

Reconstruyendo eventos hidroclimáticos extremos pasados en la costa norte peruana: PaleoEnso y la oportunidad de mejorar nuestras herramientas en gestión de riesgos

Reconstructing past extreme hydroclimatic events on the northern Peruvian coast: PaleoEnso and the opportunity to improve our risk management tools

James Apaéstegui¹, Lizbeth Bulnes², Flor Zanini³, Carol Romero⁴, Francisco Cruz⁵

¹Instituto Geofísico del Perú, ^{2,3}Universidad Nacional Agraria La Molina, ⁴Universidad Nacional de Cajamarca, ⁵Universidad de Sao Paulo

Resumen

El fenómeno El Niño es un evento océano – atmosférico que produce alteraciones globales en el clima, impactando todo el sistema terrestre. En el Perú, generalmente, la ocurrencia del fenómeno se manifiesta a través de lluvias intensas que afectan principalmente a la costa norte, con importantes impactos económicos, sociales y ambientales. En ese contexto, se requiere mejorar la comprensión de la magnitud y recurrencia de los eventos extremos con el objetivo de mejorar la gestión de riesgo de desastres de nuestro territorio. No obstante, los registros instrumentales de lluvias para caracterizar el fenómeno, solo abarcan el último siglo, lo cual, es insuficiente considerando la naturaleza aleatoria de los eventos. Ante esta brecha de información, el presente trabajo busca reconstruir eventos extremos de precipitación en la costa norte mediante el uso de trazadores isotópicos ($\delta^{18}\text{O}$, $\delta^{13}\text{C}$) en espeleotemas (estalagmitas de cavernas). A través de la datación geocronológica en base al método Uranio – Thorio, es posible tener un fechamiento preciso del crecimiento de los espeleotemas, que, sumado al análisis isotópico de las laminaciones depositadas de carbonato, representan una herramienta ampliamente validada para la reconstrucción del clima y específicamente para las precipitaciones pasadas ($\delta^{18}\text{O}$). Las series temporales generadas permiten evidenciar la evolución del fenómeno en términos de magnitud y frecuencias. En primer lugar se realizó una comparación regional con otros registros de la ocurrencia del fenómeno El Niño para su validación. Dicho esto, se exploraron crónicas, registros arqueológicos y otras reconstrucciones paleoambientales para su validación. Para el análisis de la ciclicidad de los eventos se evalúan las series temporales mediante las técnicas de análisis espectral y de ondeletas. Los resultados obtenidos, permitirán una nueva perspectiva de la ocurrencia del fenómeno El Niño en el Perú, y permitirá mejorar las herramientas estadísticas orientadas al pronóstico de los eventos. Finalmente se espera que estas nuevas evidencias, puedan colaborar con otras líneas de investigación a fin de mejorar nuestra percepción del cambio climático y la evolución de las sociedades pasadas en la costa norte del país. Este estudio forma parte del proyecto “Paleo ENSO y eventos climáticos extremos pasados: Generación de evidencias para la gestión de riesgo de desastre en el norte peruano” (Contrato n.124-2020 FONDECYT), el cual es ejecutado por el Instituto Geofísico del Perú (IGP) con el financiamiento del Fondo Nacional de Desarrollo Científico, Tecnológico y de Innovación Tecnológica (FONDECYT).

Palabras clave: Espeleotemas, Paleoclimatología, PaleoEnso, Eventos hidroclimáticos extremos.

Abstract

The El Niño phenomenon is an ocean-atmospheric event that produces global alterations in the climate, impacting the entire Earth system. In Peru, generally, the occurrence of the phenomenon is manifested through intense rains that mainly affect the northern coast, with important economic, social and environmental impacts. In this context, it is necessary to improve the understanding of the magnitude and recurrence of extreme events with the aim of improving disaster risk management in our territory. However, instrumental rainfall records to characterize the phenomenon only cover the last century, which is insufficient considering the random nature of the events. Given this information gap, the present work seeks to reconstruct extreme precipitation events on the northern coast through the use of isotopic tracers ($\delta^{18}\text{O}$, $\delta^{13}\text{C}$) in speleothems (cave stalagmites). Through geochronological

dating based on the Uranium – Thorium method, it is possible to have a precise dating of the growth of the speleothems, which, added to the isotopic analysis of the deposited carbonate laminations, represent a widely validated tool for the reconstruction of the climate and specifically for past precipitation ($\delta^{18}O$). The time series generated make it possible to demonstrate the evolution of the phenomenon in terms of magnitude and frequencies. Firstly, a regional comparison will be made with other records of the occurrence of the El Niño phenomenon for validation. That said, chronicles, archaeological records and other paleoenvironmental reconstructions will be explored for validation. To analyze the cyclicity of events, the time series are evaluated using spectral and wavelet analysis techniques. The results obtained will allow a new perspective on the occurrence of the El Niño phenomenon in Peru, and will allow improving the statistical tools aimed at forecasting the events. Finally, it is hoped that this new evidence can collaborate with other lines of research in order to improve our perception of climate change and the evolution of past societies on the northern coast of the country. This study is part of the project “Paleo ENSO and past extreme climate events: Generation of evidence for disaster risk management in northern Peru” (Contract n.124-2020 FONDECYT), which is executed by the Geophysical Institute of Peru (IGP) with financing from the National Fund for Scientific, Technological and Technological Innovation Development (FONDECYT).

Keywords: Speleothems, Paleoclimatology, PaleoEnso, Extreme hydroclimatic events.

Referencias Bibliográficas

- [1] Cai, W., McPhaden, M. J., Grimm, A. M., Rodrigues, R. R., Taschetto, A. S., Garreaud, R. D., Dewitte, B., Poveda, G., Ham, Y. G., Santoso, A., Ng, B., Anderson, W., Wang, G., Geng, T., Jo, H. S., Marengo, J. A., Alves, L. M., Osman, M., Li, S., Wu, L., Karamperidou, C., Takahashi, K. y Vera, C. (2020). Climate impacts of the El Niño–southern oscillation on South America. *Nature Reviews Earth & Environment*, 1(4), 215-231.
- [2] Fairchild, I. J., Smith, C. L., Baker, A., Fuller, L., Spötl, C., Matthey, D., y McDermott, F. (2006). Modification and preservation of environmental signals in speleothems. *Earth-Science Reviews*, 75(1-4), 105-153.
- [3] Apaéstegui, J.; Cruz, F.W.; Vuille, M.; Fohlmeister, J.; Espinoza, J.C.; Sifeddine, A.; Strikis, N.; Guyot, J.L.; Ventura, R.; Cheng, H.; et al. Precipitation changes over the eastern Bolivian Andes inferred from speleothem ($\delta^{18}O$) records for the last 1400 years. *Earth Planet. Sci. Lett.* 2018, 494, 124–134.
- [4] Takahashi, K. (2004). The atmospheric circulation associated with extreme rainfall events in Piura, Peru, during the 1997--1998 and 2002 El Niño events. *Annales Geophysicae*, 22(11), 3917-3926..

Email:

japaestegui@igp.gob.pe