



## Aprovechamiento de los recursos hídricos y climáticos en cuencas hidrográficas

### Use of water and climate resources in hydrographic basins

Oscar Osvaldo Monteagudo Brito<sup>1</sup>

<https://orcid.org/0009-0003-7420-7434>

Yudiana Linarez Fernández<sup>1</sup>

<https://orcid.org/0009-0001-2315-8463>

Mary Carmen La Nuez Cortes<sup>2</sup>

<https://orcid.org/0009-0003-8630-2236>

Orisbel Ruiz Malbaez<sup>2</sup>

<https://orcid.org/0009-0007-7449-2668>

Dayma Carmenates Hernández<sup>3</sup>

<https://orcid.org/0000-0001-5482-7562>

<sup>1</sup>Empresa de Aprovechamiento Hidráulico, Ciego de Ávila, Cuba

<sup>2</sup>Delegación Provincial de Recursos Hidráulico, Ciego de Ávila, Cuba

<sup>3</sup>Universidad Católica Sedes Sapientiae, Lima, Perú

[omonteagudobrito@gmail.com](mailto:omonteagudobrito@gmail.com) [yudiana1355@gmail.com](mailto:yudiana1355@gmail.com)

[marycarmenlanuezcortes@gmail.com](mailto:marycarmenlanuezcortes@gmail.com) [malbaez1983@gmail.com](mailto:malbaez1983@gmail.com)

[dcarmenates@ucss.edu.pe](mailto:dcarmenates@ucss.edu.pe)

---

Recibido: 2025/02/27

Aceptado: 2025/06/10

Publicado: 2025/07/02

---

#### Resumen

**Introducción:** las cuencas hidrográficas son fundamentales para el ciclo hidrológico, la biodiversidad y el abastecimiento de agua; pero enfrentan desafíos como el cambio climático y la sobreexplotación. Este estudio analiza el papel de las precipitaciones en el desarrollo local, enfatizando la integración de variables climáticas e hidrológicas para la sostenibilidad. **Objetivo:** analizar los recursos hídricos y climáticos mediante herramientas como el climograma y el análisis de frecuencia de precipitaciones para el mejoramiento de la gestión y la sostenibilidad del agua a nivel local. **Método:** se utilizaron metodologías como el Índice de Aridez y modelos de simulación hidrológica. Se elaboró un climograma para analizar los patrones de

e8833

Cite este artículo como:

Monteagudo Brito, O.O., Linarez Fernández, Y., La Nuez Cortes, M.C., Ruiz Malbaez, O. y Carmenates Hernández, D. (2025).

Aprovechamiento de los recursos hídricos y climáticos en cuencas hidrográficas. *Universidad & ciencia*, 14(2), e8833.

URL: <https://revistas.unica.cu/index.php/uciencia/article/view/8833>

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.15792525>



temperatura y precipitación en Grúa Nueva, Ciego de Ávila. **Resultados:** el climograma identificó dos estaciones: un período lluvioso (mayo-octubre) con el 82,4 % de las precipitaciones anuales (1245,2 mm) y un período seco (noviembre-abril). La temperatura media anual presentó una oscilación térmica de 5,82 °C. El análisis de frecuencia de precipitaciones permitió predecir eventos extremos, útiles para la planificación agrícola y la prevención de desastres. Se resaltó la importancia de captar escorrentía superficial para riego y recarga de acuíferos. **Conclusión:** la actualización de los estudios hidrológicos y el uso del climograma son fundamentales para una gestión sostenible del agua. La captación de escorrentía y el tratamiento de aguas residuales son aspectos esenciales para mejorar la disponibilidad y calidad del agua en el contexto de cambio climático. Estos resultados resaltan la necesidad de adaptar las prácticas de gestión hídrica a las nuevas condiciones climáticas.

**Palabras clave:** cambio climático; climograma; escorrentía superficial

### **Abstract**

**Introduction:** Watersheds are fundamental to the hydrological cycle, biodiversity, and water supply; however, they face challenges such as climate change and overexploitation. This study analyzes the role of precipitation in local development, emphasizing the integration of climatic and hydrological variables for sustainability.

**Objective:** To analyze water and climatic resources using tools such as the climograph and rainfall frequency analysis to improve water management and sustainability at the local level. **Method:** Methodologies such as the Aridity Index and hydrological simulation models were used. A climograph was developed to analyze temperature and precipitation patterns in Grúa Nueva, Ciego de Avila.

**Results:** The climograph identified two seasons: a rainy period (May-October) with 82.4% of annual rainfall (1245.2 mm) and a dry period (November-April). The average annual temperature showed a thermal oscillation of 5.82 °C. The rainfall frequency analysis allowed for the prediction of extreme events, useful for agricultural planning and disaster prevention. The importance of capturing surface runoff for irrigation and aquifer recharge was highlighted. **Conclusion:** Updating hydrological studies and the use of the climograph are essential for sustainable water management. Capturing runoff and treating

e8833

Cite este artículo como:

Monteagudo Brito, O.O., Linarez Fernández, Y., La Nuez Cortes, M.C., Ruiz Malbaez, O. y Carmenates Hernández, D. (2025).

Aprovechamiento de los recursos hídricos y climáticos en cuencas hidrográficas. *Universidad & ciencia*, 14(2), e8833.

URL: <https://revistas.unica.cu/index.php/uciencia/article/view/8833>

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.15792525>



wastewater are key aspects to improve water availability and quality in the context of climate change. These results underscore the need to adapt water management practices to new climatic conditions.

**Keywords:** climate change; climogram; surface runoff

### **Introducción**

Las cuencas hidrográficas son vitales para regular el ciclo hidrológico, conservar la biodiversidad y suministrar agua; pero enfrentan presiones crecientes por el cambio climático y la sobreexplotación de recursos (Corrales Chaves, 2025). El aumento de 1,1°C en la temperatura global ha alterado los patrones de precipitación, causando sequías e inundaciones (Wang *et al.*, 2022), impactando negativamente los sistemas hídricos, los caudales de los ríos (Izaguirre Liviach *et al.*, 2024) y la recarga de acuíferos en regiones áridas (Scanlon *et al.*, 2023). La gestión integrada de variables climáticas (precipitación, temperatura, radiación solar) e hidrológicas (caudal, infiltración, calidad del agua) es fundamental para la sostenibilidad hídrica (Abbaspour *et al.*, 2015). Herramientas como el Índice de Aridez, permiten identificar áreas con estrés hídrico crítico (Han y Singh, 2023) y los modelos de simulación hidrológica anticipan situaciones futuras bajo distintos niveles de calentamiento global, lo que facilita la toma de decisiones (Gudmundsson *et al.*, 2021).

En este artículo de revisión se analizan los elementos asociados a la necesidad de actualización hidrológica de las cuencas, destacando la importancia de la construcción del climograma de la localidad para comprender los patrones climáticos. Se examina la probabilidad de ocurrencia de las precipitaciones y su impacto en la gestión de los recursos hídricos. Se revisa además el aprovechamiento de la escorrentía superficial como elemento esencial para el desarrollo local, considerando su potencial en el mejoramiento de la disponibilidad de agua. La calidad del agua también es abordada, resaltando su relevancia para el consumo humano y las actividades productivas. Finalmente, se presentan investigaciones recientes sobre recursos hídricos y climáticos en la región, subrayando la necesidad de estudios continuos para una gestión sostenible. El objetivo de este trabajo consiste en analizar los recursos hídricos y climáticos mediante herramientas como el climograma y el

e8833

Cite este artículo como:

Monteagudo Brito, O.O., Linarez Fernández, Y., La Nuez Cortes, M.C., Ruiz Malbaez, O. y Carmenates Hernández, D. (2025).

Aprovechamiento de los recursos hídricos y climáticos en cuencas hidrográficas. *Universidad & ciencia*, 14(2), e8833.

URL: <https://revistas.unica.cu/index.php/uciencia/article/view/8833>

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.15792525>



análisis de frecuencia de precipitaciones para el mejoramiento de la gestión y la sostenibilidad del agua a nivel local.

### **Desarrollo**

El aprovechamiento de los recursos hídricos y climáticos en cuencas hidrográficas es primordial para el desarrollo local, ya que garantiza el suministro de agua para consumo, agricultura, industria y energía. Una gestión sostenible incrementa la capacidad de adaptación ante cambios climáticos, reduce riesgos de sequías e inundaciones, y promueve la conservación de ecosistemas. Esto impulsa la economía local, asegura la seguridad alimentaria y fomenta el bienestar social, contribuyendo a un desarrollo sostenible en las comunidades dependientes de estos recursos.

### **Necesidad de la actualización hidrológica de las cuencas**

El cambio climático ha alterado significativamente los patrones hidrológicos, lo que exige el desarrollo de nuevos estudios para la gestión de cuencas. Esto implica revisar datos históricos, incorporar escenarios climáticos futuros y utilizar tecnologías avanzadas como sensores remotos y modelos hidrológicos dinámicos (Vörösmarty *et al.*, 2010). Estas actualizaciones son necesarias para adaptar las cuencas ante la ocurrencia de eventos extremos y planificar acciones de mitigación y adaptación.

A nivel global, los efectos del cambio climático se manifiestan en cambios en la distribución, la intensidad y la frecuencia de las precipitaciones, junto con el aumento de la temperatura y la evaporación. Estos cambios impactan la disponibilidad de agua, la frecuencia de eventos extremos y el estado de los ecosistemas acuáticos (Montroull *et al.*, 2013). La variabilidad de las precipitaciones ha aumentado; por lo que unas regiones experimentan lluvias más intensas y otras sequías prolongadas, afectando el balance hídrico y la disponibilidad de agua para usos humanos y ecosistémicos.

El incremento en la frecuencia e intensidad de eventos extremos, como inundaciones y sequías, pone en riesgo la infraestructura hídrica y la seguridad de las comunidades dependientes de los recursos de las cuencas (Vörösmarty *et al.*, 2010); por ello, es fundamental actualizar los estudios hidrológicos, revisar y corregir datos históricos de precipitación, caudal y temperatura para reflejar las nuevas condiciones

e8833

Cite este artículo como:

Monteagudo Brito, O.O., Linarez Fernández, Y., La Nuez Cortes, M.C., Ruiz Malbaez, O. y Carmenates Hernández, D. (2025).

Aprovechamiento de los recursos hídricos y climáticos en cuencas hidrográficas. *Universidad & ciencia*, 14(2), e8833.

URL: <https://revistas.unica.cu/index.php/uciencia/article/view/8833>

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.15792525>



climáticas, e incorporar series de datos más extensas (Montroull *et al.*, 2013). Esta actualización es esencial para una gestión sostenible y adaptativa de los recursos hídricos frente a los desafíos climáticos actuales y futuros.

### **Climograma**

El climograma es una herramienta gráfica esencial para representar la variación mensual de precipitación y temperatura en una localidad, permitiendo comprender el clima de una región y planificar el uso sostenible de los recursos hídricos y climáticos. Esta herramienta facilita la identificación de períodos secos, húmedos, cálidos o fríos, lo que es fundamental para la gestión eficiente de los recursos (Da Casa Martín *et al.*, 2019).

En la agricultura, el climograma ayuda a seleccionar cultivos adaptados a las condiciones climáticas, como especies resistentes a la sequía en zonas con estaciones secas prolongadas y a programar riegos eficientes, minimizando pérdidas de agua (José Ríos *et al.*, 2018). En regiones con estaciones lluviosas definidas, permite planificar la siembra y cosecha de cultivos como el arroz, que requiere abundante agua durante su crecimiento. Además, el climograma es imprescindible para el abastecimiento de agua, ya que facilita el diseño de sistemas de captación y almacenamiento para períodos de sequía, y la generación de energía hidroeléctrica, optimizando el uso del caudal de los ríos.

El cambio climático está alterando los patrones de precipitación y temperatura, reflejándose en los climogramas con sequías más intensas o lluvias erráticas, lo que impacta la gestión hídrica, la agricultura y otras actividades económicas. Estas variaciones subrayan la importancia de utilizar climogramas actualizados para adaptar estrategias de manejo de recursos y garantizar su sostenibilidad frente a un clima cambiante.

### **Probabilidad de ocurrencia de las precipitaciones**

La probabilidad de ocurrencia de las precipitaciones es esencial en climatología e hidrología, porque permite predecir la frecuencia y magnitud de eventos de lluvia en una región. Este concepto se refiere a la posibilidad de que un evento de lluvia de cierta magnitud ocurra en un período determinado, relacionándose con el análisis de

e8833

Cite este artículo como:

Monteagudo Brito, O.O., Linarez Fernández, Y., La Nuez Cortes, M.C., Ruiz Malbaez, O. y Carmenates Hernández, D. (2025).

Aprovechamiento de los recursos hídricos y climáticos en cuencas hidrográficas. *Universidad & ciencia*, 14(2), e8833.

URL: <https://revistas.unica.cu/index.php/uciencia/article/view/8833>

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.15792525>



frecuencia de precipitaciones, que utiliza datos históricos para estimar probabilidades futuras (Wilks, 2019). Los métodos más comunes incluyen la Distribución de Gumbel, utilizada para modelar eventos extremos como lluvias intensas (Nerantzaki y Papalexidou, 2022), y la Distribución Log-Pearson Tipo III, ampliamente usada en hidrología para analizar series de datos de precipitación (Millington *et al.*, 2011). El período de retorno es el tiempo promedio entre la ocurrencia de eventos de precipitación de una magnitud específica. Por ejemplo, una lluvia con un período de retorno de 100 años tiene una probabilidad del 1% de ocurrir en cualquier año dado (Salas *et al.*, 2018).

La probabilidad de excedencia es la probabilidad de que un evento de precipitación supere un umbral específico en un período de tiempo determinado. Esta probabilidad se determina como se muestra en la Figura 1 a partir de la siguiente ecuación:

### **Figura 1**

*Cálculo de la probabilidad de excedencia*

$$P(X > x) = 1 - F(x)$$

Donde  $F(x)$  es la función de distribución acumulada de la precipitación (Wilks, 2019).

El conocimiento de la probabilidad de precipitaciones es esencial para diseñar infraestructuras hidráulicas y planificar actividades agrícolas que contribuyan a la reducción de los riesgos de sequías o inundaciones (Nerantzaki y Papalexidou, 2022; Salas *et al.*, 2018). El análisis de frecuencia identifica áreas vulnerables, pero su precisión depende de la calidad y extensión de los datos históricos. La falta de información detallada limita la confiabilidad de los análisis, afectando la planificación y mitigación de riesgos (Millington *et al.*, 2011).

### **Aprovechamiento de la escorrentía superficial para el desarrollo local**

La escorrentía superficial, producto de la precipitación que no se infiltra en el suelo debido a la saturación, pendiente o impermeabilidad del terreno, es una fuente de agua fundamental en muchas regiones. Su captación y almacenamiento aseguran el suministro durante sequías, mejoran la calidad de vida y reducen la dependencia de

e8833

Cite este artículo como:

Monteagudo Brito, O.O., Linarez Fernández, Y., La Nuez Cortes, M.C., Ruiz Malbaez, O. y Carmenates Hernández, D. (2025). Aprovechamiento de los recursos hídricos y climáticos en cuencas hidrográficas. *Universidad & ciencia*, 14(2), e8833.

URL: <https://revistas.unica.cu/index.php/uciencia/article/view/8833>

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.15792525>



fuentes externas (Morante Carballo *et al.*, 2022). Este recurso se utiliza en agricultura, abastecimiento de agua, recarga de acuíferos y generación de energía (Jullian *et al.*, 2018). En agricultura, permite el riego en épocas secas, aumentando la productividad (Garg *et al.*, 2022) y su redirección hacia zonas de infiltración favorece la recarga de acuíferos (Alataway y El Alfy, 2019). En áreas urbanas, los techos de edificios pueden captar agua de lluvia para almacenarla en cisternas (Nazarpour *et al.*, 2023) y en regiones con suficiente escorrentía, es posible instalar pequeñas centrales hidroeléctricas para generar energía limpia (Álvarez Sevilla *et al.*, 2017); sin embargo, es esencial diseñar sistemas que no alteren los ecosistemas (Morante Carballo *et al.*, 2022). El éxito de estos proyectos depende fundamentalmente de la participación activa de las comunidades locales en todas las etapas: planificación, implementación y mantenimiento (Garg *et al.*, 2022). La inclusión de los habitantes garantiza sostenibilidad, apropiación cultural y mayor impacto positivo en el desarrollo comunitario a largo plazo.

### **Calidad del agua**

La calidad del agua refleja el estado de los ecosistemas acuáticos y su disponibilidad para usos humanos. Factores como la contaminación agrícola, industrial y urbana, la erosión del suelo y el cambio climático afectan negativamente su calidad (Nilin *et al.*, 2018). Las actividades agrícolas son una fuente principal de contaminación, ya que el uso excesivo de fertilizantes y pesticidas introduce nitratos y fosfatos, provocando la eutrofización. Este proceso desencadena un crecimiento descontrolado de algas, que consume el oxígeno disuelto y afecta la vida acuática (Larramendi Benítez *et al.*, 2021).

Las industrias descargan metales pesados, químicos tóxicos y aguas residuales no tratadas, que representan un riesgo para los ecosistemas y la salud humana (Nilin *et al.*, 2018). El desarrollo urbano contamina el agua mediante la escorrentía superficial, la cual transporta aceites, metales pesados y otros contaminantes hacia ríos y lagos. Las aguas residuales domésticas no tratadas también introducen patógenos y nutrientes (Larramendi Benítez *et al.*, 2021). La erosión del suelo, causada por prácticas agrícolas inadecuadas, contribuye a la

e8833

Cite este artículo como:

Monteagudo Brito, O.O., Linarez Fernández, Y., La Nuez Cortes, M.C., Ruiz Malbaez, O. y Carmenates Hernández, D. (2025).

Aprovechamiento de los recursos hídricos y climáticos en cuencas hidrográficas. *Universidad & ciencia*, 14(2), e8833.

URL: <https://revistas.unica.cu/index.php/uciencia/article/view/8833>

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.15792525>



sedimentación y al transporte de contaminantes, reduciendo la penetración de luz en el agua (Nilin *et al.*, 2018).

El cambio climático agrava estos problemas al alterar los regímenes de flujo y aumentar la temperatura del agua, estimulando la eutrofización y la proliferación de algas nocivas (Montroull *et al.*, 2013). La contaminación del agua reduce la biodiversidad, altera las cadenas tróficas y causa la muerte de especies (Larramendi Benítez *et al.*, 2021).

El consumo de agua contaminada con patógenos, metales pesados o químicos tóxicos puede causar enfermedades gastrointestinales, cáncer y otros problemas (Nilin *et al.*, 2018). Económicamente, afecta sectores como la agricultura, la pesca y el turismo (Montroull *et al.*, 2013). Para mitigar estos impactos, se debe tratar adecuadamente las aguas residuales domésticas e industriales (Larramendi Benítez *et al.*, 2021) e implementar prácticas agrícolas sostenibles, como la rotación de cultivos y el uso reducido de fertilizantes (Nilin *et al.*, 2018).

### **Investigaciones sobre recursos hídricos y climáticos en Ciego de Ávila**

El climograma de Gausson utilizado para analizar el clima de Grúa Nueva, en Ciego de Ávila, basado en promedios de temperatura y precipitación, junto con el índice de aridez (IA) para meses con precipitaciones inferiores a las temperaturas. Se identificaron dos estaciones: lluviosa (mayo-octubre) y poco lluviosa (noviembre-abril). La precipitación anual promedio es de 1245,2 mm, con septiembre (208,00 mm) y agosto (189,20 mm) como los más lluviosos, y enero (15,00 mm) y diciembre (24,30 mm) como los más secos. El periodo seco acumula 219,60 mm (17,6 %) y el húmedo 1025,6 mm (82,4 %). La temperatura máxima media en agosto es de 32,9 °C y la mínima en enero de 16,5 °C, con una oscilación térmica anual de 5,82 °C. Comparando este resultado con el encontrado por Aranguren *et al.* (2015), en Jagüey Grande, Matanzas, donde se registraron 33,6 °C en el mes más cálido y 14,3 °C en el más frío, mostrando diferencias térmicas notables entre ambas localidades.

La literatura internacional destaca la necesidad de actualizar los estudios hidrológicos en cuencas para adaptarse al cambio climático y mejorar la gestión del agua. Se enfatiza la construcción de climogramas locales para entender patrones

e8833

Cite este artículo como:

Monteagudo Brito, O.O., Linarez Fernández, Y., La Nuez Cortes, M.C., Ruiz Malbaez, O. y Carmenates Hernández, D. (2025).

Aprovechamiento de los recursos hídricos y climáticos en cuencas hidrográficas. *Universidad & ciencia*, 14(2), e8833.

URL: <https://revistas.unica.cu/index.php/uciencia/article/view/8833>

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.15792525>



climáticos y predecir eventos extremos. Por otra parte, indica el papel del análisis de la probabilidad de ocurrencia de precipitaciones para optimizar el uso de recursos hídricos y promueve el aprovechamiento de la escorrentía superficial para mitigar sequías e inundaciones; asimismo resalta la importancia de monitorear y mejorar la calidad del agua para asegurar su protección y sostenibilidad frente a la contaminación y el estrés hídrico.

### **Conclusiones**

La actualización hidrológica de las cuencas ante el cambio climático se presenta como una necesidad imperante para asegurar la gestión sostenible de los recursos hídricos, especialmente frente a la alteración de los patrones hidrológicos. El climograma emerge como una herramienta esencial para analizar el clima local y facilitar la planificación del uso sostenible de dichos recursos. La probabilidad de precipitaciones es determinante para la gestión hídrica, la agricultura y la prevención de riesgos, impulsando el desarrollo local en áreas con escasez de agua. Sistemas como la captación de lluvia mejoran el acceso al agua, potencian la productividad agrícola y recargan acuíferos, mientras que el tratamiento de aguas residuales garantiza su calidad y disponibilidad para futuras generaciones, promoviendo así un equilibrio entre desarrollo y conservación.

### **Referencias Bibliográficas**

- Abbaspour, K. C., Rouholahnejad, E., Vaghefi, S., Srinivasan, R., Yang, H. y Kløve, B. (2015). A continental-scale hydrology and water quality model for Europe: Calibration and uncertainty of a high-resolution large-scale SWAT model. *Journal of Hydrology*, 524, 733-752. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2015.03.027>
- Alataway, A. y El Alfy, M. (2019). Rainwater harvesting and artificial groundwater recharge in arid areas: Case study in Wadi Al-Alb, Saudi Arabia. *Journal of Water Resources Planning and Management*, 145(1), 05018017. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)WR.1943-5452.0001009](https://doi.org/10.1061/(ASCE)WR.1943-5452.0001009)
- Álvarez Sevilla, I., Brown Manrique, O. y Cid Colindres, E. P. del (2017). Estimación de variables hidrológicas mediante modelos de regresión en la cuenca del río

e8833

Cite este artículo como:

Monteagudo Brito, O.O., Linarez Fernández, Y., La Nuez Cortes, M.C., Ruiz Malbaez, O. y Carmenates Hernández, D. (2025).

Aprovechamiento de los recursos hídricos y climáticos en cuencas hidrográficas. *Universidad & ciencia*, 14(2), e8833.

URL: <https://revistas.unica.cu/index.php/uciencia/article/view/8833>

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.15792525>



- Suchiate, Guatemala. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 26(3), 22-29.  
<http://scielo.sld.cu/pdf/rcta/v26n3/rcta03317.pdf>
- Aranguren, M., Pérez, J. y Pérez, Y. (2015). Determinación de los índices bioclimáticos y tipo de clima para la vid en las condiciones de Jagüey Grande, Matanzas, Cuba. *Centro Agrícola*, 42(4), 75-83.
- Corrales Chaves, L. (2025). ¿Estamos perdiendo los humedales más rápido de lo que podemos restaurarlos? *Revista de Ciencias Ambientales*, 59(1).  
<https://www.scielo.sa.cr/pdf/rca/v59n1/2215-3896-rca-59-01-20530.pdf>
- Da Casa Martín, F., Celis D'amico, F. y Echeverría Valiente, E. (2019). Metodología para elaborar una cartografía regional y aplicar estrategias bioclimáticas según la carta de Givoni. *Revista hábitat sustentable*, 9(2), 52-63.  
<https://www.scielo.cl/pdf/hs/v9n2/0719-0700-hs-9-02-00052.pdf>
- Garg, K. K., Akuraju, V., Anantha, K. H., Singh, R., Whitbread, A. M. y Dixit, S. (2022). Identifying potential zones for rainwater harvesting interventions for sustainable intensification in the semi-arid tropics. *Scientific Reports*, 12(1), 3882.  
<https://www.nature.com/articles/s41598-022-07847-4>
- Gudmundsson, L., Boulange, J., Do, H. X., Gosling, S. N., Grillakis, M. G. y Koutroulis, A. G. (2021). Globally observed trends in mean and extreme river flow attributed to climate change. *Science*, 371(6534), 1159-1162.  
<https://doi.org/10.1126/science.aba3996>
- Han, J. y Singh, V. P. (2023). A review of widely used drought indices and the challenges of drought assessment under climate change. *Environmental Monitoring and Assessment*, 195(12), 1438.  
<https://link.springer.com/article/10.1007/s10661-023-12062-3>
- Izaguirre Liviach, M. F., Drenkhan, F. y Timaná, M. E. (2024). Actual y futura disponibilidad del agua en un contexto de inseguridad hídrica en la subcuenca de Parón, cuenca del río Santa, Perú. *Revista Kawsaypacha: Sociedad y Medio Ambiente*, (13). <http://www.scielo.org.pe/pdf/kaw/n13/2709-3689-kaw-13-A-001.pdf>

e8833

Cite este artículo como:

Monteagudo Brito, O.O., Linarez Fernández, Y., La Nuez Cortes, M.C., Ruiz Malbaez, O. y Carmenates Hernández, D. (2025). Aprovechamiento de los recursos hídricos y climáticos en cuencas hidrográficas. *Universidad & ciencia*, 14(2), e8833.

URL: <https://revistas.unica.cu/index.php/uciencia/article/view/8833>

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.15792525>



- José Ríos, M., Mendoza Ramírez, R., Silva Casarín, R., Simuta Champo, R., Reyes López, D. y Pascual Ramírez, F. (2018). Elementos para gestión del agua en la cuenca del lago de Zirahuén. *Terra latinoamericana*, 36(4), 431-439. <https://www.scielo.org.mx/pdf/tl/v36n4/2395-8030-tl-36-04-431.pdf>
- Jullian, C., Nahuelhual, L., Mazzorana, B. y Aguayo, M. (2018). Evaluación del servicio ecosistémico de regulación hídrica ante escenarios de conservación de vegetación nativa y expansión de plantaciones forestales en el centro-sur de Chile. *Bosque (Valdivia)*, 39(2), 277-289. <https://www.scielo.cl/pdf/bosque/v39n2/0717-9200-bosque-39-02-00277.pdf>
- Larramendi Benítez, E. M., Millán Verdecia, G., y Plana Castell, M. A. (2021). Escasez y contaminación del agua, realidades del siglo XXI. *Revista 16 de abril*, 60(279), 854-854. [https://rev16deabril.sld.cu/index.php/16\\_04/article/view/854](https://rev16deabril.sld.cu/index.php/16_04/article/view/854)
- Millington, N., Das, S. y Simonovic, S. P. (2011). The comparison of GEV, log-Pearson type III and Gumbel distributions in the Upper Thames River watershed under global climate models. *Journal of Water Resource and Protection*, 3(12), 866-879. <https://ir.lib.uwo.ca/cgi/viewcontent.cgi?article=1039&context=wrrr>
- Montroull, N. B., Saurral, R. I., Camilloni, I. A., Sörensson, A., Menendez, C. y Ruscica, R. (2013). Escenarios hidrológicos futuros en la región de los esteros del Iberá en el contexto del cambio climático. *Meteorologica*, 38(1), 3-19. <https://www.scielo.org.ar/pdf/meteoro/v38n1/v38n1a01.pdf>
- Morante Carballo, F., Montalván Burbano, N., Quiñonez Barzola, X., Jaya Montalvo, M. y Carrión Mero, P. (2022). What do we know about water scarcity in semi-arid zones? A global analysis and research trends. *Water*, 14(17), 2685. <https://www.mdpi.com/2073-4441/14/17/2685>
- Nazarpour, S., Gnecco, I. y Palla, A. (2023). Evaluating the effectiveness of bioretention cells for urban stormwater management: A systematic review. *Water*, 15(5), 913. <https://www.mdpi.com/2073-4441/15/5/913>
- Nerantzaki, S. D. y Papalexioiu, S. M. (2022). Assessing extremes in hydroclimatology: A review on probabilistic methods. *Journal of Hydrology*, 605, 127302. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2021.127302>

e8833

Cite este artículo como:

Monteagudo Brito, O.O., Linarez Fernández, Y., La Nuez Cortes, M.C., Ruiz Malbaez, O. y Carmenates Hernández, D. (2025). Aprovechamiento de los recursos hídricos y climáticos en cuencas hidrográficas. *Universidad & ciencia*, 14(2), e8833.

URL: <https://revistas.unica.cu/index.php/uciencia/article/view/8833>

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.15792525>



- Nilin, J., Santos, A. A. y Nascimento, M. K. (2018). Ecotoxicology assay for the evaluation of environmental water quality in a tropical urban estuary. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 91, 1-10. <https://doi.org/10.1590/0001-3765201820180232>
- Salas, J. D., Obeysekera, J. y Vogel, R. M. (2018). Techniques for assessing water infrastructure for nonstationary extreme events: A review. *Hydrological Sciences Journal*, 63(3), 325-352. <https://doi.org/10.1080/02626667.2018.1426858>
- Scanlon, B. R., Fakhreddine, S., Rateb, A., de Graaf, I., Famiglietti, J., Gleeson, T., ... y Zheng, C. (2023). Global water resources and the role of groundwater in a resilient water future. *Nature Reviews Earth & Environment*, 4(2), 87-101. <https://www.nature.com/articles/s43017-022-00378-6>
- Vörösmarty, C. J., McIntyre, P. B., Gessner, M. O., Dudgeon, D., Prusevich, A., Green, P. ... y Davies, P. M. (2010). Global threats to human water security and river biodiversity. *Nature*, 467(7315), 555-561. <https://doi.org/10.1038/nature09440>
- Wang, L., Jiao, W., MacBean, N., Rulli, M. C., Manzoni, S., Vico, G. y D'Odorico, P. (2022). Dryland productivity under a changing climate. *Nature Climate Change*, 12(11), 981-994. <https://www.nature.com/articles/s41558-022-01499-y>
- Wilks, D. S. (2019). *Statistical methods in the atmospheric sciences* (4th ed.). Academic Press.

### Conflicto de interés

Los autores no declaran conflictos de intereses.

