

Estudio permitirá conocer impacto del cambio climático sobre cuencas hidrológicas de Costa Rica

- Busca cuantificar efectos sobre cuencas destinadas al abastecimiento de agua potable

Marcela Guzmán O.
maguzman@itcr.ac.cr

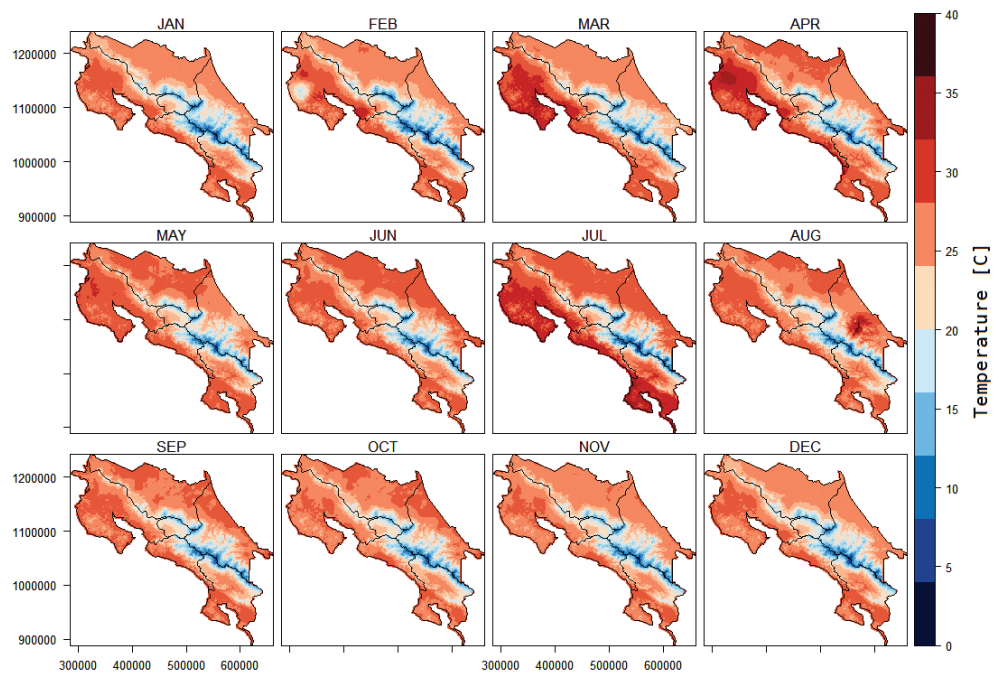


Figure 5. Mean monthly temperature maps for each climatic region of Costa Rica generated by cubist regression (CR) during the period 1950 - 1987

Palabras clave:

Cambio climático, proyecciones, precipitación, temperatura, evapotranspiración, agua potable, modelos de cambio climático, climatología, corrección de sesgo **GCM, RCM, RCP**.

La obtención de proyecciones mensuales de cambio climático futuro sobre las variables precipitación, temperatura y evapotranspiración potencial en el país, es el objetivo del estudio denominado *Evaluación del impacto del cambio climático futuro sobre cuencas hidrológicas destinadas al abastecimiento de agua potable en Costa Rica*.

El coordinador de este trabajo, Maikel Méndez Morales, académico del Instituto Tecnológico de Costa Rica (TEC) en la Escuela de Ingeniería en Construcción, explicó que el estudio se ha desarrollado utilizando la última generación de Modelos de Cambio Climático (CMIP5) del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático de la Organización de Naciones Unidas (IPCC).

Según el investigador, esto implica la utilización de cinco Modelos de Circulación General (*General Circulation Models -GCM-*) de carácter global, cuya baja resolución espacial será aumentada mediante la aplicación de dos Modelos Regionales de Clima (*Regional Climate Models -RCM-*) para llegar finalmente a una resolución de 25 km x 25 km.

El dominio geográfico y numérico sobre el cual se están ejecutando estos modelos se centra en

un área conocida como Intra-Americas-Sea, que incluye Centroamérica, gran parte de México, las islas del Caribe, el sureste de Estados Unidos y parte de Sudamérica.

Lo anterior, con el fin de que el ensamble de modelos GCM-RCM logre reproducir los mecanismos que controlan el clima regional sobre dicho dominio y que afectan igualmente a Costa Rica, entre ellos el Inter-Tropical Convergence Zone, Caribbean Low-Level Jet y Trade Winds and Cold Fronts.

Proyecciones mensuales

La meta es obtener proyecciones mensuales de cambio climático futuro sobre las tres variables primordiales ya mencionadas: precipitación, temperatura y evapotranspiración potencial (ET0) para cada una de las seis regiones climáticas de Costa Rica y para los periodos 2011-2040, 2041-2070 y 2071-2100, bajo los escenarios de emisiones de gases de efecto invernadero o RCP (Representative Concentration Pathway) 2.6, 4.5 y 8.5.

Según Méndez, la proyección de estas variables es altamente compleja, tanto desde el punto de vista científico como tecnológico. Lo anterior se debe a que se trata con un sistema natural altamente complejo, caótico, con patrones de clima históricos que deben resolver y satisfacer los balances de masa, energía y *momentum* a un nivel termodinámico para cada uno de los modelos contemplados.

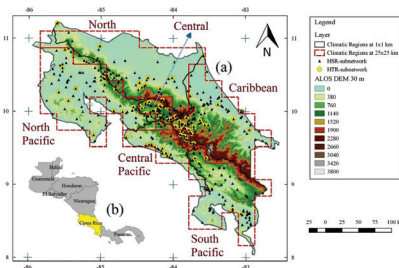
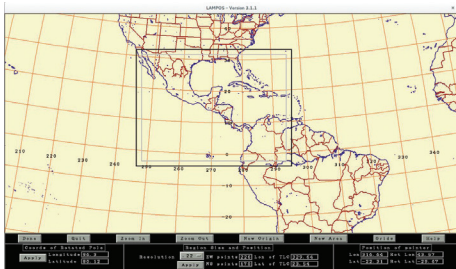
Al mismo tiempo, se trata de un problema de supercomputación, en el cual se corren varios modelos de forma paralela, lo que implica un volumen mayor de trabajo y la optimización numérica de parámetros.

Lo que se hace en principio, explica el investigador, es buscar la representación y reproducción de los patrones temporales de clima pasados por parte de los modelos de cambio climático y compararlos con las series históricas observadas.

Para ello, se requiere la generación de climatología base que represente series históricas espaciales de comportamiento de cada variable meteorológica.

Una vez que se ejecuten los diversos escenarios de cambio climático, estos deben ser ajustados con el fin de minimizar los sesgos (o desviaciones) entre los resultados numéricos y las observaciones históricas. Para ello se utilizan diversas técnicas de corrección de sesgos (*Bias Correction*) con el fin de generar las proyecciones de clima futuro lo más confiables posibles, nuevamente, para cada una de las Regiones Climáticas de Costa Rica.

Los productos que finalmente se generen para cada escenario futuro y RCP se resumen en mapas raster, que pueden ser fácilmente manipulados mediante una plataforma GIS (Geographic Information System) y que se encuentran desde luego en el dominio público, de forma tal que cualquier investigador pueda



tener acceso a tales datos y aplicarlos en su área de interés. Un mapa raster es una matriz de celdas en la que cada celda contiene un valor que representa información, por ejemplo la temperatura. Los mapas raster pueden contener información de diversas fuentes tales como: fotografías aéreas digitales, imágenes de satélite, imágenes digitales o mapas escaneados. Más específicamente, para efectos de este proyecto los investigadores procederán a calibrar y validar diversos modelos hidrológicos sobre seis cuencas prioritarias para Acueductos y Alcantarillados (AyA): Tempisque, Morote, Barranca, Banano, Bebedero y Rivas-Grande-Térraba.

Publicaciones

En primer término, los investigadores dedicaron 18 meses a elaborar una Climatología Base de Precipitación, la cual ya fue publicada (ver sección de publicaciones) y que lleva como título “*Generation of Monthly Precipitation Climatologies for Costa Rica Using Irregular Rain-Gauge Observational Networks*”. Los datos y código computacional asociados pueden ser descargados del repositorio GitHub correspondiente: (https://github.com/maikelonu/Research_Precipitation_Climatologies_Costa_Rica).

Recientemente, el ingeniero Méndez presentó el artículo científico “*Comparison performance of machine learning and geostatistical methods for the interpolation of monthly air temperature over Costa Rica*”, en la 2019 International Conference on Resources and Environmental Research (ICRER) [<https://www.icrer18.org>], que se llevó a cabo en la ciudad de Qingdao, China, del 22 al 27 de octubre de 2019 (ver sección de publicaciones). Los datos y código computacional asociados pueden ser descargados del repositorio GitHub correspondiente: (https://github.com/maikelonu/Research_Temperature_Climatologies_Machine_Learning).

La siguiente publicación se refiere a lo que se conoce como corrección de sesgo o

Bias Correction de los modelos de cambio Climático, cuyo propósito es evaluar diferentes métodos y encontrar aquel que maximiza la representatividad de los patrones de clima históricos para cada modelo de clima, cada región climática y cada estación climática. Con todo lo anterior, el país podrá contar con proyecciones de cambio climático futuro para precipitación, temperatura y evapotranspiración potencial.

Información de dominio público

Esta investigación permitirá cuantificar el impacto o anomalía respecto a las climatologías base en términos de la producción hidrológica (balance de masas) de las cuencas hidrológicas clave para AyA. Y esto, finalmente, permitirá proponer esquemas de mitigación, adaptación y manejo de tales cuencas. Potencialmente, los productos de esta investigación, también podrán ser utilizados para cuantificar el impacto del cambio climático futuro sobre sectores claves de la economía del país incluyendo generación eléctrica, agricultura, forestaría, turismo y salud entre otros. ||

Datos del proyecto

Instituciones participantes

Instituto Tecnológico de Costa Rica (TEC), Acueductos y Alcantarillado (AyA), Instituto Meteorológico Nacional (IMN), MetOffice-United Kingdom, y University of Twente, The Netherlands.

Investigadores

Maikel Méndez Morales, Escuela de Construcción (TEC).
Luis Alexander Calvo Valverde, Escuela de Computación (TEC).
Luis Fernando Alvarado Gamboa (IMN).
Ben Maathuis, University of Twente, The Netherlands.
David Hein-Griggs, MetOffice-United Kingdom.

Beneficiarios

Sector gubernamental incluyendo ministerios, sector académico y comunidad científica.

Producción científica

Artículos publicados:

Mendez, M.; Calvo-Valverde, L.-A.; Maathuis, B.; Alvarado-Gamboa, L.-F. Generation of Monthly Precipitation Climatologies for Costa Rica Using Irregular Rain-Gauge Observational Networks. *Water* 2019, 11, 70. <https://doi.org/10.3390/w11010070>. https://github.com/maikelonu/Research_Precipitation_Climatologies_Costa_Rica

En prensa

Mendez, M.; Calvo-Valverde, L.-A. Comparison performance of machine learning and geostatistical methods for the interpolation of monthly air temperature over Costa Rica. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (EES)* (ISSN: 1755-1315).

<https://iopscience.iop.org/journal/1742-6596/page/Forthcoming%20volumes>

https://github.com/maikelonu/Research_Temperature_Climatologies_Machine_Learning

Periodo de ejecución

2018-2020 (primera fase)

Responsable del proyecto

Ing. Maikel Méndez Morales
email: mamendez@itcr.ac.cr

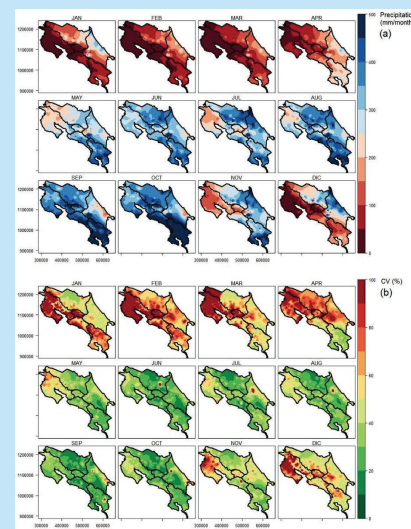


Figure 8. Mean monthly IDW 1x1 km precipitation climatology (a) and monthly coefficient of variation (b) for each climatic region during the period 1961 - 1990.