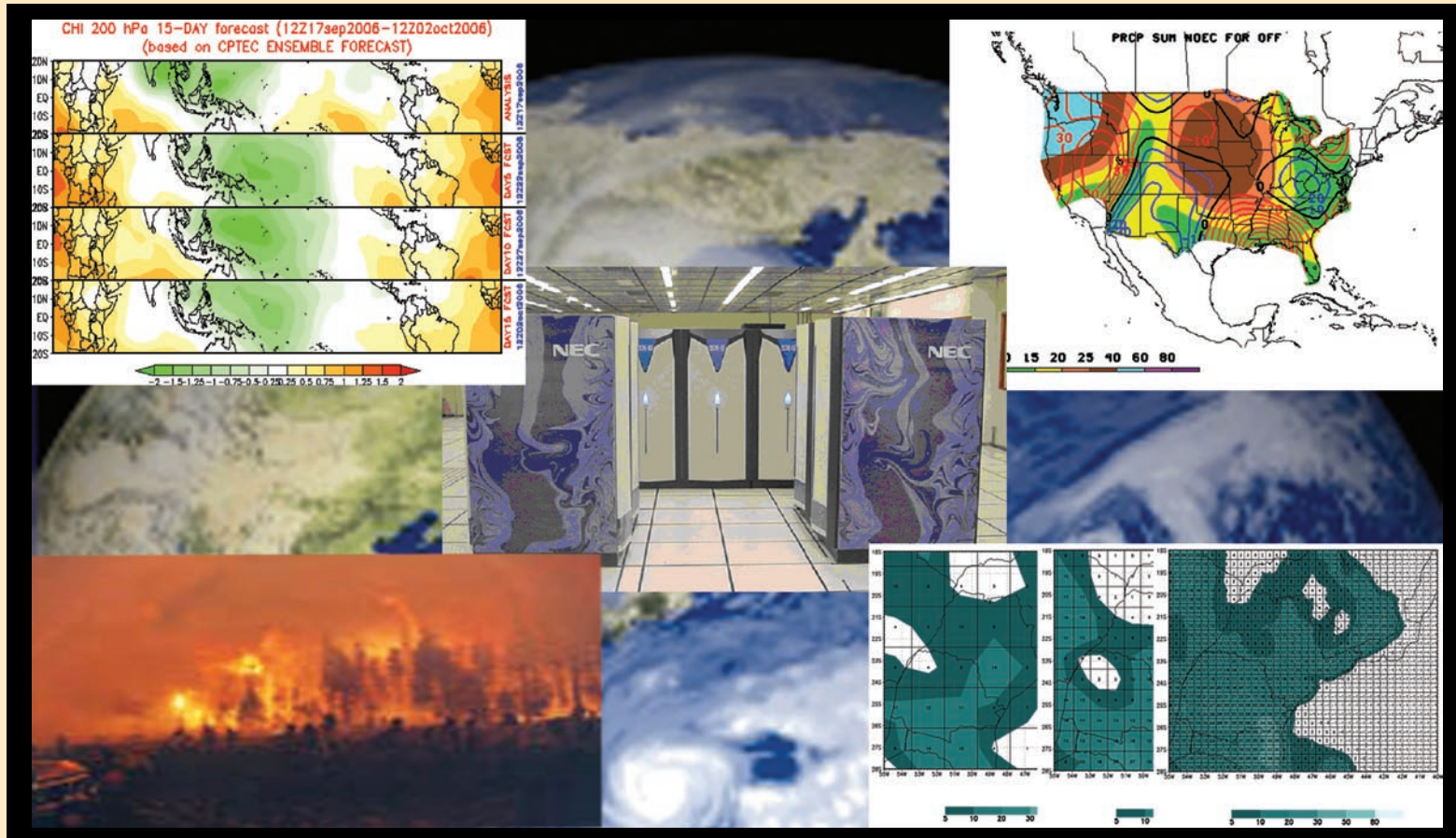




# VAMOS !

**Newsletter of the Variability of the  
American Monsoon Systems Project**



## Contents / Índice

### Editorial

**The future of seasonal prediction in the Americas**

**El futuro de los pronósticos estacionales en las Américas**

**Seasonal rainfall forecasts for applications in streamflow generation in the São Francisco River Basin in Northeast Brazil: Rainfall corrections from AGCMs for use in hydrological models**

**Pronóstico estacional de precipitación para aplicaciones en la generación de caudales en la cuenca del Río São Francisco en el Nordeste de Brasil: Correcciones a la precipitación de los AGCMs para su uso en los modelos hidrológicos**

**Coupled ocean-atmosphere variability of the South American monsoon system**

**Variabilidad acoplada océano-atmósfera del sistema monzónico americano**

**Experimental monthly to seasonal fire danger forecasts**

**Pronósticos experimentales de riesgo de incendios en escala mensual a estacional**

**Miguel Cortez In Memoriam**

## Editorial

Welcome to the third issue of the VAMOS! Newsletter. Here you will learn about many of the exciting activities of the Variability of the American Monsoons (VAMOS) Program. VAMOS consists of a vibrant international community performing coordinated research on the climate and hydrology of the Americas. VAMOS is at the forefront of the Climate Variability and Predictability (CLIVAR) Program, and is helping to lead the transition to future World Climate Research Program (WCRP) efforts. For many of you, VAMOS needs no introduction. For those of you that would like to learn more about VAMOS, we highly recommend the VAMOS webpage ([www.clivar.org/organization/vamos/vamos.php](http://www.clivar.org/organization/vamos/vamos.php)).

This year we celebrate our 10th Anniversary, and so we take a look back at VAMOS progress and a look forward at VAMOS future plans in climate research throughout the Americas. The 3 major VAMOS science components (North American Monsoon Experiment (NAME), Monsoon Experiment South America (MESA) and VAMOS Oceans-Clouds-Atmosphere-Land Study (VOCALS)) continue to grow and mature. We have made several major strides forward during the past year alone. Particularly noteworthy is the success of the VOCALS Program, which is moving forward with plans for a major field campaign in the southeastern Pacific during 2008. Other accomplishments, such as the NAME Special Issue of the Journal of Climate, the monumental paper on the unified view of the Americas Monsoons led by Carolina Vera, former co-chair of VAMOS, published in Journal of Climate, and the organization of the La-Plata Basin Program LPB, are a testament to VAMOS progress in understanding and predicting the American Monsoon Systems. In addition, some VAMOS members are part of the new effort on the Pan-WCRP monsoon initiative, that represents an integration of GEWEX and CLIVAR activities for all monsoon experiments all around the planet.

The VAMOS Panel, currently co-chaired by Drs. Jose Marengo (CPTEC-INPE) and Wayne Higgins (NOAAs Climate Prediction Center), continues to expand scientific collaboration throughout the Americas and to preserve the spirit, enthusiasm and scientific integrity of the VAMOS program as originally envisioned by its founder, Dr. Roberto Mechoso. During the past year the panel welcomed Dr. Jose Marengo as VAMOS Panel co-chair and as MESA chair, and said goodbye to Dr. Carolina Vera, who served the Panel and the MESA community in an extraordinary fashion. Without exception, VAMOS Panel members continue to do a superb job in organizing and promoting the program. In this regard, VAMOS has demonstrated that it is much more than just another regional program, and has validated the internationalism that motivated CLIVAR in an unprecedented way.

In keeping with previous issues of the VAMOS NEWSLETTER, in this issue we focus on a specific theme. Given the central focus of the VAMOS Program on improved prediction of the American Monsoon Systems on seasonal timescales, we dedicate this issue to the following theme: "Beyond Daily Weather Forecasts: Assessment and Applications of Seasonal Forecasting".

Bienvenidos al tercer número de la revista VAMOS! Conocerán aquí muchas de las apasionantes actividades del Programa sobre la Variabilidad de los Monzones Americanos (VAMOS). VAMOS está conformado por una comunidad internacional entusiasta que realiza trabajos coordinados de investigación sobre el clima y la hidrología de las Américas. VAMOS se encuentra a la vanguardia del Programa sobre la Variabilidad y Predictabilidad del Clima (CLIVAR) y está contribuyendo a conducir la transición hacia esfuerzos futuros del Programa Mundial de Investigación del Clima (WCRP). Para muchos de ustedes, VAMOS no necesita presentación. A los que quieran saber más sobre VAMOS, les recomendamos visitar la página web del programa ([www.clivar.org/organization/vamos/vamos.php](http://www.clivar.org/organization/vamos/vamos.php)).

Este año celebramos nuestro 10° aniversario, por lo que estamos dando una mirada retrospectiva a los avances realizados en VAMOS y otra hacia sus planes futuros en cuanto a la investigación del clima en las Américas. Los 3 componentes científicos principales de VAMOS (Experimento del Monzón de América del Norte (NAME), Experimento del Monzón en América del Sur (MESA) y el Estudio de VAMOS sobre Océanos-Nubes-Atmósfera-Tierra (VOCALS)) continúan creciendo y madurando. Sólo el pasado año hemos tenido varios logros significativos. En especial es notable el éxito del programa VOCALS, que está avanzando con los planes para una importante campaña en el Pacífico sudoriental en 2008. Otros logros como el Número Especial sobre NAME en el Journal of Climate, el magnífico trabajo sobre una visión unificada de los Monzones Americanos dirigido por Carolina Vera, ex co-presidente de VAMOS, publicado en la misma revista y la organización del Programa sobre la Cuenca del Río de la Plata (LPB), son testimonio del avance de VAMOS en la comprensión y predicción de los sistemas monzónicos americanos. Además, algunos miembros de VAMOS son parte del nuevo esfuerzo de la iniciativa Pan-monzónica de WCRP que constituye la integración de las actividades de GEWEX y CLIVAR para todos los experimentos sobre monzones en el mundo.

El Panel de VAMOS, co-presidido actualmente por los Dres. José Marengo (CPTEC-INPE) y Wayne Higgins (Centro de Predicción del Clima de la NOAA), continúa expandiendo la cooperación científica en las Américas y preservando el espíritu, entusiasmo e integridad científica del programa, previstos originalmente por su fundador, el Dr. Roberto Mechoso. El año pasado, el panel dio la bienvenida al Dr. José Marengo como co-presidente del Panel y presidente de MESA, y dijo adiós a la Dra. Carolina Vera, quien sirvió al Panel y a la comunidad de MESA de un modo extraordinario. Sin excepciones, los miembros del Panel de VAMOS continúan realizando un trabajo magnífico en la organización y promoción del programa. En este aspecto, VAMOS demostró ser mucho más que otro programa regional y validó de una manera sin precedentes el internacionalismo que impulsa a CLIVAR.

Continuamos la modalidad de los números anteriores de la revista VAMOS! y en este número nos centramos en un tema específico. Como el objetivo central de nuestro programa es mejorar el pronóstico de los sistemas monzónicos americanos

The NEWSLETTER contains several short contributions on this theme, including the future of seasonal prediction in the Americas, the relative roles of the land surface and oceans in seasonal prediction, user needs for seasonal forecasts, and applications of seasonal forecasts. Each of the articles describes how the VAMOS Science Programs (NAME, MESA, VOCALS) have contributed and continue to contribute in these areas. We hope you enjoy these articles and that you will feel free to contact us with any suggestions!

Finally, on behalf of the VAMOS panel, we would like to acknowledge the tremendous efforts of Carlos Ereño, the panel's liaison with the International CLIVAR Project Office (ICPO), for continuing the Newsletter. We are also very grateful to Dr. Jin Huang of NOAA's Climate Program Office / Climate Prediction Program for the Americas, who provided funds for the publication.

*Wayne Higgins*

*Climate Prediction Center / NCEP /NWS / NOAA  
Co-Chair of CLIVAR/VAMOS Panel / Copresidente del  
Panel CLIVAR/VAMOS*

*José Marengo*

*CPTEC/INPE  
Co-Chair of CLIVAR/VAMOS Panel / Copresidente del  
Panel CLIVAR/VAMOS*

en escala estacional, dedicamos este número de la revista al siguiente tema: "Más allá de los Pronósticos Diarios del Tiempo: Evaluación y Aplicaciones de los Pronósticos Estacionales".

La revista contiene varias contribuciones breves acerca de este tema. En ellas se trata entre otros, el futuro de los pronósticos estacionales en las Américas, el papel relativo de la superficie de la tierra y los océanos en la predicción estacional, la necesidad de los usuarios de contar con pronósticos estacionales y las aplicaciones de dichos pronósticos. Cada artículo describe el modo en que los Programas Científicos de VAMOS (NAME, MESA, VOCALS) han contribuido y continúan contribuyendo a estas áreas. Esperamos que disfruten de estos artículos y que se sientan libres para hacernos llegar sus sugerencias.

Finalmente, en nombre del panel de VAMOS, queremos agradecer el enorme esfuerzo de Carlos Ereño, nexo del panel con la Oficina Internacional del Proyecto CLIVAR (ICPO), por continuar publicando VAMOS! Estamos también muy agradecidos a la Dra. Jin Huang de la Oficina de Programas Climáticos de la NOAA / Programa de Predicción Climática para las Américas, que proveyó los fondos para esta publicación.

## **The future of seasonal prediction in the Americas**

Meaningful seasonal predictions are those that provide reliable information about the climate and reflect all the relevant influences. Ongoing local, regional, national and international efforts are working toward the goal of providing skillful forecast information of value to decision makers. Three primary research areas necessary for obtaining improvements in seasonal prediction over the Americas are (1) model improvement, (2) multi-model recalibration and combinations, and (3) incorporation of relevant forcings (e.g. aerosols) and/or physical processes that are currently absent in the prediction models.

Considerable research at centers such as CPTEC/INPE, NOAA/NCEP, ECMWF and COLA, to name a few, is aimed at producing models that can simulate the effect of changes in all variables of the climate system. Presently, however, the models used for seasonal prediction have limitations in their representation of the physical forcing mechanisms, the frequency and intensity of transient systems and the magnitude of teleconnections and intraseasonal variability. Incremental improvements in the representation of these mechanisms encourage further investment. Experience

## **El futuro de los pronósticos estacionales en las Américas**

Pronósticos estacionales valiosos son aquellos que dan información confiable sobre el clima y reflejan todas sus influencias relevantes. Los esfuerzos locales, regionales, nacionales e internacionales en curso están dirigidos a lograr una habilidad de pronóstico idónea que brinde información de utilidad para los tomadores de decisiones. Las tres áreas básicas de investigación necesarias para lograr el perfeccionamiento de las predicciones estacionales en las Américas son (1) las mejoras en los modelos, (2) la recalibración y combinaciones de varios modelos, y (3) la incorporación de forzantes relevantes (por ejemplo, aerosoles) y/o procesos físicos que actualmente no están incluidos en los modelos de pronóstico.

La cuantiosa investigación que se lleva a cabo en centros como CPTEC/INPE, NOAA/NCEP, ECMWF y COLA, por nombrar algunos, tiene por objeto la generación de modelos que puedan simular el efecto de los cambios de todas las variables del sistema climático. Actualmente, sin embargo, los modelos utilizados para las predicciones estacionales tienen limitaciones para representar los mecanismos de los forzantes físicos, la frecuencia e intensidad de los sistemas transientes y la magnitud de las teleconexiones y la



has shown that improvements in the parameterizations of physical processes such as radiation, convection and surface fluxes led to better model performance (e.g. Kiehl et al 1998). The models can also be improved with changes in land surface properties, introduction of updated vegetation set, or dynamical vegetation modules and estimated soil moisture field (Viterbo et al 1995). Increased computational resources allows for increased horizontal resolution, necessary to better resolve features, such as topography, clouds microphysics and characteristics of the boundary layer.

That the models can simulate the mean climate and the characteristics of its variability is particularly important for Monsoon regimes, which affect large areas of North America and South America (Vera et al 2006). Monsoon regions, having a well defined rainy season, are sensitive to interannual variability, and have seasonal rainfall that derives from synoptic systems influenced by low frequency variability. Our current assessment of predictability indicates that subtropical areas such as those affected by Monsoon regimes in the Americas have lower skill than the tropical areas. Numerical models can simulate the seasonal variability of several variables; thus, they are able to represent some features of the monsoon, even though systematic errors exist in these regions. However, in the subtropical monsoon region of South America, the models have difficulty in predicting the observed interannual variability. In this transition region, the tropical-extratropical interaction is largely influenced by intraseasonal variability, which is only weakly captured by the models (Nobre et al 2006). For the North American monsoon, much of the rainfall is delivered by synoptic systems and tropical disturbances (Vera et al 2006), which are not well resolved by the global models. As a result, neither the seasonal cycle nor the interannual variability of the North American monsoon is well captured by the models.

Given the role of internal atmospheric dynamics on interannual variability of the American monsoon regions, the forecasts for those regions must be presented probabilistically. A growing collection of research demonstrates that it is important to capture not only the uncertainty in the initial conditions, but also uncertainty due to model physics (e.g. Barnston et al 2003). This has led to increasing use of multiple models for ensemble forecasting and a number of methodologies for combining them optimally (Rajagopalan et al 2002, Coelho et al 2006). Currently, nearly all models have difficulty capturing the interannual variability of the monsoon precipitation in the interior of South America<sup>1</sup> (Figure 1), although they can discriminate below-normal seasonal precipitation slightly better than above-normal (not shown). The multi-model probabilities perform slightly better overall, even though the multi-model result has not been optimized. Work to provide optimized multi-model probabilistic forecasts is underway. Multi-institutional collaborations have been developed with the purpose of improving the seasonal prediction through recalibration and combination of several models. One project, called Eurobrisa (An Euro-Brazilian Initiative for improving South American Seasonal Forecasts) is being conducted by CPTEC/INPE, INMET, USP, SIMEPAR, ECMWF, UK Met Office, Meteo-France and University of Reading. This collaboration will implement a method to combine empirical and coupled model seasonal predictions (Coelho et al 2006). Another collaboration initiative among CPTEC/INPE, INMET and IRI will add local recalibration of the forecast probability distributions to the spatial recalibrations from the Eurobrisa work. The resulting

variabilidad intraestacional. Un aliento para la continuidad de las inversiones son los avances graduales en la representación de estos mecanismos. La experiencia ha mostrado también que el perfeccionamiento de las parametrizaciones de procesos físicos tales como la radiación, la convección y los flujos de superficie dio como resultado una mejora en el rendimiento de los modelos (por ejemplo, Kiehl et al 1998). La calidad de los modelos también puede incrementarse introduciendo cambios en las propiedades de la superficie del suelo, un conjunto de vegetación actualizado, o módulos dinámicos de vegetación y el campo estimado de humedad del suelo (Viterbo et al 1995). Contar con más recursos computacionales permite una mayor resolución horizontal, que es fundamental para resolver mejor algunas características como la topografía, la microfísica de las nubes y las propiedades de la capa límite.

El hecho de que los modelos puedan simular el clima medio y las características de su variabilidad es de particular importancia para los regímenes monzónicos, que afectan grandes áreas de América del Norte y del Sur (Vera et al 2006). Al tener una época de lluvias bien definida, las regiones monzónicas son sensibles a la variabilidad interanual y su precipitación estacional proviene de sistemas sinópticos influenciados por la variabilidad de baja frecuencia. Nuestra evaluación actual de la predictabilidad indica que la habilidad de los modelos en las áreas subtropicales, como las afectadas por los regímenes monzónicos de las Américas, es menor que en las áreas tropicales. Los modelos numéricos pueden simular la variabilidad estacional de distintas variables; así, pueden representar algunas características del monzón, aunque haya errores sistemáticos en estas regiones. Sin embargo, en la región monzónica subtropical de América del Sur, los modelos tienen dificultades para predecir la variabilidad interanual observada. En esta región de transición, la interacción trópico-extra trópico está ampliamente influenciada por la variabilidad intraestacional, captada sólo débilmente por los modelos (Nobre et al 2006). En el caso del monzón de América del Norte, gran parte de la precipitación proviene de los sistemas sinópticos y las perturbaciones tropicales (Vera et al 2006), que no están resueltas adecuadamente en los modelos globales. En consecuencia, los modelos no captan el ciclo estacional ni la variabilidad interanual del monzón de América del Norte del modo apropiado.

Dado el papel que tiene la dinámica interna de la atmósfera en la variabilidad interanual de las regiones monzónicas americanas, los pronósticos para éstas deben hacerse de manera probabilística. Una cantidad cada vez mayor de trabajos de investigación muestra que no sólo es importante captar la incertidumbre en las condiciones iniciales, sino también la incertidumbre debida a la física del modelo (por ejemplo, Barnston et al 2003). Esto condujo a un uso cada vez más amplio de múltiples modelos para el pronóstico ensamblado y a la aplicación de una cantidad de metodologías para combinarlos de forma óptima (Rajagopalan et al 2002, Coelho et al 2006). Casi todos los modelos en el presente captan con dificultad la variabilidad interanual de la precipitación monzónica en el interior de América del Sur<sup>1</sup> (Figura 1) aun cuando las precipitaciones estacionales menores que lo normal se pueden discriminar un poco mejor que las que superan lo normal (no se muestra). Las probabilidades de los multi-modelos resultan un poco mejores en general, aunque sus resultados no hayan sido optimizados. Se está trabajando en la obtención de pronósticos probabilísticos

R.O.C. Area: BN-pcp DJF 1981-2001

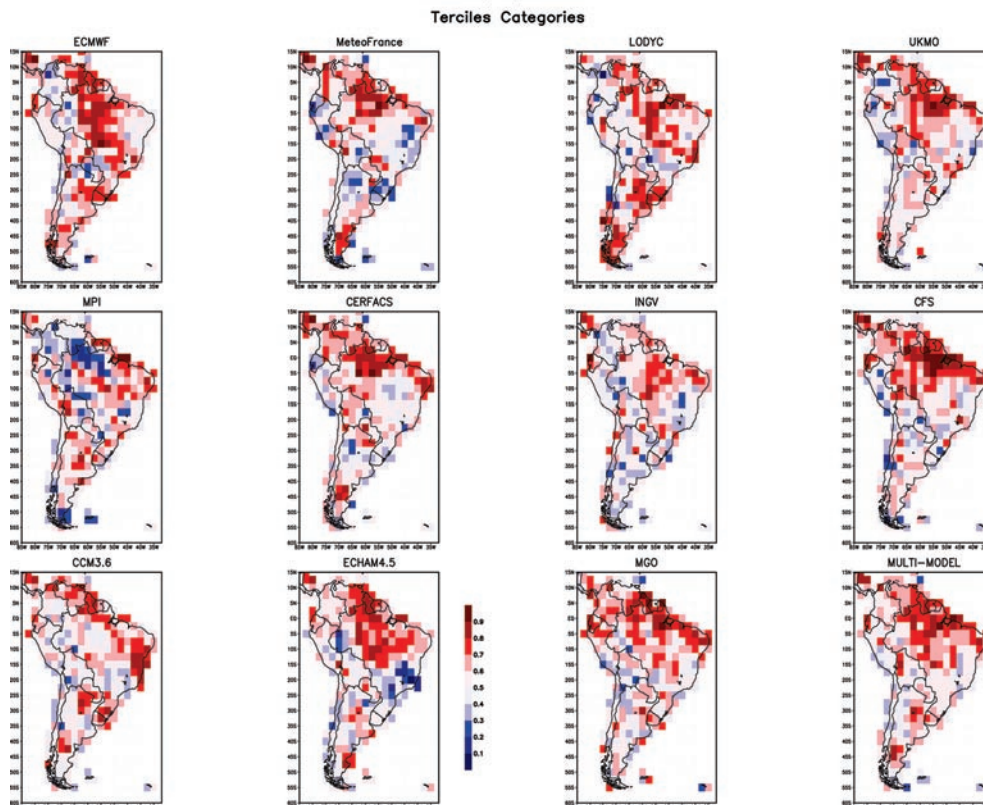


Figure 1: Relative Operating Characteristic (ROC) areas for below-normal DJF precipitation forecasts at 1-month lead for the period 1981-2001. The multi-model forecast is based on equal weighting of 3-category probabilistic forecasts from 8 CGCMs (top two rows) and 3 AGCMs forced by predicted SSTs (bottom row). The ROC curve traces out the balance between event “hit rates” and “false alarm rate” for forecasts of varying probability levels. No discrimination (hit rate=false alarm rate) indicates no skill, yielding a ROC area of 0.5. ROC area values less than 0.5 indicate negative skill, and greater values indicate positive skill, with a maximum value at 1.0. *Figura 1: Áreas de Característica Operativa (ROC) para los pronósticos de precipitación de DEF debajo de lo normal con un mes de anticipación en el periodo 1981-2001. El pronóstico de multi-modelos se basa en ponderar igualmente los pronósticos probabilísticos de 3 categorías de 8 CGCMs (paneles superiores) y 3 AGCMs forzados por SSTs pronosticadas (panel inferior). La curva ROC demarca el equilibrio entre eventos “exitosos” y “falsas alarmas” para pronósticos con niveles de probabilidad variable. La no discriminación (éxito = falsa alarma) indica la falta de habilidad del pronóstico, generando áreas ROC de 0.5. Valores de área ROC menores que 0.5 indican una habilidad negativa y los valores mayores, positiva, con un valor máximo de 1.0.*

probabilistic forecasts from these collaborative efforts appears very promising, in terms of providing the reliable forecast information necessary for developing decision support systems.

Even with well calibrated models, the need for correctly representing the relevant forcings of the seasonal climate still exists, and still needs improving. Predictions of ENSO, which has been documented as one of the largest sources of predictability in the seasonal climate for both North and South America (Goddard and Dilley 2005; Coelho et al 2006), still contains biases that remain the focus of much research. Coupled GCMs that allow interaction between the ocean, the atmosphere and the land surface offer the most promise in the prediction of ENSO (Saha et al 2006), but currently statistical/empirical approaches remain competitive. Because current coupled GCMs suffer from relatively large systematic errors, considerable room for improvement exists,

de multi-modelos optimizados. Se estableció una serie de actividades de cooperación multi-institucional con el objeto de mejorar la predicción estacional mediante la recalibración y la combinación de varios modelos. CPTec/INPE, INMET, USP, SIMEPAR, ECMWF, UK Met Office, Meteo-France y la Universidad de Reading están llevando a cabo uno de estos proyectos: Eurobrisa (Una Iniciativa Euro-Brasileña para mejorar los pronósticos estacionales en América del Sur). Esta cooperación busca implementar un método que combine las predicciones estacionales empíricas con las obtenidas de modelos acoplados (Coelho et al 2006). Otra iniciativa de cooperación entre el CPTec/INPE, INMET y el IRI agregará la recalibración local de las distribuciones de probabilidad de los pronósticos a las recalibraciones espaciales del trabajo de Eurobrisa. Los pronósticos probabilísticos que emerjan de estos esfuerzos de cooperación se perfilan muy prometedores, en el sentido de que brindarán información de pronóstico confiable necesaria para el desarrollo de sistemas de apoyo a las decisiones.

<sup>1</sup>Results for North America temperature and precipitation can be viewed at //Los resultados para la temperatura y la precipitación en América del Norte pueden verse en [http://www.cpc.noaa.gov/products/outreach/proceedings/cdw31\\_proceedings/S7\\_03\\_Lisa\\_Goddard\\_IRI.ppt](http://www.cpc.noaa.gov/products/outreach/proceedings/cdw31_proceedings/S7_03_Lisa_Goddard_IRI.ppt)

and therein lies the promise for improved ENSO prediction. One example is the so-called double ITCZ problem, which is intimately connected to the excessively strong cold tongue, typical in most models, and the eastern Pacific and Atlantic warm biases endemic to CGCMs. These errors are not confined to effects within the tropics, but are flaws that render current coupled GCMs limited predictors of current and future climate, especially at local and regional scales. Their influence on El Niño simulation, tropical Atlantic surface temperatures, and the modeled position of the ITCZs suggests that key problems of climate change can not be undertaken with confidence. Moreover, these errors will acutely impact our ability to successfully develop earth system models and incorporate biogeochemical cycles and ecosystem models in our climate change projections. Component model improvements remain a critical need for improving forecast skill, and there are ongoing international efforts to improve the component models, yet it is widely recognized that these activities need to be enhanced. In addition to improving coupled model fidelity, it is widely recognized that improving initialization of coupled forecasts will also lead to increases in forecast skill. Coupled prediction in general, and ENSO in particular, is largely an initial value problem; therefore data assimilation (for land and ocean) is a key scientific problem that also depends on the fidelity of the component models. Moreover, it is also recognized that coupled forecast initialization is a scientific issue independent of data assimilation, and that improvements in forecast initialization are likely yield significant improvements in forecast skill.

The effect of anthropogenic forcings on changes in the mean climate and its variability is also an important issue for the future of seasonal prediction. Biomass burning over tropical South America releases large amounts of particles in the air that can change the radiation and affect the energy budget and affect the rainfall prediction (Levine, 1991). Over North America urban pollution also affects the received radiation. The quality of seasonal prediction should improve if the models included the seasonal variability of aerosols over the Americas. Further, it has been noticed in coupled model simulations, that evolution of the background climatology, as well as forecast performance, benefits from including a realistic evolution of greenhouse gas concentrations (Doblas-Reyes et al 2006). Land use and deforestation also contribute to changes in the climate, but such changes in surface conditions are not currently included in the seasonal prediction models. Thus, meaningful seasonal forecasts not only require good models but also the inclusion of all the relevant forcings and associated processes, including the carbon cycle, dynamic vegetation, ozone changes, biochemical processes, and evolving aerosol and greenhouse concentrations. All must be taken into account, to reproduce more realistic anomalies in seasonal predictions.

Under the MESA and NAME VAMOS project, some modeling activities have been suggested that could reflect on the seasonal prediction in these regions. Improvements in the diurnal cycle, the ability of models to represent the life-cycle of monsoons, intraseasonal and interannual variability, as well as improvements in the ocean-atmosphere and land-atmosphere interactions, and other activities have been considered in the VAMOS project. Field experiments, which can add new observations to validate and initialize models, are also planned. The valuable prediction of floods or droughts in the Americas monsoon regions, which is one of the project

Aún contando con modelos bien calibrados, sigue siendo necesario representar correctamente los forzantes relevantes del clima estacional e incluso mejorarlos. Las predicciones del ENOS, que fue documentado como una de las mayores fuentes de predictabilidad del clima estacional para América del Norte y del Sur (Goddard and Dillely 2005; Coelho et al 2006), están todavía sesgadas y continúan siendo el objetivo de muchos trabajos de investigación. Los GCMs acoplados que permiten la interacción entre el océano, la atmósfera y la superficie de la tierra resultan los más prometedores en la predicción del ENOS (Saha et al 2006), aunque hoy, los enfoques estadísticos/empíricos siguen siendo competitivos. Como los GCMs acoplados actuales padecen de errores sistemáticos relativamente grandes, hay un largo camino para avanzar, en el que se encuentra la promesa de una mejora en el pronóstico del ENOS. Un ejemplo de esto es el llamado problema doble de la ZCIT, que está íntimamente ligado a la excesivamente intensa lengua fría, típica en la mayoría de los modelos y a los sesgos cálidos del Pacífico y Atlántico oriental, endémicos a los CGCMs. Estos errores no se limitan a producir efectos entre los trópicos, sino que son fallas que generan los GCMs actuales con sus predictores limitados del clima actual y futuro, en particular en las escalas locales y regionales. Su influencia en la simulación de El Niño, las temperaturas de la superficie del Atlántico tropical y la ubicación modelada de las ZCITs sugieren que los problemas clave del cambio climático no pueden abordarse con confianza. Además, estos errores tienen un fuerte impacto en nuestra capacidad de desarrollar exitosamente modelos del sistema terrestre incorporando los ciclos biogeoquímicos y los modelos de ecosistemas en nuestras proyecciones de cambio climático. Sigue siendo crítica la necesidad de mejorar las componentes de los modelos para incrementar su habilidad de pronóstico y hay esfuerzos internacionales en este sentido, aún cuando se reconoce que es necesario incrementar estas actividades. Además de aumentar la fidelidad de los modelos acoplados, se sabe que mejorar la inicialización de los pronósticos acoplados llevará a incrementar la habilidad de pronóstico. Los pronósticos acoplados en general y el del ENOS en particular, constituyen en gran medida un problema de valor inicial. En consecuencia la asimilación de datos (para la tierra y el océano) es un problema científico clave que también depende de la fidelidad de los modelos componentes. Se reconoce además, que la inicialización de los pronósticos acoplados constituye un tema científico independiente de la asimilación de los datos, y que mejorar la inicialización de los pronósticos llevará probablemente a producir mejoras en la habilidad de pronóstico.

El efecto de los forzantes antropogénicos en los cambios en el clima medio y su variabilidad es también una cuestión importante para el futuro de la predicción estacional. La quema de biomasa en la América del Sur tropical libera una gran cantidad de partículas al aire que pueden generar cambios en la radiación y afectar el balance de energía y el pronóstico de la precipitación (Levine, 1991). En América del Norte, la contaminación urbana también influye en la radiación entrante. La calidad de las predicciones estacionales debería mejorar con la inclusión de la variabilidad estacional de la concentración de aerosoles en las Américas en los modelos. Además, se observó en las simulaciones de modelos acoplados, que la evolución de la climatología de base y el rendimiento del pronóstico, se benefician de la incorporación de una evolución realista de la concentración de gases de efecto invernadero (Doblas-Reyes et al 2006). El uso de la tierra y la



issues, depends on the improvements of seasonal prediction. Therefore, the three research areas should be addressed in the future of seasonal prediction in the Americas.

**References/ Referencias**

Barnston, A.G., S.J. Mason, L. Goddard, D. G. DeWitt, and S. E. Zebiak, 2003. Increased automation and use of multi-model ensembling in seasonal climate forecasting at the IRI. *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 84, 1783-1796.

Coelho, C.A.S., D.B. Stephenson, M. Balmaseda, F.J. Doblas-Reyes, and G.J. van Oldenborgh, 2006. Toward and integrated seasonal forecasting system for South America, *J. Climate.*, 19, 3704-3721.

Doblas-Reyes, F. J., R. Hagedorn, T. N. Palmer, and J.-J. Moncette, 2006. Impact of increasing greenhouse gas concentrations in seasonal ensemble forecasts. *Geophys. Res. Lett.*, 33, L07708, doi:10.1029/2005GRL025061.

Goddard, L. and M. Dilley, 2005. El Nino: Catastrophe or opportunity. *J. Climate*, 18, 651-665.

Kiehl, J.T., J.J. Hack, G.B. Bonan, B.A. Boville, D.L. Williamson and P.J. Rasch, 1998. The National Center for Atmospheric Research Community Climate Model: CCM3. *J. Climate*, 11, 1131-1149.

Levine, J.S., 1991. Global biomass burning: atmospheric, climate and biosphere implications. MIT press, 569 pg.

Nobre, P., J. Marengo, I.F.A. Cavalcanti, G. Obregon, V. Barros, I. Camilloni, N. Campos, G. Ferreira, 2006. Seasonal-to-decadal predictability and prediction of South American climate. *J. Climate*, 19, 5988-6004.

Rajagopalan, B., U. Lall, and S.E. Zebiak, 2002. Categorical climate forecasts through regularization and optimal combination of multiple GCM ensembles, *Mon. Wea. Rev.*, 130, 1792-1811.

Saha, S. Nadiga, C. Thiaw, J. Wang, W. Wang, Q. Zhang, H. M. van den Dool, H.-L. Pan, S. Moorthi, D. Behringer, D. Stokes, M. Pena, S. Lord, G. White, W. Ebisuzaki, P. Peng, P. Xie, 2006: The NCEP Climate Forecast System. *J. Climate*, 19, 3483-3517.

Vera, C. and co-authors, 2006. Toward a unified view of the American Monsoon systems, *J. Climate*, 19, 4977-4999.

Viterbo, P. and A.C.M. Beljaars, 1995. An improved land-surface parameterization scheme in the ECMWF model and its validation. *J. Climate*, 8, 2716-2748.

deforestación contribuyen también a los cambios en el clima. Sin embargo, dichos cambios en las condiciones en superficie no se contemplan actualmente en los modelos de pronóstico estacional. Así, para obtener pronósticos estacionales significativos se necesitan buenos modelos y la inclusión de todos los forzantes relevantes y sus procesos asociados; entre ellos, el ciclo del carbono, la vegetación dinámica, los cambios en el ozono, los procesos bioquímicos, y los cambios en las concentraciones de aerosoles y gases de invernadero. Todos ellos deben tenerse en cuenta para reproducir de un modo más real las anomalías en las predicciones estacionales.

En el marco de los proyectos MESA y NAME de VAMOS, se sugirieron algunas actividades de modelado que podrían reflejarse en los pronósticos estacionales para estas regiones. En el proyecto VAMOS se consideraron las mejoras en el ciclo diurno, la habilidad de los modelos de representar el ciclo de vida de los monzones, la variabilidad intraestacional e interanual, así como la mejora en las interacciones océano-atmósfera y tierra-atmósfera y otras actividades. Se planea realizar experimentos de campo que podrán sumar nuevas observaciones para validar e inicializar los modelos. La valiosa predicción de inundaciones o sequías en las regiones monzónicas de América, que es uno de los objetivos del proyecto, depende de pronósticos estacionales de calidad. En consecuencia, las tres áreas de investigación deberían abordarse en futuras predicciones estacionales para las Américas.

*Iracema F.A. Cavalcanti (CPTEC/INPE)*  
*Lisa Goddard (IRI)*  
*Ben Kirtman (COLA)*

**Seasonal rainfall forecasts for applications in streamflow generation in the São Francisco River Basin in Northeast Brazil: Rainfall corrections from AGCMs for use in hydrological models**

**Pronóstico estacional de precipitación para aplicaciones en la generación de caudales en la cuenca del Río São Francisco en el Nordeste de Brasil: Correcciones a la precipitación de los AGCMs para su uso en los modelos hidrológicos**

**Introduction**

This note reports some results from a project directed to the simulation and prediction of rainfall from the CPTEC AGCM and 2 regional models (ETA/CPTEC and BRAMS). The strategy of this project is on the use of seasonal predicted rainfall from global and regional models (after some corrections due to systematic errors) as entry for seasonal streamflow forecasts derived from distributed hydrological model (MGB-IPH). The project has as a goal the seasonal forecasts of streamflow in the São Francisco River Basin using simulated rainfall from the

**Introducción**

En esta nota se informa sobre algunos resultados de un proyecto dirigido a la simulación y pronóstico de la precipitación mediante el AGCM (Modelo de Circulación General de la Atmósfera) del CPTEC y 2 modelos regionales (ETA/CPTEC y BRAMS). La estrategia del proyecto consiste en el uso de la precipitación estacional pronosticada por los modelos globales y regionales (luego de algunas correcciones debidas a errores sistemáticos) como entrada para el pronóstico estacional de caudales derivados de un modelo hidrológico distribuido (MGB-

global and regional models.

We discuss some of the results of the global modeling component assessing seasonal rainfall forecasts produced by the CPTEC AGCM with a lead time of up-to 6 months. The models are run on an ensemble mode (Cavalcanti et al. 2002, Marengo et al. 2003), and the analyses of the simulated climatology show systematic over and under estimations of rainfall in the Uruguay and Sao Francisco Basin that can be corrected using empirical relations. Taking into account the systematic errors, corrected rainfall values will be derived. These corrected seasonal rainfall values have been later used as entry data for the distributed hydrological model MGB-IPH in the São Francisco River basin in other components of the project. The potential of correcting these rainfall values using empirical or statistical techniques applied to the probability density function has been explored for the Uruguay River (Tucci et al. 2003), and this methodology can be used so corrected rainfall values are entry data for hydrological models in any basin.

### The São Francisco River Basin

The São Francisco River basin shows an extension of 639.000 km<sup>2</sup> and its main channel has a length of 2.700 km. (Figure 1). Climate in this basin shows a variability associated to a transition between the sub humid climate of southern Brazil and the semiarid sections of Northeast Brazil, with a mean temperature varying between 18 to 27 C. Precipitation shows an annual mean of 1.000 mm, varying to extremes of 1500 and 350 mm. El Niño and La Niña as well as the tropical Atlantic sea surface temperature anomalies affect sensibly climate of the region.

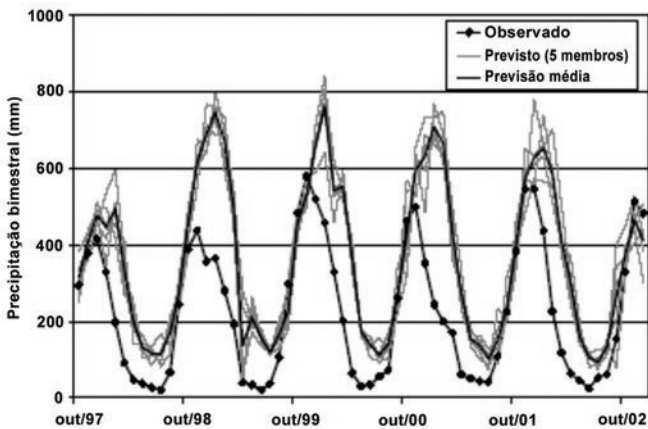


Figure 2: Seasonal (3-month values) rainfall forecast produced by the CPTEC AGCM for the entire Sao Francisco Basin. Observed values are shown in full lines with circles, the mean of the model ensemble is shown by full black line, and each of the model members are shown by thin full gray lines

Figura 2: Pronóstico estacional (valores de 3 meses) de precipitación obtenido del AGCM de CPTEC para toda la cuenca del Río Sao Francisco. Los valores observados se indican con líneas con círculos, la media del ensamble de modelos, con línea negra, y cada uno de los modelos del conjunto, con líneas grises.



Figure 1: Geographical location of the São Francisco River Basin in Northeast Brazil

Figura 1: Ubicación geográfica de la cuenca del Río Sao Francisco en el nordeste de Brasil

IPH). El objetivo del proyecto son los pronósticos estacionales de caudales en la cuenca del Río São Francisco utilizando la precipitación simulada por modelos globales y regionales.

Se discuten algunos resultados de la componente de modelado global evaluando los pronósticos estacionales de precipitación generados por el AGCM de CPTEC con hasta seis meses de anticipación. Los modelos se corren en modo de ensamble (Cavalcanti et al. 2002, Marengo et al. 2003) y los análisis de la climatología simulada muestran sobre y subestimaciones sistemáticas de la precipitación en las cuencas del Uruguay y São Francisco, que pueden corregirse mediante relaciones empíricas. Los valores corregidos de la precipitación se derivarán tomando en cuenta los errores sistemáticos. Estos valores corregidos de la precipitación estacional se utilizan luego como datos de entrada para el modelo hidrológico distribuido MGB-IPH sobre la cuenca del Río São Francisco en el marco de otros componentes del proyecto. El potencial de la corrección de estos valores mediante técnicas empíricas y estadísticas aplicadas a la función de densidad de probabilidad fue examinado para el Río Uruguay (Tucci et al. 2003). Esta metodología puede aplicarse para que los valores de precipitación corregidos constituyan los datos de entrada en el modelado hidrológico de cualquier cuenca.

### La Cuenca del Río São Francisco

La cuenca del Río São Francisco tiene una extensión de 639.000 km<sup>2</sup> y la longitud de su canal principal es de 2.700 km (Figura 1). El clima de esta cuenca presenta una variabilidad asociada con la transición entre el clima sub-húmedo del sur de Brasil y los sectores semiáridos del nordeste de ese país. La temperatura promedio oscila entre los 18 y los 27 °C. La precipitación media anual es de 1.000 mm, alcanzando extremos de 1500 y 350 mm. El Niño, La Niña y las anomalías de temperatura de la superficie del Atlántico tropical afectan notablemente el clima de la región.

### Modelos Atmosféricos utilizados: CPTEC AGCM

El AGCM de CPTEC tiene una resolución horizontal de 200 km y 28 niveles en la vertical. Puede encontrarse más información sobre este modelo en Cavalcanti et al. (2002) y Marengo et al. (2003). Para este estudio el modelo se corrió para el período octubre de 1997 - abril de 2003. La corrida se hizo durante unos dos meses con datos de TSM (temperatura de la superficie del mar) medidos, en modo de simulación. Luego,



### Atmospheric models used: CPTEC AGCM

The CPTEC AGCM exhibits a horizontal resolution 200 km and 28 levels in the vertical. More information on the CPTEC AGCM is available in Cavalcanti et al. (2002) and Marengo et al. (2003). For this study the model was run from October 1997 to April 2003. The model was run for about 2 months with observed SST in simulation mode, and after that, for the forecast we used the observed SST anomaly of the last month of simulation added to SST climatology of the month to be forecasted. Each one of the integrations in this study has 2.5 months of simulation and 8 months of forecast. We used the 50-year climatology of the CPTEC AGCM that was run for 1982-1991 with 9 members (Marengo et al. 2003).

### Results from the AGCM

Figure 2 indicates that the model overestimates precipitation all along the period of study, while the seasonal cycle is well simulated by the model. The same figure also shows a lag of 2 months between the observed and modeled precipitation peak, as well as on the driest months.

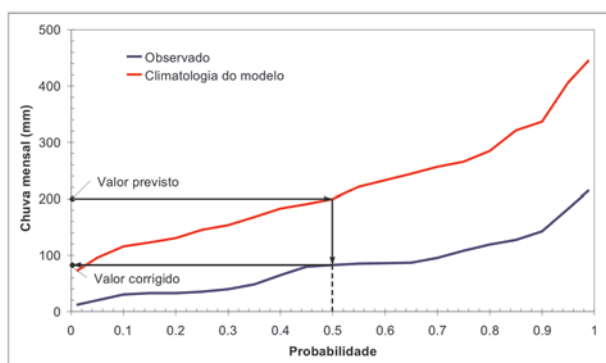


Figure 3: Correction applied to forecasted rainfall using the curves of the accumulated rainfall probability density, for a basin grid point centered at 37.5° W and 10.26° S, for the month of April

Figura 3: Corrección aplicada a la precipitación pronosticada utilizando las curvas de densidad de probabilidad de la precipitación acumulada, para un punto de grilla de la cuenca centrado en 37.5° W y 10.26° S, para el mes de abril.

An analysis of observed and simulated rainfall anomalies integrated in the basin shows hits between the observed and simulated rainfall anomalies in the basin in about 60% of the cases for the different 3-months seasons, may be with the exception of ASO and SON. The best agreement (75%) is observed during the summer and autumn trimesters. To make the forecasted rainfall usable as an entry for the hydrological model, the systematic errors must be corrected or at least minimized. The methodology used for the corrections of systematic errors in climate prediction is based on a transformation of the probability distribution of precipitation.

To correct the forecasted rainfall, curves of the monthly simulated rainfall probability distribution were constructed from the model climatology of 1982-1991 (mean

para el pronóstico utilizamos la anomalía de la TSM observada en el último mes de la simulación, sumada a la climatología de TSM del mes a ser pronosticado. Cada una de las integraciones en este trabajo tiene 2,5 meses de simulación y 8 meses de pronóstico. Utilizamos la climatología de 50 años del AGCM de CPTEC que se corrió para el período 1982-1991 con 9 miembros (Marengo et al. 2003).

### Resultados del AGCM

La Figura 2 muestra que el modelo sobreestima la precipitación en todo el período de estudio, pero que simula bien el ciclo estacional. En la misma figura puede verse un desfase de 2 meses entre el máximo de precipitación observado y el modelado. Lo mismo sucede con los meses más secos.

Un análisis de las anomalías de precipitación observadas y simuladas, integradas en la cuenca, muestra coincidencias entre las anomalías de precipitación observadas y las simuladas en alrededor del 60% de los casos para los distintos períodos estacionales de tres meses. Una excepción son quizá los períodos agosto-septiembre-octubre y septiembre-octubre-noviembre. La mejor concordancia (75%) se observa para los trimestres de verano y otoño. Para que la precipitación pronosticada pueda usarse como entrada para el modelo hidrológico, deben corregirse, o al menos minimizarse, los errores sistemáticos. La metodología aplicada para la corrección de errores sistemáticos en los pronósticos climáticos se basa en una transformación de la distribución de probabilidades de la precipitación.

Para corregir la precipitación pronosticada, se trazaron curvas de la distribución de probabilidad de la precipitación mensual simulada a partir de la climatología del modelo para 1982-1991 (media de las 9 simulaciones) para cada cuadro de grilla del modelo global que cae dentro de la cuenca (alrededor de 30 celdas). Además, la Fig. 3 muestra la función de densidad de probabilidad observada para toda la cuenca. La corrección se realiza a partir de esas dos curvas. Por ejemplo, para abril (como se ve en la Fig. 3), si el valor de precipitación pronosticada es 200 mm, la probabilidad asociada es de 0.5. El valor corregido en el mismo nivel de probabilidad es de alrededor de 80 mm y constituye la “precipitación corregida”. El mismo procedimiento se repite para todos los meses teniendo en cuenta que cada cuadro de la grilla y cada mes tienen su propia curva de densidad de probabilidad. Los valores de 6 horas se acumulan a nivel mensual para las correcciones.

La Figura 4 muestra la serie temporal de la precipitación observada y la pronosticada “corregida” (pronosticada con una anticipación de 3 meses) en las subcuencas más australes en Três Marias. En la figura se ve que aún quedan algunos errores en el pico de la estación lluviosa, mientras que la simulación del ciclo anual es bastante buena. Los resultados de otras subcuencas y otros plazos de pronóstico (1 a 6 meses) son similares. Las correlaciones entre la precipitación observada y la simulada son menores para un mes de anticipación y mayores para plazos de 3 a 6 meses. La mejor correlación utilizando un plazo de pronóstico de 6 meses se debe probablemente a la remoción de sesgos sistemáticos mediante la corrección estadística aplicada a la serie de precipitación.

La Figura 5 muestra los coeficientes de correlación entre la precipitación simulada y corregida y la precipitación

of all 9 simulations) from each of the grid boxes of the global model that fit inside the basin (about 30 cells). In addition, Fig. 3 shows the observed probability density function for the entire basin. The correction is made from those two curves. For instance, for April (as shown in Fig. 3), if the predicted rainfall value is 200 mm, the associated probability is 0.5. The corrected value at this same level of probability is about 80 mm that becomes the “corrected rainfall”. The same procedure is repeated for all months considering that every grid box and months has their own probability density curve. For the corrections the 6-hours values are accumulated at monthly level.

Figure 4 shows the time series of observed and “corrected” forecasted rainfall (forecasted with a 3-month lead time) in the southern most sub-basins in the Três Marias. The figure shows that some errors still remain at the peak of the rainy season, while the annual cycle is simulated quite

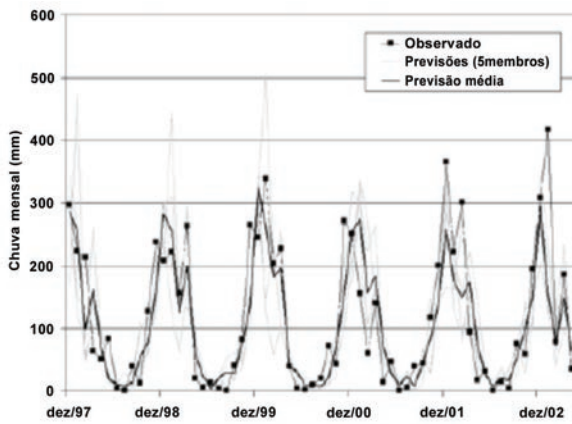


Figure 4: Comparisons between observed and “corrected” forecasted rainfall by the CPTec AGCM. The values are for the sub basin at Três Marias with a 3-month lead time

Figura 4: Comparación entre la precipitación observada y la precipitación corregida, pronosticada por el CPTec AGCM. Los valores corresponden a la subcuenca de Três Marias con 3 meses de anticipación

well. Results for other sub basins and other lead times (1-6 months) are similar. Correlations between observed and simulated rainfall are lower for 1-month lead and higher for 3-to-6-months lead time. The best correlation using 6-month lead time is due probably to the removal of systematic biases by the statistical correction made on the rainfall series.

Figure 5 shows the correlation coefficients between the corrected simulated and the observed accumulated rainfall for each sub basin in each lead-time of forecast from 1 to 6 months. The correlation coefficients increase in all sub basins until lead month 4, and after that the coefficients become almost invariable and even falling at 6 months. This would suggest the convenience of lead times up to four, and there is not much gain using lead times higher than that.

### Conclusions

The corrections of systematic errors and biases using the empirical probability distributions were very effective

acumulada observada para cada subcuenca y cada plazo de pronóstico, de 1 a 6 meses. Los coeficientes de correlación aumentan en todas las subcuenas hasta el cuarto mes de plazo, luego del cual, los coeficientes son casi invariables e incluso disminuyen a los 6 meses. Esto sugeriría la conveniencia de aplicar plazos de pronóstico de hasta cuatro meses, y que el uso de plazos mayores no reportaría demasiadas ventajas.

### Conclusiones

La corrección de errores sistemáticos y sesgos utilizando las distribuciones empíricas de probabilidad resultó muy efectiva para reducir estos últimos y mejorar el ciclo estacional. La precipitación pronosticada se correlaciona mejor cuando se corrige la precipitación modelada, pero quedan aún algunos errores de magnitud en los períodos más húmedos.

En general, los errores observados en la precipitación pronosticada y aquellos observados luego de las correcciones realizadas usando la densidad de probabilidad empírica en la cuenca del Río São Francisco pueden considerarse razonables desde el punto de vista de la validación del modelo. Sin embargo, para su aplicación en hidrología, la magnitud de los errores continúa siendo demasiado grande, además de que éstos tienden a amplificarse en la transformación lluvia-caudal en los modelos hidrológicos.

Los resultados del AGM se correlacionan bien con las observaciones, aunque la magnitud de los errores es demasiado grande para su aplicación en hidrología. Si bien los modelos regionales no presentan errores sistemáticos, la calidad de sus pronósticos resulta ser similar a la de las simulaciones del AGCM. Por lo tanto, en el estado actual, la mayor resolución de los modelos regionales no presenta ventajas para el pronóstico estacional de la precipitación en la cuenca del Río São Francisco.

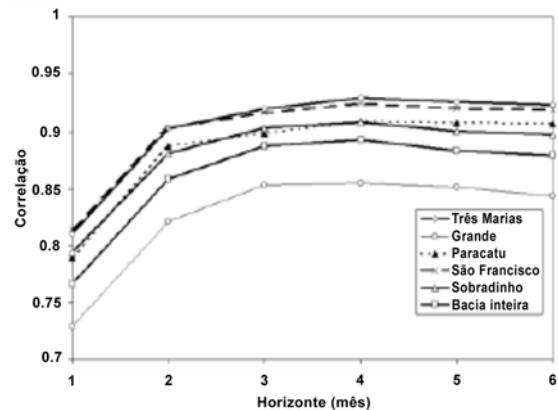


Figure 5: Correlation coefficients between observed and corrected accumulated forecasted rainfall by the CPTec AGCM for the different sub basins at various lead time forecasts

Figura 5: Coeficientes de correlación entre los valores de precipitación acumulada observados y los pronosticados por el AGCM de CPTec para distintas subcuenas y diferentes plazos de pronóstico

in reducing the biases and improving the seasonal cycle. Forecasted rainfall shows better correlations when the modeled rainfall is corrected, but some errors still remain in terms of magnitude in the wetter periods.

In general, the errors observed in the forecasted rainfall and those observed after the corrections using the empirical probability density in the São Francisco River Basin can be considered as reasonable from the model validation point of view. However, for applications in hydrology the magnitude of the errors can be considered still very large and they tend to amplify in the transformation rain-streamflow from hydrological models.

The results of the AGM show good correlations with observations, but the magnitude of the errors is considered too high for applications in hydrology. The regional models do not show systematic errors, but the quality of the forecasts show that they are similar to the simulations from the AGCM. Therefore, at the current state the higher resolution from the regional models does not show advantages for seasonal precipitation forecasts in the São Francisco River Basin.

#### Acknowledgements

The authors thank the CNPq/CT-Hidro Program, the Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), the Agência Nacional de Águas (ANA) for providing data and to the World Meteorological Organization WMO and ANEEL for funding the studies on hydrometeorology of the São Francisco River Basin.

*José A. Marengo, Gilvan Sampaio, Sin Chan Chou  
CPTEC/INPE Cachoeira Paulista*

#### Agradecimientos

Los autores agradecen al Programa CNPq/ CT-Hidro, la Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), la Agência Nacional de Águas (ANA) por brindar los datos y a la Organización Meteorológica Mundial (OMM) y ANEEL por financiar el estudio sobre la hidrometeorología de la Cuenca del Río São Francisco.

#### References/ Referencias

CAVALCANTI, IFA, MARENGO, J.A., SATYAMURTY, P, TROSNIKOV, I., BONATTI, J, NOBRE, C.A., D'ALMEIDA, C., SAMPAIO, G., CASTRO, CAC., CAMARGO, H., SANCHES, M.B., Global climatological features in a simulation using the CPTEC/COLA AGCM. J Climate, 15: 2965- 2988, 2002.

MARENGO, J. A., CAVALCANTI, I. F. A. SATYAMURTY, P., NOBRE, C. A., BONATTI, J. P. MANZI, A.O., TROSNIKOV, I., SAMPAIO, G., CAMARGO, H., SANCHES, M. B., CASTRO, .A.C, D'ALMEIDA, C., PEZZI, 2003: Ensemble simulation of regional rainfall features in the CPTEC/COLA atmospheric GCM. Skill and Predictability assessment and applications to climate predictions. Climate Dynamics, 21, 459-475. 2003.

TUCCI, C.E.M.; CLARKE, R.T.; COLLISCHONN W.; DIAS, P.L.S.; SAMPAIO, G.O. Long term flow forecast based on climate and hydrological modeling: Uruguay river basin. Water Resources Research. V.39, n.7, p.3(1-11). 2003.

## Coupled ocean-atmosphere variability of the South American monsoon system

## Variabilidad acoplada océano-atmósfera del sistema monzónico americano

### 1. Introduction

Climate variability over South America is strongly linked to Sea Surface Temperature (SST) over the tropical and South Atlantic Ocean and the equatorial Pacific Ocean. Two phenomena that contribute to modulate rainfall interannual variability over South America, and that have apparent links with SST anomalies (SSTA) over the tropical Atlantic are the Intertropical Convergence Zone (ITCZ) and the South Atlantic Convergence Zone (SACZ). Yet, the linkages of such convergence zones with SSTA are quite diverse, as the former seems to be strongly modulated by interhemispheric gradients of SSTA

### 1. Introducción

La variabilidad climática en América del Sur está fuertemente ligada a la temperatura de la superficie del mar (TSM) en las áreas tropical y sur del Océano Atlántico y el Pacífico ecuatorial. Dos fenómenos que contribuyen a modular la variabilidad interanual de la precipitación en América del Sur, y que parecen estar conectados con las anomalías de TSM (ATSM) en el Atlántico tropical son la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT) y la Zona de Convergencia del Atlántico Sur (ZCAS). Sin embargo, la conexión entre dichas zonas de convergencia con la ATSM son muy distintas, ya que la primera



and the latter shows negative correlations with SSTA locally. Such are the conclusions of two-tiered approaches to simulate rainfall variability using an Atmospheric General Circulation Model (AGCM) forced by prescribed SST fields globally.

An alternative methodology is the so called one-tier approach with the use of a coupled ocean-atmosphere model (CGCM), which accounts for nonlinear effects of surface fluxes of momentum and heat on the determination of SST. This note reports on ongoing seasonal climate predictability research conducted at CPTEC using CPTEC's AGCM and a global tropics CGCM with eddy resolving ocean model over the tropical Atlantic. Section 2 describes the methodology used. Results for Southern Hemisphere summer season (DJF) rainfall and SST are discussed in section 3. Section 4 presents some concluding remarks and indications of future research needs.

## 2. Methodology

The two general circulation models used for this research are CPTEC's AGCM with RAS deep cumulus convection scheme, triangular truncation at wave number 62 and 28 levels (T062L28), and CPTEC's CGCM, which uses CPTEC's AGCM T062L28 as the atmospheric component model and GFDL's MOM\_3 oceanic component model with  $\frac{1}{4} \times \frac{1}{4}$  degree lat lon in the deep tropics of the Atlantic Ocean and 20 levels in the vertical. OGCM's background viscosity and horizontal mixing coefficients were adjusted to generate the best simulations in a forced run, as in Giarolla et al. (2005). The CGCM is fully coupled (wind stress, SST, net heat and precipitation minus evaporation) with daily coupling. The numerical experiments consisted of integrating an ensemble of ten members for both CGCM and AGCM for eight months, starting from initial conditions taken one day apart during every calendar month for the twenty year period from 1982 to 2001. Monthly climatological mean fields were then computed for each forecast month and for each set of IC starting from each calendar month. Anomalies were then computed as the simple arithmetic difference between the ten member ensemble mean for a particular month and that month's ensemble mean climatology. No previous information is given to both models during the forecast period. Prescribed SSTs for the AGCM forced runs are computed as the SST monthly climatologies added to the month of the IC SSTA's (often called persisted anomaly SST forecast). The SST fields used to generate the AGCM SST forcing fields and verification of the CGCM SST forecasts are OISST from NCEP. Atmospheric IC are NCEP reanalysis; oceanic IC are taken from an OGCM forced run like in Giarolla et al. (2005). Rainfall data used for precipitation forecast skill are from the Global Precipitation Climatology Project (GPCP) for the period 1979-2001. Even though the numerical predictability experiments were performed for all four seasons, only the Southern Hemisphere Summer season (DJF) will be discussed in this note. A full article with discussion of all four seasons is being prepared.

## 3. Results

SSTA forecast skill (as measured by the anomaly correlations between forecast and observed DJF SSTA) for initial conditions from November is shown in Figure 1. As it is apparent in Figure 1, the coupled model SSTA forecasts over the equatorial Pacific region capture ENSO variability reasonably well. Over the tropical Atlantic, on the other hand, the CGCM SSTA forecast skill is less in magnitude and more variable

parece estar fuertemente modulada por los gradientes inter hemisféricos de las anomalías de la TSM y la segunda muestra, localmente, correlaciones negativas con dichas anomalías. Estas conclusiones provienen del enfoque en dos etapas para la simulación de la variabilidad de la precipitación utilizando un modelo de circulación general de la atmósfera (AGCM) forzado por campos prescritos de la TSM globalmente.

Un método alternativo, llamado enfoque de un paso con el uso de un modelo acoplado océano-atmósfera (CGCM), da cuenta de los efectos no lineales de los flujos superficiales de la cantidad de movimiento y de calor en la determinación de la temperatura de la superficie del mar. Se informa aquí sobre el trabajo de investigación sobre la predictabilidad estacional del clima que se está llevando a cabo en el CPTEC utilizando el AGCM del CPTEC y un CGCM global de los trópicos con un modelo oceánico que resuelve los vórtices sobre el Atlántico tropical. En la Sección 2 se describe la metodología aplicada. Los resultados para la precipitación y TSM en el verano del hemisferio sur (DEF, diciembre -enero -febrero) se discuten en la sección 3. La Sección 4 contiene consideraciones finales e indicaciones sobre la necesidad de futuros trabajos de investigación.

## 2. Metodología

Los dos modelos de circulación general utilizados para este trabajo de investigación pertenecen al CPTEC y son el AGCM con un esquema de convección RAS para los cumulus profundos, un truncado triangular en la onda número 62 y 28 niveles (T062L28), y el CGCM que utiliza el modelo anterior como componente atmosférica y el modelo MOM\_3 de GFDL como componente oceánica con una resolución de  $\frac{1}{4} \times \frac{1}{4}$  grados lat lon en los trópicos profundos del Océano Atlántico y 20 niveles verticales. Se ajustó la viscosidad de fondo del modelo de circulación oceánica general (OGCM) y los coeficientes de mezcla horizontal para generar las mejores simulaciones en una corrida forzada, como en Giarolla et al. (2005). El CGCM está completamente acoplado (tensión del viento, TSM, calor neto y precipitación menos evaporación) mediante acoples diarios. Los experimentos numéricos consistieron en la integración de un conjunto de diez elementos para el CGCM y el AGCM para ocho meses, con condiciones iniciales tomadas un día de separación en cada mes calendario para el período de veinte años entre 1982 y 2001. Se estimaron entonces los campos climatológicos medios mensuales para cada mes pronosticado y para cada conjunto de condiciones iniciales comenzando en cada mes calendario. Las anomalías se calcularon como simples sustracciones aritméticas entre la media del conjunto de 10 elementos para un mes dado y la climatología media del conjunto para dicho mes. No se introdujo en los modelos ninguna información previa durante el período de pronóstico. Las TSMs prescritas para las corridas forzadas del AGCM se calculan sumando las climatologías mensuales de TSM al mes de las condiciones iniciales de las anomalías de la TSM (a menudo llamadas pronóstico de TSM con anomalías persistentes). Las interpolaciones óptimas de las temperaturas de la superficie del mar (OISST) de NCEP son los campos de TSM utilizados para generar los campos forzantes de temperatura de la superficie del mar en el AGCM y verificar los pronósticos de TSM obtenidos con el modelo acoplado de circulación general. Los reanálisis del NCEP se utilizan como condiciones atmosféricas iniciales. Las condiciones iniciales para el océano fueron tomadas de una corrida forzada del OGCM como en Giarolla et al. (2005).

spatially than over the Pacific, with the largest correlations over the tropical northern Atlantic. Such correlations are in contrast with the strong systematic errors of the coupled forecasts, principally over the eastern equatorial Atlantic (figure not shown). The reasons for the systematic errors over the eastern equatorial Atlantic are yet to be determined, but they may be a consequence of both OGCM (e.g., erroneous eastward advection by the model's equatorial under current), and AGCM deficiencies (e.g., excess shortwave reaching the ocean due to the atmospheric model low stratus cloud deck formation deficiencies).

The comparison of CGCM and AGCM precipitation anomaly forecast skill over the global tropics for DJF are shown in Figure 2. Although the AGCM forecast skill are generally larger than the CGCM (predominantly over the eastern equatorial Pacific and Atlantic), it is notable that the CGCM still captures the central Pacific rainfall variability quite well, indicating a coherent pattern with SSTAs locally. This is a consequence of the strong hydrostatic linkages between rainfall and SST variability over the equatorial oceans.

Concerning summer precipitation over South America, two aspects come to light in Fig. 2; one is the degraded CGCM forecast skill associated with both Pacific and Atlantic ITCZ (shown by blue shades in the lower panels of Fig. 2); and the other is the marginally higher CGCM forecast skill over the SACZ continental and oceanic areas, compared with the AGCM's skill (shown in red-orange shades in the lower panel of Fig.

Los datos de precipitación utilizados para evaluar la habilidad de pronóstico de lluvias provienen del Proyecto Global de Climatología de la Precipitación (GPCP) para el período 1979-2001. Si bien los experimentos de predictabilidad numérica se realizaron para las cuatro estaciones del año, se discutirá aquí sólo el verano austral (DEF). Está en preparación un artículo completo sobre las cuatro estaciones.

### 3. Resultados

En la Figura 1 se muestra la habilidad de pronóstico de las ATSM (medida mediante correlaciones de las anomalías entre las ATSM pronosticadas y observadas para DEF) para condiciones iniciales de noviembre. Como puede verse en la Figura 1, los pronósticos de las anomalías de temperatura de la superficie del mar obtenidas del modelo acoplado en la región del Pacífico ecuatorial captan razonablemente bien la variabilidad del ENOS. Por otra parte, en el Atlántico tropical, la habilidad para predecir las ATSM del modelo acoplado de circulación general es menor en magnitud y tiene una mayor variabilidad espacial que en el Pacífico, presentando las mayores correlaciones en el Atlántico tropical norte. Estas correlaciones contrastan con los grandes errores sistemáticos de los pronósticos acoplados, principalmente en el Atlántico ecuatorial oriental (no se muestra). Deben determinarse aún las razones de los errores sistemáticos en esta última región, pero éstos podrían ser el resultado de deficiencias del OGCM (por ejemplo, una advección errónea hacia el este generada por la subcorriente ecuatorial del modelo) y del AGCM (por

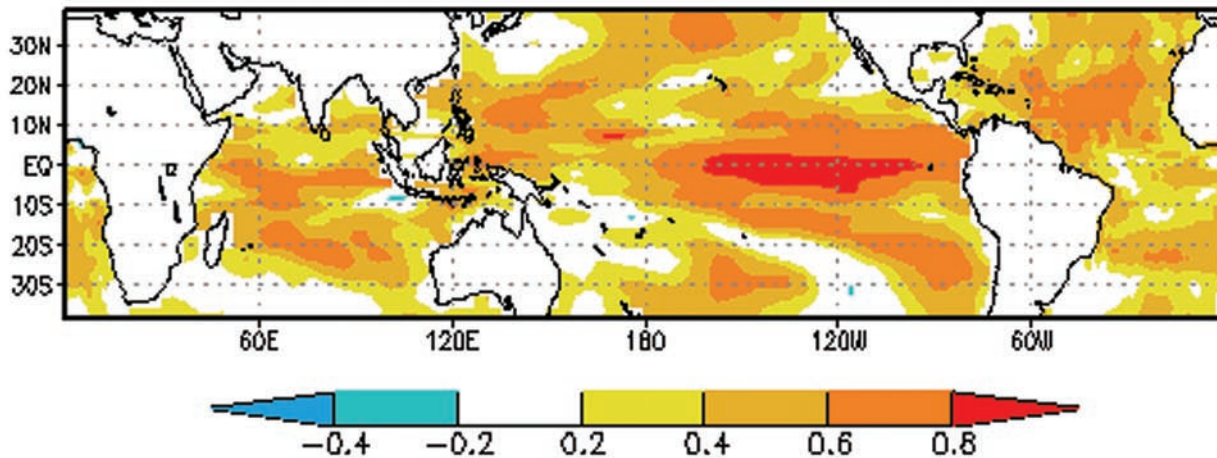


Figure 1: SST anomaly correlations between CPTec CGCM ensemble forecasts for DJF from November initial conditions for the period 1981-2000 and observed OISST anomalies  
 Figura 1 - Correlaciones de anomalías de TSM entre el pronóstico ensamblado de CGCM de CPTec para DEF con condiciones iniciales de noviembre en el período 1981-2000 y anomalías observadas de OISST

2). The reasoning for the degradation of CGCM's ITCZ forecast skill is seen as the effect of the CGCM strong SST systematic errors over the eastern equatorial oceans (figures not shown), which quickly departs from observed SST climatology and, particularly over the equatorial eastern oceans where SSTs are generally cold and the oceanic thermocline shallow, the CGCM SST biases have a deep impact on atmospheric convection. The improvements of the CGCM rainfall forecast over the SACZ relative to the AGCM's forecast skill may be an indication that SACZ variability is not totally controlled by SSTA variability locally. There might be ocean-atmosphere coupled interactions

ejemplo, un exceso de ondas cortas que llegan al océano debido a la deficiencia en la formación de una cubierta de nubes stratus en niveles bajos del modelo atmosférico).

En la Figura 2 se muestra la comparación de la habilidad de pronóstico de las anomalías de precipitación del CGCM y del AGCM en los trópicos del mundo en los meses estudiados. Si bien la habilidad de pronóstico de los AGCM es generalmente mayor que la del CGCM (principalmente sobre el sector oriental ecuatorial del Pacífico y el Atlántico), es notable que, aún así, el CGCM capte muy bien la variabilidad de la precipitación en el

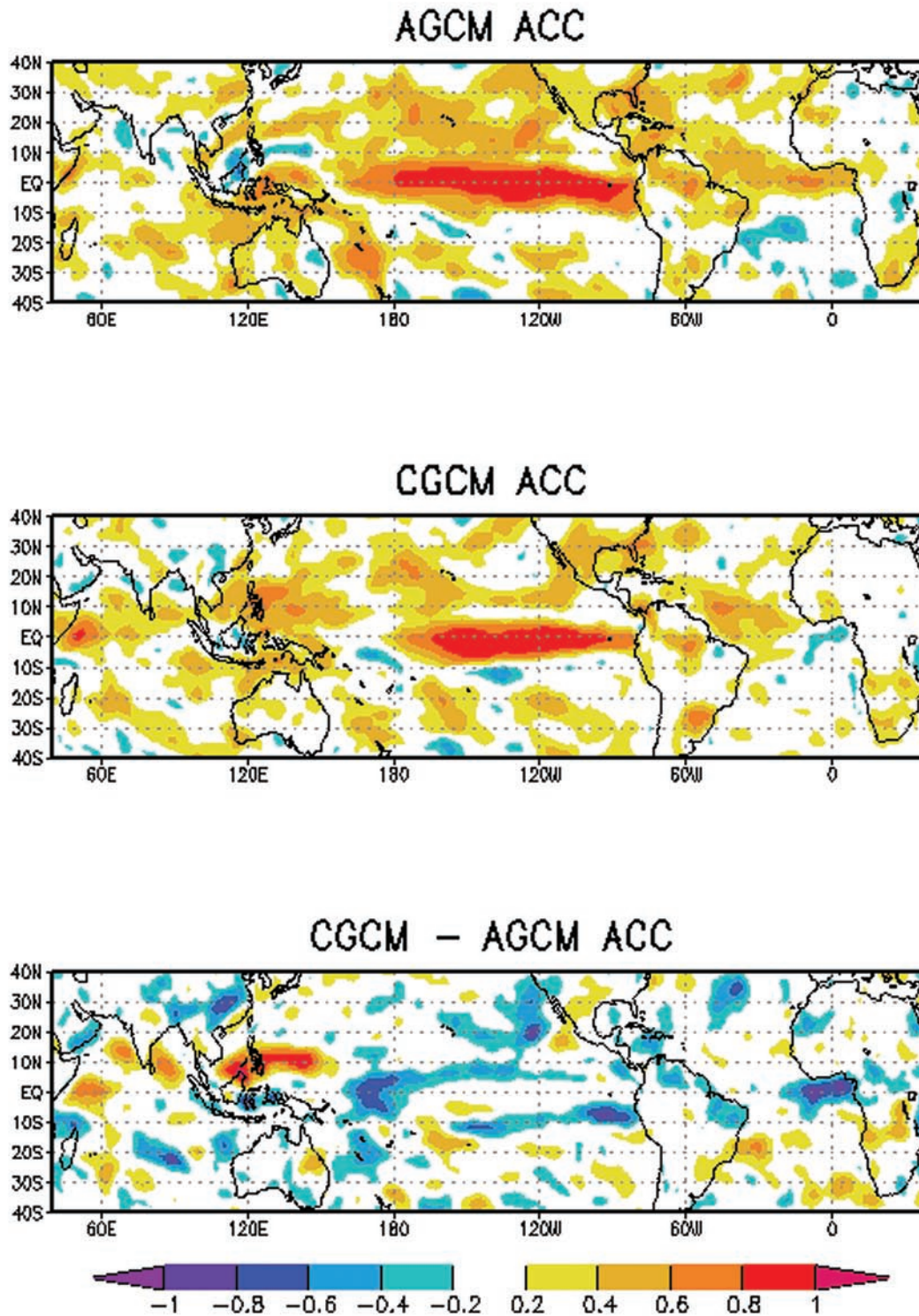


Figure 2 - Rainfall anomaly correlations between CPTC AGCM (upper panel), CGCM (middle panel) ensemble forecasts for DJF from November initial conditions and GPCP observed rainfall anomalies for the period 1981-2000; and the difference CGCM minus AGCM anomaly correlations (lower panel). On the lower panel, shades of red-orange (blue) indicate areas where the CGCM skill is larger (smaller) than the AGCM.

Figura 2 - Correlaciones de anomalías de precipitación entre el AGCM de CPTC (panel superior), los pronósticos de conjunto de CGCM (panel del medio) para DEF partiendo de condiciones iniciales de noviembre y las anomalías de precipitación observadas por GPCP en el periodo 1981-2000; y la diferencia entre el CGCM y las correlaciones de anomalías del AGCM (panel inferior). En el panel inferior, el sombreado rojo-anaranjado (azul) indica áreas donde la habilidad del CGCM es mayor (menor) que la del AGCM.



locally that result in SSTA and rainfall variability not accounted for by SST in two-tiered AGCM experiments. Chaves and Nobre (2004) presented similar results, speculating the importance of solar radiation-clouds-SSTA negative feedback interactions to explain the predominantly cold SSTA under SACZ formations (Robertson and Mechoso 2000). Also worth mentioning is the larger CGCM gain in rainfall predictive skill over the Indonesia, shown in Figure 2.

#### 4. Conclusions

The results shown in this note hint that the use of ocean-atmosphere coupled models might constitute a useful tool to forecast interannual variability of the subtropical convergence zones. Although the coupled model SSTA forecast skill is comparable with simple persisted SSTA for one to two month forecasts (figures not shown), the coupled model's rainfall predictive skill over the SACZ area is marginally larger than the AGCM's. It is thus far speculated that coupled ocean-atmosphere interactions are an integral part of SACZ variability. Yet, warm SST bias over eastern equatorial Atlantic in the CGCM forecasts remains an unsolved problem, which may be contributing to the apparent degradation of CGCM predictive skill of ITCZ related rainfall over the equatorial Atlantic and Pacific Oceans. Further research on this subject is being carried out at CPTEC, to both diagnose and minimize OGCM systematic errors, and AGCM radiation processes over the eastern equatorial oceans.

#### Acknowledgements

The author thanks Ms. Marta Malagutti for her steadfast collaboration with the modeling work done. The Gridded Analysis and Display System (GrADS) has been intensively utilized for this research; Brian Doty and the team of international developers of GrADS are warmly acknowledged. This work was partially funded by FAPESP under contract grant No. 2005/00915-2

#### Agradecimientos

El autor agradece a la Sra. Marta Malagutti por su cooperación incondicional en el trabajo de modelado realizado. El Sistema de Análisis y Visualización en Rejilla (GrADS) fue utilizado de forma intensiva para esta investigación. Un cálido agradecimiento a Brian Doty y el equipo internacional de desarrolladores de GrADS. Este trabajo fue parcialmente financiado por FAPESP a través del subsidio No. 2005/00915-2

#### References/ Referencias

- Chaves, R. R. and P. Nobre (2004). "Interactions between the South Atlantic Ocean and the atmospheric circulation over South America." *Geophys. Res. Lett.* 31(L03204); doi:10.1029/2003GL018647.
- Girola, E., P. Nobre, et al. (2005). "The Atlantic Equatorial Undercurrent: PIRATA observations and simulations with GFDL Modular Ocean Model at CPTEC." *GRL* 32: L10617.
- Robertson, A. W. and C. R. Mechoso (2000). "Interannual and Interdecadal Variability of the South Atlantic Convergence Zone." *Mon. Wea. Rev.* 128: 2947-2957.

Paulo Nobre  
INPE /CPTEC

Pacífico central, lo que indica un patrón localmente coherente con las anomalías de TSM. Esto es consecuencia de la fuerte conexión hidrostática entre la precipitación y la variabilidad de la TSM en los océanos ecuatoriales.

En cuanto a la precipitación estival en Sudamérica, de la figura 2 surgen dos aspectos. Uno es la degradación de la habilidad de pronóstico del CGCM asociada al ZCIT del Pacífico y del Atlántico (representada con sombreado azul en los paneles inferiores de dicha figura). El otro es la habilidad de pronóstico marginalmente mayor del CGCM en las áreas continentales y oceánicas de ZCAS, comparada con la habilidad del AGCM (sombreado rojo-anaranjado en el panel inferior de la figura 2). El razonamiento que explicaría la degradación de la habilidad del CGCM para pronosticar la ZCIT se basa en el efecto que tienen los grandes errores sistemáticos en la TSM de los CGCM sobre la región oriental ecuatorial de los océanos (no se muestra), que rápidamente se aparta de la climatología observada de la TSM. Además, en esa región, en particular donde las TSMs son generalmente bajas y la termoclina oceánica se encuentra a escasa profundidad, los sesgos de la TSM del CGCM tienen un fuerte impacto en la convección atmosférica. Las mejoras en el pronóstico de precipitación del CGCM en la ZCAS en relación con la habilidad de pronóstico del AGCM pueden indicar que la variabilidad del ZCAS no está del todo controlada localmente por la variabilidad del ATSM. Podrían existir interacciones océano-atmósfera acopladas localmente que resulten en una variabilidad de las ATSM y la precipitación no consideradas por la TSM de los experimentos en dos etapas con el AGCM. Chaves y Nobre (2004) presentaron resultados similares, haciendo conjeturas acerca de la importancia de las interacciones de la retroalimentación negativa de radiación solar -nubes -ATSM para explicar la anomalía de la temperatura de la superficie del mar predominantemente fría en las formaciones de ZCAS (Robertson and Mechoso, 2000). Vale la pena mencionar también el incremento en la habilidad de pronóstico de la precipitación en Indonesia para el CGCM, que se muestra en la figura 2.

#### 4. Conclusiones

Los resultados que se muestran en este trabajo insinúan que el uso de modelos acoplados del océano y la atmósfera podría constituir una herramienta útil para pronosticar la variabilidad interanual de las zonas de convergencia subtropical. Si bien la habilidad del modelo acoplado de pronosticar las ATSM es comparable con la simple ATSM persistida para pronósticos de uno o dos meses (no se muestran las figuras), la habilidad de predecir la precipitación del modelo acoplado en la ZCAS es marginalmente mayor que la del AGCM. Mucho se especula entonces con que las interacciones acopladas océano-atmósfera son parte integral de la variabilidad del ZCAS. Sin embargo, el sesgo cálido de la TSM en el Atlántico ecuatorial oriental en los pronósticos del CGCM continúa siendo un problema sin solución, que podría estar contribuyendo a la degradación aparente de la habilidad del CGCM para pronosticar la precipitación relacionada con la ZCIT en la sección ecuatorial de los Océanos Atlántico y Pacífico. En CPTEC se continúa con la investigación para diagnosticar y minimizar los errores sistemáticos del OGCM y los procesos radiativos del AGCM en el sector oriental y tropical de los océanos.

## Experimental monthly to seasonal fire danger forecasts

## Pronósticos experimentales de riesgo de incendios en escala mensual a estacional

### 1. Introduction

Predictions of potential fire ignition and spread are operational requirements for seasonal fire planning. The National Interagency Coordination Center, which is the US support center for wildland firefighting, currently makes these seasonal fire danger forecasts subjectively, using standard seasonal forecasts of temperature and precipitation, available routinely from the National Centers for Environmental Prediction (NCEP).

By contrast, automatic nowcasts of fire danger potential are provided routinely by the US Forest Service (USFS) National Fire Danger Rating System (NFDRS; see Burgan 1988), which incorporates not only a more extensive weather description (i.e. relative humidity, windspeed, etc.) but also topography and fuels or vegetation.

A goal of our collaborative NCEP / US Forest Service (USFS) / Experimental Climate Prediction Center (ECPC) work has been to demonstrate that these USFS NFDRS fire danger indices (FDIs) can be usefully and skillfully predicted with a dynamical seasonal prediction model. Below we describe the NCEP global to regional seasonal forecast system we are currently evaluating, and then we provide a preliminary assessment of the skill of the initial forecasts.

### 2. Methodology

#### 2.1 NCEP CFS/RSM Forecasts

The NCEP 64-level Climate Forecast System currently starts from the NCEP operational atmospheric and ocean analysis and uses a coupled model comprised of the NCEP Global Forecast System for the atmosphere and the Modular Ocean Model (MOM3) for the ocean, for the coupled seasonal forecast. Corresponding climatology runs start from the NCEP/ Dept. of Energy atmospheric reanalysis II and historical MOM3 ocean analyses. In collaboration with NCEP, we are now nesting a 28-level NCEP Regional Spectral Model (RSM; Juang et al. 1997) within a 28 level Global Spectral Model (GSM) for an experimental US regional seasonal forecast (7-months each month). The GSM/RSM use the Climate Forecast System physics but the RSM operates over the US with 50 km resolution, in contrast to the coarser scale (200 kms) global Climate Forecast System and the GSM. The Global and Regional Spectral Models forecasts are run at the same time, using the Climate Forecast System forecast sea surface temperature anomalies.

This experimental NCEP/USFS/ECPC CFS/RSM seasonal forecast archive began Oct. 2004. 10 forecasts starting on 5 different days at 0000 and 1200 UTC are made. In addition, three 7-month hindcasts are made for the same month for each year from 1982 to 2004 in order to develop a model climatology. Also, a continuous 1-day forecast run from Jan. 1982-present has now been developed. This continuous run, along with observed precipitation (Higgins et al. 2000), was required to initialize the fire danger code, which depends on current as well as past conditions, as well as to provide the

### 1. Introducción

Los pronósticos de potenciales focos de incendio y su propagación son requisitos operativos para el planeamiento estacional de la lucha contra el fuego. En la actualidad, el Centro Nacional de Coordinación Entre Agencias, que es el centro estadounidense de apoyo a la lucha contra incendios en tierras vírgenes, realiza los pronósticos estacionales de riesgo de incendios en forma subjetiva utilizando pronósticos estacionales estándar de temperatura y precipitación, obtenidos rutinariamente de los Centros Nacionales para la Predicción Ambiental (NCEP).

En contraste, el Sistema Nacional de Valoración del Riesgo de Incendios del Servicio Forestal de Estados Unidos ofrece rutinariamente, informes automáticos en tiempo real del potencial de peligro de incendios (NFDRS; ver Burgan 1988), que además de incluir una descripción del tiempo más amplia (es decir, humedad relativa, velocidad del viento, etc.) cuenta con información sobre la topografía, los combustibles y la vegetación.

Un objetivo de nuestro trabajo conjunto entre NCEP / Servicio Forestal de Estados Unidos / Centro Experimental de Predicción del Clima (ECPC) ha sido el de demostrar que estos índices de riesgo de incendios de USFS NFDRS (FDIs) pueden predecirse de manera útil y efectiva mediante un modelo dinámico de pronóstico estacional. Más adelante se describe el sistema de pronóstico estacional de escala global a regional del NCEP que estamos evaluando actualmente, y luego se presenta una evaluación preliminar de la habilidad de los pronósticos iniciales.

### 2. Metodología

#### 2.1 Pronósticos de NCEP CFS/RSM

El Sistema de Pronóstico del Clima en 64 niveles del NCEP (CFS) actualmente se inicia a partir de análisis operativo para la atmósfera y el océano del NCEP y, para realizar el pronóstico estacional acoplado, utiliza un modelo acoplado que se compone del Sistema de Global de Pronóstico del NCEP para la atmósfera y el Modelo Oceánico Modular (MOM3) para el océano. Las corridas climatológicas correspondientes comienzan a partir de los reanálisis atmosféricos II del NCEP/ Departamento de Energía y los análisis históricos del océano de MOM3. En cooperación con el NCEP, estamos actualmente anidando un Modelo Regional Espectral del NCEP de 28 niveles (RSM; Juang et al. 1997) dentro de un Modelo Espectral Global de 28 niveles (GSM) para realizar un pronóstico experimental estacional regional en Estados Unidos (a 7-meses cada mes). Los GSM/RSM utilizan la física del Sistema de Pronóstico del Clima pero el RSM funciona con una resolución de 50 km sobre Estados Unidos, en contraste con la escala global más espaciada (200 kms) del CFS y el GSM. Los pronósticos de los modelos espectrales globales y regionales (GSM y RSM) se corren simultáneamente, utilizando las anomalías de temperatura en superficie pronosticadas con el CFS.

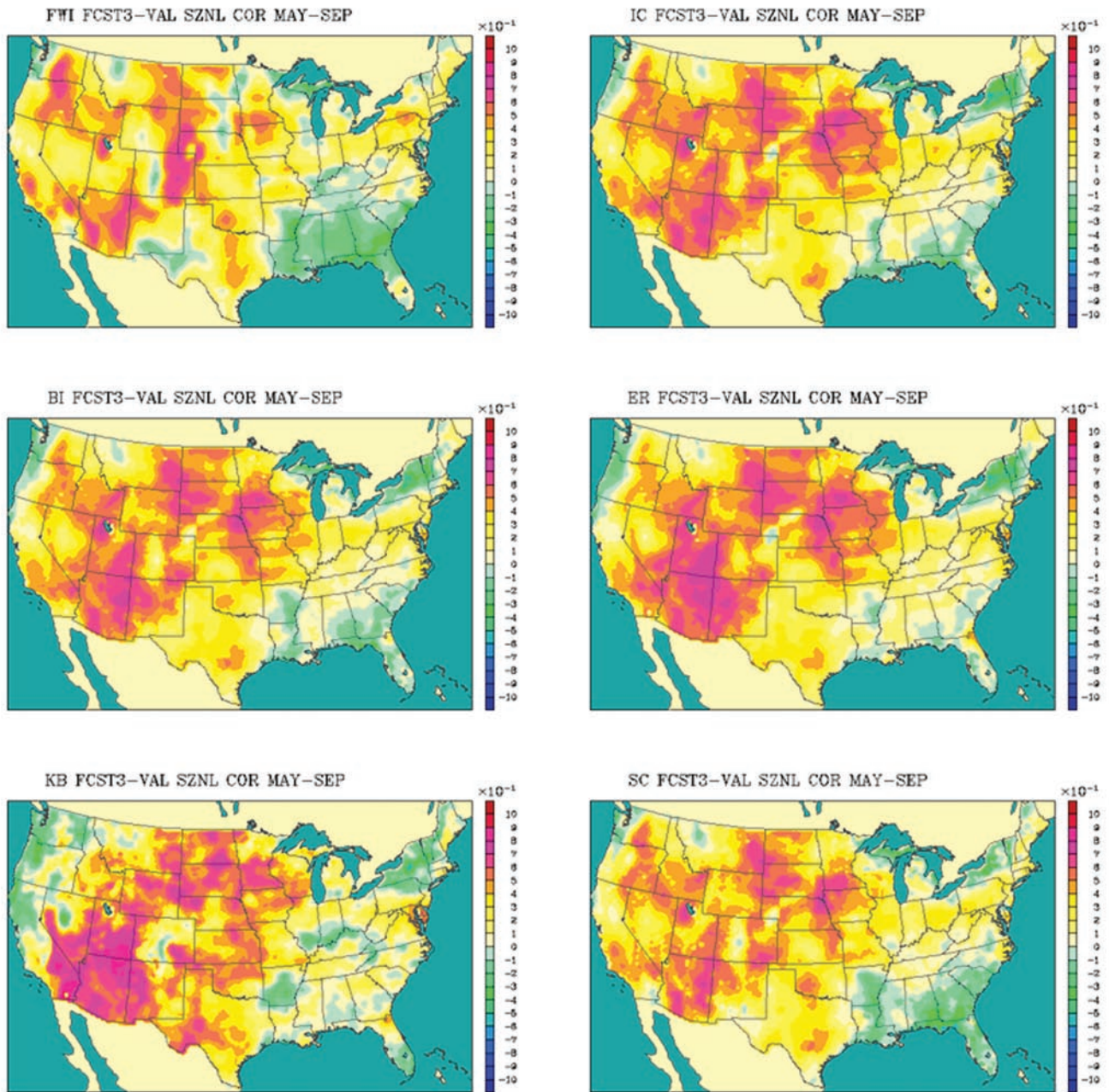


Figure 1: Correlations of MJJAS forecasts beginning Mar. 1 with FDI validations  
Figura 1: Correlaciones de pronósticos para MJJAS comenzando el 1° de marzo con validación de FDI

forecast validation (see Roads et al. 2005).

## 2.2 National Fire Danger Rating System (NFDRS)

The NFDRS (Burgan 1988) describes the potential for fire danger, given the conditions of fuel, topography, and weather. The basic inputs to the NFDRS include precipitation, temperature, relative humidity, cloud cover and wind speed as well as fuels and slope. The standard weather input to the NFDRS comes from weather station data, which is assumed to apply to a large area surrounding each weather station; vegetation (fuel) types and slope are also defined for each weather station. The Wildland Fire Assessment System (WFAS;

Este archivo experimental de pronóstico estacional de NCEP/USFS/ECPC CFS/RSM se inició en octubre de 2004. Se realizan 10 pronósticos que comienzan en 5 días diferentes a las 0000 y las 1200 UTC. Además, se realizan tres hindcasts de 7 meses para el mismo mes de cada año del período 1982 a 2004 con el fin de generar una climatología del modelo. Además, se ha desarrollado una corrida continua de pronóstico a 1 día para el período enero 1982 a la actualidad. Esta corrida continua, junto con la precipitación observada (Higgins et al. 2000), fueron necesarias para inicializar el código de riesgo de incendios, que depende de las condiciones presentes y pasadas, y constituyeron la validación del pronóstico (ver Roads et al. 2005).



<http://www.wfas.us/>) constructs maps of Fire Danger Indices based on weather station observations.

In contrast to the Wildland Fire Assessment System station based Fire Danger Indices, gridded fuels, weather forecasts and topography data are used here. The fuels and orography (slope) data were initially defined at 1km spatial resolution and then the nearest 1km grid point was used for the NFDRS 25km grid. Observed precipitation (25 kms) and forecast model output (50 kms) are similarly interpolated to the NFDRS grid. NFDRS gridded fuels and slopes are also used for these calculations. Slope is important in assessing fire danger because fire generally burns faster spreading upslope than on flat ground. Vegetation type, quantity and structure are also important for describing fire danger. Sixteen of the twenty NFDRS fuel models are being used to represent the vegetation types across the U.S., (Burgan 1988) defining fuel characteristics such as depth, load by live and dead classes, heat content, fuel particle size, etc. Each fuel model in the fire danger rating system must necessarily represent a rather broad range of vegetation types.

Roads et al. (2005) provide a summary description of the fire danger indices being examined here, which include the: Spread Component, Energy Release Component, Burning index, Ignition Component, Keetch-Byram Drought index, and Fosberg Fire Weather index. The latter is not a standard fire danger index, but because of its simplicity, it can be used globally.

### 3. Preliminary Results

The RSM provides a reasonable simulation of the validating fire danger indices. Fig. 1 shows the anomaly correlations of MJJAS FDI forecasts, beginning March 1, with FDI validations. Note that the correlation is high over the US West. This skill is presumably related to forecast skill of relative humidity, which has a strong influence on the Fire Danger Indices. What is perhaps even more important is the correlation of the various indices with the fire characteristics such as fire counts and acres burned, not shown. These comparisons, as well as assessments of the additional skill that may be obtained from additional forecast ensemble members, as well as the additional skill the RSM adds to the downscaled GSM and to the persistent initial state, are underway.

### Acknowledgements

This study was supported by NOAA NA17RJ1231 and a cooperative agreement with the USFS.

## 2.2 Sistema Nacional de Valoración del Riesgo de Incendios (NFDRS)

El NFDRS (Burgan 1988) describe el potencial de riesgo de incendio, en función de las condiciones de los combustibles, la topografía y el tiempo. Las variables básicas de entrada al NFDRS incluyen la precipitación, la temperatura, la humedad relativa, la cubierta de nubes y la velocidad del viento, además de los combustibles y la pendiente del terreno. Las variables de entrada estándar del tiempo al NFDRS provienen de datos de estaciones meteorológicas, y se las considera válidas para grandes áreas alrededor de cada una de estas estaciones; los tipos de vegetación (combustible) y la pendiente también se definen para cada estación meteorológica. El Sistema de Evaluación de Incendios en Tierras Vírgenes (WFAS; <http://www.wfas.us/>) desarrolla mapas de FDI basados en las observaciones de las estaciones meteorológicas.

A diferencia de los índices de riesgo de incendio basados en datos de estaciones del Sistema de Evaluación de Incendios en Tierras Vírgenes, en este caso se usan datos de combustibles distribuidos en grilla, pronósticos del tiempo y datos topográficos. Los datos de combustibles y topografía (pendiente) se definieron inicialmente con una resolución espacial de 1km y luego se utilizó el punto de la grilla de 1km más cercano para la grilla de 25km del NFDRS. La precipitación observada (25 kms) y la salida del modelo de pronóstico (50 kms) se interpolan a la grilla del NFDRS de un modo similar. En estos cálculos se usan también los combustibles y pendientes en la grilla de NFDRS. La pendiente es importante en la evaluación del riesgo de incendio ya que la acción del fuego es generalmente más rápida al expandirse éste pendiente arriba que en terrenos llanos. El tipo, cantidad y estructura de la vegetación son también importantes para la descripción del riesgo de incendios. Se está utilizando dieciséis de los veinte modelos de combustibles de NFDRS para representar los tipos de vegetación en Estados Unidos (Burgan 1988) definiendo características de los combustibles como la profundidad, la carga de clases vivas y muertas, el contenido calórico, el tamaño de las partículas de combustible, etc. Todos los modelos de combustibles del sistema de valoración del riesgo de incendios deben necesariamente representar un rango bastante amplio de tipos de vegetación.

Roads et al. (2005) presenta una descripción resumida de los índices de riesgo de incendio que se estudian aquí, entre los que se cuentan: la componente de dispersión (SC), la componente de liberación de energía (ER), el índice de quema (BI), la componente de ignición (IC), el índice de sequía de Keetch-Byram (KB), y el índice de tiempo de incendios de Fosberg (FWI). Este último no constituye un índice FDI estándar, pero debido a su simplicidad puede aplicarse de forma global.

### 3. Resultados Preliminares

El RSM brinda una simulación razonable de los índices de riesgo de incendios utilizados para la validación. La Fig. 1 muestra las correlaciones de las anomalías de los pronósticos de FDI para MJJAS (mayo, junio, julio, agosto, septiembre), a partir del 1° de marzo, con validaciones de los FDI. Nótese que la correlación es alta en el oeste de Estados Unidos. Se supone que esta habilidad de pronóstico está relacionada con la habilidad de pronóstico de la humedad relativa, que tiene gran influencia sobre los FDI. Lo que tal vez es más importante es

## References / Referencias

- Burgan, Robert E. 1988. 1988 Revisions to the 1978 National Fire-Danger Rating System. Res. Pap. SE-273. Asheville, NC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southeastern Forest Experiment Station. 39 pp.
- Juang, H. -M. H., S. -Y. Hong and M. Kanamitsu, 1997: The NCEP regional spectral model: an update. Bulletin Amer. Meteor. Soc., 78, 2125-2143.
- Higgins, R., W. Shi, E. Yarosh, R. Joyce, 2000: A gridded precipitation database for the US. NCEP Climate Prediction Center Atlas no. 7. (Climate Prediction Center, NCEP)
- Roads, J., J. Ritchie, F. Fujioka, R. Burgan, 2005: Seasonal Fire Danger Forecasts for the USA. International Journal of Wildland Fire, 14, 1-18.

la correlación de los distintos índices con características de los incendios tales como su cantidad y la superficie quemada (no se muestra). Está en curso el estudio de estas comparaciones, así como la evaluación de la habilidad adicional de pronóstico proveniente del uso de una mayor cantidad de miembros en el pronóstico de ensamble y de las mejoras que introduce el RSM al downscaling del GSM y al estado inicial persistente.

### Agradecimientos

Este estudio contó con el apoyo de NOAA NA17RJ1231 y de un acuerdo de cooperación con USFS.

*J. Roads, P. Tripp  
Experimental Climate Prediction Center, UCSD,  
0224, La Jolla, CA  
H. Juang, J. Wang  
NCEP, Camp Springs, MD  
S. Chen, F. Fujioka  
US Forest Service, Riverside, CA*

## Miguel Cortez - In Memoriam

In early December 2006 the climate community of Mexico and all of Latin America lost a much admired friend, Dr. Miguel Cortez. Miguel was born on September 9th, 1961 in Puebla State in the picturesque upper reaches of the Rio Balsas. He frequently talked about the beauty of this region and how it inspired him to study the natural sciences and geography. Much of his adult life was spent in Mexico City and thus, Miguel became a true "Chilango" - an adopted citizen of



A comienzos de diciembre de 2006 la comunidad de investigación del clima de México y toda América Latina perdieron a un muy admirado amigo, el Dr. Miguel Cortez. Miguel nació el 9 de septiembre de 1961 en el Estado de Puebla, en el pintoresco tramo superior del Río Balsas. A menudo hablaba de la belleza de esta región y de cómo ésta lo inspiraba para estudiar ciencias naturales y geografía. Como pasó gran parte de su vida adulta en la Ciudad de México, Miguel acabó por convertirse en un verdadero "Chilango" - un ciudadano adoptivo de la descontroladamente creciente capital mexicana. Cualquiera que haya pasado un tiempo con Miguel sabe que siempre fue un enérgico promotor de su amado país y sus costumbres.

Luego de graduarse en Geografía en la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Miguel se unió al Servicio Meteorológico Nacional de México (SMN) en 1993. Mientras trabajaba en el SMN, en 1998 terminó su maestría (con honores) en el Departamento de Geografía de la UNAM. Miguel fue rápidamente seleccionado por el SMN para trabajar en un doctorado en la Universidad de Tokio. Su tesis consistió en un Estudio Climático de la Actividad Convectiva del Monzón Mexicano. Miguel regresó al SMN en 1999 y fue nombrado jefe de la sección de investigación sobre Pronóstico Estacional Extendido.

Miguel Cortez participó, a comienzos de 2002, en la primera reunión para la creación de un sistema de monitoreo de sequías en América del Norte. Este muy exitoso sistema

Mexico's sprawling capital. Any one who ever spent time with Miguel realizes that he was always an energetic promoter of his much loved country and its customs.

Upon completing his B.S. degree in Geography from the National Autonomous University of Mexico (UNAM), Miguel joined the Mexican National Meteorological Service (SMN) in 1993. While working at the SMN he completed his M.S. degree (With Honors) from the Department of Geography at UNAM in 1998. Miguel was quickly chosen by the SMN to work on a Ph.D. at the University of Tokyo. His PhD focused on a Climatic Study of Convective Activity in the Mexican monsoon. Miguel returned to the SMN in 1999 and he was appointed head of the research section on Extended Range Seasonal Forecasting.

In the early part of 2002 Miguel Cortez was involved in the first meeting to establish drought monitoring across North America. This very successful monitoring and detection system (The North American Drought Monitor) was not possible without his continuing efforts to provide reliable and real time data sets for NADM analysis. In 2003 and 2004 Miguel headed the SMN component of the North America Monsoon Experiment (NAME) and he participated in a number of U.S. and Mexico NAME forecaster exchanges. During the NAME experiment he played a key part in facilitating the timely flow of high quality meteorological observations from Mexico. During the last stages of the NAME Field Experiment Miguel served as a Science Field Director. During the past two years Miguel became involved in the Climate Extremes Panel of NOAA's Climate Change Science Program (CCSP). This panel is preparing a document on important and significant trends in climate extremes in North America. Miguel was devoting his energies on the social impact of climate extremes in Mexico. Always loving research and working with students, in the late fall of 2006 Miguel decided to make a career change by accepting a position as a Research Investigator in the department of Geography at UNAM. Barely into his new position, Miguel's life came to a tragic end on December 4, 2006. Miguel is survived by his parents, four sisters and a brother. His legacy with NADM, NAME and CCSP remain a final tribute to his passion for climate studies.

de monitoreo y detección (Control de Sequías de América del Norte - NADM de sus siglas en inglés) no habría sido posible sin sus continuos esfuerzos por brindar conjuntos de datos confiables y en tiempo real para el análisis de NADM. Miguel dirigió durante 2003 y 2004 la componente del SMN relacionada con el Experimento sobre el Monzón de América del Norte (NAME) y participó en una cantidad de intercambios de pronosticadores de NAME entre Estados Unidos y México. Durante el experimento de NAME jugó un papel clave al facilitar el adecuado flujo de datos de observaciones meteorológicas de alta calidad desde México. Miguel fue Director Científico de Campo en las últimas etapas de NAME. Participó, durante los dos últimos años, en el Panel de Extremos Climáticos del Programa de Ciencias del Cambio Global de la NOAA (CCSP). Este panel está preparando un documento acerca de las importantes y significativas tendencias de los extremos climáticos en América del Norte. Miguel estaba dedicando todos sus esfuerzos al estudio del impacto social de los extremos climáticos en México. Siempre amante de la investigación y el trabajo con los estudiantes, a finales del otoño de 2006 Miguel decidió hacer un cambio en su carrera y aceptó el cargo de Investigador en el Departamento de Geografía de la UNAM. Apenas iniciando sus nuevas tareas, la vida de Miguel terminó trágicamente el 4 de diciembre de 2006. Miguel dejó a sus padres, cuatro hermanas y un hermano. Su legado a NADM, NAME y CCSP es el tributo final a su pasión por el estudio del clima.

### **VAMOS ! - The Newsletter of the VAMOS Programme**

Editors: Carlos Ereño, Wayne Higgins and José Marengo

Layout: Paula Richter and Andreas Villwock

Staff / Translations: Paula Richter

VAMOS Newsletter is distributed free of charge upon request.

Address updates/subscription requests/cancellations should be sent to

**VAMOS Newsletter**

**c/o Departamento de Ciencias de la Atmosfera - UBA**

**Pabellon II - 2° piso - Ciudad Universitaria - 1428 Buenos Aires**

**Argentina**

**Tel: (54-11) 4576-3356 or 4576-3364 ext. 20**

**Fax: (54-11) 4576-3356 or 4576-3364 ext. 12**

**E-mail: [icposa@at.fcen.uba.ar](mailto:icposa@at.fcen.uba.ar)**