desafíos que demandan las sociedades actuales (Altieri & Nicholls, 2020; Giménez Cacho *et al.*, 2018; Giraldo-Díaz *et al.*, 2022; Giraldo & Rosset, 2021; Mooney & ETC, 2019; Nieto-Gómez *et al.*, 2015; Sánchez, 2015; Trendov *et al.*, 2019).

En este contexto, el manejo del agua realizado por los distintos pueblos milenarios del planeta cobra cada vez mayor interés (Sevilla, 2018; Toledo & Barrera-Bassols, 2008). En todo el mundo hay experiencias de base ancestral relacionadas con el uso de hidrotecnologías que permiten atender las demandas de agua de las comunidades y de sus cultivos (Fernandes *et al.*, 2014; Moreira-Segura *et al.*, 2015; OECD, 2012a; Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura -FAO, 2013). El sistema agroalimentario hegemónico mundial es el principal consumidor de agua del planeta, y se estima que utiliza el 70 % del agua mundial para su actividad (Lu *et al.*, 2021).

A pesar de la importancia de la temática del manejo ancestral del agua, en la actualidad no existe una revisión que muestre la evolución de esta área del conocimiento y permita hacerse una idea de las tendencias investigativas. Por ejemplo, los trabajos de Selvaraj *et al.* (2022) exploran únicamente las dimensiones científicas, arquitectónicas, artísticas y funcionales de los principales pozos escalonados en la India y que han desaparecido o han perdido su relevancia debido a la expansión de la población humana y al estrés ambiental. Trabajos como los de Saqib *et al.* (2022) se orientan al análisis del filtrado de agua mediante cerámica o vasijas de barro tradicionales (recipientes cilíndricos huecos). También, se encuentran investigaciones orientadas al tratamiento de aguas residuales (Lu *et al.*, 2021) y sus implicaciones en la salud pública (Escudero *et al.*, 2021; Leonel & Tonetti, 2021), así como al uso de especies vegetales en la biorremediación (Kumar & Sharma, 2020; Xi *et al.*, 2021).

Otros estudios resaltan la temática del manejo ancestral del agua desde su aplicabilidad al fortalecimiento de la gobernanza y la sostenibilidad ambiental (Valipour *et al.*, 2020; Yin *et al.*, 2022), la recuperación de invenciones antiguas, como el *qanat*, un sistema de túneles subterráneos donde el agua fluye por gravedad en una ligera pendiente en zonas áridas y semi-áridas desde hace al menos 5000 años. Los *qanats* se inventaron en el antiguo Irán, se extendieron por gran parte de Oriente Medio y llegaron a África del Norte, España, Italia y el sur de Asia, concretamente a Irán (Esmaeili *et al.*, 2022). Con este mismo énfasis, se hallan investigaciones que prestan atención a las enseñanzas

de antiguas civilizaciones metropolitanas que anteriormente estaban muy desarrolladas (Ahmed *et al.*, 2020; Angelakis *et al.*, 2020; Cun *et al.*, 2019; Gates-Foster *et al.*, 2021; Haug, 2021; Khan *et al.*, 2021; Remington, 2018).

El objetivo de la presente investigación es examinar, mediante la teoría de grafos y el análisis bibliométrico, la producción científica relacionada con la gestión ancestral del agua.

## 2. METODOLOGÍA

El desarrollo metodológico de esta investigación constó de dos fases. La primera consistió en un mapeo científico del área mediante un análisis bibliométrico de la producción científica registrada en Scopus y Web of Science (WoS). La segunda fase consistió en un análisis de red que permitió establecer los documentos más destacados sobre el manejo ancestral del

agua, así como determinar las principales perspectivas en las que se enmarcan las investigaciones actuales en este campo.

### 2.1. Mapeo científico

Con el objetivo de realizar un análisis de producción y mapeo científico, se utilizaron los cinco enfoques bibliométricos propuestos por Zupic y Čater (2015): análisis de citas, análisis de coocurrencia de palabras, análisis de cocitas, análisis de coautorías y análisis de acoplamiento bibliográfico. Para obtener una visión más amplia del campo de conocimiento, se integraron de manera conjunta las bases de datos WoS y Scopus (Echchakoui, 2020), ya que ambas son reconocidas como las principales a nivel global (Pranckutis, 2021; Zhu & Liu, 2020). Los criterios de búsqueda se detallan en la tabla 1.

	Bases de datos	
	Web of Science	Scopus
Cobertura temporal	2000-2022	
Tipología documental	Artículos, libros, capítulos de libros, actas de conferencia	
Campos de búsqueda	Título, resumen, palabras clave	
Ecuación de búsqueda	TITLE-ABS-KEY("water management") AND TITLE-ABS-KEY(ancient) AND PUBYEAR >= 2000 AND PUBYEAR <= 2022	TITLE-ABS-KEY("water management" AND ancient) AND PUBYEAR > 1999 AND PUBYEAR < 2023
Resultados	308	463
Resultado total tras reducir el solapamiento	614	

Tabla 1. Criterios de búsqueda.

La aplicación de los criterios de búsqueda permitió recuperar 308 registros en WoS y 463 en Scopus. De estos registros, se identificaron 436 duplicados, lo que permitió obtener 614 registros únicos, con un nivel de solapamiento del 20 %. Al incorporar en los parámetros de búsqueda los términos (TITLE-ABS-KEY ("water management") AND TITLE-ABS-KEY (ancient)) y limitar el periodo de publicación entre 2000 y 2022, en dos idiomas (inglés y español), se buscó maximizar la recuperación de registros dentro de ambas bases de datos. Se observó que el 94 % de las publicaciones sobre esta temática indexadas en WoS y Scopus están en inglés, el 2 % en francés y el 1 % restante en otros

idiomas. Esto se debe a que la publicación en inglés es un requisito para la indexación de revistas en las bases de datos, con el objetivo de aumentar la visibilidad de las revistas y de los autores (Vera *et al.*, 2019).

Para el análisis bibliométrico se utilizó la herramienta Bibliometrix (Aria & Cuccurullo, 2017), la cual, gracias a su amplia gama de funcionalidades, permite trabajar con múltiples bases de datos y ha sido aplicada y validada en numerosas investigaciones científicas (Acevedo *et al.*, 2020; Di Vaio *et al.*, 2021; Duque, Samboni, *et al.*, 2020; Duque, Trejos, *et al.*, 2021; Landinez *et al.*, 2019; Queiroz & Fosso Wamba, 2021; Secinaro *et al.*, 2021; Tani *et al.*, 2018; Trejos-Salazar *et al.*, 2021).

## 2.2. Análisis de redes

Para construir la red de conocimiento en esta área temática, se utilizó el programa informático R. La extracción y estructuración de las referencias bibliográficas se realizó mediante la elaboración de una red de citas basada en la teoría de grafos, técnica que permite analizar la tipología y características de la red, así como de los documentos que la integran (Wallis, 2007; Yang *et al.*, 2016). Posteriormente, se calcularon tres indicadores bibliométricos: el *Indegree*, que indica cuántas veces un documento ha sido citado por otros (Wallis, 2007); el *Outdegree*, que refleja cuántas veces un nodo (documento) cita a otros o el número de conexiones salientes (Wallis, 2007); y el *Betweenness*, que mide el grado de intermediación o centralidad de un documento dentro de la red, identificando aquellos textos que no solo son citados, sino que también citan a múltiples fuentes (Freeman, 1977; Zhang y Luo, 2017).

La red de conocimiento en esta área se compone de todos los documentos recuperados de las bases de datos junto con sus referencias, lo que implica la inclusión de trabajos provenientes de diversas fuentes, más allá de WoS y Scopus, que también abarcan otras bases de datos y publicaciones científicas. Este análisis de redes, o mapa de citas, permite visualizar la estructura del campo de estudio y facilita la identificación de subáreas temáticas o corrientes investigativas (Gurzki y Woisetschläger, 2017; Zuschke, 2020). Para representar gráficamente la red de conocimiento relacionada con el manejo ancestral del agua, se utilizó la herramienta Gephi (Bastian *et al.*, 2009).

A cada uno de los registros incluidos en la red se les calcularon los indicadores *indegree*, *outdegree* y *betweenness*, lo que permitió clasificar los trabajos mediante la analogía del árbol (Robledo *et al.*, 2014; Rubaceti *et al.*, 2022; Valencia *et al.*, 2020). En las raíces, representadas por un alto *indegree*, se encuentran los documentos clásicos con un peso teórico hegemónico en el campo, caracterizados por ser ampliamente citados, pero que no necesariamente citan a otros (Wallis, 2007). El tronco, asociado a un alto *betweenness*, agrupa los trabajos estructurales que enlazan la base teórica de los clásicos con investigaciones más recientes; estos documentos son citados y citan a otros (Zhang y Luo, 2017). Por último, las hojas, que presentan un

alto *outdegree*, incluyen publicaciones recientes que citan numerosas fuentes, reflejando las tendencias actuales del área y configurando los frentes de investigación emergentes (Wallis, 2007). Esta metodología basada en la estructura del árbol se ha aplicado y validado en investigaciones previas (Buitrago *et al.*, 2020; Cabrera-Otálora *et al.*, 2022; Clavijo-Tapia *et al.*, 2021; Correa Espinal *et al.*, 2011; Duque, Meza, Giraldo, *et al.*, 2021; Duque, Meza, Zapata, *et al.*, 2021; Duque, Toro, *et al.*, 2020; Duque & Cervantes-Cervantes, 2019; Ramos *et al.*, 2021; Rubaceti *et al.*, 2022; Torres *et al.*, 2021).

## 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La gestión ancestral del agua ha adquirido una relevancia creciente para la humanidad, lo que se evidencia en el incremento sostenido de las publicaciones científicas dedicadas a esta temática. En los últimos cinco años se ha publicado el 43 % de las investigaciones realizadas en este campo en WoS y Scopus (Tabla 2).

Año	WoS	Scopus	Total
2022	23	29	39
2021	37	57	70
2020	30	31	47
2019	33	41	59
2018	28	29	45
2017	26	31	44
2016	17	21	30
2015	13	22	30
2014	18	31	41
2013	16	25	34
2012	7	16	18
2011	7	17	19
2010	8	25	28
2009	10	13	17
2008	5	14	16
2007	5	25	27
2006	3	5	7
2005	3	6	7
2004	1	4	5
2003	1	3	4
2002	4	9	11
2001	2	2	4
2000	4	6	9
<b>Total</b>	<b>611</b>		

Tabla 2. Producción científica anual en tema “manejo ancestral del agua”.

La temática tiene una tasa de crecimiento anual del 6 %. Las dificultades a las que se han enfrentado la ciencia y la tecnología modernas para resolver los desafíos actuales han llevado a buscar soluciones basadas en experiencias exitosas ya ensayadas por las comunidades durante siglos. Se proyecta que para el año 2050 la población mundial superará los 10 mil millones de personas y que más del 40 % enfrentará condiciones de estrés hídrico severo (OECD, 2022a).

### 3.1. Producción científica por países

El análisis de la producción científica por países muestra que Estados Unidos y China lideran la producción en el manejo ancestral del agua, con un 14 % y un 10 %, respectivamente (Tabla 3). Le siguen Italia, el Reino Unido y Grecia, cada uno con el 5 %. De los veinte países con mayor producción científica, cinco se encuentran entre los diez primeros en el ranking de países con mayor escasez de agua: Grecia, España, Irán, Israel y Chile (OECD, 2012b, 2022a). El interés de los países por el tema del manejo ancestral del agua también está relacionado con la creciente demanda hídrica, que se espera aumente en un 55 % a nivel mundial para el año 2050, lo que pondría en riesgo los mantos acuíferos (OECD, 2022b)

### 3.2. Producción científica por autores

Los tres autores más destacados, tanto por el número de publicaciones como por las citas (Tabla 4). Se trata de *Angelakis*,

País	WoS	Scopus	Total	%
Estados Unidos	71	55	88	14 %
China	19	57	61	10 %
Italia	16	27	33	5 %
Reino Unido	26	22	32	5 %
Grecia	13	25	29	5 %
Alemania	16	21	27	4 %
España	12	14	21	3 %
Bélgica	19	3	20	3 %
India	6	18	19	3 %
Australia	12	9	14	2 %
Países Bajos	10	5	13	2 %
Francia	8	7	12	2 %
Polonia	6	5	9	1 %
Irán	3	6	8	1 %
Dinamarca	6	3	7	1 %
Suecia	5	3	7	1 %
Canadá	3	5	7	1 %
Sri Lanka	2	5	6	1 %
Hungría	5	2	5	1 %
Israel	3	4	5	1 %
Austria	2	4	5	1 %
Chile	3	1	4	1 %
Japón	2	3	4	1 %
Eslovenia	2	2	4	1 %
Malasia	0	4	4	1 %

Tabla 3. Producción científica por países en tema “manejo ancestral del agua”.

*Andreas Nikolaos*, de Grecia; *Dunning, Nicholas P.*, y *Scarborough, Vernon L.*, ambos de Estados Unidos.

Autores	Registros totales	Afiliación
Angelakis, Andreas Nikolaos	28	HAO-Demeter, Heraklion, Grecia
Dunning, Nicholas P.	10	University of Cincinnati, Estados Unidos
Scarborough, Vernon L.	8	University of Cincinnati, Estados Unidos
Verheyen, Kris	8	Ghent University, Bélgica
Wang, Yanling	8	The Third Affiliated Hospital, Sun Yat-sen University, Guangzhou, China
Mays, Larry Wesley	7	Arizona State University, Estados Unidos

Tabla 4. Autores con mayor producción en tema “manejo ancestral del agua”.

La red de co-autoría confirma a los autores Koutsoyiannis D y su red: Crouch, English, Wulff, Helms y Beaumont, quienes

citan en primera instancia a los principales autores Angelakis, Jansen, Hodge e Iofrano (Figura 1).

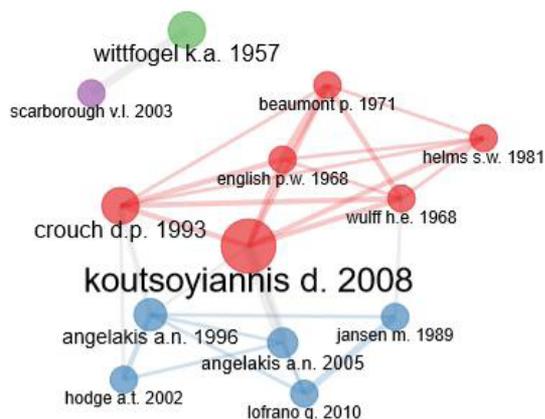


Figura 1. Red de co-autoría en el tema “manejo ancestral del agua”.

### 3.3. Producción científica por revistas

El análisis de las revistas más relevantes en el área de manejo ancestral del agua revela la importancia que tiene esta temática a nivel global

(Tabla 5). La preocupación por la pérdida de agua debido a desastres naturales y al cambio climático, la demanda de agua por parte de la agricultura, el impacto del crecimiento de las ciudades, el uso del agua como fuente alternativa de energía y la cantidad y calidad del agua disponible para uso humano son algunas de las razones por las que 17 de las 20 revistas más importantes sobre esta temática están localizadas en el cuartil 1 del Scimago Journal Rank (SJR). De las 20 revistas más relevantes del área, 17 se publican en tres países: Reino Unido (7), Estados Unidos (5) y Países Bajos (5); dos son de Alemania y una de Suiza.

### 3.4. Red de co-ocurrencia de palabras

La red de coocurrencia de palabras (Figura 2) confirma la relación entre un suministro y manejo adecuados del agua y la sostenibilidad del recurso hídrico, del suelo, del riego y, por ende, de los cultivos agrícolas. También se evidencia

Revista	Registros		Total	Scimago Journal Rank			País
	WoS	Scopus		Cuartil	SJR	H-Index	
<i>Water Science and Technology: Water Supply</i>	0	9	9	Q3	0,343	42	Reino Unido
<i>Agricultural Water Management</i>	7	0	7	Q1	1,49	139	Países Bajos
<i>Journal of Arid Environments</i>	6	5	7	Q2	0,66	122	Estados Unidos
<i>World Archaeology</i>	6	6	7	Q1	0,8	73	Reino Unido
<i>Water (Switzerland)</i>	0	7	7	Q1	0,72	69	Suiza
<i>Wiley Interdisciplina y Reviews-Water</i>	9	0	6	Q1	1,84	30	Estados Unidos
<i>Geomorphology</i>	6	0	6	Q1	1,21	171	Países Bajos
<i>Journal of Field Archaeology</i>	6	0	6	Q1	1,1	40	Reino Unido
<i>Journal of Archaeological Science</i>	5	6	6	Q1	1,44	137	Estados Unidos
<i>Quaternary International</i>	4	3	6	Q1	0,87	113	Reino Unido
<i>Journal of Archaeological Science-Reports</i>	9	0	5	Q1	0,73	32	Países Bajos
<i>Ancient Mesoamerica</i>	4	3	5	Q1	0,53	40	Reino Unido
<i>Journal of Anthropological Archaeology</i>	3	3	5	Q1	1,09	73	Estados Unidos
<i>Plos One</i>	3	5	5	Q1	0,85	367	Estados Unidos
<i>International Journal of Global Environmental Issues</i>	0	5	5	Q3	0,27	23	Reino Unido
<i>Science of the Total Environment</i>	0	5	5	Q1	1,85	275	Países Bajos
<i>Hydrogeology Journal</i>	0	3	5	Q1	0,84	104	Alemania
<i>Antiquity</i>	4	0	4	Q1	1,04	80	Reino Unido
<i>Hydrology and Earth System Sciences</i>	4	0	4	Q1	1,78	147	Alemania
<i>Catena</i>	3	4	4	Q1	1,39	140	Países Bajos

Tabla 5. Revistas más relevantes en el área “manejo ancestral del agua”.

el origen y los principales desarrollos históricos de las antiguas civilizaciones articulados en torno al agua, especialmente China, Grecia y Asia en general.



Figura 2. Red de coocurrencia de palabras en tema “manejo ancestral del agua”.

### 3.5. Red (árbol) del área del manejo ancestral del agua

Los documentos analizados sobre el manejo ancestral del agua se organizaron utilizando la metáfora del árbol de la ciencia (Figura 3), lo que permitió clasificar 10 como clásicos (raíces), 10 como estructurales (tronco) y 27 como recientes (hojas). Para identificar las

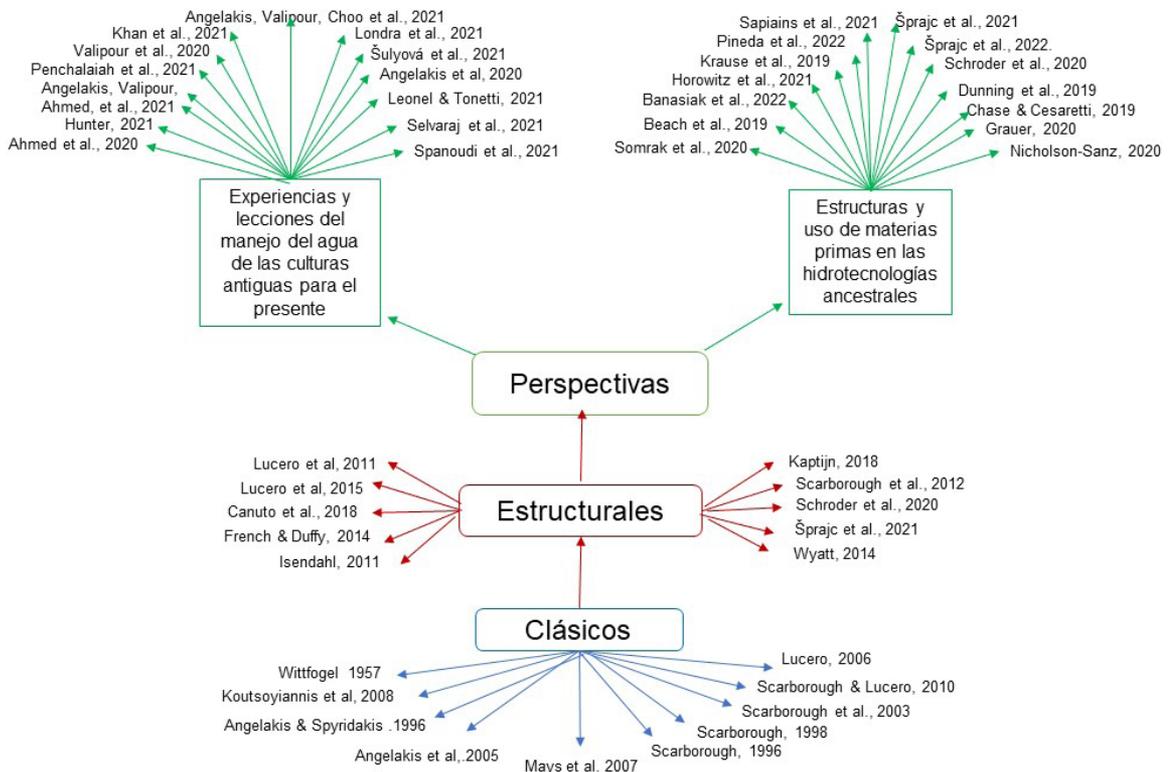


Figura 3. Árbol de la ciencia del tema “manejo ancestral del agua”.

perspectivas de investigación, se aplicó el algoritmo de agrupación propuesto por Blondel *et al.* (2008), que permitió distinguir dos grupos, cuyo análisis se expone a continuación.

### 3.6. Documentos clásicos, hegemónicos o seminales (raíz)

Uno de los textos que sirven de punto de partida para estudios en esta área es el de Wittfogel (1957), quien propone una relación entre el agua y el poder político. Según este autor, en Asia el control centralizado del agua permitió la aparición de «regímenes despóticos». La construcción de grandes infraestructuras de irrigación no solo había exigido formas de gobernanza centralizadas, sino que también facilitó el surgimiento de Estados jerárquicos y de carácter despótico.

En esta misma línea, pero en otra zona geográfica, se encuentran las investigaciones de Koutsoyiannis *et al.* (2008), Angelakis y Spyridakis (1996) y Angelakis *et al.* (2005), según los cuales la evolución de la gestión del agua urbana en la antigua Grecia, que comenzó en Creta durante el período minoico temprano, dio

lugar a una serie de desarrollos notables tanto en el continente como en las islas griegas. Entre estos avances destacan la implementación de estándares de vida higiénicos, tecnologías hidráulicas avanzadas para el transporte de agua, construcciones para el control de inundaciones y sedimentos, y prácticas sostenibles de gestión del agua urbana, que pueden equipararse con las prácticas modernas. La evolución de la gestión del agua también está relacionada con las condiciones sociopolíticas durante los periodos oligárquicos, ya que se hacía hincapié en la construcción de proyectos hidráulicos a gran escala. Tales prácticas e instituciones son relevantes incluso hoy en día, ya que los problemas de las sociedades modernas relacionados con el agua no son muy diferentes de los de la antigüedad.

Mays *et al.* (2007) presentan una historia de las antiguas técnicas de abastecimiento de agua para áreas urbanas desde las primeras civilizaciones hasta la época romana. Según los autores, desde las primeras civilizaciones se planificó el uso de todas las fuentes de agua (ríos, lagos, manantiales, mantos subterráneos y captación de agua de lluvia) para el abastecimiento urbano. A lo largo de la historia, los griegos y, más tarde, los romanos alcanzaron un alto nivel de tecnologías de suministro de agua que influyó en gran medida en los logros modernos de la ingeniería y la gestión del agua.

Los estudios de Scarborough (1996, 1998) y Scarborough *et al.* (2003) hacen hincapié en la forma en que los antiguos mayas de las tierras bajas de Yucatán central administraron sus recursos hídricos e indican que comprender esto es crucial para entender la economía política antigua. Scarborough (1998) sugiere que el uso generalizado de depresiones naturales alteradas artificialmente para la recolección y contención de agua, tanto para consumo potable como para fines agrícolas, constituyó la arquitectura y los monumentos de varias de las principales ciudades del área maya durante el período Clásico (250-900 d. C.). Asociados con estos centros elevados, denominados «montañas de agua», había reservorios de considerable tamaño que sustentaban la vida social y política. Al respecto, Lucero (2006) documenta las historias rituales de plebeyos, élites y gobernantes en las tierras bajas mayas del sur desde el periodo preclásico tardío hasta el clásico terminal, para

mostrar cómo las élites y los gobernantes obtuvieron poder político a través de la replicación pública y la elaboración de rituales domésticos relacionados con el agua. También muestra que el poder político descansaba en condiciones materiales que los gobernantes mayas solo podían controlar parcialmente.

Los trabajos de Scarborough y Lucero (2010) ya no se orientan a comprender la relación entre agua y política, sino a cómo sobreviven comunidades que se encuentran bajo regímenes de lluvia impredecibles (en los trópicos y semi-trópicos). Destacan que, en la Amazonia, Bali, Angkor, las Tierras Bajas Mayas y África Occidental, las personas se adaptan de manera sostenible mediante la construcción de sistemas de gestión del agua y el desarrollo de ocupaciones especializadas.

### 3.7. Documentos estructurales (tronco)

Entre estos documentos, que son citados de manera recurrente por los de las hojas y, al mismo tiempo, citan aquellos de las raíces, se identifica principalmente la orientación de los procesos investigativos hacia la comprensión de las formas en que las antiguas comunidades tuvieron éxito o fracasaron en la gestión del agua, con el fin de aprender lecciones que permitan afrontar los desafíos actuales.

Las investigaciones de Lucero *et al.* (2015) recalcan que, en las regiones tropicales del sudeste de Asia y las tierras bajas mayas del sur, la gestión del agua fue crucial para el mantenimiento del poder político y la distribución de las comunidades en el paisaje entre los siglos ix y xvi. El agua desempeñó un papel muy importante en la experiencia material, espiritual, artística y ceremonial de las comunidades. Para la sociedad maya del período Clásico, el colapso de los centros urbanos se debió a la imposibilidad de cohesionar la vida comunitaria en torno a ceremonias públicas, juegos, festivales, fiestas y otras actividades integradoras (Lucero *et al.*, 2011).

Otros trabajos indican que en la región maya los restos arqueológicos de antiguas tecnologías de riego y almacenamiento de agua suelen ser características destacadas del paisaje (Canuto *et al.*, 2018; French & Duffy, 2014; Isendahl, 2011; Kaptijn, 2018; Scarborough *et al.*, 2012; Schroder *et al.*, 2020; Šprajc *et al.*,

2021; Wyatt, 2014). Las represas, los canales y las acequias de riego requerían una gran cantidad de mano de obra para su construcción y mantenimiento, y a menudo se asocian con una administración centralizada a nivel estatal. Estas características más visibles coexistían con tecnologías de gestión del agua más pequeñas que a menudo se gestionaban a nivel comunitario o doméstico. En el área maya del sur de Mesoamérica, estas antiguas tecnologías se encuentran en forma de pequeñas represas, embalses y otras instalaciones de almacenamiento de agua, pozos, canales de riego y terrazas agrícolas.

### 3.8. Documentos recientes y perspectivas (hojas)

A partir del análisis de los documentos de esta revisión, se encontraron, mediante el algoritmo de clusterización, dos perspectivas principales de investigación: 1) experiencias y lecciones del manejo del agua de las culturas antiguas para la actualidad y 2) estructuras y uso de materias primas en las hidrotecnologías ancestrales.

#### 3.8.1. Experiencias y lecciones del manejo del agua de las culturas antiguas para el presente

La revisión de la literatura evidencia que la comunidad académica está interesada en comprender tanto las culturas antiguas del agua como las hidroestructuras relacionadas (Ahmed *et al.*, 2020). Entre estos estudios destacan los dedicados a las antiguas civilizaciones egipcia y griega, que prevalecieron en el Mediterráneo oriental desde tiempos prehistóricos. Ambas civilizaciones presentan varios paralelos y diferencias. Coexistieron durante un cierto período de tiempo (desde el 2000 hasta el 146 a. C.), aunque estaban en dos áreas geográficas diferentes. Ambas civilizaciones fueron grandes comerciantes y posteriormente influyeron profundamente en las civilizaciones desarrolladas en esa región. Ambas civilizaciones establecieron principios científicos y tecnológicos a lo largo de su historia, siendo la gestión del agua una de esas tecnologías principales (Ahmed *et al.*, 2020; Angelakis, Valipour, Ahmed, *et al.*, 2021; Hunter, 2021; Penchalaiah *et al.*, 2021; Valipour *et al.*, 2020).

En esta tendencia también se incluyen los trabajos sobre las civilizaciones neolíticas de Mehrgarh (ca. 7000-2500 a. C.) y Baluchistán, así como del valle del Indo (ca. 2500-1500 a. C.) en la provincia de Sindh, en Pakistán. En estas civilizaciones, la tradición rural se adaptó principalmente a la creciente tasa de depresiones occidentales (lluvias de invierno), así como a las precipitaciones monzónicas en la región. Los factores que afectaron al clima de ambas civilizaciones pudieron ser el crecimiento de la población, los conflictos por los recursos, el avance tecnológico, la revolución industrial, la invasión aria, la deforestación, la migración, los desastres naturales y el avance sociocultural. Las comunidades que residían en ambas civilizaciones tenían una agricultura, un saneamiento, una gestión del agua, pozos, baños, retretes, astilleros y sistemas de anegamiento muy desarrollados, y eran expertos en el uso del agua (Khan *et al.*, 2021).

En este contexto se encuentran, además, los estudios sobre cómo se realizaba el ahorro y la reutilización del agua en la antigüedad, la recolección de aguas pluviales, la utilización de aguas pluviales y la desalinización (Angelakis, Valipour, Choo, *et al.*, 2021; Londra *et al.*, 2021; Šulyová *et al.*, 2021). En el antiguo Egipto, las crecidas regulares del río Nilo tenían una gran incidencia en la agricultura primitiva, que probablemente consistía en plantar semillas en suelos que habían sido recientemente cubiertos y fertilizados con sedimentos. Por otro lado, en las regiones áridas y semiáridas, los agricultores aprovechaban los manantiales perennes y la escorrentía estacional en circunstancias totalmente diferentes a las de las civilizaciones fluviales de Mesopotamia, Egipto, India y las primeras dinastías de China (Angelakis *et al.*, 2020).

Las antiguas técnicas de recolección de agua integraron pozos escalonados en redes agrícolas y de riego mediante estructuras prefabricadas, lo que permitió el flujo de canales abiertos y su conexión en red con cuerpos de agua superficiales (Leonel y Tonetti, 2021; Selvaraj *et al.*, 2021). Estas técnicas incluían el uso de ruedas persas, maquinaria agrícola no mecanizada y otros implementos agrícolas, y empleaban una amplia gama de materiales de construcción locales, como granito, mármol, arenisca, ladrillos, cal, barro o madera. También emplearon

desechos agrícolas, como la cáscara de arroz, para producir ladrillos *lakhori*. En Alejandría, Spanoudi *et al.* (2021) informaron del uso de embalses para almacenar agua de lluvia, agua de manantial y agua de río con el fin de satisfacer las necesidades estacionales; los tanques van desde estructuras simples hasta grandes estructuras subterráneas.

### 3.8.2. Estructuras y uso de materias primas en las hidrotecnologías ancestrales

Esta revisión sistemática de la literatura evidencia el interés de la comunidad académica por conocer mejor las experiencias de las sociedades antiguas en cuanto a infraestructuras, materias primas utilizadas y desafíos a los que se enfrentaron para gestionar el agua. Los estudios de Somrak *et al.* (2020) indican que los arqueólogos que trabajan con datos de escaneo láser aerotransportado (ALS) dependen en gran medida de la inspección manual y que es necesario incorporar modelos y herramientas que permitan clasificar mejor las estructuras antiguas y diferenciar su entorno natural. Los trabajos de Beach *et al.* (2019) describen una gran área de los antiguos sistemas de humedales mayas en Belice (América Central), basada en un estudio aerotransportado junto con múltiples proxies y fechas de radiocarbono que revelan los usos y la cronología de los campos antiguos.

Los avances tecnológicos han permitido explorar áreas arqueológicamente inexploradas (Banasiak *et al.*, 2022; Horowitz *et al.*, 2021; Krause *et al.*, 2019; Pineda *et al.*, 2022; Sapiains *et al.*, 2021; Šprajc *et al.*, 2021, 2022); Šprajc *et al.* (2022) localizaron Chactún, Tamchén y Lagunita, tres importantes centros mayas con algunas características inesperadas, en 2013 y 2014, durante los reconocimientos iniciales realizados en la parte norte de la deshabitada Reserva de la Biosfera de Calakmul, en el este de Campeche (México). Los datos LIDAR (light detection and ranging, en inglés), adquiridos en 2016 para un área de 240 km<sup>2</sup>, revelaron un paisaje arqueológico completamente modificado y sin perturbaciones, con una gran cantidad de grupos residenciales y modificaciones generalizadas relacionadas con la gestión del agua y la agricultura. Obtenían información adicional sustancial a través de estudios de campo y excavaciones de prueba en 2017 y 2018.

Schroder *et al.* (2020) evaluaron 458 mosaicos de LIDAR recolectados por científicos ambientales en el sur de México utilizando el sistema G-LiHT del Centro de Vuelo Espacial Goddard de la NASA. Estos autores describen los resultados de un procesamiento, inspección y anotación completos de los datos para la identificación y el análisis de referencia de las características arqueológicas. Estos datos permiten completar algunos detalles sobre el paisaje mesoamericano prehispánico, lo que genera nuevas preguntas sobre la relación entre los asentamientos pasados y los sistemas culturales, políticos y ecológicos regionales. Finalmente, estos datos ofrecen importantes inventarios para discutir cómo preservar y conservar los recursos arqueológicos en las tierras bajas, especialmente cuando estos recursos no están vinculados a la arquitectura monumental.

Dunning *et al.* (2019) presentaron un modelo de tres variantes de cambios en el paisaje atribuibles a la topografía, la litología, la hidrología y los procesos culturales que permiten documentar la transformación de las primeras ciudades mayas que se desarrollaron a lo largo de los bordes de grandes depresiones kársticas o estructurales (bajos). Esta posición topográfica ayudó a las poblaciones en crecimiento a capturar y almacenar agua de lluvia de manera más efectiva, lo cual era necesario para la ocupación durante todo el año de las partes interiores de las tierras bajas mayas de México y América Central. La tala de bosques antiguos en terrenos inclinados provocó una pérdida acelerada de suelo y la degradación de los márgenes de los bajos. Estos márgenes de tierras coluviales recién creados se convirtieron en el foco de la agricultura intensiva posterior y ayudaron a respaldar una mayor expansión urbana.

Los hallazgos de Dunning *et al.* (2019) están en consonancia con lo reportado por Chase y Cesaretti (2019), quienes consideran que las ciudades mayas del período clásico de Caracol y Tikal poseían morfologías urbanas únicas relacionadas con la gestión del agua. En parte, el entorno construido de cada ciudad refleja adaptaciones a la hidrología de sus paisajes. Caracol se encuentra en un entorno montañoso y kárstico, por lo que sus habitantes aprovecharon el terreno para construir terrazas agrícolas y embalses residenciales, características del paisaje antropogénico de la ciudad jardín de Caracol.

Este paisaje se unificó mediante un sistema de calzadas dendríticas y la naturaleza distribuida de los nodos monumentales. El paisaje de Tikal exhibe una pendiente más baja, es generalmente más suave y sus habitantes construyeron un núcleo de sitio grande y condensado junto con sus embalses monumentales; además, la gente de Tikal se dedicaba a la agricultura de bajo margen. Las diferencias en la forma urbana y la hidrología condicionaron las estrategias de gestión del agua empleadas por ambas ciudades, y estas características ambientales se conservan en el registro arqueológico.

Dentro de esta tendencia también se hallan investigaciones que, desde las perspectivas sociales y humanísticas, interpretan las hidrotecnologías ancestrales. Grauer (2020) sugiere que un enfoque holístico y relacional del paisaje amplía la comprensión de la complejidad de las relaciones entre los seres humanos y el medio ambiente. Su trabajo examina los aspectos ecológicos y sociales del paisaje de la antigua ciudad maya de Aventura, en Belice, en el contexto de las ontologías relacionales. Al explorar su contexto espacial, su contenido material y las actividades asociadas que crean conexiones cosmológicas, llega a la conclusión de que las relaciones de las personas resaltan la interconexión entre los seres humanos y el medio ambiente, y este enfoque evita proyectar las categorías occidentales actuales de naturaleza y cultura al pasado. En este mismo sentido, los estudios de Nicholson-Sanz (2020) se centran en los denominados Jueces de Agua (WJ) de San Pedro de Corongo, que son los encargados de un sistema político y administrativo para la gestión ritual y práctica de las aguas del río que discurre por este municipio, ubicado en un valle interandino del centro de Perú a 3150 metros sobre el nivel del mar. A través del análisis de la actuación de este festival, muestra cómo se habilita la gobernanza del agua mediante actuaciones rituales que se articulan con la antigua relación vivida y encarnada de los coronguinos con su entorno natural.

#### **4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES PARA FUTUROS ESTUDIOS**

A partir de la literatura revisada, se confirma que esta constituye la primera revisión sistemática sobre el manejo ancestral del agua

que aplica la teoría de grafos para examinar la producción científica en este ámbito. Esta aproximación analítica ha permitido visualizar una red formada por 771 publicaciones correspondientes al periodo 2000-2022, lo que ha permitido identificar documentos clásicos, estructurales y recientes. Estos últimos son especialmente importantes, ya que permiten delinear y caracterizar las principales líneas de investigación en el campo. El análisis de la red ha arrojado dos perspectivas de interés para futuras investigaciones: 1) experiencias y lecciones del manejo del agua de las culturas antiguas para el presente, y 2) estructuras y uso de materias primas en las hidrotecnologías ancestrales.

Los países que encabezan la producción de trabajos de investigación en el área del manejo ancestral del agua son Estados Unidos, China, Italia, el Reino Unido y Grecia. Este liderazgo se presenta tanto en las dos bases de datos utilizadas (WoS y Scopus) como en la literatura revisada. Scopus es la base de datos que concentra la mayor proporción de la producción científica en el área, con un 60 % de las publicaciones, frente al 40 % registrado en WoS. En cuanto a las revistas, 17 de las 20 más relevantes se encuentran indexadas en el cuartil 1 del SJR, lo que refleja una notable preferencia por difundir investigaciones sobre el manejo ancestral del agua en publicaciones de alto impacto. La revista con mayor número de publicaciones, 9 en total, es *Water Science and Technology: Water Supply*, que tiene como área principal la ciencia del agua.

El creciente interés de la comunidad científica en el manejo ancestral del agua se refleja en el notable aumento de la producción académica de los últimos cinco años. Este auge está estrechamente relacionado con los Objetivos de Desarrollo Sostenible promovidos por la ONU y adoptados por los Estados en 2015. En particular, los estudios sobre esta temática contribuyen de manera significativa a los objetivos 6 (agua limpia y saneamiento), 11 (ciudades y comunidades sostenibles), 13 (acción por el clima), 14 (vida submarina) y 15 (ecosistemas terrestres).

Las perspectivas para futuras investigaciones sobre el manejo ancestral del agua son numerosas, en especial aquellas que articulan las lecciones aprendidas del pasado y las

preocupaciones actuales. A continuación, se destacan los siguientes desafíos relacionados con el agua en el futuro que deberían tenerse en cuenta:

- El suministro de agua será limitado y regulado para todos los usuarios, y los derechos de agua y los esquemas de precios se revisarán y adaptarán a las condiciones cambiantes.
- Se transferirán mayores cuotas de agua de la agricultura a las áreas urbanas, las actividades recreativas y el medio ambiente.
- El aumento de la variabilidad climática exacerbará los problemas de abastecimiento de agua y aumentará la incertidumbre y los caprichos a los que se enfrentarán los agricultores.
- La degradación de la tierra y los recursos hídricos puede volverse más sustancial y también atraer una mayor atención pública.
- Se necesitarán prácticas de gestión del agua más eficientes a nivel micro que también podrían combinar beneficios ambientales más amplios con ganancias económicas para los agricultores.
- Los sistemas de cultivo implementados en la agricultura de regadío de las zonas áridas y semiáridas deberán adaptarse a una menor disponibilidad de agua y a una menor calidad del suministro.
- Las nuevas variedades y cultivos de plantas adaptables a condiciones más secas son y serán esenciales para un mejor uso del agua en la agricultura.
- El conocimiento de las relaciones del agua y los nutrientes con los distintos tipos de suelos también será fundamental para una adecuada gestión del agua en la agricultura.

Asimismo, se vislumbran caminos investigativos en técnicas de recolección de aguas de lluvia para cubrir las necesidades hídricas de regiones áridas y semiáridas. También es necesario orientar las investigaciones para brindar alternativas de gobernanza del agua adecuadas para el presente y el futuro. Finalmente, las investigaciones sobre cómo conocer mejor la gestión ancestral del agua se centrarán en las aplicaciones de las hidrotecnologías ancestrales e identificarán con mayor precisión las materias primas y estructuras utilizadas.

## Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.

## Declaración de contribución

Conceptualización, investigación, metodología, validación, recursos, redacción del borrador original, revisión y edición: Libia Esperanza Nieto Gómez, Reinaldo Giraldo Díaz.

Análisis formal, software, curación de datos, visualización: Reinaldo Giraldo Díaz.

Supervisión, administración del proyecto, adquisición de financiación: Libia Esperanza Nieto Gómez.

## Declaración de consentimiento de datos

Los datos generados durante la investigación se han presentado en el artículo. ●

## REFERENCIAS

- ACEVEDO, J. P., ROBLEDO, S., & SEPÚLVEDA, M. Z. (2020). Subáreas de internacionalización de emprendimientos: una revisión bibliográfica. *Económicas CUC*, 42(1), 249-268. <https://doi.org/10.17981/econcuc.42.1.2021.org.7>
- AGRICULTURA, O. DE LAS N. U. PARA LA A. Y LA. (2018). *El trabajo de la FAO sobre agroecología*. <https://www.fao.org/publications/card/es/c/I9021ES/>
- AHMED, A. T., GOHARY, F. E., TZANAKAKIS, V. A., & ANGELAKIS, A. N. (2020). Egyptian and greek water cultures and hydro-technologies in ancient times. *Sustainability (Switzerland)*, 12(22), 1-26. <https://doi.org/10.3390/su12229760>
- ALTIERI, M. A., & NICHOLLS, C. (2020). Agroecology: Challenges and opportunities for farming in the Anthropocene. *International Journal of Agriculture and Natural Resources*, 47(3), 204-215. <https://doi.org/10.7764/ijanr.v47i3.2281>
- ANGELAKIS, A. N., KOUTSOYIANNIS, D., & TCHOBANOGLIOUS, G. (2005). Urban wastewater and stormwater technologies in ancient Greece. *Water Research*, 39(1), 210-220. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.watres.2004.08.033>

- ANGELAKIS, A. N., & SPYRIDAKIS, S. V. (1996). *The status of water resources in Minoan times: A preliminary study*.
- ANGELAKIS, A. N., VALIPOUR, M., AHMED, A. T., TZANAKAKIS, V., PARANYCHIANAKIS, N. V, KRASILNIKOFF, J., DRUSIANI, R., MAYS, L., EL GOHARY, F., KOUTSOYIANNIS, D., KHAN, S., & DEL GIACCO, L. J. (2021). Water conflicts: From ancient to modern times and in the future. *Sustainability (Switzerland)*, 13(8). <https://doi.org/10.3390/su13084237>
- ANGELAKIS, A. N., VALIPOUR, M., CHOO, K.-H., AHMED, A. T., BABA, A., KUMAR, R., TOOR, G. S., & WANG, Z. (2021). Desalination: From ancient to present and future. *Water*, 13(16). <https://doi.org/10.3390/w13162222>
- ANGELAKIS, A. N., ZACCARIA, D., KRASILNIKOFF, J., SALGOT, M., BAZZA, M., ROCCARO, P., JIMENEZ, B., KUMAR, A., YINGHUA, W., BABA, A., HARRISON, J. A., GARDUNO-JIMENEZ, A., & FERERES, E. (2020). Irrigation of world agricultural lands: Evolution through the Millennia. *Water (Switzerland)*, 12(5). <https://doi.org/10.3390/W12051285>
- ARIA, M., & CUCCURULLO, C. (2017). bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. *Journal of Informetrics*, 11(4), 959-975. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2017.08.007>
- BANASIAK, P. Z., BEREZOWSKI, P. L., ZAPŁATA, R., MIELCAREK, M., DURAJ, K., & STEREŃCZAK, K. (2022). Semantic segmentation (U-Net) of archaeological features in airborne laser scanning – Example of the Białowieża Forest. *Remote Sensing*, 14(4). <https://doi.org/10.3390/rs14040995>
- BASTIAN, M., HEYMAN, S., & JACOMY, M. (2009). Gephi: An open source software for exploring and manipulating networks. In *International AAAI conference on weblogs and social media*. <https://gephi.org/users/publications/>
- BEACH, T., LUZZADDER-BEACH, S., KRAUSE, S., GUDERJAN, T., VALDEZ, F., FERNANDEZ-DIAZ, J. C., ESHLEMAN, S., & DOYLE, C. (2019). Ancient Maya wetland fields revealed under tropical forest canopy from laser scanning and multiproxy evidence. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 116(43), 21469-21477. <https://doi.org/10.1073/pnas.1910553116>
- BUITRAGO, S., DUQUE, P., & ROBLEDO, S. (2020). Branding Corporativo: una revisión bibliográfica. *Económicas CUC*, 41(1). <https://doi.org/10.17981/econcuc.41.1.2020.Org.1>
- CABRERA-OTÁLORA, M. C., NIETO-GÓMEZ, L., & GIRALDO-DÍAZ, R. (2022). Comportamiento proambiental: análisis bibliométrico 2000-2021 y caracterización de perspectivas. *OIDLES. Desarrollo Local y Economía Social*, 16(32), 1-28. <https://doi.org/https://doi.org/10.51896/OIDLES/ARQV9018>
- CALLAHAM M. A. J., & STANTURF, J. A. (2020). Soil ecology and restoration science. In *Soils and landscape restoration*. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-813193-0.00002-3>
- CANUTO, M. A., ESTRADA-BELLI, F., GARRISON, T. G., HOUSTON, S. D., ACUÑA, M. J., KOVÁČ, M., MARKEN, D., NONDÉDÉO, P., AULD-THOMAS, L., CASTANET, C., CHATELAIN, D., CHIRIBOGA, C. R., DRÁPELA, T., LIESKOVSKÝ, T., TOKOVININE, A., VELASQUEZ, A., FERNÁNDEZ-DÍAZ, J. C., & SHRESTHA, R. (2018). Ancient lowland Maya complexity as revealed by airborne laser scanning of northern Guatemala. *Science (New York, N.Y.)*, 361(6409), Article eaau0137. <https://doi.org/10.1126/science.aau0137>
- CARVALHEIRO, L. G., BARTOMEUS, I., ROLLIN, O., TIMÓTEO, S., & TINOCO, C. F. (2021). The role of soils on pollination and seed dispersal. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 376(1834), Article 20200171. <https://doi.org/https://doi.org/10.1098/rstb.2020.0171>
- CHASE, A. S. Z., & CESARETTI, R. (2019). Diversity in ancient Maya water management strategies and landscapes at Caracol, Belize, and Tikal, Guatemala. *WIREs Water*, 6(2), Article e1332. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/wat2.1332>
- CLAVIJO-TAPIA, F. J., DUQUE-HURTADO, P. L., ARIAS-CERQUERA, G., & TOLOSA-CASTAÑEDA, M. A. (2021). Organizational communication: a bibliometric analysis from 2005 to 2020. *Clío América*, 15(29). <https://doi.org/10.21676/23897848.4311>
- CORREA ESPINAL, A. A., COGOLLO FLÓREZ, J. M., & SALAZAR LÓPEZ, J. C. (2011). Aplicación de la teoría de grafos en la solución de problemas con impacto ambiental. *Producción + Limpia*, 6(1), 9-20. [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1909-04552011000100002&lng=en&nrm=iso&tIng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1909-04552011000100002&lng=en&nrm=iso&tIng=es)
- CORTES, A. (2018). Estado actual del recurso suelo. In *Centro Universitario Internacional de Barcelona*. <https://www.unibarcelona.com/int/>

- actualidad/noticias/estado-actual-del-recurso-suelo
- CUN, C., ZHANG, W., CHE, W., & SUN, H. (2019). Review of urban drainage and stormwater management in ancient China. *Landscape and Urban Planning*, 190. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2019.103600>
- DECONINCK, K., GINER, C., JACKSON, L. A., & TOYAMA, L. (2021). Overcoming evidence gaps on food systems. *OECD Food, Agriculture and Fisheries Papers*, 163. <https://doi.org/https://doi.org/10.1787/44ba7574-en>
- DEEPA, R., MUBASHIR, M., SAMRAT, A., MOORTHY, V., & VENKATARAMAN, R. (2020). Smart as well as energy harvesting systems for rural agricultural dealers and farmers using iot. *International Journal of Advanced Science and Technology*, 29(8 Special Issue), 765-775. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85083853506&partnerID=40&md5=f5a07b12bc7929086436b02c4c418c03>
- DI VAIO, A., PALLADINO, R., PEZZI, A., & KALISZ, D. E. (2021). The role of digital innovation in knowledge management systems: A systematic literature review. *Journal of Business Research*, 123, 220-231. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2020.09.042>
- DUNNING, N. P., ANAYA HERNÁNDEZ, A., BEACH, T., CARR, C., GRIFFIN, R., JONES, J. G., LENTZ, D. L., LUZZADDER-BEACH, S., REESE-TAYLOR, K., & ŠPRAJC, I. (2019). Margin for error: Anthropogenic geomorphology of Bajo edges in the Maya Lowlands. *Geomorphology*, 331, 127-145. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2018.09.002>
- DUQUE, P., & CERVANTES-CERVANTES, L.-S. (2019). Responsabilidad Social Universitaria: una revisión sistemática y análisis bibliométrico. *Estudios Gerenciales*, 35(153), 451-464. <https://doi.org/10.18046/j.estger.2019.153.3389>
- DUQUE, P., MEZA, O. E., GIRALDO, D., & BARRETO, K. (2021). Economía Social y Economía Solidaria: un análisis bibliométrico y revisión de literatura. *REVESCO. Revista de Estudios Cooperativos*, 138, e75566-e75566. <https://doi.org/10.5209/reve.75566>
- DUQUE, P., MEZA, O., ZAPATA, G., & GIRALDO, J. (2021). Internacionalización de empresas latinas: evolución y tendencias. *Económicas CUC*, 42(1). <https://doi.org/10.17981/econcuc.42.1.2021.Org.1>
- DUQUE, P., SAMBONI, V., CASTRO, M., MONTOYA, L. A., & MONTOYA, I. A. (2020). Neuromarketing: Its current status and research perspectives. *Estudios Gerenciales*, 36(157). <https://doi.org/10.18046/j.estger.2020.157.3890>
- DUQUE, P., TORO, A., RAMÍREZ, D., & CARVAJAL, M. E. (2020). Marketing viral: Aplicación y tendencias. *Clío América*, 14(27), 454-468. <https://doi.org/10.21676/23897848.3759>
- DUQUE, P., TREJOS, D., HOYOS, O., & CHICA, J. C. (2021). Finanzas corporativas y sostenibilidad: un análisis bibliométrico e identificación de tendencias. *Semestre Económico*, 24(56), 25-51. <https://doi.org/10.22395/seec.v24n56a1>
- DUTTA, P., CHOI, T.-M., SOMANI, S., & BUTALA, R. (2020). Blockchain technology in supply chain operations: Applications, challenges and research opportunities. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 142. <https://doi.org/10.1016/j.tre.2020.102067>
- ECHCHAKOUI, S. S. (2020). Why and how to merge Scopus and Web of Science during bibliometric analysis: The case of sales force literature from 1912 to 2019. *Journal of Marketing Analytics*, 8(3), 165-184. <https://doi.org/10.1057/s41270-020-00081-9>
- ESCUADERO, J., MUÑOZ, J. L., MORERA-HERRERAS, T., HERNANDEZ, R., MEDRANO, J., DOMINGO-ECHABURU, S., BARCELÓ, D., ORIVE, G., & LERTXUNDI, U. (2021). Antipsychotics as environmental pollutants: An underrated threat? *Science of the Total Environment*, 769. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.144634>
- ESMAEILI, G., HABIBI, A., & ESMAEILI, H. R. (2022). Qanat system, an ancient water management system in Iran: History, architectural design and fish diversity. *International Journal of Aquatic Biology*, 10(2), 131-144. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85133570295&partnerID=40&md5=6b110ea2aa1bfda23788c9377f1d0088>
- FAO, ITPS, GSBI, SCBD, & EC. (2020). *State of knowledge of soil biodiversity – Status, challenges and potentialities, report 2020*. <https://doi.org/https://doi.org/10.4060/cb1928en>
- FERNANDES, D. A., GOBBO, S. D. A., SUHET, M. I., & AMARAL, A. A. DO. (2014). Uso da água e sustentabilidade da agricultura. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento*

- Sustentável*, 8(5), 101-107. <https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/view/1987>
- FREEMAN, L. C. (1977). A set of measures of centrality based on betweenness. *Sociometry*, 40(1), 35. <https://doi.org/10.2307/3033543>
- FRENCH, K. D., & DUFFY, C. J. (2014). Understanding ancient Maya water resources and the implications for a more sustainable future. *WIREs Water*, 1(3), 305-313. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/wat2.1024>
- GATES-FOSTER, J., GONCALVES, I., REDON, B., CUVIGNY, H., HEPA, M., & FAUCHER, T. (2021). The early imperial fortress of Berkou, Eastern Desert, Egypt. *Journal of Roman Archaeology*, 34(1), 30-74. <https://doi.org/10.1017/S1047759421000337>
- GIMÉNEZ CACHO, M., GIRALDO, O. F., ALDASORO, M., MORALES, H., FERGUSON, B., ROSSET, P., KHADSE, A., & CAMPOS, C. (2018). Bringing agroecology to scale: Key drivers and emblematic cases. *Agroecology and Sustainable Food Systems*, 42(6), 637-665. <https://doi.org/10.1080/21683565.2018.1443313>
- GIRALDO-DÍAZ, R. (2020). *Construcción de una propuesta de ciudadanía ambiental basada en prácticas agroecológicas de la Zona de Reserva Campesina en San Isidro, Pradera, Valle del Cauca, Colombia* [Universidad Nacional de Colombia]. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/77684>
- GIRALDO-DÍAZ, R., CABRERA-OTÁLORA, M. I., & NIETO-GÓMEZ, L. E. (2022). *Soberanía Alimentaria en América Latina y tenencia de la tierra en Colombia*. Grupo Eumed.net, Universidad de Murcia. <https://doi.org/10.5281/ZENODO.6702212>
- GIRALDO, O. F., & ROSSET, P. M. (2021). Principios sociales de las agroecologías emancipadoras. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, 58(0), 708-732. <https://doi.org/10.5380/dma.v58i0.77785>
- GRAUER, K. C. (2020). Active environments: Relational ontologies of landscape at the ancient Maya city of Aventura, Belize. *Journal of Social Archaeology*, 20(1), 74-94. <https://doi.org/10.1177/1469605319871362>
- GURZKI, H., & WOISETSCHLÄGER, D. M. (2017). Mapping the luxury research landscape: A bibliometric citation analysis. *Journal of Business Research*, 77, 147-166. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2016.11.009>
- HAUG, B. (2021). Civilizing the past: Egyptian irrigation in the colonial imagination. *Journal of Egyptian History*, 14(1), 59-102. <https://doi.org/10.1163/18741665-12340071>
- HOROWITZ, R. A., CLARKE, M. E., & SELIGSON, K. E. (2021). Querying quarries: Stone extraction practices and socioeconomic organization in three sub-regions of the Maya Lowlands. *Journal of Field Archaeology*, 46(8), 551-570. <https://doi.org/10.1080/00934690.2021.1947562>
- HUNTER, M. (2021). Water infrastructural heritage: Management and governance. *Infrastructure Asset Management*. <https://doi.org/10.1680/jinam.20.00031>
- ISENDAHL, C. (2011). The weight of water: A new look at pre-hispanic Puuc Maya water reservoirs. *Ancient Mesoamerica*, 22(1), 185-197. <https://doi.org/10.1017/S0956536111000149>
- KAPTIJN, E. (2018). Learning from ancient water management: Archeology's role in modern-day climate change adaptations. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Water*, 5(1). <https://doi.org/10.1002/WAT2.1256>
- KHAN, S., YILMAZ, N., VALIPOUR, M., & ANGELAKIS, A. N. (2021). Hydro-technologies of mehrgarh, baluchistan and indus valley civilizations, punjab, pakistan (Ca. 7000-1500 bc). *Water (Switzerland)*, 13(20). <https://doi.org/10.3390/w13202813>
- KOUTSOYIANNIS, D., ZARKADOUAS, N., ANGELAKIS, A. N., & TCHOBANOGLIOUS, G. (2008). Urban water management in ancient Greece: Legacies and lessons. *Journal of Water Resources Planning and Management*, 134(1), 45-54. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9496\(2008\)134:1\(45\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9496(2008)134:1(45))
- KRAUSE, S., BEACH, T., LUZZADDER-BEACH, S., GU-DERJAN, T. H., VALDEZ, F., ESHLEMAN, S., DOYLE, C., & BOZARTH, S. R. (2019). Ancient Maya wetland management in two watersheds in Belize: Soils, water, and paleoenvironmental change. *Quaternary International*, 502, 280-295. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.quaint.2018.10.029>
- KUMAR, D., & SHARMA, P. K. (2020). A review on opuntia species and its chemistry, pharmacognosy, pharmacology and bioapplications. *Current Nutrition and Food Science*, 16(8), 1227-1244. <https://doi.org/10.2174/1573401316666200220092414>

- LANDINEZ, D. A., ROBLEDO GIRALDO, S., & MONTOYA LONDOÑO, D. M. (2019). Executive Function performance in patients with obesity: A systematic review. *Psychol.*, 13(2), 121-134. <https://doi.org/10.21500/19002386.4230>
- LEONEL, L. P., & TONETTI, A. L. (2021). Wastewater reuse for crop irrigation: Crop yield, soil and human health implications based on giardiasis epidemiology. *Science of the Total Environment*, 775. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.145833>
- LONDRA, P. A., KOTSATOS, I.-E., THEOTOKATOS, N., THEOCHARIS, A. T., & DERCAS, N. (2021). Reliability analysis of rainwater harvesting tanks for irrigation use in greenhouse agriculture. *Hydrology*, 8(3). <https://doi.org/10.3390/HYDROLOGY8030132>
- LU, H., ZHANG, G., HE, S., ZHAO, R., & ZHU, D. (2021). Purple non-sulfur bacteria technology: A promising and potential approach for wastewater treatment and bioresources recovery. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 37(9). <https://doi.org/10.1007/s11274-021-03133-z>
- LUCERO, L. J. (2006). *Water and ritual*. University of Texas Press. <http://www.jstor.org/stable/10.7560/709997>
- LUCERO, L. J., FLETCHER, R., & CONINGHAM, R. (2015). From 'collapse' to urban diaspora: The transformation of low-density, dispersed agrarian urbanism. *Antiquity*, 89(347), 1139-1154. <https://doi.org/DOI: 10.15184/aqy.2015.51>
- LUCERO, L. J., GUNN, J. D., & SCARBOROUGH, V. L. (2011). Climate change and classic maya water management. *Water*, 3(2), 479-494. <https://doi.org/10.3390/w3020479>
- MAYS, L. W., KOUTSOYIANNIS, D., & ANGELAKIS, A. N. (2007). A brief history of urban water supply in antiquity. *Water Supply*, 7(1), 1-12. <https://doi.org/10.2166/ws.2007.001>
- MOONEY, P., & ETC, G. (2019). La insostenible Agricultura 4.0. *Digitalización y poder corporativo en la cadena alimentaria*. [https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwiAopC50ZfyAhUURTABHd1fDPcQFnoECAcQAw&url=https%3A%2F%2Fwww.etcgroup.org%2Fsites%2Fwww.etcgroup.org%2Ffiles%2Ffiles%2Fla\\_insostenible\\_agricultura\\_4.0\\_web26oct.pdf&usq=](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwiAopC50ZfyAhUURTABHd1fDPcQFnoECAcQAw&url=https%3A%2F%2Fwww.etcgroup.org%2Fsites%2Fwww.etcgroup.org%2Ffiles%2Ffiles%2Fla_insostenible_agricultura_4.0_web26oct.pdf&usq=)
- MOREIRA-SEGURA, C., ARAYA-RODRÍGUEZ, F., & CHARPENTIER-ESQUIVEL, C. (2015). El agua como parte de la cultura de las comunidades rurales: un análisis para la cuenca del río San Carlos. *Revista Tecnología En Marcha*, 28(2), 126-140. [http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0379-39822015000200126&lng=en&nr=iso&tlng=es](http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0379-39822015000200126&lng=en&nr=iso&tlng=es)
- NICHOLSON-SANZ, M. (2020). The performance of water governance as cultural heritage in Peru1. *Contemporary Theatre Review*, 30(4), 509-524. <https://doi.org/10.1080/10486801.2020.1818073>
- NIETO-GÓMEZ, L. E., VALLEJO, J. L., & GIRALDO-DÍAZ, R. (2015). Crisis Ambiental Como Crisis De Civilización. In *El Cambio de paisaje y la agroecología como alternativas a la Crisis Ambiental Contemporánea* (pp. 15-34). Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD. <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/39558>
- OCDE-FAO *Perspectivas Agrícolas 2016-2025*. (2016). OECD. [https://doi.org/10.1787/agr\\_outlook-2016-es](https://doi.org/10.1787/agr_outlook-2016-es)
- OECD/UE. (2020). *Puntos fundamentales Ciudades del mundo Una nueva perspectiva sobre la urbanización*. <https://www.oecd.org/cfe/Cities-in-the-world-Highlights-SPA.pdf>
- OECD. (2012a). *Gobernabilidad del Agua en América Latina y el Caribe*. <https://doi.org/https://doi.org/https://doi.org/10.1787/9789264079779-es>
- OECD. (2012b). *OECD Environmental outlook to 2050*. OECD Publishing. <https://doi.org/https://doi.org/https://doi.org/10.1787/9789264122246-en>
- OECD. (2022a). *Financing a water secure future*. OECD. <https://doi.org/https://doi.org/https://doi.org/10.1787/a2ecb261-en>
- OECD. (2022b). *Managing and financing water for growth in Thailand*. OECD Publishing. <https://doi.org/https://doi.org/https://doi.org/10.1787/839a4f70-en>
- ORDONEZ C. SONG I.-Y., A.-K. G. K. I. T. A. M. (Ed.). (2019). 21st International conference on big data analytics and knowledge discovery, DaWaK 2019. *Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 11708 LNCS. <https://www.scopus.com/inward/record>

- uri?eid=2-s2.0-85077123701&partnerID=40&md5=429d78ef86ee1587a7fa28fd25cc27bd
- ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN. (2004). *El futuro de la agricultura depende de la biodiversidad*. <http://www.fao.org/newsroom/es/focus/2004/51102/index.html>
- ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA – FAO. (2013). Tecnologías para el uso sostenible del Agua. Una contribución a la seguridad alimentaria y la adaptación al cambio climático. In *Global Water partnership*. FAO. <http://www.fao.org/3/a-i3442s.pdf>
- PENCHALAIHAH, N., NELSON EMMANUEL, J., SURAJ KAMAL, S., & RAMANA, K. (2021). IoT based automatic irrigation system using wireless sensor networks. *Lecture Notes in Electrical Engineering*, 698, 1255-1272. [https://doi.org/10.1007/978-981-15-7961-5\\_116](https://doi.org/10.1007/978-981-15-7961-5_116)
- PINEDA, P., MEDINA-CARRASCO, S., IRANZO, A., BORAU, L., & GARCÍA-JIMÉNEZ, I. (2022). Pore structure and interdisciplinary analyses in Roman mortars: Building techniques and durability factors identification. *Construction and Building Materials*, 317, Article 125821. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.125821>
- PRANCKUTÉ, R. (2021). Web of Science (WoS) and Scopus: The titans of bibliographic information in today's academic world. *Publications*, 9(1), 12. <https://doi.org/10.3390/publications9010012>
- QUEIROZ, M. M., & FOSSO WAMBA, S. (2021). A structured literature review on the interplay between emerging technologies and COVID-19 – Insights and directions to operations fields. *Annals of Operations Research*, 1-27. <https://doi.org/10.1007/s10479-021-04107-y>
- RAMOS, V., DUQUE, P., & VIEIRA, J. A. (2021). Responsabilidad Social Corporativa y Emprendimiento: evolución y tendencias de investigación. *Desarrollo gerencial*, 13(1), 1-34. <https://doi.org/10.17081/dege.13.1.4210>
- REMMINGTON, G. (2018). Transforming tradition: The aflaj and changing role of traditional knowledge systems for collective water management. *Journal of Arid Environments*, 151, 134-140. <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2017.10.003>
- ROBLEDO, S., OSORIO, G., & LOPEZ, C. (2014). Networking en pequeña empresa: una revisión bibliográfica utilizando la teoría de grafos. *Vinculos*, 11(2), 6-16. <https://doi.org/10.14483/2322939X.9664>
- ROSA, C. D., & COLLADO, S. (2020). Enhancing nature conservation and health: Changing the focus to active pro-environmental behaviours. *Psychological Studies*, 65(1), 9-15. <https://doi.org/10.1007/s12646-019-00516-z>
- RUBACETI, N. A. B., GIRALDO, S. R., & SEPULVEDA, M. Z. (2022). Una revisión bibliográfica del Fintech y sus principales subáreas de estudio. *Económicas CUC*, 43(1). <https://doi.org/10.17981/econuc.43.1.2022.Econ.4>
- SÁNCHEZ, W. (2015). Sabiduría ancestral y nuevas ruralidades. In *Ciudadanía ambiental, crisis de la agricultura convencional y desafíos para una agroecología orientada como desarrollo rural* (pp. 59-62). Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD. <https://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/book/article/view/1321>
- SAPIAINS, P., FIGUEROA, V., HAYASHIDA, F., SALAZAR, D., MENZIES, A., GONZÁLEZ, C., LOYOLA, R., MURPHY, B., GONZÁLEZ, J., PARCERO-OUBIÑA, C., & TRONCOSO, A. (2021). Supergene copper and the ancient mining landscapes of the atacama desert: Refining the protocol for the study of archaeological copper minerals through the case study of Pukara de Turi. *Minerals*, 11(12). <https://doi.org/10.3390/min11121402>
- SAQIB, N. U., SHAH, I., & ADNAN, R. (2022). An emerging photocatalyst for wastewater remediation: A mini-review on CaCu<sub>3</sub>Ti<sub>4</sub>O<sub>12</sub> photocatalysis. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(27), 40403-40414. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-19703-z>
- SCARBOROUGH, V. L. (1996). Reservoirs and watersheds in the central Maya lowlands. In *The managed mosaic: Ancient Maya agriculture and resource use* (pp. 304-314). University of Utah Press.
- SCARBOROUGH, V. L. (1998). Ecology and ritual: Water management and the Maya. *Latin American Antiquity*, 9(2), 135-159. <https://doi.org/10.2307/971991>
- SCARBOROUGH, V. L., DUNNING, N. P., TANKERSLEY, K. B., CARR, C., WEAVER, E., GRAZIOSO, L., LANE, B., JONES, J. G., BUTTLES, P., VALDEZ, F., & LENTZ, D. L. (2012). Water and sustainable land use at the ancient tropical city of

- Tikal, Guatemala. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 109(31), 12408-12413. <https://doi.org/10.1073/pnas.1202881109>
- SCARBOROUGH, V. L., & LUCERO, L. J. (2010). The non-hierarchical development of complexity in the semitropics: Water and cooperation. *Water History*, 2(2), 185-205. <https://doi.org/10.1007/s12685-010-0026-z>
- SCARBOROUGH, V. L., VALDEZ, F., DUNNING, N. P., & OTHERS. (2003). *Heterarchy, political economy, and the ancient Maya: The three rivers region of the east-central Yucatán Peninsula*. University of Arizona Press.
- SCHRODER, W., MURTHA, T., GOLDEN, C., ANAYA HERNÁNDEZ, A., SCHERER, A., MORELL-HART, S., ALMEYDA ZAMBRANO, A., BROADBENT, E., & BROWN, M. (2020). The lowland Maya settlement landscape: Environmental LiDAR and ecology. *Journal of Archaeological Science: Reports*, 33, Article 102543. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jas-rep.2020.102543>
- SECINARO, S., FRANCESCA, D. M., BRESCIA, V., & CALANDRA, D. (2021). Blockchain in the accounting, auditing and accountability fields: A bibliometric and coding analysis. *Accounting, Auditing & Accountability Journal (ahead-of-print)*. <https://doi.org/10.1108/AAAJ-10-2020-4987>
- SELVARAJ, T., DEVADAS, P., PERUMAL, J. L., ZABANIOTOU, A., & GANESAPILLAI, M. (2022). A comprehensive review of the potential of stepwells as sustainable water management structures. *Water (Switzerland)*, 14(17). <https://doi.org/10.3390/w14172665>
- SELVARAJ, T., YADAV, A., BAHUGUNA, H., DREW-NOWSKI, J., & GANESAPILLAI, M. (2021). Ancient settlements-atavistic solutions for present water supply and drainage problems engendered by urbanism. *Environment, Development and Sustainability*, 23(5), 8076-8088. <https://doi.org/10.1007/s10668-020-00954-0>
- SEVILLA, E. (2018). *Comunicación oral. Conferencia inaugural. VII Congreso Internacional de Agroecología: repolitizando los sistemas agroalimentarios*.
- SOMRAK, M., DŽEROSKI, S., & KOKALJ, Ž. (2020). Learning to classify structures in ALS-derived visualizations of ancient maya settlements with CNN. *Remote Sensing*, 12(14). <https://doi.org/10.3390/rs12142215>
- SPANOUDI, S., GOLFINOPOULOS, A., & KALAVROUZIO-TIS, I. (2021). Water management in ancient Alexandria, Egypt. Comparison with constantinople hydraulic system. *Water Supply*, 21(7), 3427-3436. <https://doi.org/10.2166/ws.2021.128>
- ŠPRAJČ, I., DUNNING, N. P., ŠTAJDOHAR, J., HERNÁNDEZ GÓMEZ, Q., LÓPEZ, I. C., MARSETIČ, A., BALL, J. W., DZUL GÓNGORA, S., ESPARZA OLGUÍN, O. Q., FLORES ESQUIVEL, A., & KOKALJ. (2021). Ancient Maya water management, agriculture, and society in the area of Chactún, Campeche, Mexico. *Journal of Anthropological Archaeology*, 61. <https://doi.org/10.1016/j.jaa.2020.101261>
- ŠPRAJČ, I., MARSETIČ, A., ŠTAJDOHAR, J., GÓNGORA, S. D., BALL, J. W., OLGUÍN, O. E., & KOKALJ, Ž. (2022). Archaeological landscape, settlement dynamics, and sociopolitical organization in the Chactún area of the central Maya Lowlands. *PLoS ONE*, 17(1 January). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0262921>
- ŠULYOVÁ, D., VODÁK, J., & KUBINA, M. (2021). Effective management of scarce water resources: From antiquity to today and into the future. *Water (Switzerland)*, 13(19). <https://doi.org/10.3390/w13192734>
- TANI, M., PAPALUCA, O., & SASSO, P. (2018). The system thinking perspective in the open-innovation research: A systematic review. *JOItmC*, 4(3), 38. <https://doi.org/10.3390/joitmc4030038>
- TOLEDO, V. M., & BARRERA-BASSOLS, N. (2008). *La memoria biocultural. La importancia ecológica de las sabidurías tradicionales*. Icaria. <http://www.ceapedi.com.ar/imagenes/biblioteca/libreria/364.pdf>
- TORRES, G., ROBLEDO, S., & BERRÍO, S. R. (2021). Orientación al mercado: importancia, evolución y enfoques emergentes usando análisis cuantitativo. *Criteriolibre*, 19(35), 326-340. <https://doi.org/10.18041/1900-0642/criteriolibre.2021v19n35.8371>
- TREJOS-SALAZAR, D. F., DUQUE, P. L., MONTOYA, L. A., & MONTOYA, I. A. (2021). Neuroeconomía: una revisión basada en técnicas de mapeo científico. *Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación*, 11(2), 243-260. <https://doi.org/10.19053/20278306.v11.n2.2021.12754>
- TRENDOV, N., VARAS, S., & ZENG, M. (2019). *Tecnologías digitales en la agricultura y las zonas*

- rurales. *Documento de orientación*. <http://www.fao.org/publications/card/es/c/CA4887ES/>
- VALENCIA, H. D. S., ROBLEDO, S., PINILLA, R., DUQUE, M. N. D., & GERARD TOST, O. (2020). SAP algorithm for citation analysis: An improvement to tree of science. *Ing. Inv.*, 40(1), 45-49. <https://doi.org/10.15446/ing.investig.v40n1.77718>
- VALIPOUR, M., AHMED, A. T., ANTONIOU, G. P., SALA, R., PARISE, M., SALGOT, M., BENSI, N. S., & ANGELAKIS, A. N. (2020). Sustainability of underground hydro-technologies: From ancient to modern times and toward the future. *Sustainability (Switzerland)*, 12(21), 1-31. <https://doi.org/10.3390/su12218983>
- VALLEJO-CABRERA, F. A., SALAZAR-VILLARREAL, M. DEL C., GIRALDO-DÍAZ, R., NIETO-GÓMEZ, L. E., & VICTORINO-RAMÍREZ, L. (2021). Cuidado del agua en Zona de Reserva Campesina-ZRC del corregimiento San Isidro, Pradera, Valle del Cauca, Colombia. *Idesia (Arica)*, 39(1), 37-44. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292021000100037>
- VERA, B. M. A., THELWALL, M., & Kousha, K. (2019). Web of Science and Scopus language coverage. *Scientometrics*, 121(3), 1803-1813. <https://doi.org/10.1007/s11192-019-03264-z>
- WALLIS, W. D. (2007). *A beginner's guide to graph theory*. Birkhäuser Boston. <https://doi.org/10.1007/978-0-8176-4580-9>
- WITTFOGEL, K. A. (1957). *Oriental despotism: A comparative study of total power*. Yale University Press. <https://hdl.handle.net/2027/heb03224.0001.001>
- Wyatt, A. R. (2014). The scale and organization of ancient Maya water management. *WIREs Water*, 1(5), 449-467. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/wat2.1042>
- XI, B., CLOTHIER, B., COLEMAN, M., DUAN, J., HU, W., LI, D., DI, N., LIU, Y., FU, J., LI, J., JIA, L., & FERNÁNDEZ, J.-E. (2021). Irrigation management in poplar (*Populus* spp.) plantations: A review. *Forest Ecology and Management*, 494. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2021.119330>
- YANG, S., KELLER, F. B., & ZHENG, L. (2016). *Social network analysis: Methods and examples*. SAGE Publications. [https://books.google.com/books/about/Social\\_Network\\_Analysis.html?hl=&id=2ZNIDQAAQBAJ\\_LB-84syV](https://books.google.com/books/about/Social_Network_Analysis.html?hl=&id=2ZNIDQAAQBAJ_LB-84syV)
- YIN, D., XU, C., JIA, H., YANG, Y., SUN, C., WANG, Q., & LIU, S. (2022). Sponge city practices in China: From pilot exploration to systemic demonstration. *Water (Switzerland)*, 14(10). <https://doi.org/10.3390/w14101531>
- ZHANG, J., & LUO, Y. (2017). Degree centrality, betweenness centrality, and closeness centrality in social network. In A. Press (Ed.), *Proceedings of the 2017 2nd international conference on modelling, simulation and applied mathematics (MSAM2017)* (pp. 300-303). <https://doi.org/10.2991/msam-17.2017.68>
- ZHU, J., & LIU, W. (2020). A tale of two databases: The use of Web of Science and Scopus in academic papers. *Scientometrics*, 123(1), 321-335. <https://doi.org/10.1007/s11192-020-03387-8>
- ZUPIC, I., ČATER, T., & CATER, T. (2015). Bibliometric methods in management and organization. *Organizational Research Methods*, 18(3), 429-472. <https://doi.org/10.1177/1094428114562629>
- ZUSCHKE, N. (2020). An analysis of process-tracing research on consumer decision-making. *Journal of Business Research*, 111, 305-320. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.01.028>

