

Tendencias y dinámica global de la productividad del agua en la agricultura: análisis bibliométrico

Carlos Miguel Ramos-Cruz^{1,2}

Martín Alejandro Bolaños-González¹

Ángel Saúl Cruz-Ramírez³

Gerardo Colín-García⁴

Adolfo López-Pérez^{1,§}

Roberto Ascencio-Hernández¹

1 Colegio de Postgraduados-Campus Montecillo. Carretera México-Texcoco km 36.5, Montecillo, Texcoco, Estado de México.

2 Campo Experimental General Terán-INIFAP. General Terán, Nuevo León, México.

3 Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Conservación y Mejoramiento de Ecosistemas Forestales-INIFAP. Coyoacán, México. cruz.saul@inifap.gob.mx

4 Campo Experimental Centro de Chiapas-INIFAP. Ocozocoautla de Espinosa, Chiapas, México.

§Autor para correspondencia: adolfohp@colpos.mx.

Resumen

Incrementar la productividad del agua (WP) de riego es esencial para enfrentar la escasez hídrica y garantizar la sostenibilidad agroalimentaria, especialmente en regiones áridas y semiáridas. Con este propósito, se realizó un análisis bibliométrico de la literatura científica sobre WP en la agricultura. El objetivo de esta investigación fue caracterizar la producción científica mundial, las tendencias globales, los actores más influyentes y las principales líneas de investigación en este campo. Se analizaron 3 833 documentos publicados en Scopus entre 1983 y 2024 mediante indicadores bibliométricos. Los resultados evidencian un crecimiento exponencial de la producción científica a partir de 2009. China, India y Estados Unidos de América concentran el 55% de la producción mundial. La revista más influyente fue *Agricultural Water Management* con 776 publicaciones, mientras que la China Agricultural University destacó como la institución con 181 publicaciones y 7 058 citas. El mapeo temático identificó cinco clústeres principales: estrategias agronómicas, sostenibilidad y cambio climático, manejo de cultivos estratégicos, modelación agrícola y bases ecofisiológicas. En síntesis, la productividad del agua se ha consolidado como un eje estratégico de la investigación agrícola global. Este estudio ofrece una visión integral que puede guiar futuras investigaciones, impulsar la innovación agronómica y fortalecer las políticas para una gestión más eficiente del agua en la agricultura.

Palabras clave:

eficiencia agrícola, recursos hídricos, tendencias globales.



Introducción

El acelerado crecimiento de la población mundial y la presión sobre los sistemas agroalimentarios hacen necesario mejorar la productividad agrícola para garantizar la seguridad alimentaria (Tripathi *et al.*, 2024). Se estima que será necesario aumentar la producción de alimentos en al menos un 50% (Simatele *et al.*, 2023).

La agricultura utiliza más del 70% del agua dulce disponible (Ma *et al.*, 2024), por lo que resulta esencial reducir el consumo de agua de riego y al mismo tiempo, mantener o incrementar la producción con el mismo volumen de agua (Kang *et al.*, 2017).

Una de las métricas más empleadas para evaluar la eficiencia en el uso del agua en sistemas agrícolas es la productividad del agua (WP) (Ma *et al.*, 2024). Molden *et al.* (2010) definen la WP como la relación entre los beneficios netos de los sistemas agrícolas de cultivos, silvicultura, pesca y ganadería y la cantidad de agua utilizada para producir esos beneficios.

De acuerdo con Heydari (2014), este término fue introducido por Molden en 1997 para analizar el uso del agua en distintos niveles de agregación, enfatizando el valor del agua utilizada en la agricultura y distinguiéndola de conceptos como la eficiencia de riego y la eficiencia en el uso del agua.

Diversos estudios han tratado de identificar soluciones eficaces para incrementar la WP en la agricultura. Por ejemplo, Abera *et al.* (2025) desarrollaron una metodología para modelar la producción de maíz y la WP bajo condiciones de riego deficitario (DI) y acolchado.

Autores como Fernández *et al.* (2020) demostraron que el uso combinado de indicadores de eficiencia hídrica y análisis económicos favorece la toma de decisiones informadas para optimizar la WP en distintos sistemas de cultivo. Patanè *et al.* (2011) comprobaron que el DI puede reducir el consumo de agua y al mismo tiempo, mantener o aumentar el rendimiento en ambientes semiáridos.

Por su parte, Li *et al.* (2024) propusieron una estrategia de riego climáticamente inteligente orientada a fortalecer la seguridad alimentaria y la sostenibilidad hídrica ante escenarios de cambio climático (CC).

Mejorar la WP mediante estrategias de gestión y tecnologías de riego es fundamental para garantizar la seguridad alimentaria e hídrica, especialmente ante los escenarios del CC (Abera *et al.*, 2025). En las regiones con escasez de agua, donde el riego es esencial para el sustento y la generación de ingresos, resulta indispensable desarrollar enfoques socioeconómicos que permitan reducir el consumo hídrico sin comprometer la producción agrícola (Molden *et al.*, 2010).

No obstante, a pesar del avance de las investigaciones experimentales y aplicadas, aún no se dispone de un análisis sistemático que evalúe la evolución y las dinámicas de la investigación sobre la WP en la agricultura. Esta insuficiencia limita la comprensión del desarrollo científico del campo y dificulta la formulación de políticas y estrategias de gestión hídrica efectivas.

Desde esta perspectiva, el objetivo del presente estudio fue caracterizar la producción científica global sobre la WP en la agricultura mediante técnicas bibliométricas, con el propósito de identificar los principales impulsores del conocimiento, los países e instituciones más influyentes, así como mapear las tendencias que configuran la agenda científica global en torno al uso eficiente del agua en la agricultura.



Materiales y métodos

El análisis bibliométrico se realizó al utilizar la base de datos Scopus por su amplia cobertura temática y por el número de revistas indexadas en comparación con Web of Science (WoS) (Martín *et al.*, 2021). La búsqueda se efectuó en septiembre de 2025; se consideraron documentos publicados entre los años 1983 y 2024, con el criterio: 'water productivity' and 'crop'.

La ecuación aplicada fue: title-abs-key 'water productivity' and 'crop' and pubyear >1983 and pubyear <2025 and limit-to doctype, 'ar' or limit-to doctype, 'ch' or limit-to doctype, 'bk' and exclude subjarea, 'psyc'. Se obtuvieron 3 833 documentos, de los cuales el 95.6% fueron artículos científicos, el 3.9% capítulos de libros y el 0.5% libros. Los documentos se exportaron a un archivo con formato de texto delimitados por tabuladores (TXT) para Windows.

Se identificaron las siguientes variables: productividad científica total, número total de publicaciones, número de citas, promedio de citas por año, índice H y el factor de impacto de las revistas Scimago Journal Rank (SJR). El índice H es una métrica para evaluar el impacto de las publicaciones científicas, al equilibrar el número de publicaciones con el de citas recibidas (Ortega *et al.*, 2021). El SJR mide el prestigio e impacto científico de las revistas académicas, basado en las citas recibidas y en la relevancia de las fuentes que las citan (Ochoa *et al.*, 2020).

El archivo de texto descargado de Scopus se importó al software VOSviewer (versión 1.6.20, Leiden University, Leiden, Países Bajos) (Narong y Hallinger, 2023), con la métrica 'organizaciones' se identificaron las instituciones involucradas en las publicaciones. Los países se verificaron a través del análisis con VOSviewer mediante la coautoría de los documentos restringidos a los países. Finalmente, se generaron mapas bibliométricos con las principales coautorías institucionales y coocurrencia entre palabras clave.

Se aplicó un umbral mínimo de 40 ocurrencias sobre un total de 12 210 palabras clave, unificando sinónimos, excluyendo nombres de países y utilizando el método de normalización de asociación y el algoritmo de agrupamiento propuesto por van Eck y Waltman (2010).

Resultados y discusión

Análisis de desempeño

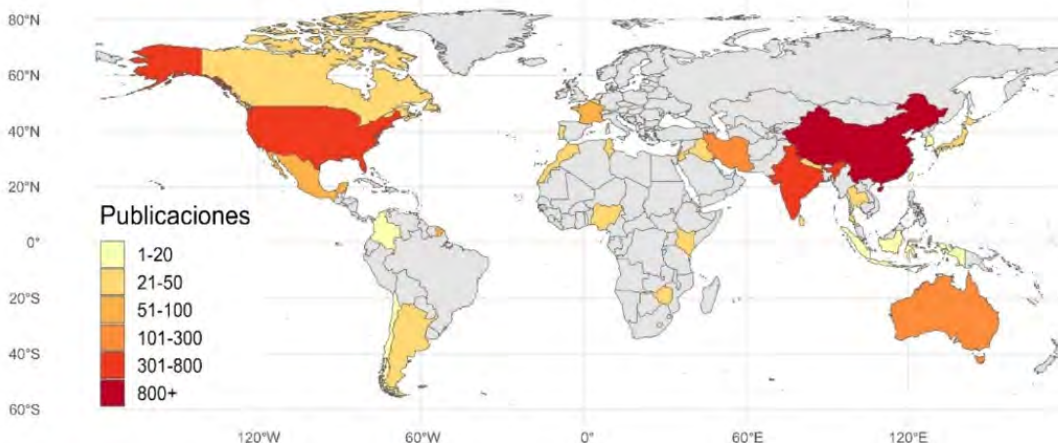
La evolución de la producción científica sobre WP entre 1983 y 2024 muestra un crecimiento sostenido y acelerado, a partir de 2009, cuando se observa un punto de inflexión en el interés por el tema. Desde entonces, el número de publicaciones ha aumentado de manera exponencial hasta alcanzar 432 documentos en 2024, lo que refleja la creciente atención a la escasez de agua, la demanda alimentaria mundial y la necesidad de una gestión eficiente de los recursos hídricos (Tolimir *et al.*, 2024).

La primera publicación formal sobre el concepto de WP fue de Droogers y Cometa (1999), titulada 'water productivity from integrated basin modeling'. Este estudio pionero desarrolló un modelo de simulación del balance hídrico en Turquía para evaluar la eficiencia en el uso del agua en distintos niveles de gestión agrícola, al sentar las bases metodológicas para estudios posteriores.

Países con mayor producción

El análisis de la productividad científica en WP muestra una alta concentración geográfica del conocimiento, con predominio de Asia (Figura 1). Los tres países líderes (China, India y Estados Unidos de América) reúnen más de 2 100 publicaciones (55% del total mundial).

Figura 1. Distribución geográfica de la producción científica sobre la productividad del agua (1983-2024).



China encabeza el ranking con 839 publicaciones, al superar a Estados Unidos de América en 18.3%. No obstante, gran parte de sus publicaciones recientes cuenta con menos de 50 citas, lo que refleja su rápida expansión y consolidación científica. De acuerdo con Hu *et al.* (2025), el crecimiento científico de China responde a una estrategia nacional de largo plazo, basada en una inversión masiva en investigación, políticas de innovación y apertura internacional.

La investigación de Kalashnikova *et al.* (2024) señala que este avance también se ha visto favorecido por el apoyo gubernamental y las continuas inversiones en investigación y desarrollo (I+D), que superan las de Estados Unidos de América y de la Unión Europea. En conjunto, estas acciones han consolidado una ventaja comparativa de China en la generación de conocimiento científico a nivel global (Xie y Freeman, 2019).

México ocupa el vigésimo lugar con 56 publicaciones (98.2% artículos y 1.8% capítulos de libros), 1 131 citas y un índice H de 16. Esta producción limitada refleja una escasez de datos integrales y un enfoque de investigación restringido, lo que dificulta realizar análisis exhaustivos y desarrollar estrategias efectivas para la gestión hídrica (Velázquez y Valdez, 2022). Además, el bajo financiamiento nacional en I+D (inferior al 0.5% del PIB, por debajo del promedio de los países de la OCDE) constituye un factor estructural que frena el avance de la investigación científica (Estévez *et al.*, 2021).

Revistas más relevantes

La producción científica sobre WP se concentra en un número limitado de revistas especializadas de alto impacto, principalmente en cinco países (Cuadro 1). Agricultural water management encabeza el listado, con el mayor número de publicaciones, un índice H de 90 y un SJR de 1.757, se consolida como la principal plataforma de difusión del conocimiento en el tema. Le sigue Field Crops Research, orientada a la fisiología, la ecología y el manejo de cultivos.

Cuadro 1. Características de las revistas más activas en investigación sobre la productividad del agua.

Revista	P	SJR	Índice H	País	TCP	APP
Agricultural Water Management	776	1.757 (Q1)	90	Países Bajos	35 419	1998
Field Crops Research	124	1.666 (Q1)	54	Países Bajos	7 481	2003
Irrigation and Drainage	121	0.4 (Q2)	22	Reino Unido	1 584	2001

Revista	P	SJR	Índice H	País	TCP	APP
Agronomy Switzerland	101	0.774 (Q1)	23	Suiza	1 459	2017
Water Switzerland	95	0.752 (Q1)	24	Suiza	1 844	2010
Irrigation Science	63	0.823 (Q1)	29	Alemania	2 526	2000
Sustainability Switzerland	56	0.688 (Q2)	15	Suiza	904	2017
Indian Journal of Agricultural Sciences	51	0.295 (Q3)	9	India	228	2006
Paddy and Water Environment	44	0.588 (Q2)	19	Alemania	1 179	2007
Science of the Total Environment	43	2.137 (Q1)	31	Países Bajos	2 531	2013

P= número total de publicaciones; SJR= clasificación de revistas Scimago; TCP= número de citas de las publicaciones; APP= año de la primera publicación.

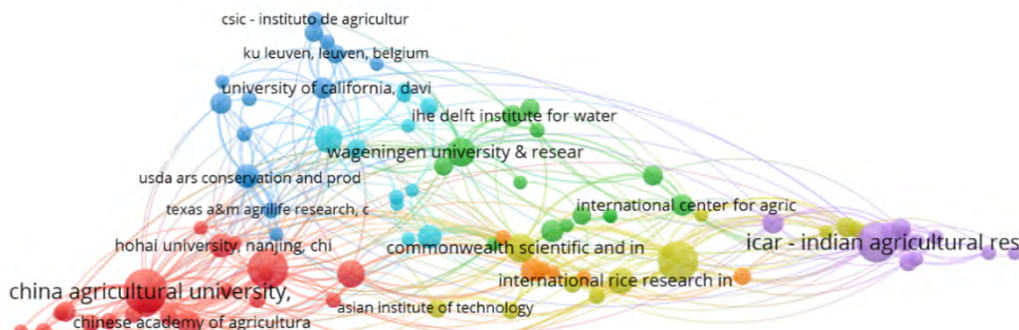
Otras revistas destacadas son Irrigation and Drainage, Irrigation Science y las publicaciones suizas Agronomy, Water y Sustainability, que han cobrado relevancia al integrar enfoques sobre eficiencia hídrica, cambio climático y sostenibilidad agroambiental. En conjunto, la mayoría se ubica en los cuartiles Q1 y Q2, lo que refleja la madurez y la visibilidad internacional de la investigación sobre WP.

En síntesis, la investigación sobre WP se difunde principalmente en revistas de excelencia académica y alto factor de impacto, lo que confirma su consolidación como área científica madura y estratégicamente relevante.

Instituciones más productivas e influyentes

En la Figura 2 se muestran las instituciones más prolíficas en investigación sobre WP durante el periodo 1983-2024. La China Agricultural University lidera el ranking con 181 publicaciones, 7 058 citas y un índice H de 68, consolidándose como el principal centro mundial en esta línea de investigación. La red registra las relaciones entre instituciones y el tamaño de los nodos refleja el número de publicaciones.

Figura 2. Instituciones con mayor investigación sobre la productividad del agua.



Le siguen la Northwest A & F University con 163 artículos, 5 409 citas y un índice H de 39. En tercer lugar, se encuentran Punjab Agricultural University y el ICAR-Indian Agricultural Research Institute, con 146 publicaciones, un promedio de 26.8 y 22.9 citas por artículo e índices H de 10 y 16, respectivamente.

El mapa de coautoría institucional muestra una estructura de colaboración internacional conformada por cinco clústeres principales. El clúster rojo, encabezado por la China Agricultural University, integra universidades chinas con vínculos sólidos con el Asian Institute of Technology y el CSIRO, conformando la red asiática dominante. El clúster verde intenso, liderado por Wageningen University & Research y el IHE Delft Institute for Water Education, constituye el núcleo europeo centrado en la gestión sostenible del agua y la gobernanza hídrica.

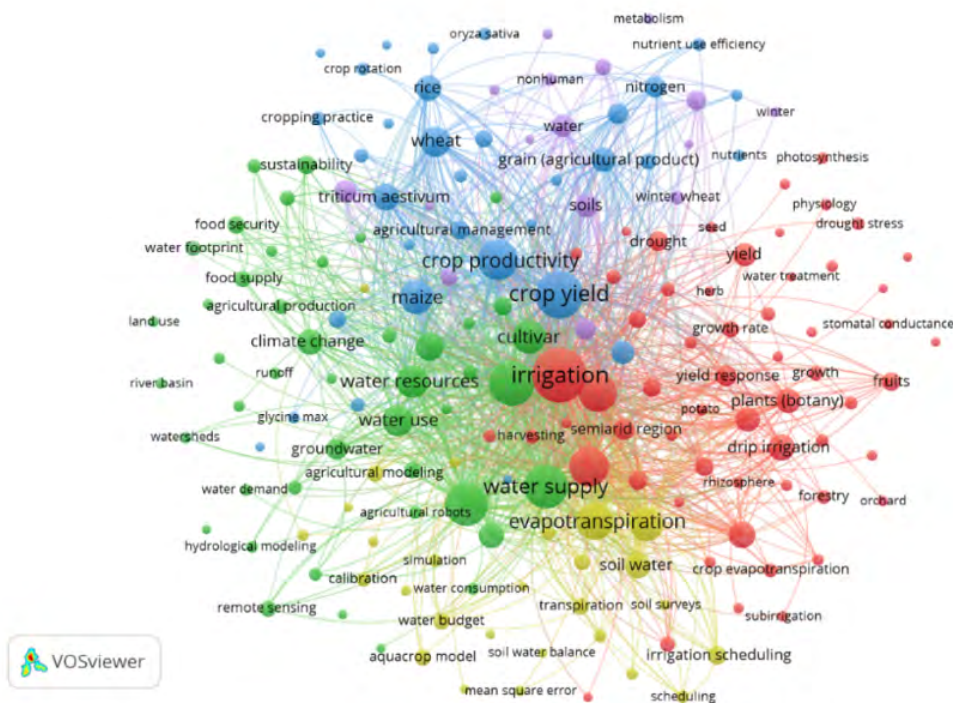
El clúster azul agrupa a instituciones norteamericanas como la University of California-Davis, el USDA y Texas A&M University, que mantienen una cooperación activa con Europa. El clúster verde-amarillo vincula al International Rice Research Institute (IRRI) con el CSIRO, articulando una red de investigación aplicada a cultivos estratégicos y a la sostenibilidad agrícola. Finalmente, el clúster morado, encabezado por el ICAR-Indian Agricultural Research Institute, representa la red india, con vínculos crecientes hacia Asia y Europa.

En conjunto, este análisis muestra que la colaboración internacional en torno a la WP se concentra en instituciones de alto rendimiento científico ubicadas principalmente en Asia, Europa y América del Norte, mientras que la participación de América Latina sigue siendo limitada, lo que evidencia la necesidad de fortalecer su integración en las redes globales de investigación.

Análisis de palabras clave

El análisis de coocurrencia de palabras clave permitió identificar las principales líneas temáticas y tendencias de investigación en torno a la WP, a partir de la frecuencia y la asociación de términos relevantes (Figura 3). El tamaño de los nodos refleja la frecuencia de uso de los términos, mientras que los colores distinguen cinco clústeres principales.

Figura 3. Mapa de coocurrencia de palabras clave en la investigación sobre productividad del agua (1983-2024).



El clúster rojo reúne estudios sobre estrategias agronómicas y ecofisiológicas orientadas a optimizar el uso del agua en condiciones de escasez hídrica. La eficiencia en el uso del agua depende de decisiones adecuadas sobre el sistema y la programación del riego (Fernández *et al* ., 2020), así como de la adopción de prácticas agronómicas validadas (Molden *et al* ., 2010).

Medidas como el DI, la programación del riego y la selección de cultivos han mostrado un alto potencial para incrementar los rendimientos con menor consumo de agua (Patanè *et al* ., 2011). Bajo condiciones de escasez hídrica, Tolimir *et al* . (2024) demostraron que aplicar DI al 80% de la ETc, combinado con alta densidad de siembra (75 200 plantas ha⁻¹), permite ahorrar hasta un 37% de agua, con una reducción únicamente del 10% en el rendimiento de grano de maíz.

De forma similar, Patanè *et al* . (2011) reportaron que el uso de DI en tomate redujo el consumo de agua en un 48%, mejorando al mismo tiempo la calidad del fruto. El clúster verde agrupa investigaciones orientadas a la gestión integrada del agua y a la sostenibilidad agroalimentaria en el contexto del CC. La gestión eficiente del agua se consolida como un eje estratégico para sostener la producción de alimentos ante el crecimiento poblacional y la intensificación de los fenómenos climáticos.

Como señalan Kang *et al* . (2017) , 'no existe seguridad alimentaria sin seguridad hídrica'. Li *et al* . (2024) demostraron que el riego climáticamente inteligente permite realizar aplicaciones más oportunas y precisas, lo que incrementa la resiliencia de los cultivos frente a condiciones ambientales adversas. Esta estrategia resulta fundamental para fortalecer la sostenibilidad hidroagrícola en escenarios de CC. Asimismo, Abera *et al* . (2025) documentaron que el incremento de la ETo asociado al aumento de las temperaturas provoca una reducción significativa de los rendimientos agrícolas.

El clúster azul agrupa investigaciones centradas en el manejo agronómico y la eficiencia productiva de cultivos estratégicos, con énfasis en el incremento de la WP. Wu *et al* . (2024) demostraron que el uso de acolchado plástico mejora de manera significativa la WP y el rendimiento del maíz en condiciones de secano, especialmente en el cultivar Zhengdan 958 (ZD), al registrar incrementos del 21.7% en el rendimiento y del 26.9% en la WP respecto al tratamiento sin acolchado.

Este efecto se atribuye a una mayor área foliar, un contenido superior de clorofila y una tasa fotosintética más alta, junto con una relación raíz/tallo más eficiente que favorece la acumulación de biomasa. De manera complementaria, Lepcha *et al* . (2024) evaluaron el efecto del riego por microaspersión combinado con el manejo nutricional en cardamomo, encontrando una correlación lineal positiva entre el rendimiento y el volumen de agua aplicado.

Estos resultados confirman que la integración del manejo hídrico y nutricional, junto con la selección de cultivos adaptados, puede optimizar la eficiencia en el uso del agua. El clúster amarillo agrupa investigaciones que emplean modelos de simulación agrícola como herramientas estratégicas para evaluar la eficiencia hídrica.

Estas herramientas integran información agronómica, climática y edáfica para generar escenarios productivos útiles en la toma de decisiones (Abera *et al* ., 2025). Liu *et al* . (2007) aplicaron el modelo GEPIC (EPIC + GIS) para estimar el rendimiento del trigo y la WP en África, demostrando que un suministro óptimo de agua y fertilizantes incrementa significativamente la producción agrícola.

El clúster morado aglomera investigaciones centradas en las bases ecofisiológicas y productivas de los sistemas agrícolas, que sirven de soporte experimental para los demás clústeres. Tripathi *et al* . (2024) aportan evidencia sobre las respuestas ecofisiológicas del frijol mungo (*Vigna radiata* L.) frente a distintas estrategias de manejo de residuos y esquemas de riego.

De manera complementaria, Al-Qthanin *et al* . (2024) , demostraron que el acolchado con paja de arroz combinado con ID en naranjos mejora la retención de humedad del suelo, incrementa los pigmentos fotosintéticos (clorofila y carotenoides), reduce el contenido de prolina (indicador de estrés hídrico) y favorece la retención de frutos. Estos resultados permiten establecer relaciones funcionales entre el estado hídrico del suelo, la fisiología vegetal y el rendimiento de los cultivos.

El análisis de coocurrencia de palabras clave muestra una estructura temática interconectada y jerarquizada, en la que términos como irrigation, crop yield, water resources, evapotranspiration y climate change constituyen los ejes conceptuales del campo.

La red de clústeres refleja una integración sólida entre los enfoques agronómicos, hidrológicos y ecofisiológicos, estrechamente vinculados con los temas emergentes de sostenibilidad y gestión climática. Además, la presencia de términos como remote sensing, water footprint y agricultural modeling evidencia la evolución hacia enfoques tecnológicos y multidisciplinarios en la gestión de la WP agrícola.

Conclusiones

El análisis bibliométrico sobre la productividad del agua (WP) en la agricultura muestra un crecimiento continuo y acelerado de la producción científica en las dos últimas décadas, impulsado por la creciente presión sobre los recursos hídricos y por la necesidad de garantizar la seguridad alimentaria en el contexto del cambio climático. La evolución temática refleja una diversificación del conocimiento, estructurada en cinco clústeres que abarcan desde estrategias agronómicas y ecofisiológicas hasta la modelación, la sostenibilidad y los fundamentos fisiológicos.

A nivel geográfico, China, India y Estados Unidos de América lideran la producción científica en WP, con distintos niveles de madurez e impacto. Asimismo, la revista Agricultural Water Management se consolida como el principal medio de difusión, mientras que la China Agricultural University destaca como la institución con mayor producción científica. En contraste, México presenta una participación limitada, aunque con potencial de crecimiento si se fortalecen las capacidades institucionales, las redes internacionales y una agenda de investigación orientada a la gestión eficiente del agua.

Este estudio ofrece una perspectiva integral sobre el desarrollo científico en torno a la WP, al identificar vacíos, tendencias y actores clave, y proporciona una base sólida para orientar estrategias eficientes en la gestión del agua, la innovación agronómica y la formulación de políticas públicas. En síntesis, la WP se consolida como un indicador estratégico y multidimensional, esencial para enfrentar los desafíos globales de escasez hídrica, sostenibilidad agroalimentaria y resiliencia climática.

Bibliografía

- 1 Abera, M.; Dessie, M.; Addis, H. K. and Asmamaw, D. K. 2025. Modeling maize production and water productivity under deficit irrigation and mulching as sustainable agricultural water management strategies in semiarid areas. *Sustainability*. 17(4): 2-26. <https://doi.org/10.3390/su17041347>.
- 2 Al-Qthanin, R. N.; AbdAlghafar, I. M.; Mahmoud, D. S.; Fikry, A. M.; AlEnezi, N. A.; Elesawi, I. E.; AbuQamar, S. F.; Gad, M. M. and El-Tarabily, K. A. 2024. Impact of rice straw mulching on water consumption and productivity of orange trees [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck]. *Agricultural Water Management*. 298(1):1-15. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2024.108862>.
- 3 Droogers, P. and Kite, G. 1999. Water productivity from integrated basin modeling. irrigation and drainage systems. 13(1):275-290. <https://doi.org/10.1023/A:1006345724659>.
- 4 Estévez, E. H.; Valdés, A. A.; González, E. O.; Durand, J. P.; Lloyd, M.; Martínez, J. G. and Parra, L. G. 2021. Higher education, science, technology and academics in México: at a crossroads. *Universities in the knowledge society: the nexus of national systems of innovation and higher education*. Aarveaara, T.; Finkelstein, M.; Jones, G. A. and Jung, J. 357-373 pp. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-76579-8-20>.
- 5 Fernández, J. E.; Alcon, F.; Díaz, A.; Hernandez, V. and Cuevas, M. V. 2020. Water use indicators and economic analysis for on-farm irrigation decision: a case study of a super high density olive tree orchard. *Agricultural Water Management*. 237(1):1-13. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2020.106074>.

- 6 Heydari, N. 2014. Water productivity in agriculture: challenges in concepts, terms and values. *Irrigation and Drainage*. 63(1):22-28. <https://doi.org/10.1002/ird.1816>.
- 7 Hu, A.; Zhou, S. and Xie, Y. 2025. The great leap development and Outlook of China's scientific and technological strength (2000-2035). In study on the national conditions of modernization with Chinese characteristics. Hu, A.; Zhou, S. and Xie, Y. 243-272 pp. <https://doi.org/10.1007/978-981-97-7447-0-8>.
- 8 Kalashnikova, I. V.; Pan, Y. and Huang, W. 2024. Innovative vector of economic development of China. ##### 2(73):127-136. <https://doi.org/10.38161/1996-3440-2024-2-127-136>.
- 9 Kang, S.; Hao, X.; Du, T.; Tong, L.; Su, X.; Lu, H.; Li, X.; Huo, Z.; Li, S. and Ding, R. 2017. Improving agricultural water productivity to ensure food security in China under changing environment: from research to practice. *Agricultural Water Management*. 179(1):5-17. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2016.05.007>.
- 10 Lepcha, R.; Patra, S. K.; Poddar, R.; Sarkar, A.; Ray, R.; Alharbi, S. A.; Ansari, M. J. and Hossain, A. 2024. Microsprinkler irrigation in combination with nutrient management influences crop and water productivity and water-nutrient dynamics in large cardamom-growing soils in the hilly sub-Himalayan region of India. *Journal of Water and Climate Change*. 15(7):3074-3093. <https://doi.org/10.2166/wcc.2024.683>.
- 11 Li, M.; Zhou, S.; Shen, S.; Wang, J.; Yang, Y.; Wu, Y.; Chen, F. and Lei, Y. 2024. Climate-smart irrigation strategy can mitigate agricultural water consumption while ensuring food security under a changing climate. *Agricultural Water Management*. 292(1):1-11. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2023.108663>.
- 12 Liu, J.; Williams, J. R.; Zehnder, A. J. B. and Yang, H. 2007. GEPIC-modelling wheat yield and crop water productivity with high resolution on a global scale. *Agricultural Systems*. 94(1):478-493. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2006.11.019>.
- 13 Ma, Y.; Xue, J.; Feng, X.; Zhao, J.; Tang, J.; Sun, H.; Chang, J. and Yan, L. 2024. Crop water productivity assessment and planting structure optimization in typical arid irrigation district using dynamic Bayesian network. *Scientific Reports*. 14(1):1-15. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-68523-3>.
- 14 Martín, A.; Thelwall, M.; Orduna, E. and Delgado, E. 2021. Google Scholar, Microsoft Academic, Scopus, Dimensions, Web of Science and OpenCitations' COCI: a multidisciplinary comparison of coverage via citations. *Scientometrics*. 126(1):871-906. <https://doi.org/10.1007/s11192-020-03690-4>.
- 15 Molden, D.; Oweis, T.; Steduto, P.; Bindraban, P.; Hanjra, M. A. and Kijne, J. 2010. Improving agricultural water productivity: between optimism and caution. *Agricultural Water Management*. 97(4):528-535. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2009.03.023>.
- 16 Narong, D. K. and Hallinger, P. 2023. A keyword co-occurrence analysis of research on service learning: conceptual foci and emerging research trends. *Education Sciences*. 13(4):2-24. <https://doi.org/10.3390/educsci13040339>.
- 17 Ochoa, C. A.; Aznar, J. A.; Velasco, J. F. and Álvarez, A. 2020. The use of water in agriculture in Mexico and its sustainable management: a bibliometric review. *Agronomy*. 10(12):2-20. <https://doi.org/10.3390/agronomy10121957>.
- 18 Ortega, A.; Murillo, B.; Troyo, E. y Valdez, R. D. 2021. El índice h: sobrevaloración de su uso en la estimación del impacto del quehacer científico en México. *Revista Terra Latinoamericana*. 39(1):1-8. <https://doi.org/10.28940/terra.v39i0.895>.
- 19 Patanè, C.; Tringali, S. and Sortino, O. 2011. Effects of deficit irrigation on biomass, yield, water productivity and fruit quality of processing tomato under semi-arid Mediterranean climate conditions. *Scientia Horticulturae*. 129(4):590-596. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2011.04.030>.

- 20 Simatele, M. D.; Tantoh, H. B. and Donkor, F. K. 2023. Editorial: climate change, land, energy and food security: perspectives from Sub-Saharan Africa. *Frontiers in Sustainable Food Systems*. 7(1):1-12. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2023.1164917>.
- 21 Tolimir, M.; Gajić, B.; Kresović, B.; Životić, L.; Gajić, K.; Brankov, M. and Todorovic, M. 2024. Impact of deficit irrigation and planting density on grain yield and water productivity of maize grown under temperate continental climatic conditions. *Agricultural Water Management*. 302(1):1-12. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2024.109009>.
- 22 Tripathi, S.; Kaur, A.; Brar, A. S.; Sekhon, K. S.; Singh, S.; Malik, A. and Kisi, O. 2024. Optimizing yield and water productivity in summer mung bean (*Vigna radiata* L.) through crop residue management and irrigation strategies. *BMC Plant Biology*. 24(1):2-17. <https://doi.org/10.1186/s12870-024-05640-1>.
- 23 Van Eck, N. J. and Waltman, L. 2010. Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. *Scientometrics*. 84(1):523-538. <https://doi.org/10.1007/s11192-009-0146-3>.
- 24 Velázquez, M. A. y Valdez, S. I. 2022. Consumo de agua industrial en el Bajío: un análisis por Zona Metropolitana, 2008-2013. *Relaciones Estudios de Historia y Sociedad*. 43(171):154-191. <https://doi.org/10.24901/rehs.v43i171.891>.
- 25 Wu, L.; Quan, H.; Wu, L.; Zhang, X.; Ding, D.; Feng, H.; Siddique, K. H. M.; Liu, D. L. and Wang, B. 2024. Plastic mulching enhances maize yield and water productivity by improving root characteristics, green leaf area and photosynthesis for different cultivars in dryland regions. *Agricultural Water Management*. 305(1):2-11. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2024.109105>.
- 26 Xie, Q. and Freeman, R. B. 2019. Bigger than you thought: China's contribution to scientific publications and its impact on the global economy. *China & World Economy*. 27(1):1-27. <https://doi.org/10.1111/cwe.12265>.



Tendencias y dinámica global de la productividad del agua en la agricultura: análisis bibliométrico

Journal Information
Journal ID (publisher-id): remexca
Title: Revista mexicana de ciencias agrícolas
Abbreviated Title: Rev. Mex. Cienc. Agríc
ISSN (print): 2007-0934
Publisher: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias

Article/Issue Information
Date received: 01 April 2026
Date accepted: 01 July 2026
Publication date: 01 August 2026
Volume: 17
Issue: 5
Electronic Location Identifier: e4109
DOI: 10.29312/remexca.v17i5.4109

Categories

Subject: Artículo

Palabras clave:

Palabras clave:

eficiencia agrícola
recursos hídricos
tendencias globales

Counts

Figures: 3
Tables: 1
Equations: 0
References: 26