

Análisis de las Respuestas del Modelo CCM3 en el Perú a las TSM del año 2000

Mauricio Carrillo Cruz¹
Delia Acuña Azarte¹

Resumen

Se analiza la simulación del modelo CCM3 con tres diferentes condiciones de contorno en la frontera inferior en contacto con el océano : Temperatura Superficial del Mar (TSM) climática, TSM observada y TSM pronosticada del año 2000, para lo cual se comparan las predicciones de precipitación con valores analizados del Climate Prediction Center (CPC) de los Estados Unidos, de enero a setiembre del 2000.

La comparación de los valores analizados del CPC y las respuestas del modelo con las diferentes TSM dan valores favorables (anomalías entre -1 a 1 mm/día) en la región de la costa y sierra para el período seco analizado (Julio/00), en tanto que en la amazonía la performance no es buena.

Para el período lluvioso analizado (febrero/00) la amazonia es la mejor simulada en los tres casos, presentando anomalías positivas hasta 5 mm/día lo que se verifica con los analizados del CPC.

Abstract

It has been analyzed the simulation of the CCM3 model with three different boundary condition it the lower frontier in touch with the ocean: Climate Sea Surface Temperature (SST), observed SST and forecast SST by 2000 year; to make this, prediction of precipitation is compared with analyzed values of Climate Prediction Center (CPC) of United State, from January to September of 2000.

The comparison between analyzed values of CPC and the model response with different SSTs show favourable values (anomalies between -1 to 1 mm/day) at the coast region and mountain for the analyzed dry period (July/00), although at the jungle the performance is not good.

In the analyzed rainy period (February/00) the jungle is the best simulated in the three cases, showing positive anomalies, until 5 mm/day, that is verified with the analyzed values of CPC.

1. Introducción

El Community Climate Model (CCM3) es un modelo global climático, que se encuentra en

¹ Centro de Predicción Numérica - SENAMHI

fase experimental en el Centro de Predicción Numérica (CPN) del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI); su implementación se inició en noviembre del 2000 obteniéndose corridas de prueba a seis y nueve meses.

La existencia del modelo dinámico CCM3 y la falta de un experimento que nos permita ver la confiabilidad de la predicción de precipitación sobre el territorio peruano, condujo a realizar tres simulaciones con diferentes condiciones de contorno para conocer la performance del modelo y de esta manera mejorar la capacidad de pronóstico del clima, siendo éste el objetivo del presente experimento.

A priori se podría suponer que usando valores de TSM observados la respuesta del modelo debería ser mejor ya que los valores de contorno introducidos son cuasi-reales.

Descripción del Modelo

El modelo CCM3 es derivado del modelo espectral australiano y del European Center for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF), versión adiabática no viscosa, siendo la versión original el Modelo CCM0A (Washington, 1982) y el CCM0B (Williamson et al., 1983) desarrollado en la División Climática y Global (CGD) del National Center for Atmospheric Research (NCAR). La nueva versión CCM3 presenta modificaciones sustanciales en el tratamiento de la difusión vertical, radiación, interacción nube-radiación y la mejora en los procesos en superficie (Land-surface).

Representación horizontal

El CCM3 emplea una resolución espectral horizontal T42, de aproximadamente 2.8 x 2.8 grados en transformada de grilla.

Representación Vertical

Usa la coordenada híbrida vertical (sigma-presión), donde las regiones más bajas de la atmósfera es discretizada por la coordenada sigma pura. Los niveles intermedios usan la discretización vertical híbrida sigma-presión, en tanto que los niveles altos usan la discretización sólo con la presión.

El modelo considera 18 niveles verticales, un tope rígido a 2.917 hPa y uno superficial a 1000 hPa.

Inicialización

La componente atmosférica requiere condiciones iniciales de la atmósfera y condiciones de frontera de ozono; para los diferentes niveles verticales se requiere datos iniciales de temperatura, humedad específica, vapor de agua, viento zonal y meridional, en tanto que para un solo nivel requiere: superficie geopotencial, presión superficial, desviación estándar de la altura geopotencial, datos indicadores de orografía y temperatura sub-superficial de suelo para 4 niveles.

La componente oceánica puede establecerse de dos maneras: puede ser definida como un Data Ocean Model (DOM), el que requiere datos iniciales de temperatura superficial del mar, o definirse como Slab Ocean Model (SOM), en el cual el modelo calcula TSM.

Esquema del tiempo de Integración

El tiempo de integración es realizado según el esquema semi-implícito de leap frog.

2. Metodología

La idea básica de esta metodología es la simulación numérica de tres condiciones de contorno. Así, para el primero se usaron medias mensuales climáticas de TSM (CLIM), para el segundo se usaron valores observados de TSM (OBS2000) y para el tercer modo, valores pronosticados de TSM (PRONO2000).

Los datos de TSM para CLIM fueron usados de la base de datos de Shea, Trenberth, Reynolds (Kluzek et al., 1996); los datos de TSM para OBS2000 son valores mensuales analizados de Optimal Interpolation Reynolds (Reynolds, 1988), proporcionados por National Center for Environmental Prediction (NCEP); y los datos de TSM para PRONO2000 son las predicciones del modelo acoplado Océano-Atmósfera (Ji et al,1997) del NCEP (Climate Modeling Branch).

Con estos datos se realizó la simulación en un ordenador DEC Alpha ES40 usando un procesador, el cual demandó un gasto computacional de 10 horas por simulación.

Una vez obtenidas las corridas, se tomó la variable precipitación total (precipitación convectiva más la precipitación a gran escala) y se obtuvo las anomalías correspondientes usando la base de datos del Climate Prediction Center Merged Analysis of Precipitation (CMAP), preparados por Xie, del NCEP/CPC (Xie and Arkin,1997), con los que se preparó una climatología del período 1979-1998.

El siguiente paso fue analizar el comportamiento de las anomalías de precipitación durante febrero/00 (mes donde se totalizan las mayores precipitaciones, principalmente en la sierra) y el mes de julio/00 (mes representativo del período seco).

3. Resultados

Concluido el experimento se presentan los resultados obtenidos:

En el período lluvioso (febrero/2000), la condición PRONO2000 verifica el régimen de anomalías de precipitación observada en la costa norte, mientras que OBS2000 subestima hasta en 5 mm/día.

En la región central del territorio peruano se observa un núcleo de anomalías negativas con rangos entre -5 y -1 mm/día en todos los casos; como se muestra en la Fig. 1, los

valores observados no verifican esta anomalía. Al presentar los tres casos esta tendencia, habría que tomar en cuenta la parametrización física en esta zona y analizar el por qué de esta persistencia, lo que probablemente tenga que ver con el esquema de parametrización de la convección.

En la costa sur (Ica-Arequipa) se observa para PRONO2000 y OBS2000 anomalías hasta 5 mm/día que se verifica con lo observado; debe notarse que CLIM también presenta esta tendencia .

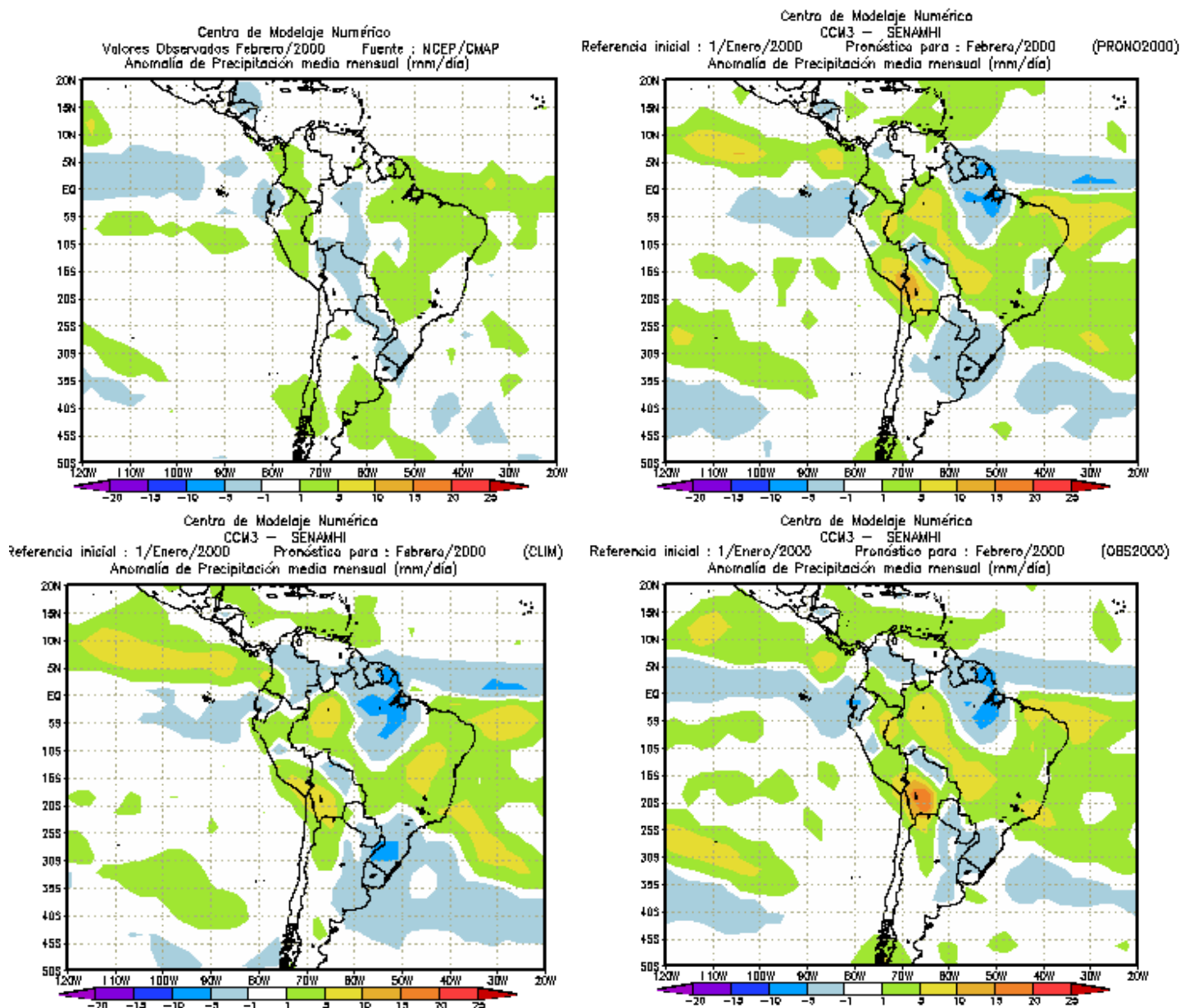


Fig. 1.- Simulación de la precipitación (febrero 2000) con diferentes condiciones de TSM

Los valores de anomalías de precipitación simulados con las tres diferentes condiciones de contorno nos indican un núcleo de anomalías positivas de 5 a 15 mm/día en el

extremo sur del país (Moquegua-Tacna), que difiere de las anomalías observadas para el mes analizado, lo que nos hace suponer que el modelo no resuelve bien las complejidades topográficas de los Andes y por tanto el efecto de este factor sobre la circulación de la atmósfera, debido tal vez al uso de coordenadas híbridas. Estos resultados no son definitivos, pues el Boletín de SENAMHI² presenta anomalías positivas en la zona, comparables también a los inferidos de anomalías de radiación de onda larga [Outgoing Longwave Radiation (OLR)] reportados en el Climate Diagnostics Bulletin³.

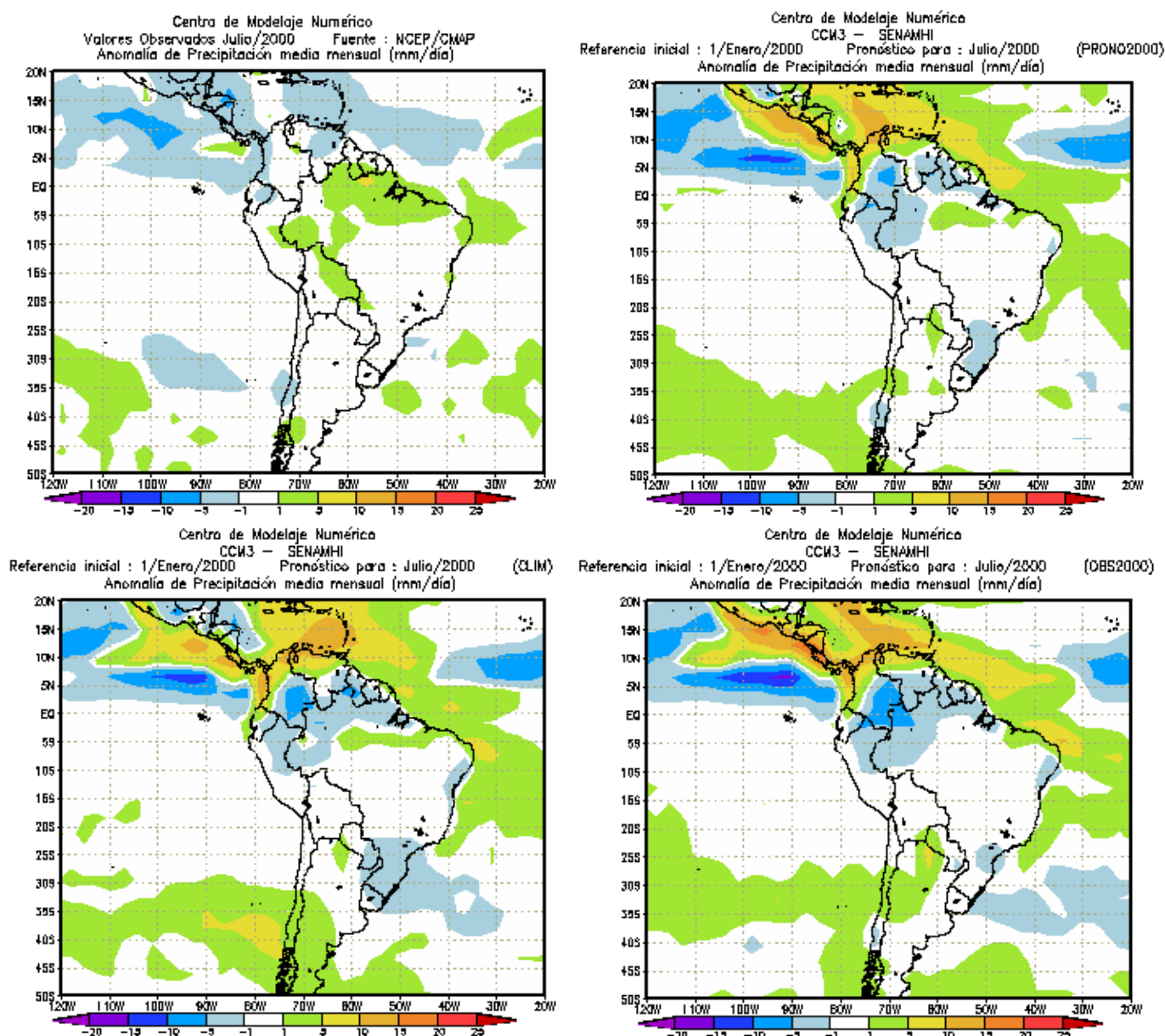


Fig. 2.- Simulación de la precipitación (julio 2000) con diferentes condiciones de TSM

² Boletín Monitoreo y Análisis Climático, febrero 2000.

³ Climate Diagnostics Bulletin, February, 2000.

En la amazonía norte el comportamiento de la precipitación es bueno con las tres simulaciones, siendo mejor con OBS2000 y PRONO2000 ya que se ajustan a las anomalías observadas, lo que verifica en parte nuestra hipótesis inicial.

En el período seco (julio/00), la comparación de los valores analizados del CPC y las respuestas del modelo con las diferentes TSM nos muestran valores similares (anomalías entre -1 a 1 mm/día) en la región de la costa y sierra del país, en tanto que en la amazonía la performance no es buena ya que los tres modos subestiman las lluvias hasta en 5 mm/día (ver fig. 2).

4. Conclusiones y recomendaciones

Los resultados son una muestra contraria de la hipótesis inicial, pero si bien es cierto hubieron algunos resultados desconcertantes, algunos se pudieron explicar y otros quedarán para trabajos futuros.

La respuesta del modelo ante nuestra hipótesis inicial no es del todo correcta, posiblemente debido al diseño del esquema de la convección, principalmente.

Los tres casos de predicción han ayudado a comprender cómo el modelo CCM3 hace la predicción del régimen de precipitación en nuestro territorio, en algunos casos con resultados buenos como en la costa y sierra del país en época seca (julio), que hace suponer que el diseño del sistema es correcto y otros con resultados no esperados como la persistencia a sobrestimar las lluvias sobre la región sur andina (Altiplano), que plantean la necesidad de continuar con los experimentos. En estos casos una solución dinámica estadística puede llevar a una validación satisfactoria.

Partiendo que el modelo está diseñado para realizar o simular lo que se le pida, se puede afirmar que hay algunas tendencias a reproducir los mismos efectos en las predicciones, las que no se alteran en gran medida cuando se introduce diferentes condiciones de contorno al modelo. Es así que el modelo CCM3 nos proporciona información de las áreas donde hay una persistencia a reproducir los mismos efectos en las predicciones, es decir, áreas en las que el modelo demuestra ser poco sensible a las variaciones de TSM, y mostrar la misma tendencia aun cuando nuestros valores pronosticados sean los más acertados.

Qué ocurre cuando le decimos al modelo que trabaje con valores pronosticados? La respuesta del modelo no sólo es debida al diseño del sistema, aquí también tiene que vencer la incertidumbre de los valores de TSM introducidos. Debemos notar que en algunos casos las predicciones con PRONO2000 y OBS2000 no difieren en gran medida, lo que hace suponer que estos valores son bastante coherentes.

Otro punto analizado son las zonas donde el modelo proporciona una tendencia similar frente a diferentes condiciones de contorno; esto es importante porque proporciona información de zonas donde el modelo tiene la misma persistencia en la predicción, es

decir, zonas en donde el modelo demuestra ser poco sensible a las variaciones de TSM, y muestra la misma tendencia aun cuando las condiciones de contorno fueran muy diferentes.

Aun cuando no se pueden generalizar estos resultados, porque sólo se han realizado tres experimentos, queda pendiente hacer más simulaciones que llevarán a la mejor comprensión de estos detalles; la solución a algunos problemas será acoplar un modelo regional al modelo CCM3, lo que permitiría simular fenómenos de pequeña escala que no están definidos en su dinámica.

Referencias

NOAA. 2000. Climate Diagnostics Bulletin, 2.

SENAMHI Dirección de Climatología. 2000. Boletín Monitoreo y Análisis Climático, 6(2).

Ming, Ji; Arun, Kumar and Ants, Leetmaa.1997. Forecasts of tropical pacific SST using a comprehensive coupled ocean-atmospheric dynamical model. CPC Experimental Bulletin, December.

Kiehl, Jeffrey; Hack, James; Bonan, Gordon; Boville, Byron; Briegleb, Bruce; Williamsom, David; Rasch, Philip. 1996. Description of the NCAR Community Model (CCM3). NCAR Technical Note, Boulder, Colorado, 152 pp.

Kluzek, Erik B; Olson, Jerry; Rosinski, James; Truesdate, Jhon; Vertenstein, Mariana. 1996. User's guide to NCAR CCM3.6. Boulder, Colorado, 147 pp.

Reynolds, R. W.1988. A real-time global sea surface temperature analysis. J. Climate, 1: 75-86.

Washington, W. M.1982. Documentation for the Community Climate Model (CCM),version 0. NCARD Report, Boulder, Colorado.

Williamson, D.L. 1983. Description of NCAR Community Climate Model (CCM0B). NCAR Technical Note NCAR/TN-210+STR, Boulder, Colorado, 88 pp.

Xie, P.; Arkin, P.A., 1996. Analyses of global monthly precipitation using guage observations, satellite estimates, and numerical model predictions. JCL, 9: 840-858.

Xie, P.; Arkin, P.A., 1997. Global precipitation: A 17-year monthly analysis based on gauge observations, satellite estimates and numerical model outputs. BAMS, 78: 2539-2558.