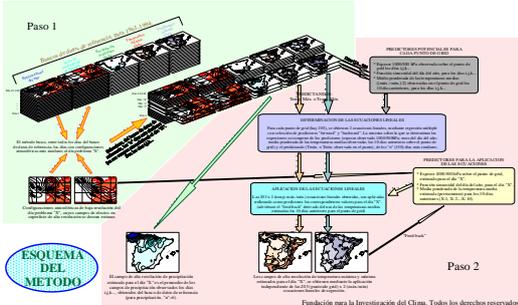


1. Motivación

- Adaptar la metodología de regionalización de la Fundación para la Investigación del Clima (FIC) a la región de Nicaragua. Selección de predictores adecuados a la región de estudio.
- Verificación y validación de la metodología en Nicaragua.
- Primer estudio de este tipo en Nicaragua.

3. Metodología

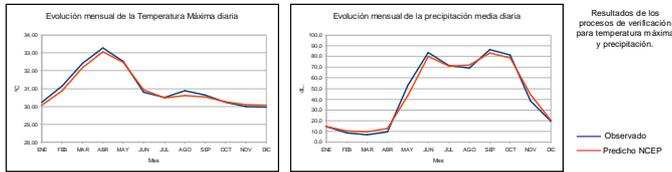
La metodología de regionalización desarrollada por la FIC es una técnica de regionalización basada en técnicas estadísticas que intenta establecer relaciones empíricas entre campos de variables de baja resolución procedentes del MCG (predictores) y las variables de alta resolución (predictores) en superficie (temperatura y precipitación). La metodología FIC consiste en un método de análogos en dos pasos.



- Primer Paso:** para un día problema "X" se seleccionan de un conjunto de datos del reanálisis aquellos "n-días" cuyas configuraciones atmosféricas más se parezcan a las del día problema.
- Segundo Paso:** consiste en establecer relaciones entre predictores y predictandos. En este proceso se trabaja de distinta manera en función de la variable que se quiere simular.
 - Para temperatura se establece una regresión lineal múltiple entre predictores y predictandos potenciales, es decir, aquellos campos que puedan influir a la temperatura, para los "n-días" seleccionados en el paso 1. La regresión obtenida se aplica al día problema "X" para obtener el valor del predictando.
 - Para precipitación se hace una media ponderada con los valores de los predictandos asociados a las configuraciones atmosféricas de los "n-días" seleccionados en el paso 1.

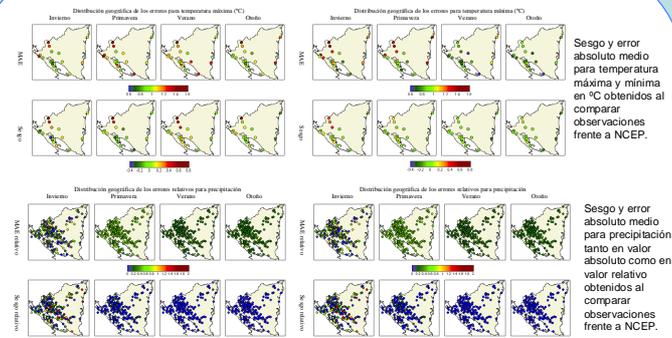
5. Verificación

El proceso de verificación se utiliza para estudiar la capacidad de la metodología a la hora de simular el clima a escala local. Este proceso consiste en comparar los resultados obtenidos al regionalizar los datos procedentes del reanálisis NCEP con las observaciones propias de las estaciones nicaragüenses.

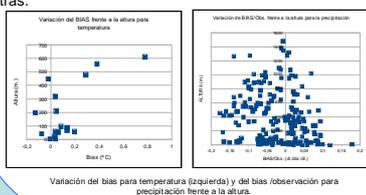


Los resultados obtenidos son bastante buenos tanto para temperatura como para precipitación. En ambos casos se recoge la variabilidad de la variable de manera más que satisfactoria. En el caso de la precipitación se observa cómo la metodología es capaz de recoger la diferencia entre la estación seca y lluviosa características del clima tropical. Además, los resultados muestran cómo el método simula la Canícula (período del 15 de Julio al 15 de Agosto, aproximadamente) y que generalmente se asocia a un período de sequía. En temperatura máxima se puede ver como el máximo alcanzado durante el mes de abril es bien recogido por la metodología.

7. Distribución geográfica de los errores de verificación



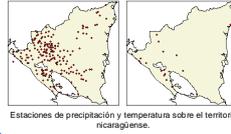
Si se analizan el **bias** o sesgo (diferencia entre valor observado y valor predicho) del reanálisis NCEP frente a las observaciones y el Error Absoluto Medio (MAE) de la temperatura - tanto máxima como mínima - y de la precipitación se observa cómo el error en la simulación no presenta un patrón geográfico claro, aunque existen algunas estaciones donde la simulación es claramente peor que en otras.



Se observa un pequeña tendencia en temperatura entre el sesgo y la altura a la que se encuentra ubicada la estación meteorológica aunque el bajo número de estaciones disponibles para el estudio no permite establecer una conclusión clara de este efecto, mientras que para precipitación no se observa que haya ninguna relación entre ambos parámetros

2. Datos y Zona de estudio

El estudio se ha realizado sobre Nicaragua (lat (0-30° N) y lon (110-70° O)). Para ello se han utilizado datos procedentes de 17 y 197 estaciones meteorológicas dentro del territorio nicaragüense para temperatura y precipitación, respectivamente. Dichas estaciones pasan por un control previo que garantice la validez de los datos y la extensión mínima (2000 días con dato diario) requerida para la realización de una regionalización correcta. Nota: no se muestran los resultados de la temperatura mínima diaria en ciertos apartados dada su similitud con los de la temperatura máxima.



- El banco de datos de reanálisis utilizado es el del Centro nacional de Predicción Norteamericano (NCEP). Resolución espacial 2,5°x2,5°; resolución temporal: seis-horaria; periodo: 1951-2008 (<http://www.esrl.noaa.gov/>).
- El Modelo de Circulación General (MCG) utilizado es el ECHAM5 del Instituto Max-Planck de Hamburgo. Resolución espacial: 1,8°x1,8°; resolución temporal: diaria. Período control: 20C3M (<http://www.mpimet.mpg.de/>).

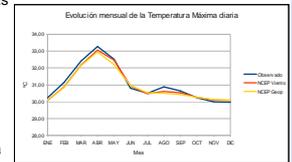
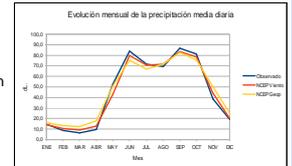
4. Selección de predictores

El éxito de una metodología de regionalización no reside únicamente en lo buena que es dicha metodología simulando el clima local sino que además una buena elección de los predictores supone un valor añadido a la misma. Por ese motivo se debe trabajar siempre con los predictores que mejor se adecuen a la región de estudio y a la variable a simular.

En estudios similares sobre la Península Ibérica se ha constatado que los mejores predictores son los campos de geopotencial en los niveles de 500, 850 y 1000 hPa. Estos campos no tienen porque ser los mejores para Nicaragua. En este estudio se ha demostrado que para Nicaragua los campos que mejores resultados muestran son los de viento zonal y meridional en los niveles de 1000, 700 y 200 hPa.

Atendiendo a la idea anterior, la metodología FIC utiliza los campos de viento en el paso 1 donde se seleccionan los días análogos. En el segundo paso de la metodología para temperatura no sólo se han utilizado como predictores potenciales los espesores entre los niveles de Z500-Z1000 y Z500-Z850 (como se venía haciendo para la Península Ibérica) sino que además se introduce como predictor potencial la humedad relativa en 850 hPa.

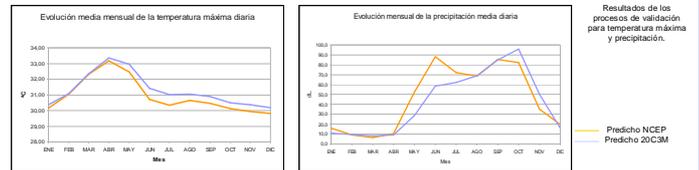
La metodología FIC es muy buena en temperatura y algo menos en precipitación, pero para Nicaragua se observa una notable mejoría en precipitación al utilizar como predictores los campos de viento. Esta mejora también se observa en temperatura pero de forma menos acusada.



Comparativa entre los datos de observaciones y los resultados obtenidos al realizar regionalización utilizando como predictores Geop (Z500, Z1000, Z850) y utilizando el Viento (U,V500,U,V,200,U,V700)

6. Validación

El proceso de validación (en el cual se comparan los resultados de realizar la regionalización tanto al reanálisis NCEP como al modelo ECHAM5 para el escenario de control 20C3M) permite cuantificar cómo de bueno es el modelo, en este caso ECHAM5. Tanto el modelo como el reanálisis deben trabajar a la misma resolución temporal y espacial y abarcar el mismo periodo.



Los resultados son bastante robustos en temperatura aunque el modelo tiende a sobreestimar los valores respecto a los simulados por el reanálisis. En precipitación, los resultados no son tan buenos como en temperatura, parece que el modelo es capaz de simular bastante bien la estación seca pero tiene problemas a la hora de simular la estación lluviosa. Subestima los valores de precipitación al comienzo de dicha estación y los sobreestima al final. Como consecuencia, las simulaciones realizadas con el modelo no reflejan adecuadamente la curva mensual de evolución de la precipitación.

8. Conclusiones

- La adaptación de la metodología para cada zona de estudio mediante la elección de los predictores más adecuados es un punto clave para la obtención de los mejores resultados. La utilización de los campos de viento en vez de los de geopotencial permite captar no sólo las situaciones sinópticas que afectan a Nicaragua sino también los fenómenos que dan lugar a la convección forzada.
- Los resultados obtenidos, tanto de verificación como de validación, para Nicaragua son bastante robustos. Estos resultados son mejores para temperatura que para precipitación por lo que los obtenidos para esta última variable han de ser tratados con mayor cautela.
- Los errores asociados al proceso de verificación no dependen de la distribución geográfica ni para la temperatura ni para la precipitación. Se aprecia una posible relación en la temperatura entre el error y la altura a la que se encuentra la estación meteorológica pero debido al bajo número de observatorios disponibles para el estudio no es posible establecer una conclusión clara.
- La calidad de los resultados de verificación obtenidos con la metodología de la FIC en la región de estudio permite afirmar que puede ser utilizada tanto en regiones tropicales como en latitudes medias.

Trabajos futuros

En el futuro se espera poder generar escenarios de clima futuro para el siglo XXI en Nicaragua a partir de varios Modelos Generales de Circulación y para distintos escenarios futuros.

Referencias

- Murphy, J. (1999) An evaluation of statistical and dynamical techniques for downscaling local climate, *Journal of Climate*, 12, 2256-2284.
- Zorita, E. y H. von Storch (1999) The analog method - a simple statistical downscaling technique: comparison with more complicated methods, *Journal of Climate* 12: 2474-2489

Este estudio se ha realizado dentro del proyecto "Fortalecimiento de capacidades para la generación de escenarios de cambio climático, el análisis de sus efectos y la definición de estrategias de adaptación con poblaciones en situación de inseguridad alimentaria en Nicaragua" financiado por la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID), coordinado por el Instituto de Estudios del Hambre (IEH) y en el que también han colaborado la Universidad de Managua y el Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER).