

Breve resumen sobre el estado actual de la variabilidad y el cambio climático y sus impactos en la cuenca amazónica

Apuntes seleccionados del reporte AR5 IPCC WG2

Dr. Jhan Carlo Espinoza

Investigador Científico Principal, Instituto Geofísico del Perú, IGP.

Miembro del observatorio ORE-HYBAM (www.ore-hybam.org).

jhan-carlo.espinoza@igp.gob.pe

Introducción

Este breve resumen pretende sintetizar algunos puntos esenciales del estado actual del conocimiento científico sobre la variabilidad y cambio climático en la cuenca amazónica, con especial énfasis en la Amazonía peruana. El resumen se desarrolla en dos etapas: i) Detección y atribución de impactos observados y ii) Proyecciones futuras del clima y la vegetación en la región amazónica. Los apuntes aquí mencionados se basan en el reporte AR5 del Grupo de Trabajo 2 del Panel Intergubernamental para el Cambio Climático (IPCC) publicado en 2014. En tal sentido, las referencias tomadas en cuenta en este resumen han sido mencionadas en dicho reporte. Las referencias bibliográficas corresponden a artículos científicos publicados en revistas internacionales bajo revisión por pares.

Detección y atribución de impactos observados en la cuenca amazónica*

En términos de temperatura, las observaciones muestran un calentamiento en la región tropical de América del Sur del orden de 1.5°C durante el último siglo. Esta tendencia es coherente con lo observado en la Amazonía peruana durante el periodo de 1965 al presente (Lavado et al., 2013). En términos de precipitaciones, sin embargo, las tendencias son muy sensibles al periodo de tiempo analizado. No obstante, recientes estudios muestran una disminución de las precipitaciones desde 1970 (Espinoza et al., 2009a, Lavado et al., 2012). Esta disminución ha sido más intensa en el suroeste de la cuenca amazónica (Amazonía de Bolivia y Perú), donde una fuerte disminución de los caudales de estiaje se observa desde los años 1970s (Espinoza et al., 2009b). En relación a ello, sequías más frecuentes y más severas han ocurrido en las últimas décadas (Espinoza et al., 2011; Marengo et al., 2011). Estos eventos han producido incendios forestales (Fernandes et al., 2011) y se estima que la mortalidad de árboles se incrementó en 400% en comparación a años normales (Brando et al., 2014).

Como resultado, la cuenca amazónica viene sufriendo una mayor frecuencia de eventos extremos (Figura 1): Solo entre 2005 y 2012, se han observado dos sequías históricas y tres inundaciones catastróficas. Cabe mencionar que el origen de estos eventos ha sido atribuido principalmente a la variabilidad climática natural y no necesariamente a la deforestación o cambios de uso de suelo (Espinoza et al., 2013; Espinoza et al., 2011; Espinoza et al., 2012; Lewis et al., 2011; Marengo et al., 2008; Marengo et al., 2012; Marengo et al., 2013; Satyamurty et al., 2013). En efecto, los estudios anteriormente mencionados muestran que las sequías extremas están principalmente asociadas a condiciones cálidas de la temperatura superficial del mar del océano Atlántico tropical, mientras que las fuertes inundaciones son asociadas a eventos La Niña y a condiciones

* Extraído de los capítulos 18 y 27 del reporte del IPCC 2014 WGII

más frías de lo normal en el océano Atlántico tropical sur.

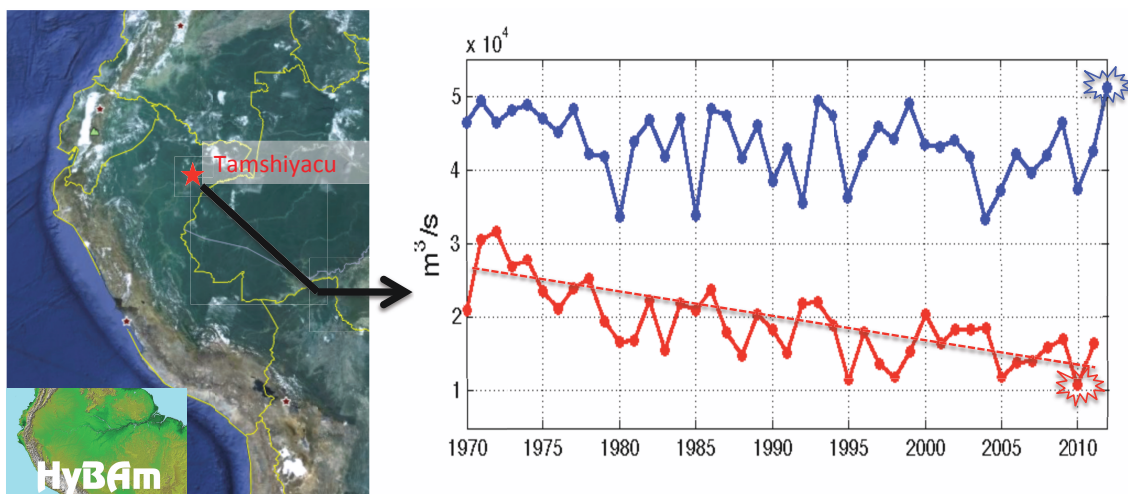


Figura 1: Evolución de los caudales en el río Amazonas en la estación hidrométrica de Tamshiyacu (40 km aguas arriba de Iquitos) durante el periodo 1970-2012. Línea azul: caudales durante el periodo de aguas altas (marzo-mayo). Línea roja, caudales durante el periodo de estiaje (agosto-octubre). Nótese que en el eje Y los valores se expresan en decenas de miles de m³/s. Se muestran los valor extremos históricos: el más bajo ocurrido en septiembre 2010 y el más alto en abril 2012. Fuente: Espinoza et al. (2013).

Proyecciones futuras del clima y vegetación en la región amazónica[†]

Las proyecciones de los modelos CMIP5 a una escala regional para finales del siglo XXI, muestran un consenso sobre el calentamiento de la región amazónica (Figura 2). Se estima un posible incremento de 0.6°C a 2°C para los escenarios de emisiones RPC2.6 y un incremento de 3.6°C y 5.2°C para el escenario RCP8.5 (Blázquez and Nuñez, 2013; Jones and Carvalho, 2013). Para las precipitaciones, las proyecciones varían entre +10% a -25%, con una fuerte discrepancia entre los resultados de los modelos. Debido a esto, los escenarios futuros de la hidrología de la región amazónica presenta fuertes incertidumbres.

Analizando los extremos hidrológicos en la cuenca amazónica peruana, Guimberteau et al. (2013) proyectan un ligero incremento de los caudales en la época de creciente y una fuerte disminución de los caudales de estiaje para la segunda mitad del siglo XXI. Estas proyecciones son coherentes con las nuevas evidencias que sustentan una mayor frecuencia de sequías extremas en la Amazonía, las cuales están asociadas al calentamiento del océano Atlántico tropical norte (Marengo et al., 2011; Espinoza et al., 2011). Asimismo, estos resultados refuerzan la hipótesis de una posible “sabanización” de la Amazonía (Oyama and Nobre, 2003; Salazar et al., 2007; Malhi et al., 2008). Efectivamente, modelos acoplados entre el clima y la vegetación proyectan para la segunda mitad del siglo XXI un cambio del ecosistema de bosque tropical por el de sabana[‡] (Oyama and Nobre, 2003; Salazar et al., 2007). Estos trabajos concuerdan en

[†] Extraído de los capítulos 27 del reporte del IPCC 2014 WGII

[‡] La sabana es un ecosistema caracterizado por un estrato arbóreo-arbustivo en el que el dosel arbóreo tiene una escasa cobertura, ya sea por árboles pequeños o por haber poca densidad de ellos, lo que permite un estrato herbáceo continuo y generalmente alto. Combina características del bosque y del pastizal. Normalmente, las sabanas son zonas secas de transición entre selvas y semidesiertos.

que este proceso sería abrupto e irreversible. La sabanización respondería a condiciones más cálidas en la Amazonía y a una época seca más larga en el sur de la cuenca (Oyama and Nobre, 2003; Salazar et al., 2007; Malhi et al., 2009), condiciones climáticas que ya vienen observándose desde las últimas décadas (Marengo et al., 2011; Lavado et al., 2013).

Finalmente, las proyecciones de la disponibilidad hídrica y sus impactos en los ecosistemas podrían verse agravadas con los potenciales cambios de uso de suelo en esta región (deforestación y expansión de la agricultura) producto de la creciente intervención antrópica (Nobre et al., 1991, Sampaio et al., 2007, Costa et al., 2007; Coe et al., 2009; Georgescu et al., 2013; Moore et al., 2007).

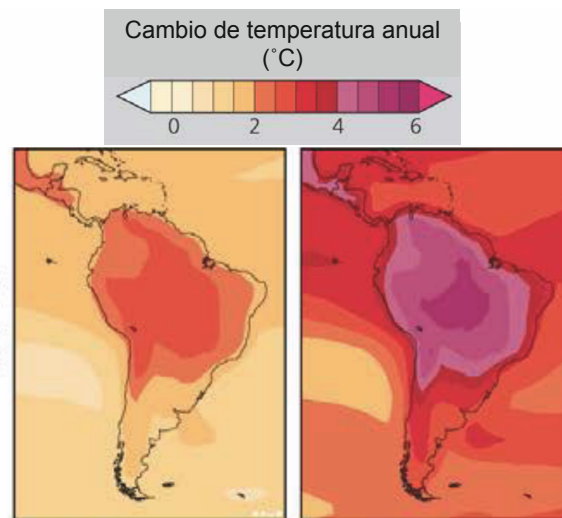


Figura 2. Cambios proyectados de la temperatura promedio anual respecto a las condiciones medias del periodo 1986-2005, considerando el escenario de emisiones RCP 8.5. Se muestran los cambios proyectados para el periodo 2046-2065 (panel de la izquierda) y para el periodo 2081-2100 (panel de la derecha). Fuente: Adaptado del reporte AR5 IPCC WG2.

Referencias

- Blázquez, J. and M.N. Nuñez, 2013: Analysis of uncertainties in future climate projections for South America: comparison of WCRP-CMIP3 and WCRP-CMIP5 models. *Climate Dynamics*, 41(3-4), 1039-1056.
- Brando, P.M., Balch, J.K., Nepstad, D.C., Morton, D.C., Putz, F.E., Coe, M.T., Silvério, D., Macedo, M.N., Davidson, E. a, Nóbrega, C.C., Alencar, A., Soares-Filho, B.S., 2014. Abrupt increases in Amazonian tree mortality due to drought-fire interactions. *Proc. Natl. Acad. Sci.* doi: 10.1073/pnas.1305499111
- Coe, M.T., M.H. Costa, and B.S. Soares-Filho, 2009: The influence of historical and potential future deforestation on the stream flow of the Amazon River – Land surface processes and atmospheric feedbacks. *Journal of Hydrology*, 369(1-2), 165-174.
- Costa, M. H., S. N. M. Yanagi, P. J. O. P. Souza, A. Ribeiro, and E. J. P. Rocha, 2007: Climate change in Amazonia caused by soybean cropland expansion, as compared to caused by pastureland expansion, *Geophys. Res. Lett.*, 34, L07706, doi:10.1029/2007GL029271
- Espinoza, J.C., J. Ronchail, F. Frappart, W. Lavado, W. Santini, and J.L. Guyot, 2013: The Major Floods in the Amazonas River and Tributaries (Western Amazon Basin) during the 1970-2012 Period: A Focus on the 2012 Flood. *Journal of Hydrometeorology*, 14(3), 1000-1008.
- Espinoza, J.C., J.L. Guyot, J. Ronchail, G. Cochonneau, N. Filizola, P. Fraizy, D. Labat, E. de Oliveira, J. Julio Ordonez, and P. Vauchel, 2009a: Contrasting regional discharge evolutions in the Amazon basin (1974-2004). *Journal of Hydrology*, 375(3-4), 297-311.
- Espinoza, J.C., J. Ronchail, J.L. Guyot, G. Cochonneau, F. Naziano, W. Lavado, E. De Oliveira, R.

- Pombosa, and P. Vauchel, 2009b: Spatio-temporal rainfall variability in the Amazon basin countries (Brazil, Peru, Bolivia, Colombia, and Ecuador). *International Journal of Climatology*, 29(11), 1574-1594.
- Espinoza, J.C., J. Ronchail, J.L. Guyot, C. Junquas, P. Vauchel, W. Lavado, G. Drapeau, and R. Pombosa, 2011: Climate variability and extreme drought in the upper Solimões River (western Amazon Basin): Understanding the exceptional 2010 drought. *Geophysical Research Letters*, 38(13), L13406.
- Espinoza, J.C., M. Lengaigne, J. Ronchail, and S. Janicot, 2012: Large-scale circulation patterns and related rainfall in the Amazon Basin: a neuronal networks approach. *Climate Dynamics*, 38(1-2), 121-140.
- Fernandes, K., et al., 2011: North Tropical Atlantic influence on western Amazon fire season variability, *Geophys. Res. Lett.*, 38, L12701, doi:10.1029/2011GL047392.
- Georgescu, M., D.B. Lobell, C.B. Field, and A. Mahalov, 2013: Simulated hydroclimatic impacts of projected Brazilian sugarcane expansion. *Geophysical Research Letters*, 40(5), 972-977.
- Guimberteau, M., J. Ronchail, J.C. Espinoza, M. Lengaigne, B. Sultan, J. Polcher, G. Drapeau, J.-. Guyot, A. Ducharne, and P. Ciais, 2013: Future changes in precipitation and impacts on extreme streamflow over Amazonian sub-basins. *Environmental Research Letters*, 8(1), 014035.
- Jones, C. and L.V. Carvalho, 2013: Climate change in the South American Monsoon System: present climate and CMIP5 projections. *Journal of Climate*, 26(17), 6660-6678.
- Lavado, C.W.S., J. Ronchail, D. Labat, J.C. Espinoza, and J.L. Guyot, 2012: Basin-scale analysis of rainfall and runoff in Peru (1969-2004): Pacific, Titicaca and Amazonas drainages. *Hydrological Sciences Journal-Journal Des Sciences Hydrologiques*, 57(4), 625-642.
- Lavado W., Labat D., Ronchail J., Espinoza J.C., Guyot J.L. 2013. Trends in rainfall and temperature in the Peruvian Amazon-Andes basin over the last 40 years (1965-2007). *Hydrological Processes*. 41, 2944-2957. doi: 10.1002/hyp.9418
- Lewis, S.L., P.M. Brando, O.L. Phillips, G.M.F. van der Heijden, and D. Nepstad, 2011: The 2010 Amazon Drought. *Science*, 331(6017), 554-554.
- Malhi, Y., J. Roberts, R. Betts, T. Killeen, W. Li, and C. Nobre. 2008: Climate change, deforestation, and the fate of the Amazon, *Science*, 319(5860), 169-172.
- Malhi, Y., Aragão, L., Galbraith, D., Huntingford, C., Fisher, R., Zelazowski, P., Sitch, S., Mcsweeney, C., Meir, P., 2009. Exploring the likelihood and mechanism of a climate-change-induced dieback of the Amazon rainforest. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* 106, 20610–20615.
- Marengo, J.A., et al. 2008: The Drought of Amazonia in 2005. *Journal of Climate*, 21(3) , 495-516.
- Marengo, J.A., J. Tomasella, L.M. Alves, W.R. Soares, and D.A. Rodriguez, 2011: The drought of 2010 in the context of historical droughts in the Amazon region. *Geophysical Research Letters*, 38 , L12703.
- Marengo, J.A., J. Tomasella, W.R. Soares, L.M. Alves, and C.A. Nobre, 2012: Extreme climatic events in the Amazon basin Climatological and Hydrological context of recent floods. *Theoretical and Applied Climatology*, 107(1-2) , 73-85.
- Marengo, J.A., et al. 2013: Two contrasting seasonal extremes in tropical South America in 2012: Flood in Amazonia and drought in Northeast Brazil. *Journal of Climate*, 26(22), 9137-9154 (doi:10.1175/JCLI-D-12-00642.1).
- Moore, N., E. Arima, R. Walker, and R. Ramos da Silva, 2007: Uncertainty and the changing hydroclimatology of the Amazon. *Geophysical Research Letters*, 34(14).
- Nobre, C., Sellers, P., Shukla, J., 1991: Amazonian Deforestation and Regional Climate Change. *J. Clim.* 4, 957–988.
- Oyama, M.D., Nobre, C.A., 2003. A new climate-vegetation equilibrium state for Tropical South America. *Geophys. Res. Lett.* 30, 2199.
- Salazar, L. F., C. A. Nobre, and M. D. Oyama, 2007: Climate change consequences on the biome distribution in tropical South America, *Geophys. Res. Lett.*, 34, L09708.
- Sampaio, G., C. Nobre, M. C. Costa, P. Satyamurty, B. S. Soares-Filho, and M. Cardoso, 2007: Regional climate change over eastern Amazonia caused by pasture and soybean cropland expansion, *Geophysical Research Letters*, 34, L17709
- Satyamurty, P., C.P.W. da Costa, A.O. Manzi, and L.A. Candido, 2013: A quick look at the 2012 record flood in the Amazon Basin. *Geophysical Research Letters*, 40(7) , 1396-1401.