



La gestión de residuos, un vistazo desde el enfoque de la función pública en el estado de Morelos

Yaneth Alejandra Bustos-Terrones^{1*}, Juan Gabriel Loaiza¹, Victoria Bustos-Terrones²

¹*CONAHCYT-TecNM-Instituto Tecnológico de Culiacán, ²Universidad Politécnica del Estado de Morelos.

*yaneth.bt@culiacan.tecnm.mx

Resumen

Los acuíferos en México, vitales para la agricultura intensiva, enfrentan desafíos de contaminación y de escasez. El monitoreo constante de la calidad y la disponibilidad del agua subterránea es crucial para la sostenibilidad agrícola y la preservación de los recursos hídricos. Este estudio analizó la contaminación en el acuífero del Río Culiacán, encontrando variaciones en la calidad del agua según la ubicación. Mientras que algunas zonas presentaron agua apta para distintos usos, otras mostraron niveles de contaminación que limitan su aprovechamiento. Una gestión efectiva es esencial para garantizar la disponibilidad y la calidad del agua a largo plazo en la región.

Palabras clave: acuífero del Río Culiacán, evaluación de la calidad del agua, índice de calidad del agua.

Introducción

El agua subterránea es crucial para el suministro global de agua potable, pero enfrenta desafíos críticos por la sobreexplotación y la contaminación, agravados por el crecimiento poblacional, la urbanización y la expansión industrial y agrícola¹. Evaluar su calidad requiere análisis fisicoquímicos y estadísticos. Además, una gestión responsable es esencial para la seguridad alimentaria y la preservación ambiental, especialmente ante el cambio climático². Por eso, este estudio proporciona información útil para la gestión sostenible del agua y la implementación de políticas que promuevan prácticas agrícolas más limpias.

Materiales y métodos

La Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) proporcionó los datos sobre la calidad del agua, obtenidos de muestreos semestrales realizados entre 2012 y 2020 en seis puntos de muestreo del Acuífero del Río Culiacán (ARC), con profundidades que oscilan entre 50 y 100 metros.

Se analizaron las concentraciones de los parámetros de calidad del agua para evaluar la calidad del recurso hídrico. Asimismo, se calculó el índice de calidad del agua (ICA)³, considerando parámetros como pH, sólidos disueltos totales, dureza total, calcio, magnesio, nitratos, cloruros, sulfatos, fluoruro y alcalinidad total. Los valores obtenidos del ICA se clasificaron en seis categorías: agua excelente (<50), agua buena (50-100), agua mala (100-200), agua muy mala (200-300) y agua no apta (>300).

Resultados y discusión

El ARC es uno de los acuíferos más importantes de Sinaloa, ya que se ubica en una región de intensa actividad agrícola⁴. Actualmente, este acuífero presenta signos de contaminación y de escasez de agua subterránea. El monitoreo del agua subterránea es crucial para la planificación y la gestión de la agricultura sostenible y podría garantizar la producción y la seguridad alimentaria. La figura 1 muestra la ubicación del ARC, en el estado de Sinaloa, México. Esta área tiene un rango de elevación de 0 a 200 metros sobre el nivel del mar y abarca una superficie aproximada de 2⁵⁹⁶.83 km². Gran parte de la superficie se destina a la agricultura de riego y a la agricultura de temporada⁵.

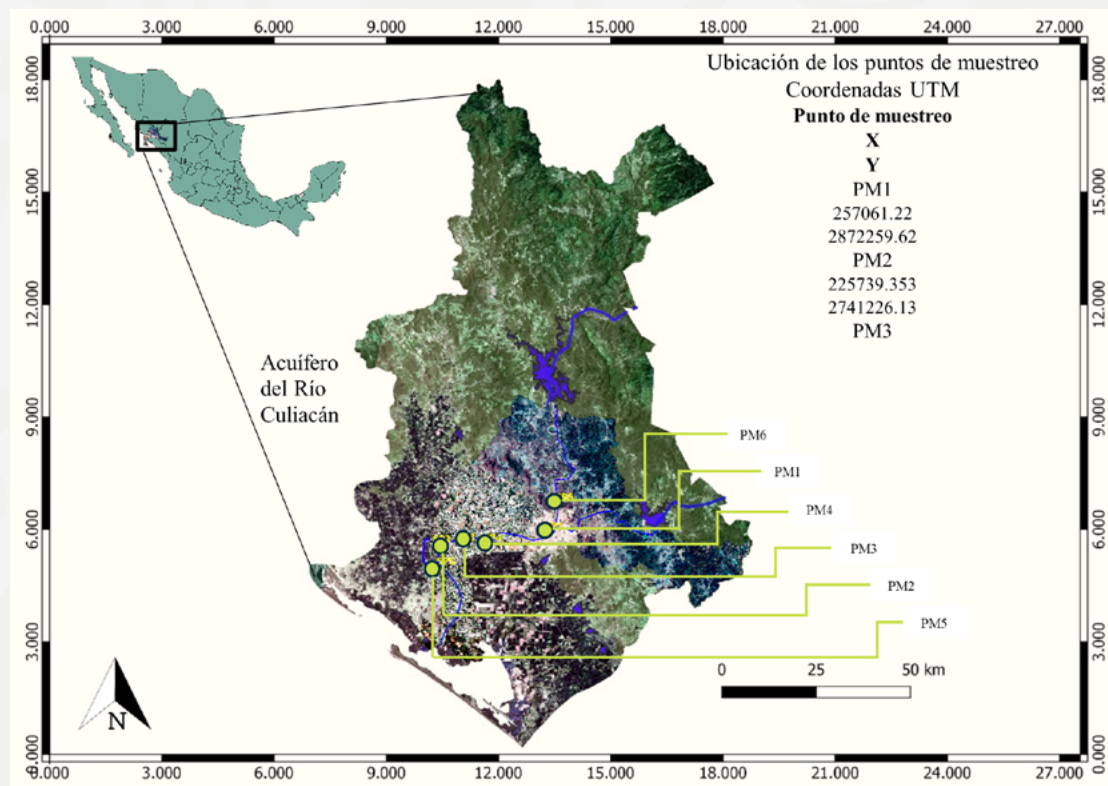


Figura 1. Ubicación de los puntos de muestreo del acuífero de Río Culiacán.

La concentración de sólidos totales disueltos (632 mg/L) y la conductividad eléctrica (1102.5 μ S/cm) en PM5 están por encima de los niveles recomendados por la norma NOM-001-SEMARNAT-1996, indicando que la calidad del agua podría verse afectada, aunque no de manera crítica. La dureza total varió entre 130 mg/L (PM6) y 483 mg/L (SP1), clasificándose el agua como dura, lo cual puede afectar su uso en procesos industriales o domésticos. El pH (7-8) se mantiene en valores neutros, lo que es adecuado. Las concentraciones de nitrógeno total y de nitratos en PM1 (9.145 mg/L y 9.097 mg/L) exceden los límites establecidos, lo que sugiere una posible contaminación por actividades agrícolas, especialmente por el uso de fertilizantes. Las concentraciones de fosfato fueron bajas (0-1 mg/L), lo que es positivo. Mientras que la presencia de coliformes fecales en zonas urbanas (PM1 y PM6) es preocupante, ya que indica contaminación por aguas residuales. Sin embargo, el índice de calidad del agua (ICA) clasifica las muestras de PM1-PM5 como de “buena calidad” y las de PM6 como “excelente”, lo que sugiere que la calidad general del agua es aceptable, aunque con áreas de mejora en zonas urbanas.

Conclusiones

El ARC en Sinaloa, México, es vital para la intensa actividad agrícola, pero enfrenta contaminación y escasez. El monitoreo es esencial para la gestión agrícola sostenible. Los resultados de calidad del agua, incluyendo sólidos disueltos totales, conductividad eléctrica, dureza, nitrógeno total, nitratos, fosfatos y coliformes fecales, revelan influencias agrícolas y urbanas. Aunque el índice de calidad clasifica la mayoría como “buena”, el PM1 se destaca como “excelente”, lo que insta a acciones preventivas. La ubicación, la topografía y el uso agrícola intensivo acentúan la importancia crítica de la gestión sustentable del agua subterránea en la región.

Referencias bibliográficas

1. Rekha, P., Kamalakkannan, M. K., Selvakumar, P., & Bhattacharya, S. (2025). Ground Water Management. En *Emerging Trends and Technologies in Water Management and Conservation* (pp. 149-174). IGI Global Scientific Publishing.
2. Zhang, Y., Zhang, Q., Chen, W., Shi, W., Cui, Y., Chen, L., & Shao, J. 2023. Hydrogeochemical analysis and groundwater pollution source identification based on self-organizing map at a contaminated site. *Journal of Hydrology*, 616, 128839. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2022.128839>
3. Gabr, M. E., Soussa, H., & Fattouh, E. (2021). Groundwater quality evaluation for drinking and irrigation uses in Dayrout city Upper Egypt. *Ain Shams Engineering Journal*, 12, 327-340.
4. Loaiza, J. G., Rangel-Peraza, J. G., Sanhouse-García, A. J., Monjardín-Armenta, S. A., Mora-Félix, Z. D., & Bustos-Terrones, Y. A. (2021). Assessment of Water Quality in A Tropical Reservoir in Mexico: Seasonal, Spatial and Multivariable Analysis. *International Journal of Environmental Research and Health*, 18(14), 7456. <https://doi.org/10.3390/ijerph18147456>

5. Sanhouse-Garcia, A. J., Bustos-Terrones, Y., Rangel-Peraza, J. G., Quevedo-Castro, A., & Pacheco, C. (2017). Multi-temporal analysis for land use and land cover changes in an agricultural region using open-source tools. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, 8, 278-290. <https://doi.org/10.1016/j.rsase.2016.11.002>