



El cambio climático y sus efectos diferenciados

Jazmín González Zurita^{1*}, Víctor Flores-Armillas²

¹Posgrado en Ciencias de la Sostenibilidad, Facultad de Ciencias de la UNAM y ²Centro de Investigaciones Biológicas de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos.

*jazmingonzalezzurita@gmail.com

Resumen

El cambio climático es un fenómeno de alta complejidad en el que diversos actores interactúan en condiciones variables. Aunado a esto, los efectos adversos se distribuyen de manera desigual, siendo los grupos vulnerables los más afectados. Entre estos efectos adversos, se puede mencionar la disminución de la disponibilidad de agua para uso y consumo humanos. Por ello, resulta necesario realizar estudios de disponibilidad del recurso hídrico ante escenarios de cambio climático en el estado de Morelos que consideren este impacto diferenciado, con el objetivo de brindar a las autoridades y a la población en general información confiable y vinculada a la realidad. Solo así se podrá fortalecer la seguridad hídrica y la capacidad de adaptación en el estado.

Palabras clave: seguridad hídrica, vulnerabilidad, capacidad adaptativa, escenarios de cambio climático.

El cambio climático es un fenómeno que refleja una alteración de los procesos ambientales que tienen lugar en la biosfera. Se trata de un problema de alta complejidad en el que intervienen una gran diversidad de actores, involucrados en entramados de intereses económicos y políticos¹.

Las actividades humanas han provocado un calentamiento global de al menos 1 °C (con un rango probable de 0.8 °C a 1.2 °C). Se prevé un aumento mínimo de 1.5 °C entre 2030 y 2052. El Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés), en su último informe, advierte que, con un aumento de la temperatura media de la superficie mayor a 1 °C los impactos y riesgos serán severos. Por lo que,

a medida que nos acercamos a este umbral, aumentarán los riesgos de desastres ocasionados por eventos meteorológicos extremos³.

La crisis mundial del cambio climático influye estrechamente en el ciclo hidrológico. Este incrementa la variabilidad y provoca fenómenos meteorológicos extremos. Asimismo, reduce la capacidad de predicción de los cambios en la disponibilidad del agua⁴. Las proyecciones para el siglo **xxi** indican que habrá una reducción de las aguas superficiales y subterráneas en la mayor parte de las regiones subtropicales. Esto intensificará la competencia por el agua entre los sectores económicos y sociales. Además, se proyecta que el cambio climático provocará una disminución de la calidad del agua bruta y generará riesgos para la calidad del agua potable, incluso con el tratamiento de potabilización convencional⁵.

Diversos escenarios climáticos coinciden en señalar que se prevén variaciones importantes (en intensidad y frecuencia) de la temperatura y la precipitación, lo cual incrementará la vulnerabilidad social y ambiental⁶. El cambio climático pone de manifiesto los distintos grados de vulnerabilidad (definida como el riesgo y daño que las alteraciones a los procesos biofísicos y sociales pueden ocasionar a la población y los ecosistemas) al disminuir la disponibilidad de agua en cuanto a cantidad y calidad suficiente para el funcionamiento adecuado de los ecosistemas, y para dar cumplimiento con el derecho humano al agua y saneamiento.

Aunado a esto, el cambio climático impacta de manera desigual. Las personas más vulnerables son aquellas que están desfavorecidas económicamente, socialmente, culturalmente y/o políticamente. Las mujeres en situación de vulnerabilidad suelen formar parte de estos grupos, por lo que a menudo experimentan directamente los efectos negativos del cambio climático⁷. El **ipcc** reconoció en 2001 dicho impacto diferenciado, señalando que, ante las distintas exposiciones por factores sociales, se observa un efecto distinto entre ambos sexos⁷. Se estima que mujeres y niños son más propensos a enfermedades relacionadas con el calor y la mala calidad del agua, lo cual se puede ver agudizado con suministros limitados de alimentos⁸.

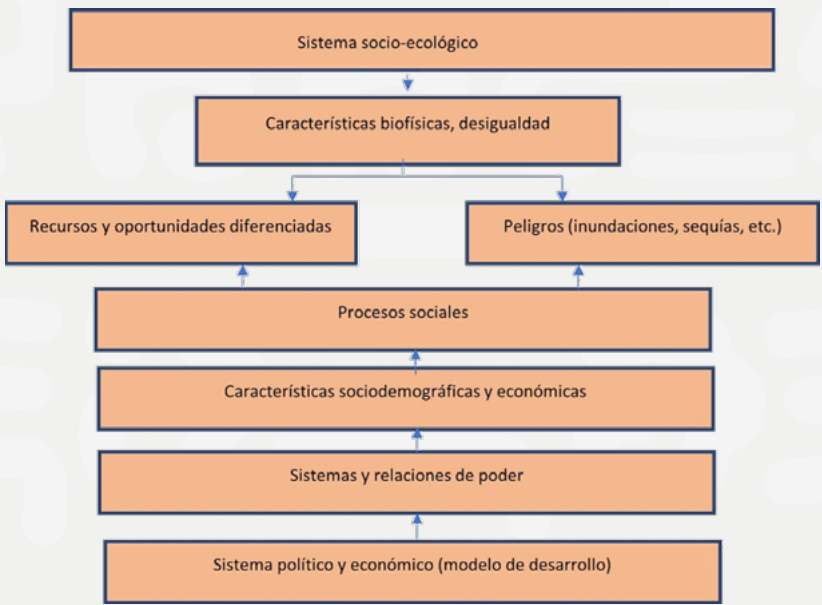


Figura 1. Esquematiza este efecto diferenciado hacia los grupos vulnerables de la sociedad⁹.

Es posible atenuar la vulnerabilidad ante el cambio climático, reduciendo la sensibilidad del sistema socioambiental y mejorando su capacidad adaptativa. Lograr esto exige mayor conocimiento del entorno social, económico, político y ambiental¹⁰. Por ello, es necesario entender las razones por las que una comunidad es vulnerable a eventos climáticos específicos, así como el conocimiento de estrategias diferenciadas de prevención y adaptación para enfrentar estos desafíos¹¹. Es por todo lo anterior que la vulnerabilidad diferenciada implica analizar los diferentes papeles de las desigualdades sociales y la distribución no equitativa del poder en la construcción de la vulnerabilidad¹².

El estudio de vulnerabilidad y adaptación a los efectos del cambio climático que preparó la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) para su *Atlas Climático* identifica riesgos para el estado de Morelos específicos en el 73 % de la biodiversidad, el 97 % de los bosques, así como en los sectores agrícola y ganadero¹³. De acuerdo con este estudio, los efectos del cambio climático amenazan gravemente a por lo menos tres municipios: Huitzilac, Ocuituco y Tlalnepantla, ubicados en la zona norte del estado. De manera general, afectarían de forma media al 43 % de la biodiversidad; en tanto que, al sector hídrico, en 91 % de forma media y 9 % de forma alta; a los bosques, 21 % de forma alta y 76 % de forma media. Asimismo, en este estudio se enfatiza la falta de medición del impacto social y económico que estos efectos ya empiezan a tener en el desarrollo del estado¹⁴.

Resulta, pues, pertinente realizar estudios sobre la disponibilidad de agua ante escenarios de cambio climático en la región y preservar las zonas de recarga hídrica. En este sentido, la zona denominada “bosque de agua” es estratégica para la recarga hídrica para los estados^{15,16}. En 2024, se realizó un estudio para esta región de bosque de agua y los sistemas de barrancas en el estado de Morelos, en el que se modeló la disponibilidad de agua y los impactos del cambio climático mediante el uso y procesamiento de las bases de datos del WorldClim Coupled Model Intercomparison Project 6 (CMIP6). Este incorpora los escenarios de emisiones de gases de efecto invernadero denominados *shared socioeconomic pathways* (ssp), acoplado con el modelo WEAP (*water evaluation and planning*), desarrollado por el Stockholm Environment Institute, y reforzado con entrevistas semiestructuradas con actores clave. Se analizaron las proyecciones futuras mediante los mcg (modelos de circulación general): CNRM-ESM2 (Francia), CNRM-CM6 (Francia) y MIROC6 (Japón) para horizonte medio (2041-2061) y horizonte lejano (2081-2100) con ssp 370 y ssp 58516.

Algunos de los resultados de este estudio señalan una tendencia al aumento de la demanda de agua para abastecer la región, llegando aproximadamente a 500 millones de m³ para el 2032. Según las predicciones de los modelos de cambio climático analizados, habrá disminuciones importantes en las precipitaciones, con lluvias atípicas, el desplazamiento de las temporadas de lluvia y periodos más largos de sequía. Lo anterior podría afectar la disponibilidad y la calidad del agua, así como provocar cambios importantes en el almacenamiento de agua subterránea.

Este reto complejo debe ser abordado desde varias perspectivas y con un enfoque diferenciado para lograr la formulación e instrumentación de políticas públicas efectivas, las cuales requieren acciones gubernamentales,

privadas y de las organizaciones de la sociedad civil¹⁴. Asimismo, será necesario buscar otras fuentes alternas de abasto de agua y lograr una mayor eficiencia en el uso del agua en la región.

Referencias bibliográficas

1. Sánchez-Santillán, N., de la Lanza-Espino, G., Garduño, R., & Sánchez-Trejo, R. (2015). La influencia antropogénica en el cambio climático bajo la óptica de los sistemas complejos. *Revista Iberoamericana de Ciencias*, 2(6), 69-84.
2. Intergubernamental Group of Climate Change. (2019). *Summary for Policymakers. In: Climate Change and Land: An IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems*. P. R. Shukla, J. Skea, E. Calvo Buendia, V. Masson-Delmotte, H.-O. Pörtner, D. C. Roberts, P. Zhai, R. Slade, S. Connors, R. van Diemen, M. Ferrat, E. Haughey, S. Luz, S. Neogi, M. Pathak, J. Petzold, J. Portugal Pereira, P. Vyas, E. Huntley, K. Kissick, M. Belkacemi & J. Malley (Eds.). En prensa.
3. Intergubernamental Group of Climate Change. (2024). *The Intergovernmental Panel on Climate Change*. <https://www.ipcc.ch/>
4. UN-WATER. (2019). *Informe de políticas de ONU-AGUA sobre el cambio climático y el agua*. Swiss Agency for Development and Cooperation SDC, Ministry of Foreign Affairs of the Netherlands.
5. Intergubernamental Group of Climate Change. (2014). *Cambio climático 2014: Impactos, adaptación y vulnerabilidad: Resumen para responsables de políticas. Contribución del Grupo de trabajo II al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático*. Organización Meteorológica Mundial.
6. Arreguín-Cortés, F., Rodríguez, O., & Montero, M. J. (2015). *Atlas de vulnerabilidad hídrica en México ante el cambio climático*. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.
7. González, S. (2017). *El cambio climático desde una perspectiva de género*. Planeta.
8. Wisner, B. (2003). Sustainable suffering? Reflections on Development and disaster vulnerability in the post-Johannesburg world. *Regional Development Dialogue*, 24(1), 135-148.
9. CAF, Banco de Desarrollo de América Latina. (2014). *Índice de vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en la región de América Latina y el Caribe*.
10. Conde, A. C. (2007). Vulnerabilidad y adaptación al cambio climático: Descripción de un estudio de caso y los retos en las investigaciones actuales. En J. Urbina-Soria & J. Martínez-Fernández (Comps.), *Más allá del cambio climático: Las dimensiones psicosociales del cambio ambiental global* (pp. 157-171). INE; Semarnat; UNAM-Facultad de Psicología.
11. City Adapt. (2010). *Estudio vulnerabilidad ante el cambio climático en Xalapa y Tlalnelhuayocan, Veracruz*. ONU; SEMARNAT.
12. Monterroso, R., Fernández, A., Trejo, R., Conde, A. C., Escandón, J., Villers, L., & Gay, C. (2014). *Vulnerabilidad y adaptación a los efectos del cambio climático en México*. UNIATMOS-UNAM. <http://atlasclimatico.unam.mx/VyA/#4/z>

13. Gobierno del Estado de Morelos. (2014). *Decreto por el que se expide el Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático de Morelos "PEACCMOR"*. Consejería jurídica del Poder Ejecutivo del Estado de Morelos. Dirección General de Legislación, Cuernavaca, Morelos.
14. Jaramillo, F., González, J., & Flores, V. H. (2018). *Plan para el manejo integral del sistema de barrancas del norponiente de Morelos*. El Colegio de Morelos.
15. Oswald, U. (2003). *El recurso agua en el Alto Balsas*. CRIM; IGF-UNAM; Coltlax; FHB.
16. González-Zurita, J., & Oswald-Spring, U. (2024) Modeling water availability under climate change scenarios: a systemic approach in the metropolitan area in Morelos, México. *Frontiers in Water*, 6, 1466380. <https://doi.org/10.3389/frwa.2024.1466380>