

# EVALUACIÓN DE LOS MODELOS CLIMÁTICOS DE NMME Y COPERNICUS PARA EL PRONÓSTICO DE EL NIÑO Y LA NIÑA EN EL VERANO

**Jorge Reupo<sup>1</sup> y Ken Takahashi<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Instituto Geofísico del Perú (IGP), Lima, Perú

**Palabras clave:** Modelos climáticos, NMME, Copernicus, correlación lineal, El Niño, La Niña

Citar como Reupo, J. & Takahashi, K. (2023). Evaluación de los modelos climáticos de NMME y Copernicus para el pronóstico de El Niño y La Niña en el verano. *Boletín científico El Niño*, Instituto Geofísico del Perú, vol. 10 n.º 12, págs. 13-16.

## Resumen

La temperatura superficial del mar (TSM) en el océano Pacífico ecuatorial es la principal variable utilizada para indicar el desarrollo de un evento El Niño o La Niña. En la actualidad, los modelos climáticos proporcionan información aproximada de las condiciones futuras de esta variable. En este trabajo se analiza la correlación lineal entre los datos observacionales de la anomalía de la TSM de ERSSTv5 y los pronósticos retrospectivos de modelos climáticos globales (North Multi Model Ensemble-NMME y Copernicus Climate Change Service-C3S) para las regiones Niño 1+2 y Niño 3.4, con el fin de evaluar la confiabilidad de dichos modelos de pronóstico enfocada en los meses de verano (diciembre, enero, febrero y marzo). Los resultados muestran que, para la región Niño 1+2, los modelos producen mejores pronósticos con cinco meses de anticipación para los meses de diciembre y enero. Sin embargo, los pronósticos son superiores para la región Niño 3.4 con respecto a la región Niño 1+2. Además, según las correlaciones promedio, los mejores modelos son ECMWF (europeo), GEM5-NEMO (Canadá) y CMCC (Italia).

## 1. Introducción

Los modelos climáticos globales son herramientas que resuelven de forma aproximada las ecuaciones numéricas de la física del océano y la atmósfera para simular y predecir su comportamiento en función tanto del tiempo como del espacio.

En las tres últimas décadas se ha tenido un gran avance en el desarrollo de modelos numéricos climáticos: desde la mejora en los datos de observación (que son el punto de partida) hasta los sistemas de computación que tienen mejoras en su velocidad y capacidad.

Los modelos numéricos de alta resolución y de área limitada se utilizan principalmente para la predicción a corto y medio plazo, mientras que, en el otro extremo, los modelos acoplados de Sistema Tierra se aplican para la predicción de anomalías climáticas a escala estacional, como las asociadas al fenómeno El Niño o La Niña, así como para la preparación de escenarios de cambio climático.

En este trabajo se hace un análisis del conjunto de modelos climáticos globales de NMME (Kirtman et

al., 2013), coordinado por la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) y el grupo de Copernicus Climate Change Service-C3S perteneciente a la Unión Europea. En estudios previos (Reupo y Takahashi [2014a, 2014b]) se presentó la evaluación de los modelos de NMME; sin embargo, estos modelos son actualizados o mejorados cada cierto tiempo. Actualmente, NMME cuenta con cuatro modelos de Estados Unidos de Norte América (NOAA NCEP CFSv2, NASA-GEOSS2S, GFDL-SPEAR y COLARSMAS-CCSM4) y dos modelos de Canadá (CanCM4i-IC3 y GEM5-NEMO), mientras que Copernicus cuenta con información de cuatro modelos: CMCC-SPSv3p5 de Italia, JMA-CPS2 de Japón, DWD-GFCFS2p1 de Alemania y ECMWF-SEAS51, una iniciativa conjunta de varios países europeos.

## 2. Metodología

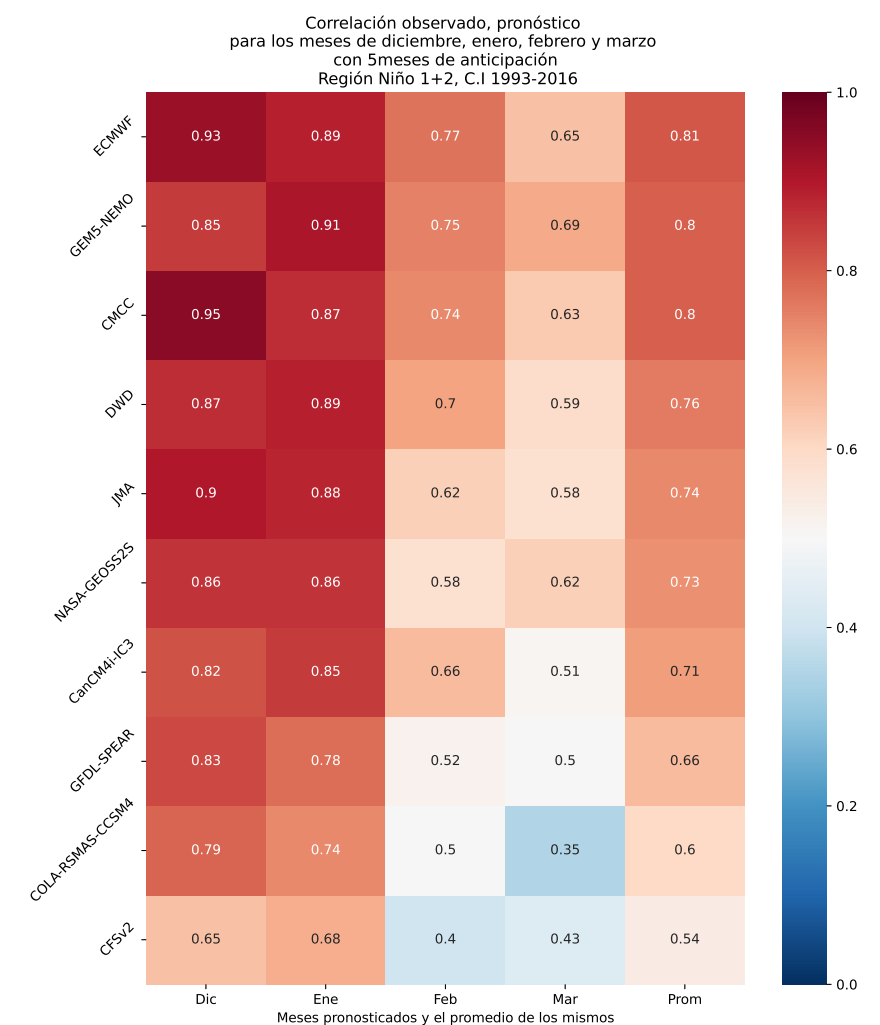
Se toman los resultados de los pronósticos mensuales retrospectivos de la anomalía de la temperatura superficial del mar (TSM) del grupo de modelos de Copernicus y NMME.

Para NMME se tiene información para el periodo 1981-2023; sin embargo, los modelos de Copernicus solo cuentan con información completa de 1993 a 2016. En cuanto al número de meses de pronóstico (*leads*), Copernicus tiene datos de seis meses y NMME de doce meses. Cada modelo tiene un conjunto de corridas (*ensemble*) o miembros (*members*) que corresponden a simulaciones que, para un mismo tiempo inicial, parten de condiciones iniciales ligeramente distintas para generar un abanico de posibles escenarios. En este trabajo se tomará un enfoque determinista considerando el promedio de todos los miembros del conjunto para cada modelo.

En este artículo se estimará el coeficiente de correlación lineal de los pronósticos retrospectivos de los dos grupos de modelos para el periodo en común 1993-2016, con la información observada de las anomalías de TSM de ERSSTv5 (Huang, et al., 2017) para las regiones Niño 1+2 (10° S-O, 80° W-90° W) y Niño 3.4 (5° S-5° N, 170° W-120° W). El coeficiente puede tomar valores entre -1 y 1, donde los más cercanos a 1 indican un mejor desempeño de pronóstico.

La estimación de los coeficientes de correlación se realizará para los primeros cinco *leads* (meses) de anticipación, para los meses pronosticados de diciembre, enero, febrero y marzo. Estos meses de verano son importantes por su relación con la precipitación en el país, más aún si está presente un evento El Niño frente a la costa norte peruana (Niño 1+2), ya que traería mayor precipitación. Por el lado opuesto, en el caso de la presencia del evento La Niña, se podría generar déficit hídrico.

## 3. Resultados



**Figura 1.** Coeficiente de correlación lineal entre los pronósticos mensuales de las anomalías de la TSM del grupo de modelos de NMME-Copernicus, así como observaciones (ERSSTv5) para la región Niño 1+2 para los meses pronosticados de diciembre a marzo, con cinco meses de anticipación (agosto a noviembre, respectivamente) para el periodo de condiciones iniciales de 1993-2016. La última columna representa el promedio de las correlaciones de los cuatro meses

En cuanto a la región Niño 1+2 (Figura 1), se puede observar que la mayoría de los modelos (excepto CFSv2) superan el índice de 0.7 para los meses de diciembre y enero con cinco meses de anticipación

(lead). Para el mes de febrero, solo los modelos ECMWF, GEM5-NEMO, CMCC y DWD superan la correlación de 0.7, mientras que los otros seis modelos muestran menores valores, particularmente el CFSv2, el cual tiene el menor valor (0.4). Finalmente, para el mes de marzo, las correlaciones para todos los modelos se encuentran debajo de 0.7 (al menos, los tres primeros de la figura se mantienen con el índice alrededor de 0.6). En promedio, para el pronóstico con *lead* 5 para estos meses de verano, el mejor desempeño lo tienen los modelos ECMWF, GEM5-NEMO y CMCC, con valores de aproximadamente 0.8. En contraste, el peor desempeño lo tienen los modelos CFSv2 y COLA-RSMAS-CCSM4, con valores de aproximadamente 0.6.

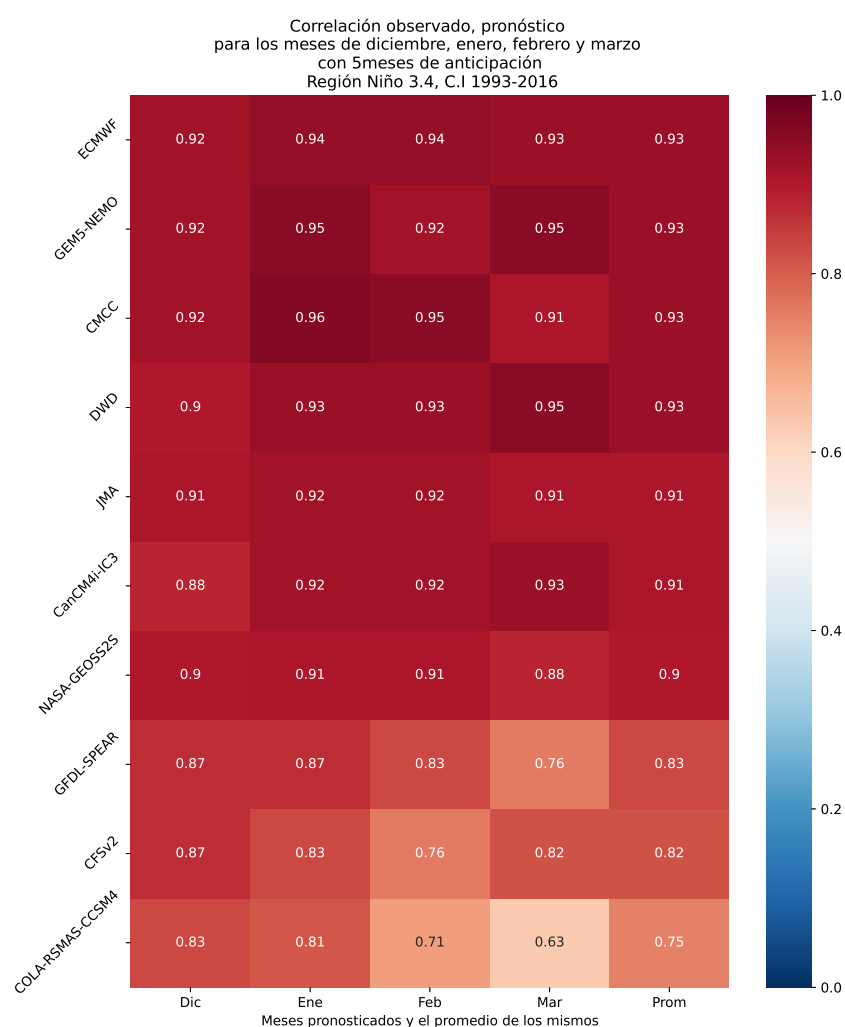


Figura 2. Similar a la Figura 1, pero para la región Niño 3.4

Para la región Niño 3.4 (Figura 2), para los meses de diciembre y enero, los modelos indican correlaciones entre 0.96 y 0.71. Para el mes de febrero, los dos modelos (CFSv2 y COLA-RSMAS-CCSM4) tienen las menores correlaciones con valores menores a 0.76. Finalmente, en el mes de marzo, la mayoría de los modelos decaen. Los modelos GFDL-SPEAR y COLA-RSMAS-CCSM4 tienen índices menores a 0.76. En

cuanto al modelo CFSv2, su índice se incrementa con respecto al mes anterior. En promedio, para el pronóstico con *lead* 5, el mejor desempeño lo tienen los modelos ECMWF, GEM5-NEMO, CMCC y DWD, con valores de 0.93, mientras que el peor desempeño lo tiene el modelo COLA-RSMAS-CCSM4 con un valor de aproximadamente 0.75.

Las correlaciones son mayores para la región Niño 3.4 que para la región Niño 1+2. Se aprecia que hay bastante similitud entre los modelos ordenados según su desempeño en ambas regiones. Si calculamos la correlación entre los valores de correlación promedio para ambas regiones (última columna de las Figuras 1 y 2), encontramos un alto valor de 0.88, es decir, que aproximadamente los modelos que predicen mejor para Niño 1+2 también predicen mejor para Niño 3.4.

## 4. Discusión

Los datos disponibles de los modelos de Copernicus tienen poco tiempo de alcance de pronóstico (*lead* máximo) en comparación con los datos de NMME; por ello, en este trabajo solo se ve la información para los meses de verano, que son los meses en los cuales se presentan precipitaciones.

En cuanto a los resultados en la región Niño 1+2, los pronósticos con *lead* 5 muestran el menor desempeño para el mes de marzo, siendo el mes donde se registran los mayores volúmenes de precipitación en la costa norte. Como fue mencionado por Reupo y Takahashi (2014a, 2014b), esta menor correlación también se observó para el grupo de los modelos que conformaban NMME. De manera similar, Copernicus muestra disminución en su desempeño para el mismo mes.

Para la región Niño 3.4, los modelos climáticos muestran una pequeña disminución en su predictibilidad para el mes de marzo, pero, en general, sus resultados son más cercanos a uno. Así, se puede decir que los modelos tienen una mejor simulación de la dinámica de El Niño-Oscilación Sur (ENOS) relevante para esa región y, por lo tanto, pueden tener mejores resultados en sus pronósticos; en tanto, para el Pacífico oriental, los sesgos en los modelos y las limitaciones en la representación de los procesos regionales generan una importante limitante. Por lo mismo, para un diagnóstico más diferenciado del rol de los procesos en cada región

se podría considerar el pronóstico de índices como E y C (Takahashi et al., 2011), los cuales reducen estadísticamente la correlación entre ambas regiones.

## Referencias

Kirtman, B. P., Min, D., Infanti, J. M., Kinter, J. L., Paulino, D. A., Zhang, Q., ... Wood, E. F. (2014). The North American Multimodel Ensemble: Phase-1 seasonal-to-interannual prediction; Phase-2 toward developing intraseasonal prediction. *Bulletin Of The American Meteorological Society*, 95, 585-601. doi:10.1175/BAMS-D-12-00050.1

Huang, B., P. W. Thorne, V. F. Banzon, T. Boyer, G. Chepurin, J. H. Lawrimore, M. J. Menne, T. M. Smith, R. S. Vose, and H.-M. Zhang, 2017: Extended Reconstructed Sea Surface Temperature, version 5 (ERSSTv5): Upgrades, validations, and intercomparisons. *J. Climate*, 30, 8179-8205, doi:10.1175/JCLI-D-16-0836.1.

Boyin Huang, Peter W. Thorne, Viva F. Banzon, Tim Boyer, Gennady Chepurin, Jay H. Lawrimore, Matthew J. Menne, Thomas M. Smith, Russell S. Vose, and Huai-Min Zhang (2017): *NOAA Extended Reconstructed Sea Surface Temperature (ERSST), Version 5*. [indicate subset used]. NOAA National Centers for Environmental Information. doi:10.7289/V5T72FNM [2019/04/03]

Reupo, J. y Takahashi, K. (2014 a). Validación de pronósticos con modelos globales: correlaciones de TSM (1982-2010). *Boletín técnico: Generación de modelos climáticos para el pronóstico de la ocurrencia del Fenómeno El Niño*, Instituto Geofísico del Perú, 1 (1), 8-9.

Reupo, J. y Takahashi, K. (2014 b). Variabilidad decadal de la bondad de los pronósticos con modelos climáticos globales. *Boletín técnico: Generación de modelos climáticos para el pronóstico de la ocurrencia del Fenómeno El Niño*, Instituto Geofísico del Perú, 1 (8), 9-10.

Takahashi, K., Montecinos, A., Goubanova, K., and Dewitte, B. (2011). ENSO regimes: reinterpreting the canonical and Modoki El Niño. *Geophys. Res. Lett.* 38, L10704. doi: 10.1029/2011GL047364

Takahashi, K., Mosquera, K. y Reupo, J. (2014). El Índice Costero El Niño (ICEN): historia y actualización. *Boletín técnico: Generación de modelos climáticos para el pronóstico de la ocurrencia del Fenómeno El Niño*, Instituto Geofísico del Perú, 1 (2), 8-9.