



Doi: <https://doi.org/10.70577/asce.v5i2.910>

Recibido: 2026-05-15

Aceptado: 2026-05-29

Publicado: 2026-06-15

Urbanización y estrés hídrico en América Latina: análisis correlacional y temporal en países seleccionados durante 2020–2023
Urbanization and water stress in Latin America: correlational and temporal analysis in selected countries during 2020–2023

Autores

Jessica Mercedes Chacha Carrillo¹

<https://orcid.org/0009-0004-8555-9184>

jessmecheca@gmail.com

Investigador Independiente

Riobamba – Ecuador

Ramón Gabriel Aguilar Vega²

raguilar@poligran.edu.com

<https://orcid.org/0000-0003-3934-7047>

Institución Universitaria Politécnico

Grancolombiano

Bogotá - Colombia

Fredy Alejandro Aguirre Morales³

<https://orcid.org/0000-0002-1592-5044>

faguirre@utmachala.edu.ec

Universidad Técnica de Machala

Machala - Ecuador

Jose Ernesto Bejar Centeno⁴

jose.bejar@uniq.edu.pe

<https://orcid.org/0000-0003-2735-7694>

Universidad Nacional Intercultural de

Quillabamba

Cusco – Perú

Mario Andrew Chang Gómez⁵

<https://orcid.org/0009-0003-4287-5868>

marioandrewcg@gmail.com

Universidad Nacional de la Amazonía Peruana

Iquitos - Perú

Cómo citar

Chacha Carrillo, J. M., Aguilar Vega, R. G., Aguirre Morales, F. A., Bejar Centeno, J. E., & Chang Gómez, M. A. (2026). Urbanización y estrés hídrico en América Latina: análisis correlacional y temporal en países seleccionados durante 2020–2023. *ASCE MAGAZINE*, 5(2), 3181–3200. <https://doi.org/10.70577/asce.v5i2.910>



Resumen

El crecimiento urbano acelerado en América Latina incrementó la presión sobre los recursos hídricos y generó mayores dificultades para garantizar el abastecimiento de agua en condiciones adecuadas; la expansión desordenada de las ciudades, junto con el aumento poblacional y las limitaciones en la infraestructura hidráulica, intensificó el estrés hídrico en varios países de la región; esta problemática evidencia la necesidad de comprender cómo la urbanización influye en la disponibilidad y gestión del agua. El objetivo fue; analizar la relación entre el estrés hídrico, la urbanización, los recursos hídricos renovables y la capacidad de represa per cápita en países seleccionados de América Latina. La investigación tuvo un enfoque cuantitativo, correlacional y longitudinal; se estudiaron datos de Argentina, Bolivia, Colombia, Ecuador, México y Perú, obtenidos de bases oficiales y abiertas; el análisis incluyó estadística descriptiva, correlación de Pearson y regresión lineal múltiple mediante el software R Studio. México presentó el mayor nivel de estrés hídrico, asociado al crecimiento urbano y a la elevada demanda de agua; Bolivia y Ecuador registraron los niveles más bajos debido a una mayor disponibilidad de recursos hídricos; los resultados confirmaron que la concentración urbana incrementa la presión sobre el agua, mientras que la disponibilidad hídrica renovable contribuye a reducir el estrés hídrico. Se concluyó que, la urbanización constituye el principal factor relacionado con el estrés hídrico en América Latina; las diferencias entre países dependen de la disponibilidad natural de agua, la concentración poblacional y la capacidad de gestión hidráulica, factores fundamentales para la sostenibilidad hídrica regional.

Palabras clave: America Latina, Desarrollo sostenible, Hidrología, Planificación urbana, Recursos hídricos



Abstract

Rapid urban growth in Latin America has increased pressure on water resources and created greater difficulties in ensuring adequate water supply. The uncontrolled expansion of cities, coupled with population growth and limitations in hydraulic infrastructure, has intensified water stress in several countries of the region. This situation highlights the need to understand how urbanization influences water availability and management. The objective of this study was to analyze the relationship between water stress, urbanization, renewable water resources, and per capita reservoir capacity in selected Latin American countries. The research employed a quantitative, correlational, and longitudinal approach. Data from Argentina, Bolivia, Colombia, Ecuador, Mexico, and Peru were studied, obtained from official and open databases. The analysis included descriptive statistics, Pearson correlation, and multiple linear regression using R Studio software. Mexico exhibited the highest level of water stress, associated with urban growth and high water demand. Bolivia and Ecuador registered the lowest levels due to greater water resource availability. The results confirmed that urban concentration increases pressure on water resources, while renewable water availability contributes to reducing water stress. It was concluded that urbanization is the main factor related to water stress in Latin America. Differences between countries depend on natural water availability, population density, and water management capacity—fundamental factors for regional water sustainability.

Keywords: Latin America, Sustainable development, Hydrology, Urban planning, Water resources



Introducción

La urbanización acelerada en América Latina ha transformado de manera profunda la relación entre las ciudades y los recursos hídricos disponibles (Harvey et al., 2021). Durante las últimas décadas, el crecimiento de la población urbana se consolidó como uno de los principales motores de presión sobre los sistemas de abastecimiento de agua, especialmente en territorios donde la disponibilidad hídrica presenta marcadas limitaciones climáticas y estructurales (Borah, 2025).

En este caso, América Latina constituye una de las regiones más urbanizadas del mundo, situación que incrementa la demanda de agua potable, energía, saneamiento e infraestructura hidráulica, al tiempo que expone mayores vulnerabilidades frente al estrés hídrico y la degradación ambiental (Gómez Vidal et al., 2021).

Por otra parte, el estrés hídrico representa una condición en la que la demanda de agua supera la capacidad de renovación de los recursos disponibles o limita su acceso en condiciones adecuadas de calidad y cantidad (Wang et al., 2021).

En varios países latinoamericanos, este fenómeno se intensificó en los últimos años, debido a la convergencia de factores, como la expansión urbana desordenada, el crecimiento demográfico, la variabilidad climática y las deficiencias en la planificación territorial (Silva & Vergara-Perucich, 2021). Diversas investigaciones evidencian que el aumento de la cobertura urbana modifica el comportamiento hidrológico de las cuencas, reduce la infiltración natural, incrementa la escorrentía superficial y deteriora ecosistemas estratégicos para la regulación hídrica (Oñate-Valdivieso et al., 2022).

Asimismo, la población urbana y su crecimiento acelerado constituyen variables determinantes para comprender la dinámica contemporánea del estrés hídrico (Rathore et al., 2025). Las grandes ciudades latinoamericanas concentran actividades industriales, comerciales y residenciales que elevan el consumo per cápita de agua y generan mayores exigencias sobre las fuentes superficiales y subterráneas (Hommes et al., 2020).

Estudios desarrollados en ciudades áridas de América demostraron que la expansión urbana sostenida, aun en contextos de escasez hídrica, favorece procesos de sobreexplotación de acuíferos y pérdida de resiliencia socioecológica (La Vigna, 2022). Asimismo, investigaciones recientes advierten que el crecimiento poblacional urbano, combinado con escenarios de cambio climático, podría comprometer de manera significativa la seguridad hídrica de metrópolis latinoamericanas durante las próximas décadas (Amparo-Salcedo et al., 2025).

En este contexto, los recursos hídricos renovables totales adquieren relevancia como indicador clave para evaluar la capacidad de los países de sostener las demandas urbanas crecientes (Ahmadi et al., 2020). Aunque América Latina posee importantes reservas de agua dulce a escala global, la distribución espacial y temporal de dichos recursos presenta fuertes desigualdades (Ogwu et al., 2026). Algunas regiones concentran abundancia hídrica, mientras otras enfrentan déficits recurrentes asociados a sequías, contaminación y sobreutilización de fuentes naturales (Bănađuc et al., 2022).

Esta situación evidencia que la disponibilidad total de agua no garantiza necesariamente seguridad hídrica, especialmente cuando la gestión institucional y la infraestructura resultan insuficientes para responder al crecimiento urbano (Mishra et al., 2021).

A su vez, la capacidad de represa per cápita también constituye un componente estratégico en el análisis de la relación entre urbanización y estrés hídrico, pues, la infraestructura de almacenamiento permite regular caudales, asegurar abastecimiento en períodos secos y reducir la vulnerabilidad frente a eventos extremos (Tayebi et al., 2022).

Sin embargo, la distribución desigual de represas y la limitada inversión en infraestructura hidráulica en varios países latinoamericanos generan diferencias importantes en la capacidad de adaptación ante escenarios de escasez (Schulz & Adams, 2021).

A partir de estas consideraciones, resulta pertinente analizar de manera correlacional y temporal la interacción entre estrés hídrico, población urbana, crecimiento de la población urbana, recursos hídricos renovables totales y capacidad de represa per cápita en países seleccionados de América Latina. Este enfoque permite identificar patrones regionales, evaluar tendencias recientes y comprender cómo las dinámicas urbanas influyen sobre la disponibilidad y gestión del agua. Además, el estudio contribuye a fortalecer la discusión académica y política sobre la necesidad de modelos de urbanización más sostenibles, orientados a garantizar seguridad hídrica en un contexto de creciente presión demográfica y ambiental.

Material y métodos

La investigación adoptó un enfoque cuantitativo, de tipo correlacional y longitudinal, con el propósito de evaluar la relación, entre la urbanización y el estrés hídrico, en países de América Latina durante el periodo 2020–2023 (última actualización de datos disponibles); el estudio utilizó

información secundaria, proveniente de bases de datos abiertas y oficiales, lo que permitió garantizar la confiabilidad y comparabilidad de los indicadores analizados.

La unidad de análisis, estuvo conformada por seis países latinoamericanos: Argentina, Bolivia, Colombia, Ecuador, México y Perú; para cada país se recopilieron datos anuales relacionados con el estrés hídrico, población urbana, crecimiento de la población urbana, recursos hídricos renovables totales y capacidad de represa per cápita. El estrés hídrico, se consideró como variable dependiente, mientras que las demás variables, se utilizaron como variables independientes asociadas a la presión demográfica, disponibilidad hídrica, e infraestructura hidráulica.

La información recopilada, fue organizada en una matriz de datos estructurada por país y año; luego, se realizó un proceso de depuración, y estandarización de variables, con el fin de asegurar consistencia estadística en los análisis. El procesamiento de los datos, se desarrolló mediante el software R Studio, utilizando librerías especializadas, para análisis estadístico, y visualización gráfica.

El análisis estadístico (95% de significancia) incluyó estadística descriptiva (permitió identificar tendencias, medias y patrones generales, del comportamiento de las variables por país), correlación de Pearson (se aplicó para determinar el grado de asociación entre el estrés hídrico, y las variables independientes) y regresión lineal múltiple (para evaluar la influencia conjunta de la urbanización, los recursos hídricos, y la capacidad de almacenamiento, sobre el estrés hídrico regional).

Se desarrollaron análisis gráficos, mediante diagramas de dispersión, series temporales, matrices multivariantes y mapas de calor.

Finalmente, los resultados fueron interpretados, desde una perspectiva de gestión hídrica, y planificación territorial, considerando las diferencias estructurales existentes, entre los países de América Latina, respecto a disponibilidad de agua, dinámica urbana, e infraestructura hidráulica.

Resultados

La distribución del estrés hídrico (figura 1), mostró diferencias marcadas entre los países analizados. México presentó los valores más elevados, con niveles cercanos al 45%, lo que evidencia una presión considerable sobre sus recursos hídricos; este comportamiento lo posiciona, como el país con mayor vulnerabilidad hídrica, dentro del conjunto evaluado.

Argentina, ocupó un segundo nivel de estrés hídrico, con valores próximos al 10%; aunque la magnitud fue considerablemente menor respecto a México, el resultado indica una presión

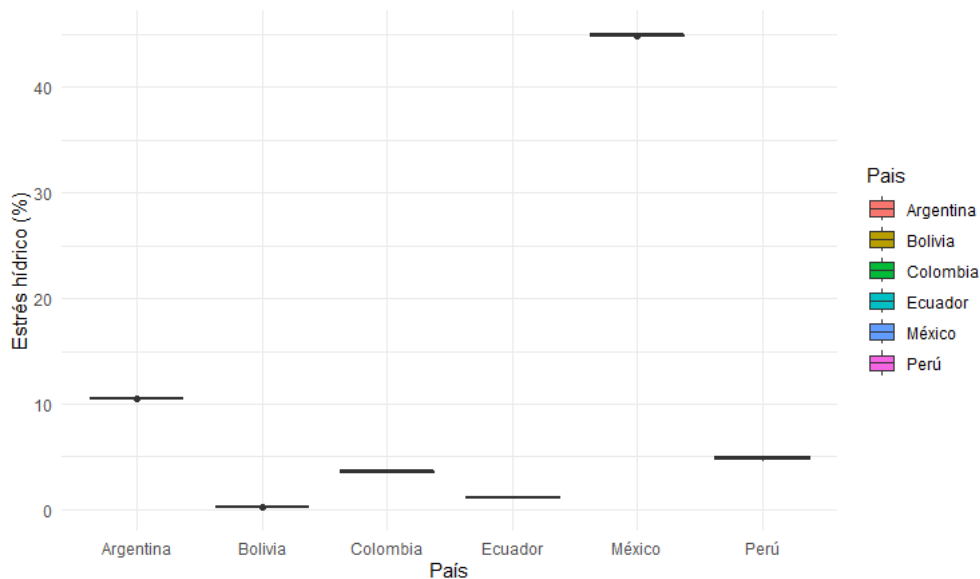
moderada, sobre la disponibilidad de agua. Perú y Colombia registraron valores intermedios, alrededor de 5 y 3–4%, respectivamente, lo que refleja, escenarios de presión hídrica menos severos.

Ecuador y Bolivia, presentaron los niveles más bajos de estrés hídrico. Bolivia destacó por registrar valores cercanos a cero, lo que sugiere una amplia disponibilidad relativa de recursos hídricos, frente a la demanda existente. Ecuador también mostró condiciones favorables, con niveles ligeramente superiores al 1%.

La distribución observada evidencia una heterogeneidad regional importante en las condiciones hídricas de América Latina; los resultados permiten identificar un contraste entre países con alta presión sobre el recurso, como México, y países con menor vulnerabilidad hídrica, como Bolivia y Ecuador; esta diferencia refleja la influencia de factores territoriales, urbanos, y de disponibilidad de agua, sobre el comportamiento del estrés hídrico.

La baja dispersión observada dentro de cada país indica, que los niveles de estrés hídrico permanecieron relativamente estables, durante el periodo analizado; esto sugiere que las condiciones estructurales asociadas a la gestión y disponibilidad del recurso hídrico, mantuvieron patrones similares entre, 2020 y 2023.

Figura 1. Distribución del estrés hídrico a nivel de país.

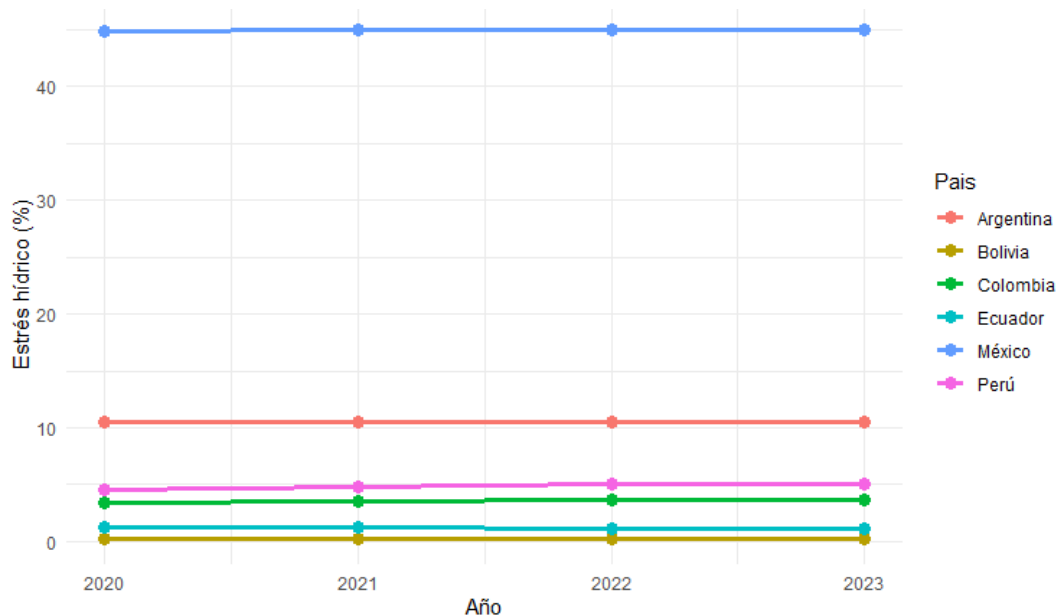


En la figura 2, al evaluar los años entre 2020 y 2023, el estrés hídrico mostró un comportamiento estable en los países analizados. México mantuvo los niveles más altos durante todo el periodo, lo

que evidencia una presión hídrica constante, y considerable, sobre sus recursos de agua. Argentina ocupó un nivel intermedio alto, también con una tendencia estable. Perú y Colombia, registraron valores moderados, y presentaron ligeros incrementos hacia los últimos años del análisis. En contraste, Ecuador y Bolivia, mantuvieron los niveles más bajos de estrés hídrico, lo que refleja una menor presión, sobre sus recursos disponibles.

En general, las diferencias entre países, fueron más notorias que las variaciones anuales; esto sugiere que el estrés hídrico en la región, depende principalmente de condiciones estructurales, y territoriales propias de cada país.

Figura 2 Evolución temporal del estrés hídrico.



Los resultados de la figura 3, evidenciaron una relación positiva entre la población urbana, y el estrés hídrico. Los países con mayor cantidad de población urbana, presentaron niveles más elevados de presión sobre los recursos hídricos. México destacó como el caso más representativo, con la mayor población urbana, y el mayor nivel de estrés hídrico, mientras que, Bolivia y Ecuador registraron valores bajos en ambas variables. Este comportamiento sugiere que la concentración urbana influye directamente, sobre la demanda de agua.

A su vez, la relación entre el crecimiento urbano y el estrés hídrico, mostró un comportamiento menos uniforme. Pues, países con tasas similares de crecimiento urbano, presentaron niveles de estrés hídrico muy distintos. México mantuvo el mayor estrés hídrico, con tasas de crecimiento

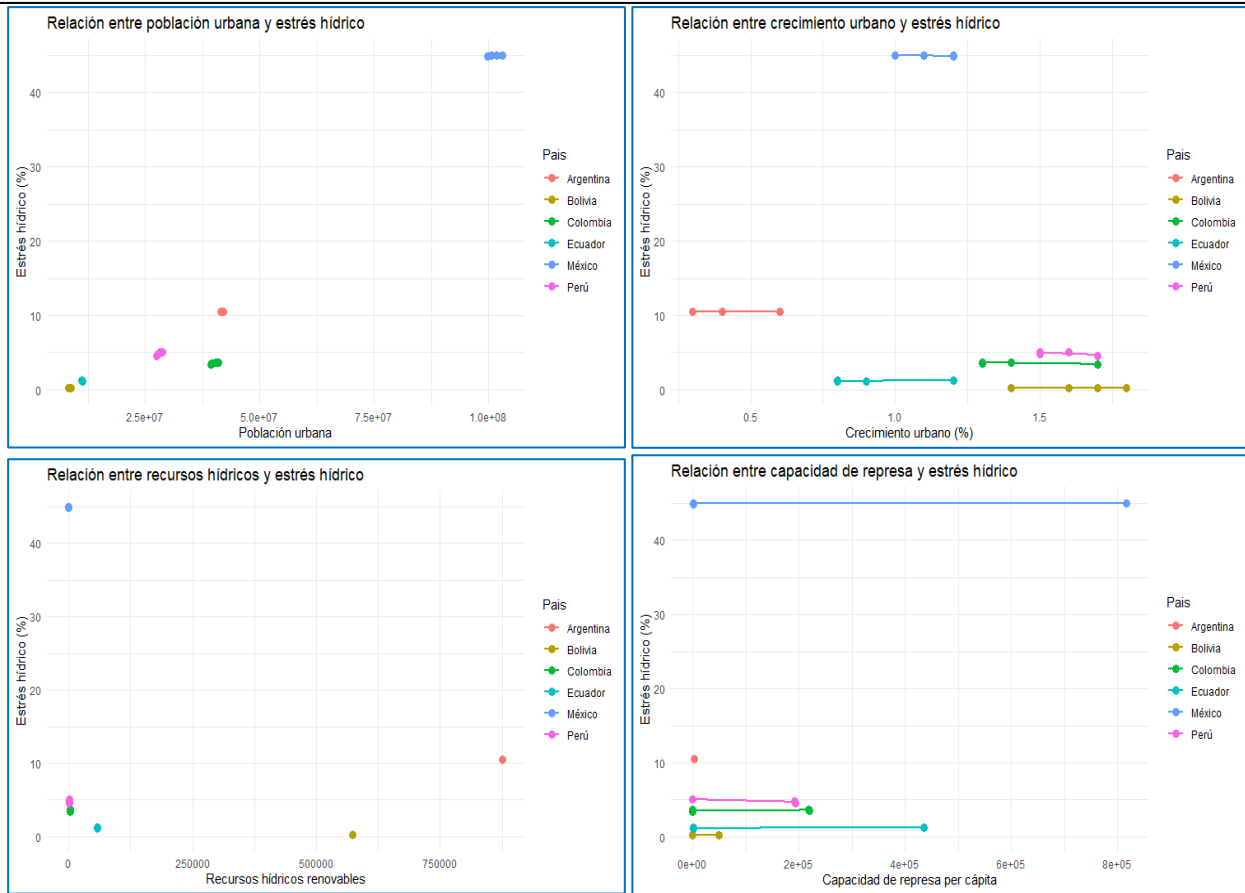


moderadas, mientras que Bolivia registró un crecimiento urbano alto, acompañado de un bajo nivel de estrés; esto indica que el crecimiento porcentual de la población urbana, no explica por sí solo la presión hídrica, ya que intervienen otros factores estructurales.

En el análisis entre recursos hídricos renovables, y estrés hídrico, se observó una tendencia inversa. Los países con mayor disponibilidad de recursos hídricos tendieron a presentar menores niveles de estrés. Bolivia mostró abundantes recursos hídricos y un estrés muy bajo, mientras que México presentó un estrés elevado asociado, a una disponibilidad relativamente menor; estos resultados reflejan la importancia de la disponibilidad natural de agua sobre las condiciones de presión hídrica. La relación entre capacidad de represa per cápita, y estrés hídrico, mostró diferencias importantes entre países. México presentó simultáneamente altos niveles de infraestructura de almacenamiento y elevado estrés hídrico. Esto sugiere que la infraestructura hidráulica responde a escenarios de alta demanda y presión sobre el recurso. En contraste, países con menores niveles de estrés, registraron capacidades de almacenamiento inferiores y moderadas.

En conjunto, los gráficos (figura 3) muestran que el estrés hídrico, en los países analizados se relaciona principalmente con la urbanización, y la disponibilidad de recursos hídricos. Las diferencias observadas entre países, evidencian que la presión sobre el agua depende, tanto de factores demográficos, como de las condiciones naturales, e hidráulicas de cada territorio.

Figura 3. Relación del estrés hídrico y las variables dependientes.



La matriz multivariable (figura 4) mostró que la relación más fuerte se presentó entre el estrés hídrico y la población urbana ($r = 0,961$). La alta correlación positiva indica que los países con mayores concentraciones urbanas experimentan mayores niveles de presión sobre los recursos hídricos; además, la significancia estadística observada evidencia que esta asociación, posee una elevada consistencia dentro del conjunto analizado.

El crecimiento urbano, presentó una correlación negativa débil, con el estrés hídrico ($r = -0,196$), este resultado indica que, el incremento porcentual anual de la población urbana no mantiene una relación directa, con el aumento del estrés hídrico; la dispersión observada en los gráficos confirma un comportamiento heterogéneo entre países.

Los recursos hídricos renovables mostraron, una correlación negativa, con el estrés hídrico ($r = -0,218$); aunque la intensidad fue baja, los resultados sugieren que una mayor disponibilidad natural de agua, contribuye a reducir la presión hídrica; la distribución de los datos evidenció que los países con mayores recursos hídricos, tendieron a registrar menores niveles de estrés.

La capacidad de represa per cápita, presentó una correlación positiva débil con el estrés hídrico ($r = 0,252$), este comportamiento sugiere que, los países con mayores niveles de presión hídrica, han



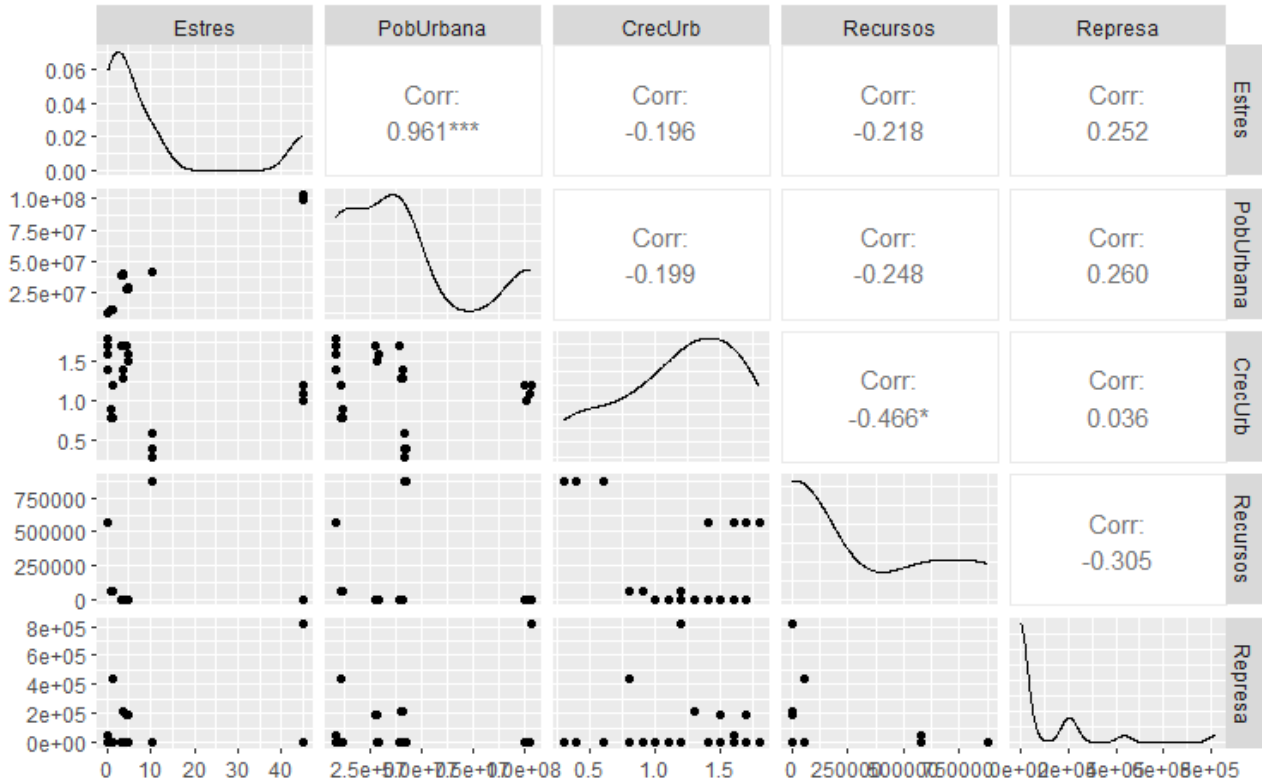
desarrollado una mayor infraestructura de almacenamiento de agua, como mecanismo de respuesta ante la demanda creciente.

Entre las variables independientes, el crecimiento urbano, y los recursos hídricos, registraron una correlación negativa moderada ($r = -0,466$); este resultado indica que, los países con menor disponibilidad hídrica, presentan dinámicas urbanas relativamente más intensas. En contraste, la relación entre crecimiento urbano y capacidad de represa fue prácticamente nula ($r = 0,036$), lo que evidencia ausencia de asociación entre ambas variables

La distribución gráfica (figura 4), permitió identificar una alta concentración de observaciones en valores bajos de estrés hídrico, mientras que, pocos casos registraron niveles elevados; este patrón refleja una marcada heterogeneidad regional, y confirma que el comportamiento del estrés hídrico, difiere considerablemente entre los países analizados.

De manera general, los resultados evidencian que la urbanización, constituye el principal factor asociado al estrés hídrico en la región estudiada, mientras que la disponibilidad de recursos hídricos, y la infraestructura hidráulica, presentan relaciones secundarias y de menor intensidad.

Figura 4. Matriz multivariable de todas las variables evaluadas.



*Estres=Estrés hídrico, PobUrbana=Población Urbana, CrecUrb=Crecimiento de la población Urbana, Recursos=Recursos Hídricos, Represa=Capacidad de Represa Per Cápita

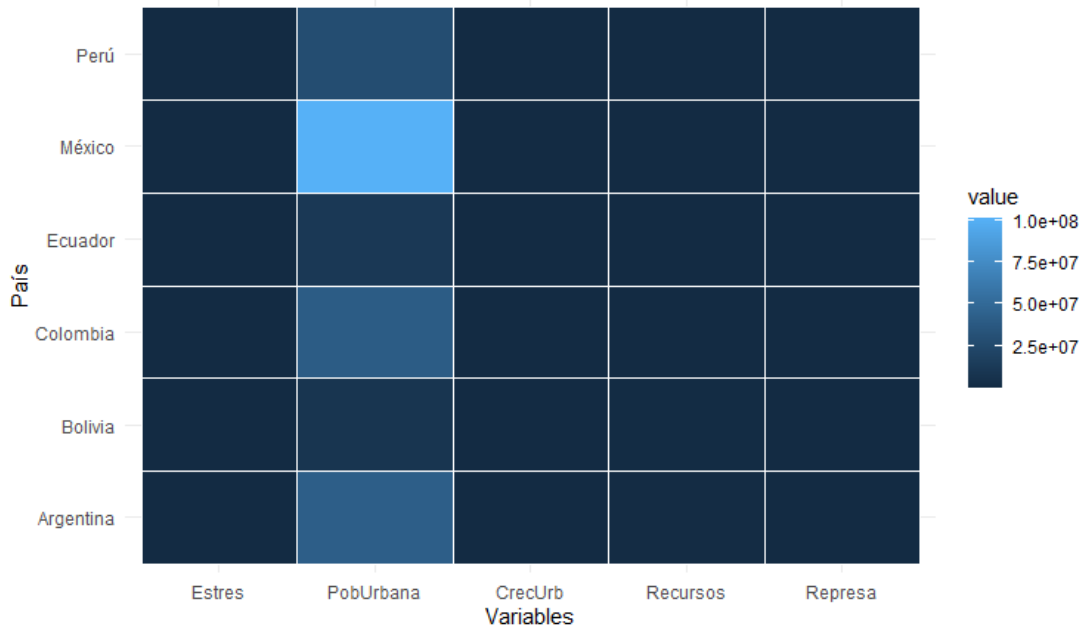
En la figura 5, el mapa de calor evidenció diferencias claras, entre los países analizados, especialmente en la variable de población urbana. México presentó la mayor intensidad de color en esta variable, lo que indica la concentración urbana, más elevada dentro del conjunto estudiado. Argentina y Colombia también mostraron valores relativamente altos, aunque en menor magnitud. El estrés hídrico, el crecimiento urbano, los recursos hídricos, y la capacidad de represa, presentaron variaciones menos marcadas en comparación con la población urbana; esto sugiere que la urbanización, constituye el factor con mayor contraste regional, dentro de los indicadores evaluados.

Perú, mostró valores relativamente altos en varias variables, aunque con menor intensidad que México, en población urbana. Bolivia y Ecuador, registraron patrones más bajos, y uniformes, lo que refleja menores niveles relativos de presión urbana, y estrés hídrico.

La distribución general del mapa (figura 5) indica que los países con mayores concentraciones urbanas, tienden a presentar mayores niveles de estrés hídrico, y mayores requerimientos de

infraestructura hidráulica; en contraste, la limitada variabilidad del resto de variables sugiere que, los contrastes regionales, dependen más del tamaño o concentración de la población urbana, que de los otros indicadores considerados.

Figura 5. Mapa de calor de las variables por país evaluado.



*Estres=Estrés hídrico, PobUrbana=Población Urbana, CrecUrb=Crecimiento de la población Urbana, Recursos=Recursos Hídricos, Represa=Capacidad de Represa Per Cápita

Discusión

Los resultados obtenidos evidencian que México presenta el mayor nivel de estrés hídrico dentro de los países analizados, situación que coincide con investigaciones previas desarrolladas en América Latina y regiones semiáridas. Autores como Bravo-Cadena et al. (2021), sostienen que la elevada presión sobre los recursos hídricos en México, responde al crecimiento urbano acelerado, la alta demanda industrial y agrícola, así como a una distribución desigual del agua disponible. Los hallazgos de Abraha et al. (2022) confirman que, la combinación entre urbanización intensa, y disponibilidad limitada de agua incrementa significativamente la vulnerabilidad hídrica nacional.

Por otro lado, Bolivia y Ecuador, registraron los niveles más bajos de estrés hídrico, lo que sugiere una mayor disponibilidad relativa de recursos hídricos frente a la demanda existente. Este



comportamiento resulta consistente con lo señalado por Arya et al. (2025), donde se describe que varios países sudamericanos con abundantes reservas de agua superficial, presentan menores niveles de presión hídrica, especialmente en territorios con menor densidad urbana. La estabilidad observada en ambos países refleja condiciones estructurales más favorables en términos de oferta hídrica.

La fuerte relación identificada entre población urbana, y estrés hídrico, coincide con estudios de Chen et al. (2024), quienes reconocen a la urbanización como uno de los principales impulsores de la presión sobre el agua. Según Niva et al. (2020), el incremento de las ciudades genera mayores requerimientos domésticos, energéticos e industriales, lo que intensifica la extracción de recursos hídricos, y reduce la capacidad de recuperación de los sistemas naturales. Los resultados del presente análisis, respaldan esta interpretación, debido a que los países con mayor concentración urbana también mostraron mayores niveles de estrés hídrico.

En contraste, el crecimiento urbano porcentual, mostró una relación débil con el estrés hídrico, este resultado sugiere que la magnitud absoluta de la población urbana, posee un impacto más importante que la velocidad de crecimiento demográfico. Investigaciones desarrolladas por Makanda et al. (2022) indican que, la presión hídrica depende principalmente del tamaño de las demandas acumuladas, y de la capacidad institucional de gestión del recurso, más que del crecimiento poblacional anual aislado. Por tanto, las diferencias observadas entre países, reflejan la influencia de factores estructurales, y territoriales particulares.

La relación inversa, entre recursos hídricos renovables, y estrés hídrico, también coincide con la literatura científica. Estudios de He et al. (2021) sostienen que, los territorios con mayor disponibilidad natural de agua, presentan menores probabilidades de experimentar escasez hídrica severa, incluso frente a procesos de urbanización. En este estudio, Bolivia evidenció esta tendencia al combinar abundantes recursos hídricos, con niveles mínimos de estrés, mientras que México mostró el patrón opuesto.

Respecto a la capacidad de represa per cápita, los resultados sugieren que la infraestructura hidráulica funciona como una respuesta ante escenarios de alta demanda, y presión sobre el agua. Esta interpretación coincide con la investigación de Liu et al. (2024) quienes señalan que, los países con mayor estrés hídrico, suelen incrementar sus sistemas de almacenamiento y regulación, para garantizar el abastecimiento urbano y productivo. Sin embargo, los autores Nowak et al. (2022) advierten que, la expansión de infraestructura hidráulica, no siempre reduce el estrés hídrico de



manera estructural, especialmente cuando persisten problemas de sobreexplotación, y desigualdad en el acceso al recurso.

En términos generales, los resultados confirman que la urbanización representa el principal factor asociado al estrés hídrico en los países evaluados. La evidencia científica internacional respalda que la presión sobre el agua, responde a la interacción entre concentración poblacional, disponibilidad natural del recurso, y capacidad de gestión hidráulica; las diferencias identificadas entre países reflejan la complejidad territorial de América Latina, y evidencian que el estrés hídrico, constituye un fenómeno multidimensional condicionado, tanto por factores ambientales, como demográficos.

Conclusiones

Se evidenció diferencias claras en el estrés hídrico entre los países analizados. México presentó la mayor presión sobre los recursos hídricos, mientras que Bolivia y Ecuador mostraron los niveles más bajos; estas variaciones reflejan la influencia de las condiciones territoriales y la disponibilidad natural de agua.

La urbanización se identificó como el principal factor asociado al estrés hídrico; pues los países con mayor población urbana, registraron mayores niveles de presión sobre el recurso, lo que confirma, la importancia de la demanda generada por las ciudades; asimismo, la disponibilidad de recursos hídricos renovables, contribuyó a disminuir la presión hídrica, en los territorios con mayor oferta de agua.

En conjunto, los resultados muestran que el estrés hídrico en América Latina, depende principalmente de la relación entre concentración urbana, y disponibilidad hídrica, con diferencias marcadas según las características de cada país.

Se recomienda que futuras investigaciones incorporen variables climáticas, económicas y de gestión institucional del agua, con el fin de comprender de manera más integral los factores que influyen en el estrés hídrico y fortalecer las estrategias de planificación y sostenibilidad del recurso.



Referencias bibliográficas

- Abraha, T., Tibebe, A., & Ephrem, G. (2022). Rapid Urbanization and the Growing Water Risk Challenges in Ethiopia: The Need for Water Sensitive Thinking. *Frontiers in Water*, 4, 890229. <https://doi.org/10.3389/frwa.2022.890229>
- Ahmadi, E., McLellan, B., Mohammadi-Ivatloo, B., & Tezuka, T. (2020). The Role of Renewable Energy Resources in Sustainability of Water Desalination as a Potential Fresh-Water Source: An Updated Review. *Sustainability*, 12(13), 5233. <https://doi.org/10.3390/su12135233>
- Amparo-Salcedo, M., Pérez-Gimeno, A., & Navarro-Pedreño, J. (2025). Water Security Under Climate Change: Challenges and Solutions Across 43 Countries. *Water*, 17(5), 633. <https://doi.org/10.3390/w17050633>
- Arya, S., Bhatt, G. D., Pandey, M., & Chaudhary, D. (2025). Water Security in South America. En K. D. Bahukhandi, M. Kumar, D. P. Panday, & T. G. G. Chaminda (Eds.), *Water Scarcity Management* (1.^a ed., pp. 151-168). Wiley. <https://doi.org/10.1002/9781394176748.ch9>
- Bănăduc, D., Simić, V., Cianfaglione, K., Barinova, S., Afanasyev, S., Öktener, A., McCall, G., Simić, S., & Curtean-Bănăduc, A. (2022). Freshwater as a Sustainable Resource and Generator of Secondary Resources in the 21st Century: Stressors, Threats, Risks, Management and Protection Strategies, and Conservation Approaches. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(24), 16570. <https://doi.org/10.3390/ijerph192416570>
- Borah, G. (2025). Urban Water Stress: Climate Change Implications for Water Supply in Cities. *Water Conservation Science and Engineering*, 10(1), 20. <https://doi.org/10.1007/s41101-025-00344-5>



-
- Bravo-Cadena, J., Pavón, N. P., Balvanera, P., Sánchez-Rojas, G., & Razo-Zarate, R. (2021). Water Availability–Demand Balance under Climate Change Scenarios in an Overpopulated Region of Mexico. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *18*(4), 1846. <https://doi.org/10.3390/ijerph18041846>
- Chen, L., Yu, W., & Zhang, X. (2024). Spatio-temporal patterns of High-Quality urbanization development under water resource constraints and their key Drivers: A case study in the Yellow River Basin, China. *Ecological Indicators*, *166*, 112441. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2024.112441>
- Gómez Vidal, A., Machado, F., & Datshkovsky, D. (2021). *Water and Sanitation Services in Latin America: Access and Quality Outlook*. Inter-American Development Bank. <https://doi.org/10.18235/0003285>
- Harvey, C. A., Pritts, A. A., Zwetsloot, M. J., Jansen, K., Pulleman, M. M., Armbrecht, I., Avelino, J., Barrera, J. F., Bunn, C., García, J. H., Isaza, C., Muñoz-Ucros, J., Pérez-Alemán, C. J., Rahn, E., Robiglio, V., Somarriba, E., & Valencia, V. (2021). Transformation of coffee-growing landscapes across Latin America. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, *41*(5), 62. <https://doi.org/10.1007/s13593-021-00712-0>
- He, C., Liu, Z., Wu, J., Pan, X., Fang, Z., Li, J., & Bryan, B. A. (2021). Future global urban water scarcity and potential solutions. *Nature Communications*, *12*(1), 4667. <https://doi.org/10.1038/s41467-021-25026-3>
- Hombres, L., Boelens, R., Bleeker, S., Duarte-Abadía, B., Stoltenborg, D., & Vos, J. (2020). Water governmentalities: The shaping of hydrosocial territories, water transfers and rural–urban subjects in Latin America. *Environment and Planning E: Nature and Space*, *3*(2), 399–422. <https://doi.org/10.1177/2514848619886255>



-
- La Vigna, F. (2022). Review: Urban groundwater issues and resource management, and their roles in the resilience of cities. *Hydrogeology Journal*, 30(6), 1657-1683. <https://doi.org/10.1007/s10040-022-02517-1>
- Liu, Z., Ying, J., He, C., Guan, D., Pan, X., Dai, Y., Gong, B., He, K., Lv, C., Wang, X., Lin, J., Liu, Y., & Bryan, B. A. (2024). Scarcity and quality risks for future global urban water supply. *Landscape Ecology*, 39(2), 10. <https://doi.org/10.1007/s10980-024-01832-0>
- Makanda, K., Nzama, S., & Kanyerere, T. (2022). Assessing the Role of Water Resources Protection Practice for Sustainable Water Resources Management: A Review. *Water*, 14(19), 3153. <https://doi.org/10.3390/w14193153>
- Mishra, B., Kumar, P., Saraswat, C., Chakraborty, S., & Gautam, A. (2021). Water Security in a Changing Environment: Concept, Challenges and Solutions. *Water*, 13(4), 490. <https://doi.org/10.3390/w13040490>
- Niva, V., Cai, J., Taka, M., Kumm, M., & Varis, O. (2020). China's sustainable water-energy-food nexus by 2030: Impacts of urbanization on sectoral water demand. *Journal of Cleaner Production*, 251, 119755. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119755>
- Nowak, B., Ptak, M., Bartczak, J., & Sojka, M. (2022). Hydraulic Structures as a Key Component of Sustainable Water Management at the Catchment Scale—Case Study of the Rgilewka River (Central Poland). *Buildings*, 12(5), 675. <https://doi.org/10.3390/buildings12050675>
- Ogwu, M. C., Merritt, H., & Martínez, M. O. (2026). Latin America's Water Crisis: Pollution, Governance, and Community Responses. En M. C. Ogwu & S. Chibueze Izah (Eds.), *Water Quality and Safety in the Global South* (pp. 273-300). Springer Nature Switzerland. https://doi.org/10.1007/978-3-032-10602-5_10



-
- Oñate-Valdivieso, F., Oñate-Paladines, A., & Collaguazo, M. (2022). Spatiotemporal Dynamics of Soil Impermeability and Its Impact on the Hydrology of An Urban Basin. *Land*, *11*(2), 250. <https://doi.org/10.3390/land11020250>
- Rathore, U. B. P. S., Sajan, B., Singh, S. K., & Kanga, S. (2025). Urbanization and Water Stress: Analyzing the Impact of Rapid Urbanization on Local Water Resources and Proposing Sustainable Management Strategies. En S. K. Singh, S. Kanga, S. K. Gupta, B. Sajan, & D. D. Sharma (Eds.), *Agri-informatics and Eco-friendly Innovations for a Secure Food Future* (Vol. 14, pp. 353-374). Springer Nature Switzerland. https://doi.org/10.1007/978-3-032-02118-2_14
- Schulz, C., & Adams, W. M. (2021). In search of the good dam: Contemporary views on dam planning in Latin America. *Sustainability Science*, *16*(1), 255-269. <https://doi.org/10.1007/s11625-020-00870-2>
- Silva, C., & Vergara-Perucich, F. (2021). Determinants of urban sprawl in Latin America: Evidence from Santiago de Chile. *SN Social Sciences*, *1*(8), 202. <https://doi.org/10.1007/s43545-021-00197-4>
- Tayebi, S., Feizizadeh, B., Esfandi, S., Aliabbasi, B., Ali Alavi, S., & Shamsipour, A. (2022). A Neighborhood-Based Urban Water Carrying Capacity Assessment: Analysis of the Relationship between Spatial-Demographic Factors and Water Consumption Patterns in Tehran, Iran. *Land*, *11*(12), 2203. <https://doi.org/10.3390/land11122203>
- Wang, D., Hubacek, K., Shan, Y., Gerbens-Leenes, W., & Liu, J. (2021). A Review of Water Stress and Water Footprint Accounting. *Water*, *13*(2), 201. <https://doi.org/10.3390/w13020201>



Conflicto de intereses:

Los autores declaran que no existe conflicto de interés posible.

Financiamiento:

No existió asistencia financiera de partes externas al presente artículo.

Agradecimiento:

N/A

Nota:

El artículo no es producto de una publicación anterior.