AMAZALERT

A research project on impacts of climate change and land use change in Amazonia

Factsheet

Número 4
Octubre 2013

Nuevas proyecciones multi-modelo del clima en la Amazonía

AMAZALERT informa sobre las proyecciones de cambio climático en la cuenca Amazónica, utilizando los últimos modelos climáticos (CM) y modelos del sistema terrestre (ESM). Se realizaron simulaciones del clima hasta el año 2100 para diferentes escenarios de concentraciones de gases de efecto invernadero (GEI), incluyendo el cambio en los usos del suelo coherentes con los planes de desarrollo y decisiones políticas futuras. De esta manera, es posible explorar las posibles implicaciones de estos cambios en la Amazonia.

DE UN VISTAZO

- Se presentan nuevas proyecciones multi-modelo de cambios en la Amazonia.
- Las proyecciones de la temperatura muestran incrementos en Suramérica, con un mayor calentamiento regional en la Amazonía.
- Los cambios proyectados en la precipitación son mezclados, y varían espacialmente según la estación, aunque hay más acuerdo en una disminución de la cuenca oriental en el período Jun-Nov.
- Los cambios en los usos del suelo implementados en los RCPs se verían beneficiados con el mejoramiento de escenarios regionales específicos.

Utilizando modelos climáticos en el estado del arte, el proyecto AMAZALERT realiza proyecciones de cambios ambientales en la Amazonía. El Quinto Informe de Evaluación del Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC AR5), publicado en cuatro partes entre 2013-2014, evaluará las simulaciones realizadas durante la fase 5 del Proyecto de Inter-comparación de Modelos Acoplados 5 (CMIP5). Se presenta una actualización de los modelos de la última fase (CMIP3) reportados en el AR4 del IPCC (IPCC 2007).

Evaluación de las incertidumbres en las proyecciones de los modelos climáticos

Las incertidumbres científicas son inherentes en cualquier proyección del clima, y éstos se derivan de varias fuentes. Una manera importante de explorar las implicaciones de las incertidumbres en las proyecciones del cambio, es el uso de un grupo de modelos, o “ensamble”. Tomando, por ejemplo, la incertidumbre en la evolución de las concentraciones de gases de efecto invernadero: la ejecución de un modelo climático bajo una serie de proyecciones de concentración demuestra los efectos simulados de diferentes forzamientos, de acuerdo con las diferentes evoluciones de los gases de efecto invernadero (GEI). Incluso para el mismo forzamiento, la diferencia entre modelos puede ser significativa, especialmente a nivel regional, y en particular para variables importantes, como las componentes del ciclo hidrológico. Uno de los métodos para la caracterización de la incertidumbre en la modelación de las proyecciones de cambios futuros, es evaluar esos cambios utilizando diferentes modelos. Realizando el mismo experimento con un conjunto de diferentes modelos, es posible examinar el rango de la respuesta de los modelos.

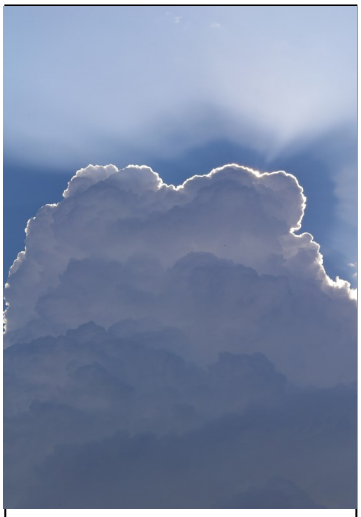


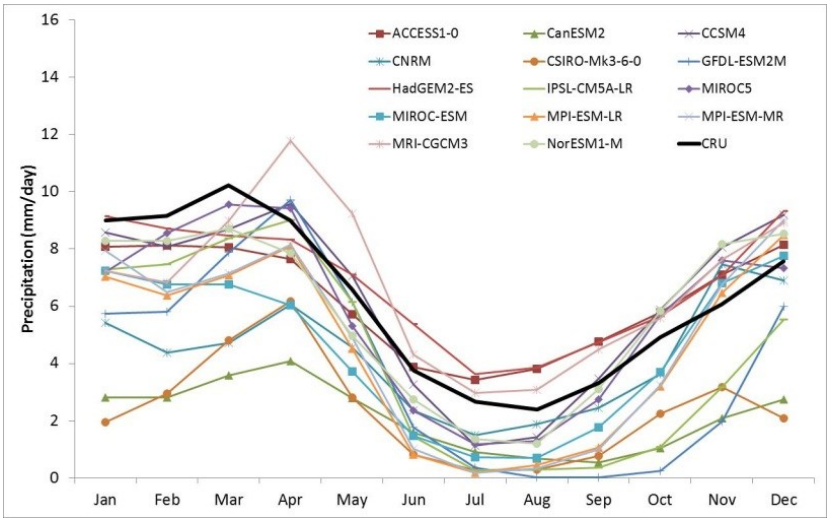
Figura 1. (derecha): Ciclo climatológico estacional de la precipitación sobre la región Amazónica al final del siglo XX: simulaciones del CMIP5 (líneas en colores) y observaciones del CRU (línea negra).

Utilizando los últimos modelos y escenarios de concentración de gases de efecto invernadero

El proyecto CMIP5 comprende un conjunto coordinado de experimentos llevados a cabo por diferentes grupos de modelación del clima de todo el mundo. Estos experimentos han sido diseñados para afrontar una serie de prioridades de investigación que permita mejorar la comprensión del cambio climático pasado y futuro, comparar y evaluar el comportamiento del modelo y explorar sus capacidades (Taylor et al., 2012).

El marco de modelación del proyecto CMIP5 considera una serie de escenarios que describe la evolución de los efectos de las actividades antropogénicas sobre el clima, como las emisiones de combustibles fósiles y el cambio en los usos del suelo (Moss et al., 2010), que se utilizan como forzantes en los modelos climáticos y los modelos del sistema terrestre. Las Trayectorias de Concentración Representativas (RCP) de los gases de efecto invernadero fueron desarrolladas en un marco interdisciplinario de modelación, para caracterizar una serie de escenarios potenciales de actividades humanas y de desarrollo, que contrastan con otros conjuntos de escenarios (e.j. SRES, utilizado para realizar las proyecciones de cambio del proyecto CMIP3) que consideran políticas de mitigación del cambio climático. Estos RCP describen un conjunto de comportamientos del forzamiento radiativo y de los GEI equivalentes, además del cambio de uso del suelo (van Vuuren et al., 2011). En esta ficha técnica se enfatizan los resultados del RCP8.5 que representa un escenario crítico de umbral máximo del tipo "Bussines as Usual", el RCP4.5 como un escenario de rango medio en términos de radiación pero con cambios significativos en los usos del suelo, y el RCP2.6 como un escenario de mitigación.

Representación del clima de la Amazonia



Comparar, en lo posible, el clima del modelo con las observaciones, es un paso importante para discernir algunas de las desviaciones de los modelos y permite identificar las zonas donde el modelo funciona bien o mal, en la simulación de procesos importantes, que deben ser tenidas en cuenta para la interpretación de los resultados de las proyecciones futuras. Estos modelos simulan, razonablemente bien, algunos aspectos del clima actual de la Amazonia y la región en

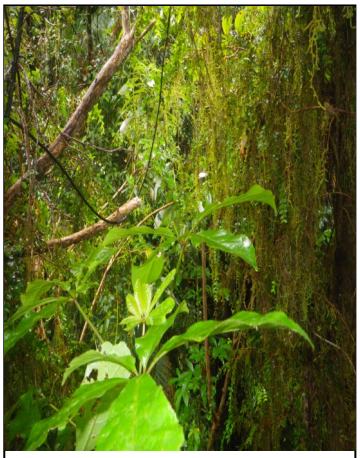
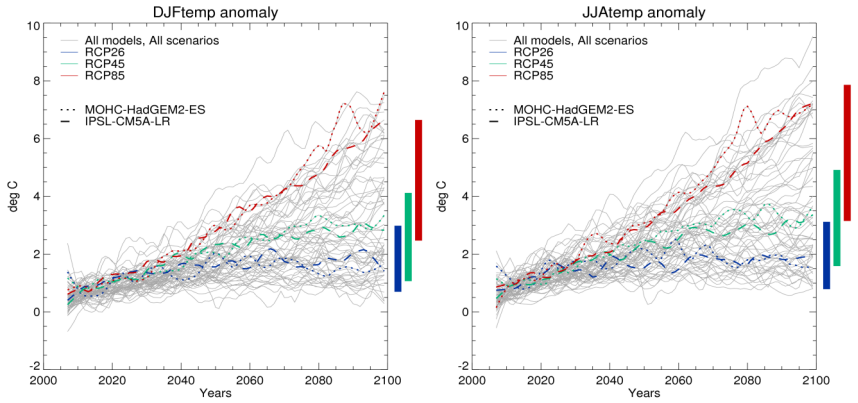


Figura 2 (derecha): Cambio en la temperatura (°C) con respecto a la línea base; izquierda: Dic-Ene-Feb (DEF); derecha: (Jun-Jul-Ago) (JJA). Las líneas grises muestran la evolución de la temperatura de todos los modelos para todos los escenarios. Las proyecciones están dadas por los modelos HadGEM2-ES (punteado) y IPSL-CM5A-LR (discontinua) y superpuestas en colores: RCP2.6 (azul), RCP4.5 (verde), RCP8.5 (rojo). Las barras indican el rango de las proyecciones según el RCP para un período de 30 años (2071-2100) relativo a la línea base.

general, como la temporalidad en las transiciones del ciclo estacional (Fig. 1), y las temperaturas medias en la región. Muchos de los modelos capturan algunas características importantes de las relaciones observadas entre las precipitaciones y las anomalías en la temperatura superficial del mar (TSM), incluyendo la capacidad de simular correctamente el signo de las relaciones entre la lluvia en la estación húmeda y las TSM en el Pacífico tropical y la lluvia en la estación seca y las TSM en el Atlántico tropical. Sin embargo, como un todo, el ensamble de modelos simula condiciones demasiado secas en la cuenca del Amazonas durante todo el año.

Esto plantea un reto para la interpretación de los cambios en los indicadores de sequía u otras medidas climáticas relacionadas con la salud de los bosques, en particular cuando se piensa que los valores absolutos son importantes. También tiene implicaciones en el uso de los resultados del modelo como variables de entrada en los modelos de impactos. Sin embargo, si se utiliza advirtiendo las desviaciones y los errores en los modelos, estas simulaciones ofrecen una oportunidad extraordinaria para examinar y comprender mejor los posibles cambios ambientales generados por la actividad humana.

Proyecciones de cambio climático



Los amplios patrones de cambio climático proyectados por el CMIP5 son similares a los de CMIP3, y muestran que los impactos aumentan en escenarios de mayor concentración. Está previsto que la temperatura aumente en América del Sur, con un mayor calentamiento en la región Amazónica (Fig. 2). El aumento de la temperatura, considerada en forma aislada de otros cambios, tiene un efecto perjudicial sobre la vegetación en la Amazonia (Huntingford et al., 2013). Por lo tanto, la temperatura siempre debe ser considerada como un factor de estrés potencialmente importante en el bosque.Es conocido que la disponibilidad de humedad es de vital importancia para la salud del ecosistema Amazónico (e.j. Malhi et al., 2009), y para un gran número de servicios ecosistémicos (e.j. Marengo et al., 2011). Los cambios proyectados en la precipitación varían espacialmente sobre la cuenca del Amazonas, según la temporada. Sin embargo, en general hay más acuerdo sobre el desecamiento de la cuenca oriental, particularmente en el período de junio a noviembre, y condiciones más húmedas, proyectadas por la mayoría de los modelos, en la cuenca occidental, particularmente entre diciembre y mayo (Fig. 3).

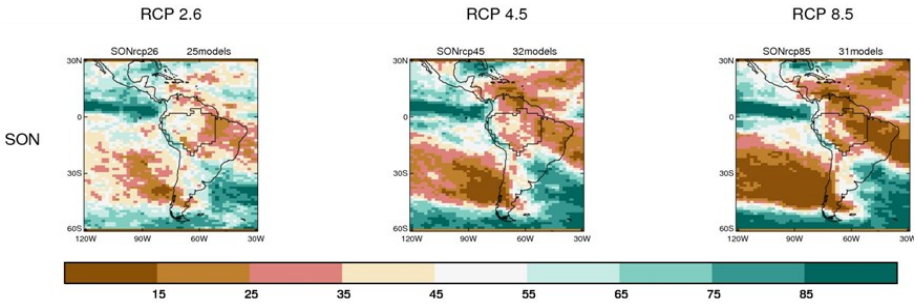
Figura3 (arriba a la derecha):

Indicador del consenso en el cambio de la precipitación de los modelos del CMIP5. Porcentaje de modelos que muestran incremento en Sep-Oct-Nov (SON). El número de modelos disponible para cada escenario varía según el RCP y está marcado sobre cada gráfico. La cuenca Amazónica se encuentra superpuesta. Los colores indican la concordancia de los modelos en las señales de disminución (café) e incremento (verde) de la disponibilidad de agua.

Figura 4 (derecha):

Área total deforestada en la cuenca Amazónica según el modelo de superficie terrestre (IPSL) del modelo ORCHIDEE, basado en datos del CMIP5 ('LUH'; las líneas negras indican los datos históricos y los cuatro escenarios futuros) y basado en los datos de SimAmazonia (azul; sólidas y punteadas indican los escenarios con y sin políticas de gobernanza). Las líneas sólidas, punteadas y rojas punteadas indican la estimación de la pérdida de cobertura de bosques. Para claridad en la interpretación de la figura, las series de tiempo de deforestación de SimAmazonia y las observadas han sido desplazadas para que el primer año de cada una coincida con la curva LUH.

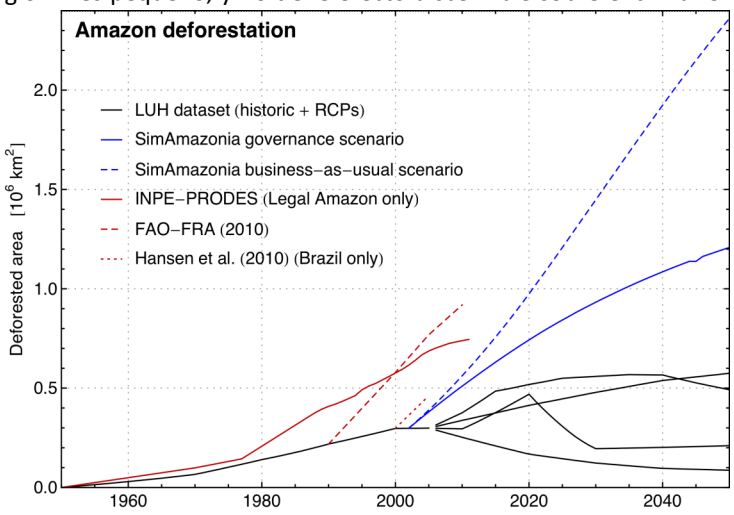
Sin embargo, existe una dispersión en los resultados de las proyecciones de los modelos alrededor de cero, y más en la propia cuenca del río Amazonas; no se identifica una dependencia clara del escenario estudiado, aparte de un mayor aumento de la dispersión en el RCP8.5 que en el de RCP4.5 y RCP2.6.



La mayoría de las proyecciones de los modelos sugieren que la correlación entre la precipitación sobre la cuenca del Amazonas y la TSM del Pacifico Tropical en el trimestre Dic-Ene-Feb se mantendrá sin cambios. En el Atlántico Tropical no hay un consenso sobre la evolución de las correlaciones precipitación/ TSM en el trimestre Jun-Jul-Ago, y por lo tanto puede ser práctico tener en cuenta sólo el efecto de los cambios de la TSM en lugar de los cambios en la relación precipitación/TSM. En la mayoría de los modelos, las proyecciones indican un aumento del calentamiento relativo del norte con respecto al sur del océano Atlántico Tropical, que corresponde a una reducción de la precipitación en la estación seca.

El Cambio en los Usos del Suelo

Se realizaron experimentos complementarios a las simulaciones de los RCP del proyecto CMIP5 con el fin de aislar los impactos del cambio en los usos del suelo de los otros factores de cambio. El cambio en los usos del suelo de la Amazonía en el siglo 21 es pequeño, y no tiene efecto discernible sobre el clima. Una comparación entre las estimaciones basadas en las observaciones de las tasas de deforestación históricas y las de los RCP con el mayor cambio (RCP2.6) revela que las tasas de los RCP son sustancialmente más bajos (Fig. 4). Por otra parte, son optimistas en comparación con algunos de los escenarios específicos previamente desarrollados para la región. Aparentemente los mapas históricos de cobertura



del suelo no son lo suficientemente precisos a escala regional y es poco probable que los escenarios de cobertura del suelo de los RCP representen en forma realista los cambios a escala regional.

Resumen

El ensamble de modelos del proyecto CMIP5 ofrece proyecciones de cambio climático que permiten cuantificar la incertidumbre en la modelación y en los diferentes escenarios de cambio climático, así como también el rango de respuestas al cambio de la Amazonía. Esto permite que las proyecciones sean expresadas de tal manera que se puedan cuantificar algunas de las incertidumbres inherentes a estas proyecciones. Hay una fuerte motivación para combinar los resultados de las corridas de los modelos dentro de un ensamble multi-modelo, pero hay muchos retos relacionados con esto. Una manera de evaluar el proceso es a través de la validación con las observaciones siempre que sea posible. Los sesgos identificados en los resultados del proyecto CMIP5 para la Amazonia, deben tenerse en cuenta en la interpretación de las proyecciones del cambio climático, en la elaboración de indicadores climáticos relevantes para los ecosistemas en la Amazonia, y en el uso de los resultados de los modelo para correr, de forma "offline", otros modelos de impactos.

Los cambios de uso del suelo implementados en los RCP se beneficiarían de mejores escenarios específicos de la región. Los nuevos escenarios de uso del suelo que están siendo desarrollados por el INPE través AMAZALERT ayudarán a hacer frente a este requisite.

Referencias

Huntingford, C. et al., 2013: Simulated resilience of tropical rainforests to CO2-induced climate change. Nature Geosci., 6, 4, 268-273.

Kay, G. et al. 2013: Report on impacts of climate change and IPCC RCP land use scenarios in Earth System Models (D3.1). AMAZALERT project deliverable, available at: http://www.eu-amazalert.org/publications/deliveryreports

Malhi, Y. et al., 2009: Exploring the likelihood and mechanism of a climate-change-induced dieback of the Amazon rainforest. Proc. Natl. Acad. Sci. USA, 106, 20610-20615.

Marengo, J. A. et al., 2011: Dangerous Climate Change in Brazil: A Brazil-UK analysis of climate change and deforestation impacts in the Amazon

Moss, R. H. et al., 2010: The next generation of scenarios for climate change research and assessment. Nature, 463, 747-756.

IPCC, 2007: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change Cambridge University Press, 996 pp.

IPCC, 2013: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Summary for Policymakers available at http://www.climatechange2013.org/

Taylor, K. E., R. J. Stouffer, and G. A. Meehl, 2012: An Overview of CMIP5 and the Experiment Design. Bull. Am. Meteorol. Soc., 93, 485-498.

van Vuuren, D. P. et al., 2011: The representative concentration pathways: an overview. Climatic Change, 109, 5-31.

Autor

Gillian Kay
and all AMAZALERT
Work Package 3 partners
E-mail:
gillian.kay@metoffice.gov.uk

Project Coordinator
AMAZALERT

Dr. Bart Kruijt
Alterra, Wageningen UR, Wageningen, the Netherlands
Bart.Kruijt@wur.nl

AMAZALERT (2011-2014) is co-funded by