



Académico, Escuela de Geografía, Universidad de Costa Rica (adolfo.quesadaroman@ucr.ac.cr)

Retos e impactos del cambio global en Costa Rica

Adolfo Quesada-Román

El cambio global se refiere a las transformaciones y fenómenos interrelacionados que afectan diversos aspectos del Sistema Tierra (Steffen *et al.*, 2005). El cambio global, caracterizado por fenómenos como el cambio climático, la contaminación ambiental, la degradación del suelo y la pérdida de biodiversidad, ha desencadenado inestabilidades significativas en el Sistema Tierra (Steffen *et al.* 2020). En Costa Rica, uno de esos cambios globales como lo es el cambio climático, se ha traducido en un aumento en la recurrencia e intensidad de los ciclones tropicales, lluvias torrenciales, fuertes sequías, inundaciones y deslizamientos devastadores (Hagen *et al.*, 2022; Quesada-Román, 2023). Estos eventos no solo causan daños directos, como la destrucción de infraestructuras y pérdida de vidas, sino que también tienen impactos indirectos, como la interrupción de servicios básicos, un fuerte impacto en la agricultura, la degradación ambiental y la pérdida de medios de subsistencia (Quesada-Román & Campos-Durán, 2023). Las consecuencias económicas son considerables, exacerbando la pobreza y la desigualdad socioeconómica en el país (Panwar & Sen, 2019). La apertura financiera, el crecimiento económico y el consumo de energía primaria aumentaron

la degradación ambiental en las últimas décadas en Costa Rica, tanto en el corto como en el largo plazo, mientras que el consumo de energía renovable disminuyó (Koengkan *et al.*, 2019). La disparidad en el país agudiza su vulnerabilidad y exposición a estos desastres tanto asociados con el clima como con la degradación ambiental, acentuando la necesidad de una acción coordinada y equitativa regional para enfrentar estos desafíos en un entorno cambiante (Castellanos, 2022).

Para abordar los desafíos del cambio climático en Costa Rica, es esencial implementar estrategias de mejora en el monitoreo climático, la zonificación de sus amenazas naturales y el análisis detallado de sus implicaciones socioeconómicas. Esto se logra mediante la expansión de la red de estaciones meteorológicas e hidrológicas para obtener datos precisos sobre condiciones climáticas y caudales de agua (Hidalgo *et al.*, 2013). Además, concentrarse en el monitoreo de las zonas propensas a desastres frecuentes como inundaciones y deslizamientos permite una respuesta más rápida y eficaz (Garro-Quesada *et al.*, 2023; Quesada-Román, 2021). Para fortalecer la resiliencia climática en el país, se requiere una capacitación comunitaria con enfoque de género y sostenibilidad ambiental (Van Niekerk *et al.*, 2018). Esto empoderará a las comunidades para tomar medidas preventivas, preparativas y de respuesta frente a eventos climáticos extremos, incluyendo todos los estratos sociales en las tomas de decisiones territoriales (Leal Filho *et al.*, 2022; Quesada-Román, 2022).

Los retos del cambio global en Costa Rica son aún mayores respecto al desabastecimiento de agua potable, el rápido cambio del uso del suelo promoviendo la deforestación y especialmente el crecimiento desordenado de las ciudades, así como la contaminación de suelos, agua y aire (Maria *et al.*, 2017; Huang *et al.*, 2021; Sánchez-Murillo *et al.*, 2020). Además, estas condiciones generan mayor vulnerabilidad y exposición en la población a vectores de diversas enfermedades (Ortiz *et al.*, 2021; Quesada-Román *et al.*, 2023). Por consiguiente, los enfoques comunitarios son efectivos para resolver otras problemáticas del cambio global (Xie *et al.*, 2020). Para ello, es fundamental entablar un diálogo que destaque la necesidad de adoptar diversos enfoques para abordar el cambio global (Mauser *et al.*, 2013).

Los análisis multivariados son herramientas valiosas para comprender, gestionar y tomar decisiones informadas sobre procesos ambientales en países en desarrollo, donde la gestión eficaz de los recursos y la protección del ambiente son fundamentales para el bienestar de la población y el desarrollo sostenible a largo plazo. Para generar un análisis del cambio global en Costa Rica en las últimas tres décadas, se llevó a cabo un análisis exhaustivo del entorno ambiental y del impacto del cambio global en el país. Se empleó la base de datos del Banco Mundial y EM-DAT actualizados para todos los países y sus parámetros hasta 2020.

El primer paso de este trabajo consistió en explorar una amplia gama de variables continuas desde 1990 hasta 2020, como un periodo con datos completos para Costa Rica. Las variables fueron PIB per cápita (USD constantes de 2015) (GDP), Tierra agrícola (% de la superficie terrestre) (AL), Emisiones de CO2 (toneladas métricas per cápita) (COMT), Consumo de energía renovable (% del consumo total de energía final) (REC), Recursos internos renovables de agua dulce per cápita (metros cúbicos) (RIF), Rentas totales de recursos naturales (% del PIB) (NRR), Pérdidas económicas en miles de dólares por desastres (DL). En una segunda etapa, se mantuvieron únicamente aquellas variables que se consideraron más relevantes, con menor colinealidad y alineadas con el análisis del cambio global a partir de un enfoque ambiental y socioeconómico. Posteriormente, se generaron matrices de correlación (Wei *et al.*, 2017) para inspeccionar visual y estadísticamente las relaciones entre variables para explicar los cambios en las últimas tres décadas que están afectando las condiciones ambientales para Costa Rica. Estas matrices proporcionaron una clara perspectiva de las interacciones entre las variables, lo que resultó esencial para el análisis y la interpretación de los datos recopilados. Por último, se normalizaron de 0 a 1 las variables más representativas del análisis estadístico (GDP, AL, COMT, REC, RIF y NRR) para generar una mejor interpretación de los resultados.

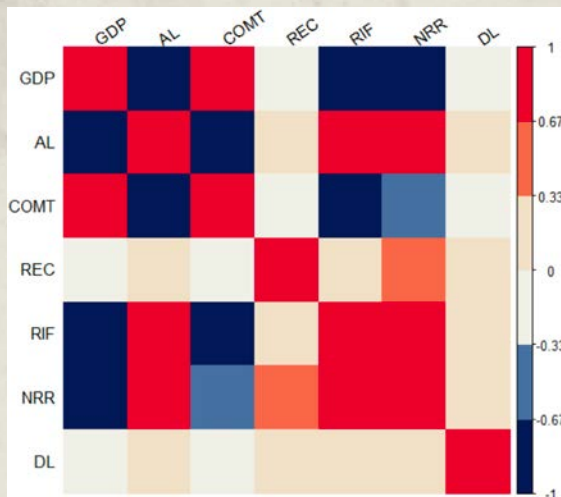


Figura 1. Matriz de correlación de las diversas variables utilizadas en el análisis de Costa Rica. PIB per cápita (USD constantes de 2015) (GDP), Tierra agrícola (% de la superficie terrestre) (AL), Emisiones de CO2 (toneladas métricas per cápita) (COMT), Consumo de energía renovable (% del consumo total de energía final) (REC), Recursos internos renovables de agua dulce per cápita (metros cúbicos) (RIF), Rentas totales de recursos naturales (% del PIB) (NRR), Pérdidas económicas en miles de dólares por desastres (DL).

Existe una fuerte correlación negativa entre las tierras agrícolas y el PIB per cápita, por tanto, se recomienda diversificar la economía para alejarla de una fuerte dependencia de la agricultura, y por ende con un mayor desarrollo económico. En el país, existe una correlación positiva entre las emisiones de CO2 per cápita y el PIB per cápita. Esto indica que el desarrollo económico conduce a mayores emisiones, enfatizando la importancia de equilibrar el crecimiento económico con la sostenibilidad ambiental a través de políticas verdes más eficientes.

Costa Rica tiene una fuerte correlación negativa entre los recursos internos renovables de agua dulce y el PIB per cápita (**Figura 2**). Esto destaca el papel fundamental de los recursos de agua dulce en el desarrollo económico y subraya la necesidad de una gestión integrada del recurso hídrico a través de políticas modernas y eficientes. A pesar de presentar millones de dólares en pérdidas económicas por desastres en las tres décadas de estudio, esta variable no tuvo fuertes correlaciones con otras de las variables estudiadas. Este resultado reafirma la complejidad del estudio de los desastres en un país geodinámico y climáticamente activo con una alta exposición y vulnerabilidad. Estos hallazgos destacan la importancia de políticas y acciones con enfoques desde lo local hacia lo regional y a escala nacional que fomenten la diversificación económica y la sostenibilidad en el país. En la **Figura 2** se destacan lo que serían los cuatro retos más importantes para afrontar el cambio global en Costa Rica.

Referencias

- Banco Mundial. (2023). Indicadores nacionales. World Bank Data. <https://data.worldbank.org/>
- Castellanos, E. J. (2022). Central America in dire need of inclusive climate resilient development with support from the international community. *PLOS Climate*, 1(11), e0000105.
- EM-DAT. (2023). EM-DAT: The Emergency Events Database - Disasters by Country, 2023. Database on Disasters. <https://www.emdat.be/>
- Ferronato, N., & Torretta, V. (2019). Waste mismanagement in developing countries: A review of global issues. *International journal of environmental research and public health*, 16(6), 1060.



Figura 2. Los cuatro grandes retos del cambio global en Costa Rica. a) Diversificar la economía para lograr un desarrollo económico más equilibrado. b) Implementación de políticas verdes más eficientes para equilibrar el crecimiento económico con la sostenibilidad ambiental. c) Aumentar la proporción del consumo de energía renovable para reducir las emisiones de carbono. d) Gestión integrada del recurso hídrico mediante políticas modernas y eficientes.

- Garro-Quesada, M. D. M., Vargas-Leiva, M., Giroto, P. O., & Quesada-Román, A. (2023). Climate Risk Analysis Using a High-Resolution Spatial Model in Costa Rica. *Climate*, 11(6), 127.
- Hagen, I., Huggel, C., Ramajo, L., Chacón, N., Ometto, J. P., Postigo, J. C., & Castellanos, E. J. (2022). Climate change-related risks and adaptation potential in Central and South America during the 21st century. *Environmental Research Letters*, 17(3), 033002.

- Hidalgo, H. G., Amador, J. A., Alfaro, E. J., & Quesada, B. (2013). Hydrological climate change projections for Central America. *Journal of Hydrology*, 495, 94-112.
- Huang, Z., Yuan, X., & Liu, X. (2021). The key drivers for the changes in global water scarcity: Water withdrawal versus water availability. *Journal of Hydrology*, 601, 126658.
- Koengkan, M., Santiago, R., Fuinhas, J. A., & Marques, A. C. (2019). Does financial openness cause the intensification of environmental degradation? New evidence from Latin American and Caribbean countries. *Environmental economics and policy studies*, 21, 507-532.
- Leal Filho, W., Kovaleva, M., Tsani, S., Țircă, D. M., Shiel, C., Dinis, M. A. P., ... & Tripathi, S. (2022). Promoting gender equality across the sustainable development goals. *Environment, Development and Sustainability*, 1-22.
- Maria, A., Acero, J. L., Aguilera, A. I., & Lozano, M. G. (Eds.). (2017). Central America urbanization review: making cities work for Central America. World Bank Publications.
- Mausser, W., Klepper, G., Rice, M., Schmalzbauer, B. S., Hackmann, H., Leemans, R., & Moore, H. (2013). Transdisciplinary global change research: the co-creation of knowledge for sustainability. *Current opinion in environmental sustainability*, 5(3-4), 420-431.
- Panwar, V., & Sen, S. (2019). Economic impact of natural disasters: An empirical re-examination. *Margin: The Journal of Applied Economic Research*, 13(1), 109-139.
- Ortiz, D. I., Piche-Ovares, M., Romero-Vega, L. M., Wagman, J., & Troyo, A. (2021). The impact of deforestation, urbanization, and changing land use patterns on the ecology of mosquito and tick-borne diseases in Central America. *Insects*, 13(1), 20.
- Quesada-Román, A. (2021). Landslides and floods zonation using geomorphological analyses in a dynamic catchment of Costa Rica. *Revista cartográfica*, 102, 125-138.
- Quesada-Román, A. (2022). Disaster risk assessment of informal settlements in the Global South. *Sustainability*, 14(16), 10261.
- Quesada-Román, A. (2023). Priorities for natural disaster risk reduction in Central America. *PLOS Climate*, 2(3), e0000168.
- Quesada-Román, A., & Campos-Durán, D. (2023). Natural disaster risk inequalities in Central America. *Papers in Applied Geography*, 9(1), 36-48.
- Quesada-Román, A., Pérez-Umaña, D., & Brenes-Maykall, A. (2023). Relationships between COVID-19 and disaster risk in Costa Rican municipalities. *Natural Hazards Research*, 3(2), 336-343.
- Sánchez-Murillo, R., Esquivel-Hernández, G., Corrales-Salazar, J. L., Castro-Chacón, L., Durán-Quesada, A. M., Guerrero-Hernández, M., ... & Terzer-Wassmuth, S. (2020). Tracer hydrology of the data-scarce and heterogeneous Central American Isthmus. *Hydrological Processes*, 34(11), 2660-2675.
- Steffen, W., Sanderson, R. A., Tyson, P. D., Jäger, J., Matson, P. A., Moore III, B., Oldfield, F., Richardson, K., Schellhuber, H.J., Turner II, B.L., & Wasson, R. J. (2005). Global change and the earth system: a planet under pressure. Springer Science & Business Media.
- Steffen, W., Richardson, K., Rockström, J., Schellhuber, H. J., Dube, O. P., Dutreuil, S., Lenton, T.M., & Lubchenco, J. (2020). The emergence and evolution of Earth System Science. *Nature Reviews Earth & Environment*, 1(1), 54-63.
- Van Niekerk, D., Nema-konde, L. D., Kruger, L., & Forbes-Genade, K. (2018). Community-based disaster risk management. *Handbook of disaster research*, 411-429.
- Wei, T., Simko, V., Levy, M., Xie, Y., Jin, Y., & Zemla, J. (2017). Package 'corrplot'. *Statistician*, 56(316), e24.
- Xie, H., Zhang, Y., Wu, Z., & Lv, T. (2020). A bibliometric analysis on land degradation: Current status, development, and future directions. *Land*, 9(1), 28.