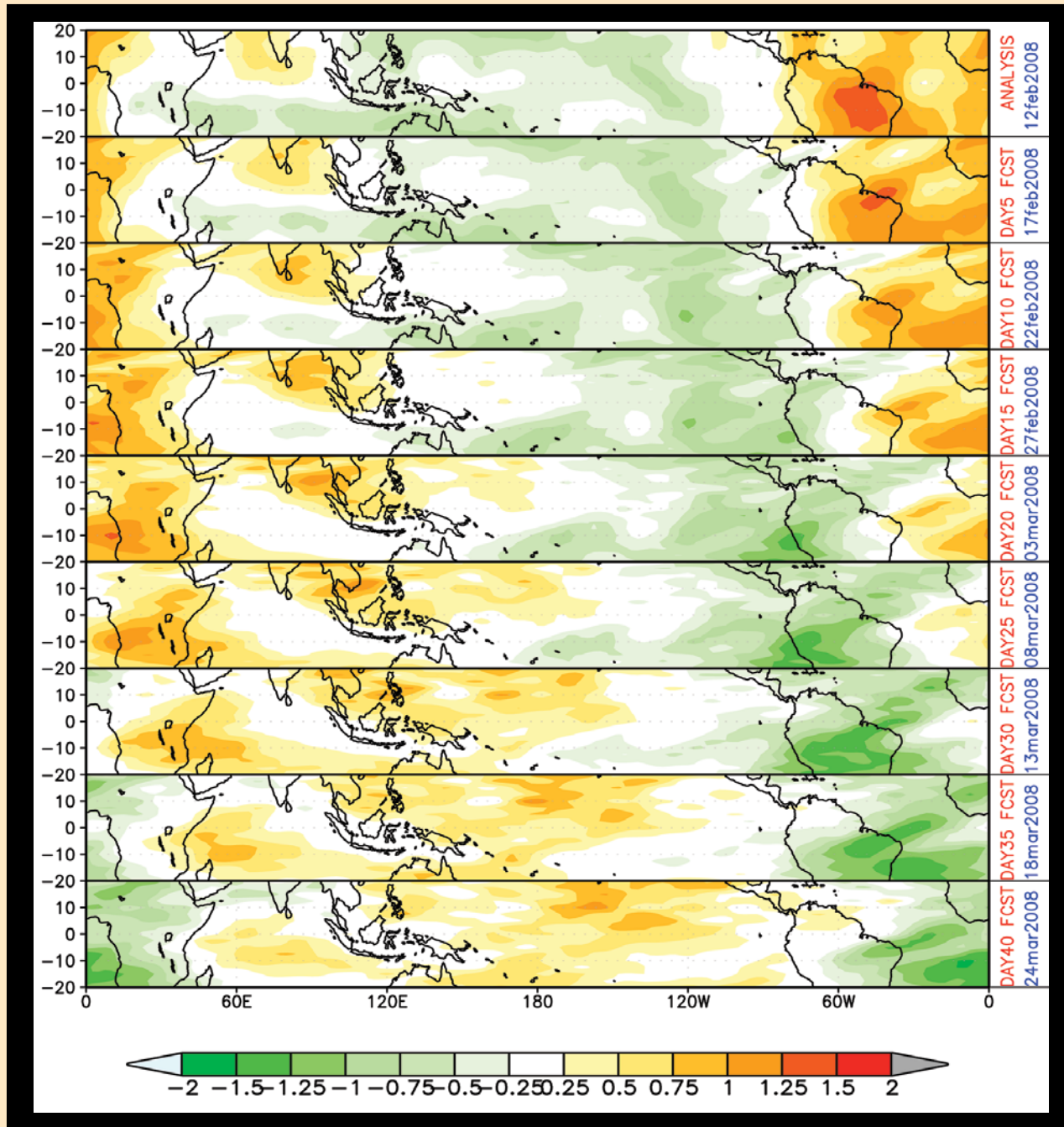




VAMOS !

Newsletter of the Variability of the American Monsoon Systems Project



200 hPa empirical wave propagation of velocity potential anomalies 40-day forecast (12 Feb 2008 - 23 Mar 2008). Figure prepared by Huug Van den Dool - CPC/NCEP/NWS/NOAA (cont. on page 16)

Pronóstico a 40 días de la propagación empírica de ondas en 200 hPa de las anomalías del potencial de velocidad (12 Feb 2008 - 23 Mar 2008). Figura realizada por Huug Van den Dool - CPC/NCEP/NWS/NOAA (cont. en página 16)

Editorial

We are pleased to present the fourth issue of the VAMOS! Newsletter. The Variability of the American Monsoon Systems (VAMOS) Panel is well known for promoting collaborations among scientists of the Americas on the general area of climate variability and prediction. This Newsletter is a means of disseminating those achievements to the broader community. For those that would like to learn more about VAMOS, we encourage them to visit the web site <http://www.clivar.org/organization/vamos/vamos.php>, where they will find abundant information on our activities.

This issue of the Newsletter focuses on climate variability on time scales longer than a week but shorter than a season. The articles present the progress made in the understanding of the intraseasonal variability of the summer monsoons of the Americas, and how this knowledge is applied for prediction of the summer climate. We expect that the four articles will give the readers the opportunity to learn more on how the acquired knowledge is transferred to operational prediction efforts taking place in the Americas.

Many things happened during 2007. In April, Wayne Higgins stepped down as co-chair of the VAMOS panel. We would like to take this opportunity to thank Wayne wholeheartedly for his enthusiastic and contagious leadership. The VAMOS science components have been extremely active and each deserves recognition for their achievements. The North American Monsoon Experiment (NAME), having completed its Field Campaign in 2004, engaged in diagnostic studies that led to a special issue of the Journal of Climate with 22 articles, and many more coming out in later issues. The Monsoon Experiment in South America (MESA) completed its implementation plan, and its members are now working on issues related to intraseasonal variability, seasonal climate prediction and anthropogenic climate change. The VAMOS Oceans-Clouds-Atmosphere-Land Study (VOCALS) has carried out major field experiment activities during the austral spring of 2007. A new science activity in the intra Americas seas is being considered and it is expected to become a valuable link among the current VAMOS science activities. Last, but not least, the La Plata Basin (LPB) Regional Hydroclimate Project, endorsed by CLIVAR and GEWEX, is continuing to develop its plans on monitoring activities and the field campaign expected to take place in 2011.

During the VAMOS Panel Meeting held in April 2007, in Santiago, Chile, we celebrated the Panel's tenth anniversary. It was then an opportunity to look back and reassess the objectives that have been guiding its activities. We believe that to remain strong, VAMOS needs, first, to move forward through cross-cutting themes: How can the VAMOS science groups interact to accelerate climate research progress in the region? What does each group have to offer to the others? Second, VAMOS also needs to reach out to other Panels within CLIVAR and the World Climate Research Programme (WCRP). What factors already being addressed in other Panels can help understand the American monsoon systems and improve their prediction? The upcoming 11th VAMOS Panel Meeting is expected to address these issues through dedicated sessions, group discussions and invited speakers. We look forward

Tenemos el agrado de presentar el cuarto número de VAMOS!. El Panel sobre la Variabilidad de los Sistemas Monzónicos Americanos (VAMOS) es reconocido por promover la cooperación entre científicos de las Américas en el área general de la variabilidad y pronóstico del clima. Esta revista es un medio de difundir los logros a una comunidad más amplia. Alentamos a los que quieran conocer más sobre VAMOS, a que visiten el sitio web <http://www.clivar.org/organization/vamos/vamos.php>, donde encontrarán abundante información sobre nuestras actividades.

Este número se centra en la variabilidad climática en escalas mayores que una semana y menores que una estación. Los artículos describen los avances en la comprensión de la variabilidad intraestacional de los monzones estivales de las Américas, y cómo se aplica este conocimiento para el pronóstico del clima en verano. Esperamos que los cuatro trabajos presentados den a los lectores la oportunidad de saber más sobre cómo los conocimientos adquiridos se transfieren a los esfuerzos operativos de predicción que tienen lugar en las Américas.

Muchas cosas ocurrieron en 2007. En abril, Wayne Higgins dejó la co-presidencia del panel de VAMOS. Queremos aprovechar la oportunidad para agradecerle de todo corazón por su liderazgo entusiasta y contagioso. Los componentes científicos de VAMOS estuvieron muy activos y todos merecen reconocimiento por sus logros. El Experimento sobre el Monzón de América del Norte (NAME), luego de completada su campaña de 2004, inició estudios de diagnóstico que llevaron a una edición especial del Journal of Climate con 22 trabajos, y muchos más que se publicaron en ediciones posteriores. El Experimento sobre el Monzón en América del Sur (MESA) finalizó su plan de implementación, y sus miembros están trabajando en cuestiones relacionadas con la variabilidad intraestacional, el pronóstico estacional del clima y el cambio climático de origen antrópico. El Estudio de los Océanos-Nubes-Atmósfera-Tierra de VAMOS (VOCALS) realizó importantes experimentos de campo durante la primavera austral de 2007. Se está considerando el inicio de una nueva actividad en los mares Intra-Americanos, que se espera constituya un importante nexo entre las actividades científicas actuales de VAMOS. Por último, el Proyecto de Hidroclima Regional de la Cuenca del Plata (LPB), que cuenta con el auspicio de CLIVAR y GEWEX, continúa planificando sus actividades de monitoreo y la campaña que se espera realizar en 2011.

Durante la reunión del panel de VAMOS de abril de 2007, realizada en Santiago, Chile, celebramos el décimo aniversario del panel. La celebración fue una oportunidad para dar una mirada retrospectiva y reevaluar los objetivos que habían guiado nuestras actividades. Creemos que para mantener su fortaleza, VAMOS debe avanzar, en primera instancia, en los temas transversales: ¿Cómo pueden interactuar los grupos científicos de VAMOS para acelerar el progreso de la investigación del clima en la región? ¿Qué tienen los grupos para ofrecerse entre sí? En segundo lugar, VAMOS también necesita ampliar su accionar hacia otros paneles de CLIVAR y del Programa Mundial de Investigaciones Climáticas (WCRP). ¿Qué factores

to this meeting to further advance the VAMOS agenda.

The year 2007 is the year when former United States vice president Al Gore and the United Nations Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) were recognized with a Nobel Peace Prize for their work on Climate Change. The scientific community has stated more clearly than ever before that human activities are causing the observed warming. It is time to ask how can VAMOS best contribute to raise awareness and motivate further research on climate change effects over the Americas.

We cannot close this editorial without acknowledging Carlos Ereño for his editorial efforts with this Newsletter, but more importantly for his continued help in handling the day-to-day VAMOS business in a tireless and efficient manner. We also take the opportunity to thank Carlos Roberto Mechoso and Carolina Vera for their important contribution to the VAMOS science agenda and for their leadership as past VAMOS chairs.

*Hugo Berbery
Department of Atmospheric and Oceanic Science
University of Maryland, USA
Co-chair of VAMOS Panel / Copresidente del Panel
VAMOS*

*José Marengo
CPTEC/INPE, Brasil
Co-Chair of VAMOS Panel / Copresidente del Panel
VAMOS*

están estudiando otros paneles que puedan ayudar a entender los sistemas monzónicos americanos y mejorar su pronóstico? Se espera que la 11a reunión del panel de VAMOS aborde estas cuestiones a través de sesiones temáticas, discusiones en grupo y oradores invitados. Esperamos con ansias esta reunión para avanzar la agenda de VAMOS.

2007 es el año en el que el ex vicepresidente de Estados Unidos, Al Gore, y el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático de las Naciones Unidas (IPCC) recibieron el Premio Nóbel de la Paz por su labor en cambio climático. Nunca antes la comunidad científica había expresado más claramente que las actividades humanas están provocando el calentamiento observado. Es tiempo de preguntarse cuál es el mejor modo en que VAMOS puede contribuir a aumentar la conciencia y motivar nuevas investigaciones de los efectos del cambio climático en las Américas.

No podemos cerrar este editorial sin reconocer a Carlos Ereño por su esfuerzo en la edición de esta revista, y más aún por su continua colaboración en el manejo cotidiano de las cuestiones de VAMOS de manera incansable y eficiente. Aprovechamos también la oportunidad para agradecer a Carlos Roberto Mechoso y Carolina Vera por sus importantes aportes a la agenda científica de VAMOS y por su gestión durante la presidencia de VAMOS.

Intraseasonal variability of the North American Monsoon System

The North American monsoon system (NAMS) is associated with strong variations in precipitation and winds that modulate extreme events in the Americas such as hurricanes and heavy rain events. Particularly prominent intraseasonal variability of the NAMS is related to the Madden-Julian oscillation (MJO, or 40-50 day oscillation), Gulf of California surges, and large-scale circulation patterns associated with the monsoon ridge and North Atlantic subtropical high (NASH).

During the monsoon season, MJO signals are strong over the northeastern tropical Pacific because of high SST in the Intertropical Convergence Zone and warm pool regions. As an MJO event evolves in the west Pacific and Indian Oceans and progresses eastward, rainfall over Mexico and the east Pacific warm pool shows significant variations. Enhancement in rainfall is associated with low-level west winds and increases in wind speed (Knutson and Weickmann 1987; Maloney and Esbensen 2007). Suppression of rainfall accompanies east winds and decreased wind speed. Rainfall can differ as much as 25 - 100% at individual stations between opposite phases of the MJO during July - September, with the largest changes along the Pacific coast, over southern Mexico and Central America, and on the

Variabilidad intraestacional del Sistema Monzónico de Norteamérica

El Sistema Monzónico de Norteamérica (NAMS) está asociado a fuertes variaciones de precipitación y viento que modulan los eventos extremos en las Américas como los huracanes y los eventos de lluvias intensas. Una importante variabilidad del NAMS está relacionada con la Oscilación Madden-Julian (MJO, u oscilación de 40-50 días), los flujos de humedad del Golfo de California y los patrones de circulación de gran escala asociados a la cuña monzónica y a la alta subtropical del Atlántico Norte (NASH).

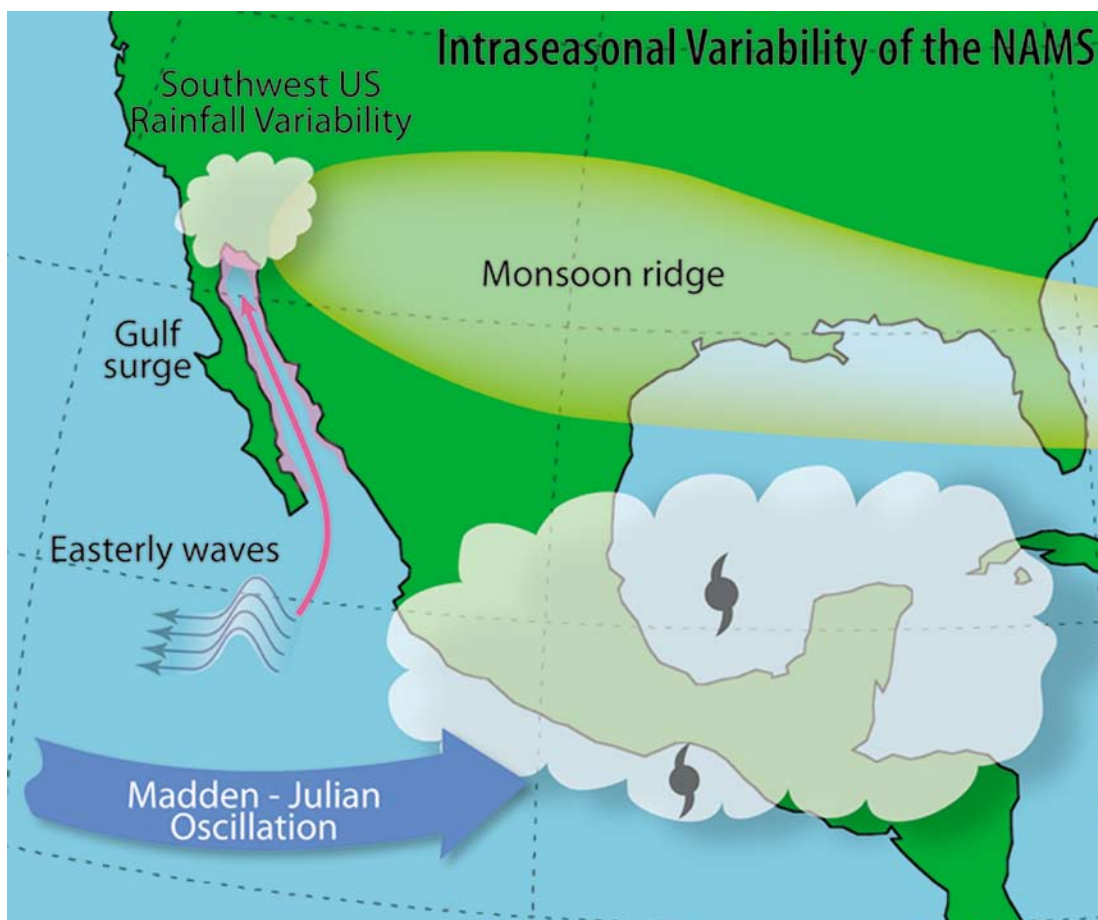
Durante la temporada de monzones, las señales MJO son fuertes en el noreste del Pacífico tropical debido a las altas TSM en la Zona de Convergencia Intertropical y las regiones de piscinas cálidas. A medida que un evento MJO se desarrolla en los océanos Pacífico occidental e Índico y avanza hacia el este, la precipitación sobre México y sobre la piscina de agua cálida del Pacífico oriental presenta variaciones de relevancia. El aumento de precipitación está asociado a vientos del oeste en niveles bajos e incrementos en su velocidad (Knutson y Weickmann 1987; Maloney y Esbensen 2007). La falta de precipitación acompaña vientos del este y un descenso en su velocidad. La precipitación puede variar entre 25 y 100% en diferentes

Gulf coast of Mexico (Barlow and Salstein 2006). Tehuantepec and Papagayo wind jets appear to be active during the period of suppressed MJO precipitation in Mexico and the east Pacific warm pool. During the monsoon onset period, the arrival of an enhanced precipitation phase of the MJO enhances not only the intensity but also the northward expansion of monsoon rainfall over Mexico and the southwestern US (Higgins and Shi 2001).

Gulf of California moisture surges and easterly waves are also integral components of the intraseasonal variability of the NAMS, which may lead to strong precipitation events over the southwestern United States (Adams and Comrie 1997). Gulf of California surges are associated with an occasional strengthening of climatological south flow in the Gulf of California during the summer monsoon season that generates enhanced moisture transport into Northern Mexico and the Southwestern United States. Precipitation in the southwestern U.S. is strongly modulated by such surges (e.g. Higgins et al. 2004). Easterly waves are associated with tropical rotational disturbances of about 1000 km spatial scale that move westward at 6-12 m s⁻¹. Easterly waves have been documented to force Gulf of California surges (e.g. Fuller and Stensrud 2000). Easterly waves and Gulf of California surges are also subject to modulations by the MJO (Lorenz and Hartmann 2007), and also appear to feed back to influence the MJO itself through modulation of surface wind and evaporative fluxes (e.g. Maloney and Esbensen 2007).

estaciones entre las fases opuestas de MJO de julio a septiembre, observándose los mayores cambios a lo largo de la costa del Pacífico, el sur de México y América Central y en la costa mexicana del Golfo (Barlow y Salstein 2006). Las corrientes en chorro de Tehuantepec y Papagayo parecen entrar en actividad durante los períodos de falta de precipitación MJO en México y la piscina de agua cálida del Pacífico oriental. Durante el período de inicio del monzón, la llegada de una fase más intensa de precipitación de la MJO incrementa la intensidad y la extensión hacia el norte de la precipitación sobre México y el sudoeste de EE.UU.. (Higgins y Shi 2001).

Los flujos de humedad del Golfo de California y las ondas del este son también componentes integrales de la variabilidad intraestacional del NAMS, que pueden generar eventos de precipitación fuerte en el sudoeste de Estados Unidos (Adams y Comrie 1997). Los flujos de humedad del Golfo de California están asociados con una intensificación ocasional del flujo climatológico del sur en el Golfo de California durante la época del monzón estival, que da origen a un mayor transporte de humedad hacia el norte de México y el sudoeste de Estados Unidos. La precipitación en esta última región está fuertemente modulada por dichas ondas (por ejemplo, Higgins et al. 2004). Las ondas del este están asociadas a perturbaciones rotacionales tropicales de una escala espacial de alrededor de 1000 km que se desplazan hacia el oeste a 6-12 m s⁻¹. Se documentó que las ondas del este fuerzan los flujos de humedad



Acknowledgments: The authors thank David Reinert at Oregon State University for preparing the figure that accompanies this note.
Agradecimientos: Los autores agradecen a David Reinert de la Universidad del Estado de Oregon por preparar la figura que acompaña este artículo.

A strong modulation of hurricane activity by the MJO over the eastern Pacific and the Intra America Seas (IAS) region has been documented (e.g. Maloney and Hartmann 2000a,b, Higgins and Shi 2001). Hurricane activity is increased four-fold in MJO west wind phases versus east wind phases, contributing to the rainfall enhancement in the region. In a westerly phase of the MJO, low-level cyclonic vorticity is enhanced, vertical wind shear is decreased, and the atmosphere is anomalously moist over the east Pacific, Caribbean Sea, and Gulf of Mexico, creating conditions favorable for tropical cyclone formation. During such times, the background wind field becomes favorable for the growth of easterly waves that may serve as seed disturbances for tropical cyclones and produce Gulf of California surges (Molinari et al 1997). These modulating effects of the MJO on easterly waves and tropical cyclones have been confirmed by in situ observations collected during the North American Monsoon Experiment (NAME) (Johnson et al. 2007).

Another prominent aspect of intraseasonal variability in southern part of the NAMS and over a large portion of Central America is a lull in rainfall in the middle of the summer, usually in July - August, known as the Mid Summer Drought (MSD). Although the timing of the precipitation minimum varies from year to year, this mid-summer minimum shows up in the long-term precipitation climatology. It has been proposed that the mechanisms for the MSD might be air-sea interaction of the east Pacific warm pool (Magaña et al. 1999) and/or the westward extension of the NASH (Mapes et al. 2005). The MSD is associated with variations of the large-scale wind patterns over the east Pacific and IAS, with the tendency for enhanced north and east flow from mountain gaps in the Gulfs of Tehuantepec and Papagayo during periods of low precipitation, and a general strengthening of lower tropospheric east flow across the Caribbean Sea and east Pacific.

Many studies have revealed that mechanisms for intraseasonal variability in the northern part of the NAMS are different from those in the southern part where processes such as the MJO dominate (e.g., Mo 2000; Englehart and Douglas 2006). Such higher latitude variability appears to be more rapidly fluctuating than that in the tropics, characterized by comparatively shorter timescales of 12-22 days (e.g. Mullen et al. 1998). Changes in midtropospheric circulation patterns are associated with intraseasonal variability over Arizona, New Mexico, and the Great Plains. These changes include intrusions of midtropospheric low pressure anomalies from midlatitudes and northeastward displacement of the monsoon ridge (Anderson and Roads 2002; Cavazos et al 2002). The associated changes in the vertical motions and horizontal moisture divergence modulate the large-scale vertically integrated water-vapor budget (Anderson 2002). Intraseasonal fluctuations of the NASH also contribute to circulation and moisture flux changes in the Southwestern U.S. on these timescales, regulating diurnal storm development (Heinselman and Schultz 2006). The consequent intraseasonal variability in rainfall exhibits a significant negative correlation between the southwest United States and the Great Plains (Higgins and Shi 2001).

In summary, the intraseasonal variability of the NAMS is complex, with timescales, mechanisms, and patterns of variability that vary strongly by region and notable interactions across these scales and regions. Given the potential predictability of the MJO 2-3 weeks in advance, the possibility

del Golfo de California (por ejemplo, Fuller y Stensrud 2000). Las ondas del este y los flujos de humedad del Golfo de California también son moduladas por la MJO (Lorenz y Hartmann 2007), y parecen realimentarse en la misma MJO mediante la modulación del viento en superficie y los flujos de evaporación (por ejemplo, Maloney y Esbensen 2007).

Se ha documentado que la MJO modula fuertemente la actividad de los huracanes en el Pacífico oriental y los Mares Intra-Americanos (IAS) (por ejemplo, Maloney y Hartmann 2000a,b, Higgins y Shi 2001). La actividad de los huracanes se ve cuadruplicada en las fases de viento del oeste en la MJO, respecto de las del este, contribuyendo a incrementar la precipitación en la región. En una fase occidental de la MJO, la vorticalidad ciclónica de niveles bajos se ve fortalecida, disminuye la cortante vertical del viento y la atmósfera sobre el Pacífico oriental, el Mar Caribe y el Golfo de México se encuentra anómalamente húmeda, creando condiciones favorables para la formación de ciclones tropicales. En dichas ocasiones, el campo medio del viento se vuelve favorable para el crecimiento de ondas del este que pueden constituir perturbaciones semilla para los ciclones tropicales y producir los flujos de humedad del Golfo de California (Molinari et al 1997). Observaciones in situ recolectadas durante el Experimento del Monzón de América del Norte (NAME) (Johnson et al. 2007) permitieron confirmar los efectos moduladores de la MJO en las ondas del este y los ciclones tropicales.

Otro aspecto destacable de la variabilidad intraestacional en el sector meridional del NAMS y en una gran parte de América Central es el cese de la precipitación a mediados del verano, generalmente en julio - agosto, conocido como Sequía de Medios de Verano o canícula (MSD, por sus siglas en inglés). Si bien el momento de ocurrencia del mínimo de precipitación cambia de año en año, este mínimo de mediados de verano se pone en evidencia en la climatología de la precipitación de largo plazo. Se ha sugerido que la MSD podría deberse a la interacción atmósfera-mar de la piscina cálida del Pacífico Oriental (Magaña et al. 1999) y/o la extensión hacia el oeste de la Alta Subtropical del Atlántico Norte (NASH) (Mapes et al. 2005). La MSD está asociada a variaciones en los patrones de gran escala del viento en el Pacífico oriental y los IAS, con tendencia al fortalecimiento de los flujos del norte y el este, provenientes de los espacios entre las montañas de los Golfos de Tehuantepec y Papagayo en los períodos de baja precipitación. A su vez, se observa una intensificación general del flujo del este en niveles troposféricos más bajos a través del Mar Caribe y el Pacífico oriental.

Muchos estudios mostraron que los mecanismos de la variabilidad Intraestacional en la sección septentrional del NAMS son diferentes de aquellos en la sección meridional, donde dominan procesos como MJO (por ejemplo, Mo 2000; Englehart y Douglas 2006). Esta variabilidad en latitudes más altas parece estar fluctuando más rápidamente que la de los trópicos, caracterizada por escalas de tiempo comparativamente menores, de 12-22 días (por ejemplo, Mullen et al. 1998). Los cambios en la circulación de la tropósfera media están relacionados con la variabilidad Intraestacional en Arizona, Nuevo México y las Grandes Planicies. Entre estos cambios se cuentan las irrupciones de anomalías de baja presión de la tropósfera media desde latitudes medias y un desplazamiento hacia el noreste de la cuña monzónica (Anderson y Roads 2002; Cavazos et al 2002). Los cambios asociados en el movimiento vertical y

exists for some of the intraseasonal variability under the influence of the MJO (e.g., enhanced or suppressed tropical cyclone activity on a basin scale) to be predicted at such lead times.

References/ Referencias

- Adams, D.K., and A.C. Comrie, 1997: The North American Monsoon. *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 78, 2197-2213.
- Anderson, B. T, 2002: Regional Simulation of Intraseasonal Variations in the Summertime Hydrologic Cycle over the Southwestern United States. *J. Climate*, 15, 2282-2300.
- Anderson, B. T., and J. O. Roads, 2002: Regional simulation of summertime precipitation over the southwestern United States. *J. Climate*, 15, 3321-3342.
- Barlow M., D. Salstein (2006), Summertime influence of the Madden-Julian Oscillation on daily rainfall over Mexico and Central America, *Geophys. Res. Lett.*, 33, L21708, doi:10.1029/2006GL027738.
- Cavazos, T, Andrew C. Comrie, and Diana M. Liverman, 2002: Intraseasonal Variability Associated with Wet Monsoons in Southeast Arizona. *J. Climate*. 15, 2477-2490.
- Englehart, P. J, and Arthur V. Douglas, 2006: Defining Intraseasonal Rainfall Variability within the North American Monsoon. *J. Climate*, 19, 4243-4253.
- Fuller, R. D., and D. J. Stensrud, 2000: The relationship between tropical easterly waves and surges over the Gulf of California during the North American monsoon. *Mon. Wea. Rev.*, 128, 2983-2989
- Heinselman, P. L., and David M. Schultz, 2006: Intraseasonal Variability of Summer Storms over Central Arizona during 1997 and 1999 *Weather and Forecasting*, 21, 559-578.
- Higgins, R. W., and W. Shi, 2001: Intercomparison of the principal modes of interannual and intraseasonal variability of the North American monsoon system. *J. Climate*, 14, 403-417.
- Higgins, R. W., W. Shi, and C. Hain (2004), Relationships between Gulf of California Moisture Surges and Precipitation in the Southwestern United States, *J. Climate*, 17, 2983-2997.
- Johnson, R. H., Paul E. Ciesielski, Brian D. McNoldy, Peter J. Rogers, and Richard K. Taft, 2007: Multiscale Variability of the Flow during the North American Monsoon Experiment *J. Climate*, 20, 1628-1648.
- Knutson, T. R., and K. M. Weickmann, 1987: 30-60 day atmospheric circulations: Composite lifecycles of convection and circulation anomalies. *Mon. Wea. Rev.*, 115, 1407-1436.
- Lorenz, D.J., and D.L. Hartmann, 2007: The Effect of the MJO on the North American Monsoon. *J. Climate*, 19, 333-343.
- Magaña, V., J. Amador and S. Medina, 1999: The midsummer drought over Mexico and Central America. *J. Climate*, 12, 1577-1588.
- Maloney, E. D., and S. K. Esbensen, 2007: Satellite and Buoy Observations of Boreal Summer Intraseasonal Variability in the Tropical Northeast Pacific. *Mon. Wea. Rev.*, 135, 3-19.
- Maloney, E. D., and D. L. Hartmann, 2000a: Modulation of eastern north Pacific hurricanes by the Madden-Julian oscillation. *J. Climate*, 13, 1451-1460.
- Maloney, E. D., and D. L. Hartmann, 2000b: Modulation of hurricane activity in the Gulf of Mexico by the Madden-Julian oscillation. *Science*, 287, 2002-2004.
- Mapes, B.E., P. Liu, and N. Buening, 2005: Indian monsoon onset and Americas midsummer drought: out-of-equilibrium responses to smooth seasonal forcing. *J. Climate*, 18, 1109-1115.
- Mo, K. C., 2000: Intraseasonal Modulation of Summer Precipitation over North America *Mon. Weath. Rev.*, 128, 1490-1505.
- Molinari, J., D. Knight, M. Dickinson, D. Vollaro, and S. Skubis, 1997: Potential vorticity, easterly waves, and eastern Pacific tropical cyclogenesis. *Mon. Wea. Rev.*, 125, 2699-2708.
- Mullen, S. L., Jeffrey T. Schmitz, and Nilton O. Rennó , 1998: Intraseasonal Variability of the Summer Monsoon over Southeast Arizona. *Mon. Weath. Rev.*, 126, 3016-3035.

la divergencia horizontal de humedad modulan el balance en gran escala del vapor de agua verticalmente integrado (Anderson 2002). Las fluctuaciones intraestacionales de la NASH contribuyen también a cambios en la circulación y el flujo de humedad en el sudoeste de EE.UU. en estas escalas de tiempo, regulando el desarrollo diario de las tormentas (Heinselman y Schultz 2006). La consecuente variabilidad intraestacional en la precipitación muestra una correlación negativa significativa entre el sudoeste de EE.UU. y las Grandes Planicies (Higgins y Shi 2001).

En síntesis, la variabilidad intraestacional del NAMS es compleja, con escalas de tiempo, mecanismos y patrones de variabilidad que difieren fuertemente en las distintas regiones y con notables interacciones entre estas escalas y regiones. Dado el potencial de predictabilidad de la MJO con una anticipación de 2-3 semanas, existe la posibilidad de predecir, con esos mismos tiempos de anticipación, parte de la variabilidad intraestacional bajo la influencia de la MJO (por ejemplo, un fortalecimiento o anulación de la actividad ciclónica tropical a escala de cuenca).

Chidong Zhang
Rosenstiel School of
Marine and Atmospheric Sciences (RSMAS), USA

Eric Maloney
College of Oceanic and Atmospheric Sciences
Oregon State University, USA

The main characteristics of intraseasonal variability in the South American Monsoon System (SAMS)

Características principales de la variabilidad intraestacional en el Sistema Monzónico de América del Sur (SAMS)

Considerable progress has been made by the scientific community in understanding the main features of the intraseasonal variability in South America. The fact that not only the atmospheric circulation but also temperature and precipitation exhibit considerable variability on intraseasonal time-scales (from about 20 to 100 days) over both tropical and subtropical portions of the continent provides valuable information for potential improvement of predictions beyond the synoptic time scales. This article summarizes some of the most recent results about this type of variability.

General Features

Intense convective activity and heavy precipitation begins in northwestern South America in late August and marches progressively southeastward until it reaches the Brazilian highland. The wet season peaks in the core of the Amazon in austral summer, while deep convection begins to weaken over the Amazon in early fall and the dry season persists throughout most of the austral winter. The South American monsoon system (SAMS) refers to this strong summertime convective activity, intense precipitation, and large-scale atmospheric circulation (Vera et al. 2006).

Intraseasonal variations of precipitation are pronounced over eastern tropical and subtropical South America (Liebmann et al. 1999; Nogues-Paegle et al. 2000). Furthermore, low-level wind regimes over tropical South America are linked to breaks and active phases of SAMS on intraseasonal time scales (Jones and Carvalho 2002). The South Atlantic convergence zone (SACZ) identified as an elongated convective band typically originating in the Amazon basin, extending toward southeast Brazil and subtropical Atlantic Ocean, plays an important role in determining the dominant characteristics of the intraseasonal variability (Liebmann et al. 1999, Carvalho et al. 2002a, 2004). The most distinctive pattern that characterizes rainfall variability on such timescales over South America is identified as a dipole in precipitation and circulation, referred to as the South American seesaw pattern (SASS, Casarin and Kousky 1986 and Nogues-Paegle and Mo 1997). Enhanced precipitation over the SACZ is accompanied by decreased rainfall in the subtropical plains while the opposite phase is associated with increased southward moisture flux from the Amazon region, and increased rainfall in the subtropical plains.

Important modulations of the Madden-Julian oscillation (MJO), the dominant mode of intraseasonal variability at the tropical regions of the globe (Lau and Waliser 2005), have been identified on climate variability in South America. MJO modulates intense SACZ episodes with persistence longer than 3 days (Carvalho et al. 2004). Liebmann et al. (2004) show statistically significant variations of anomalous rainfall events at both subtropical and SACZ regions in association with distinctive MJO phases. Moreover, the MJO phase characterized by suppression of convective activity over Indonesia and enhancement over the central Pacific increases the 95th daily precipitation percentile over north/northeastern Brazil, whereas the opposite features are observed during enhancement

La comunidad científica ha hecho importantes avances en la comprensión de las características principales de la variabilidad intraestacional en América del Sur. El hecho de que la temperatura y la precipitación, además de la circulación atmosférica, sufran una variabilidad considerable en las escalas de tiempo intraestacionales (desde cerca de los 20 a los 100 días) en las partes tropicales y subtropicales del continente brinda información valiosa que permitiría mejorar las predicciones más allá de la escala sinóptica. En este artículo se sintetiza algunos de los resultados más recientes acerca de este tipo de variabilidad.

Características Generales

La actividad convectiva intensa y las precipitaciones intensas comienzan en el noroeste de América del Sur a fines de agosto y se desplazan de forma progresiva hacia el sudeste hasta llegar al altiplano brasileño. La época de lluvias alcanza su máximo en el corazón del Amazonas durante el verano austral, mientras que la convección profunda empieza a debilitarse sobre esa zona a comienzos del otoño y la época seca se perpetúa a lo largo de casi todo el invierno austral. El Sistema Monzónico Sudamericano (SAMS) refiere a esta fuerte actividad convectiva estival, la precipitación intensa y la circulación atmosférica en gran escala (Vera et al. 2006).

Son marcadas las variaciones intraestacionales de la precipitación en el este de la América del Sur tropical y subtropical (Liebmann et al. 1999; Nogues-Paegle et al. 2000). Además, los regímenes de los vientos en niveles bajos en la América del Sur tropical están relacionados con las fases de inactividad y actividad del SAMS en escalas de tiempo intraestacionales (Jones y Carvalho 2002). La Zona de Convergencia del Atlántico Sur (ZCAS), identificada como una banda convectiva alargada, que generalmente tiene su origen en la cuenca del Amazonas y se extiende hacia el sudeste de Brasil y el Atlántico subtropical, tiene un papel importante en la determinación de las características dominantes de la variabilidad intraestacional (Liebmann et al. 1999, Carvalho et al. 2002a, 2004). El patrón más marcado que caracteriza la variabilidad en la precipitación en dichas escalas de tiempo en América del Sur está caracterizado por un dipolo de precipitación y circulación, conocido como patrón patrón de alternancia de América del Sur (South American seesaw pattern, SASS, Casarin y Kousky 1986 y Nogues-Paegle y Mo 1997). El incremento de la precipitación en la ZCAS se ve acompañado por menores precipitaciones en las llanuras subtropicales, mientras que la fase opuesta está asociada a un aumento en el flujo de humedad hacia el sur desde la región amazónica, y un aumento en la precipitación en las llanuras subtropicales.

Se identificaron importantes modulaciones de la oscilación Madden-Julian (MJO), el modo dominante de la variabilidad intraestacional en las regiones tropicales del globo (Lau y Waliser 2005), sobre la variabilidad climática de América del Sur. MJO modula los episodios intensos de la ZCAS, con una persistencia de más de 3 días (Carvalho et al. 2004). Liebmann et al. (2004) muestran variaciones significativas de eventos de

of convection over Indonesia and suppression over the central Pacific (Carvalho et al. 2004).

Temperature intraseasonal variability and temperature extremes

Although, intraseasonal variability of the large-scale circulation and precipitation over South America has been extensively addressed, intraseasonal variability of both temperature and temperature extremes has not received appropriate attention yet. Recently Cerne et al. (2007) described the physical processes associated with the occurrence of a heat wave over central Argentina during the austral summer of 2002-2003, during which the South American Low-Level Jet Experiment (SALLJEX) was carried out. The SALLJEX heat wave that occurred on 25 January-2 February 2003 was characterized by extreme conditions during its last 3 days and the highest recorded temperatures in the last 35 years in several stations in the region. It was found that not only the activity of synoptic scale waves, but also intraseasonal oscillation variability had strong impacts on the temperature evolution during that summer. In the weeks preceding the heat wave development, an intensified SACZ dominated the atmospheric conditions over tropical South America. Temperatures significantly increased in the subtropics due to subsidence and diabatic heating associated with the SACZ, as depicted by SALLJEX upper-air observations (Fig. 1). An extratropical anticyclone that evolved along southern South America further intensified subsidence conditions. By the end of January, warming processes associated with SACZ activity weakened, while horizontal temperature advection begun to dominate over central Argentina due to the intensification of the South American Low-Level Jet. This mechanism led to temperature extremes on 2 February with temperature anomalies at least two standard deviations larger than the climatological mean values. Intense solar heating favored by strong subsidence was responsible for the heat wave until 31 January, after which horizontal temperature advection was the primary process associated with the temperature peak.

Intraseasonal variability as depicted by precipitation data

Due to the lack of adequate spatial-temporal coverage of daily precipitation data, most studies of intraseasonal variability over South America are based on OLR anomalies. Liebmann et al. (2004) showed that although OLR is a reasonable proxy for convection in the tropical portions of the continent, it does not seem to be an accurate indicator of daily precipitation variability in the subtropical regions. For instance, Carvalho et al. (2002b) showed that break phases of SAMS identified from OLR intraseasonal anomalies during the Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM)/Large-Scale Biosphere Atmosphere (LBA) Experiment campaign (23 January to 28 February 1999) occurred along with the enhancement of convective activity on mesoscale resolved only with hourly satellite images. Recently, Gonzalez et al. (2007) used daily precipitation data from three stations in subtropical Argentina to describe intraseasonal variability (20-90-day) during the austral summer. They showed that intraseasonal variability explains a significant portion of summer precipitation variance with a clear maximum in the vicinity of the subtropical center of SASS (Nogues-Paegle and Mo 1997). Correlation analysis reveals that OLR can explain only a small portion of daily precipitation variability, implying that it does not constitute a proper proxy for precipitation

precipitación anómala en las regiones tropicales y de la ZCAS, asociadas a fases distintivas de la MJO. Además, la fase MJO caracterizada por la supresión de la actividad convectiva en Indonesia y su fortalecimiento sobre el Pacífico central hace aumentar el percentil 95 de la precipitación diaria en el norte/noreste de Brasil, mientras que se observan características opuestas durante el fortalecimiento de la convección sobre Indonesia y su supresión en el Pacífico central (Carvalho et al. 2004).

Variabilidad intraestacional y extremos de la temperatura

Si bien se ha estudiado extensamente la variabilidad de la circulación de gran escala y la precipitación en América del Sur, la variabilidad intraestacional de la temperatura y sus extremos no ha recibido aún el tratamiento adecuado. Recientemente, Cerne et al. (2007) describieron los procesos físicos asociados con la ocurrencia de una ola de calor en la región central de Argentina durante el verano austral de 2002-2003, en el que se realizó el Experimento de la Corriente en Chorro en Capas Bajas de América del Sur (SALLJEX). La ola de calor de SALLJEX que tuvo lugar entre el 25 de enero y el 2 de febrero de 2003 se caracterizó por tener condiciones extremas durante sus 3 últimos días, y las temperaturas más altas registradas en los últimos 35 años en varias estaciones de la región. Se descubrió que además de la actividad de las ondas de escala sinóptica, la variabilidad de las oscilaciones intraestacionales tuvo un fuerte impacto en la marcha de la temperatura durante ese verano. En las semanas precedentes al desarrollo de la ola de calor, una intensificación de la ZCAS dominó las condiciones atmosféricas en la región tropical de América del Sur. Las temperaturas aumentaron de forma significativa en los subtrópicos debido a la subsidencia y al calentamiento diabático asociado con la ZCAS, como lo muestran las observaciones en altura de SALLJEX (Fig. 1). Un anticiclón extratropical que se desarrolló hacia el sur de América del Sur intensificó aún más las condiciones de subsidencia. A fines de enero, los procesos de calentamiento asociados a la actividad de la ZCAS se debilitaron, mientras que la advección horizontal de temperatura comenzó a dominar el centro de Argentina debido a la intensificación de la Corriente en Chorro en Capas Bajas de América del Sur. Este mecanismo provocó las temperaturas extremas del 2 de febrero, con anomalías de temperatura de al menos dos desvíos estándar mayores que los valores climatológicos medios. El intenso calentamiento solar favorecido por la fuerte subsidencia fue responsable de la ola de calor hasta el 31 de enero, luego de lo cual, la advección horizontal de temperatura se constituyó en el principal proceso asociado con el máximo de temperatura.

La variabilidad intraestacional descrita por los datos de precipitación

Debido a la falta de una cobertura espacial y temporal adecuada de la precipitación diaria, la mayoría de los estudios de la variabilidad intraestacional en América del Sur se basan en las anomalías de la radiación saliente de onda larga (OLR). Liebmann et al. (2004) mostraron que si bien OLR es un proxy razonable de la convección en la parte tropical del continente, no parece ser un indicador preciso de la variabilidad de precipitación diaria en las regiones subtropicales. Por ejemplo, Carvalho et al. (2002b) mostraron que las fases de interrupción del SAMS identificadas a partir de anomalías intraestacionales de la OLR durante la campaña del Experimento en Gran Escala

on daily timescales. On intraseasonal timescales, though, OLR reproduces the main features of precipitation variability.

Gonzalez et al. (2007) also showed that summers associated with a strong intraseasonal signal in precipitation variability show distinctive wet/dry intraseasonal periods in daily raw data, in relationship with a well defined SASS-like spatial pattern of convection. During these seasons, strong large-scale forcing (such as warm El Niño/Southern Oscillation (ENSO) events and/or tropical intraseasonal convective activity), and Rossby-wave-like circulation anomalies extending across the Pacific Ocean, are also observed. A combination of regional and large-scale forcings seems then essential for the development of regionally coherent and strong intraseasonal signal modulating wet/dry periods of daily precipitation events in SESA.

de la Biósfera y la Atmósfera (LBA), llamada Misión de Medición de Lluvias Tropicales (TRMM) (23 de enero a 28 de febrero de 1999) tuvieron lugar junto con la intensificación de la actividad convectiva de mesoescala que sólo se resolvió mediante imágenes satelitales horarias. Recientemente, Gonzalez et al. (2007) utilizaron datos diarios de precipitación de tres estaciones del subtropico argentino para describir la variabilidad intraestacional (20-90-días) durante el verano austral. Mostraron que la variabilidad intraestacional explica una importante porción de la varianza de la precipitación estival, con un claro máximo en cercanías del centro de SASS (Nogues-Paegle y Mo 1997). El análisis de correlaciones muestra que la OLR puede explicar sólo una pequeña parte de la variabilidad de la precipitación diaria, lo que implica que éste no constituye un proxy adecuado para la precipitación en escalas de tiempo diarias. Sin embargo, en la escala intraestacional, la OLR reproduce las principales propiedades de la variabilidad de la precipitación.

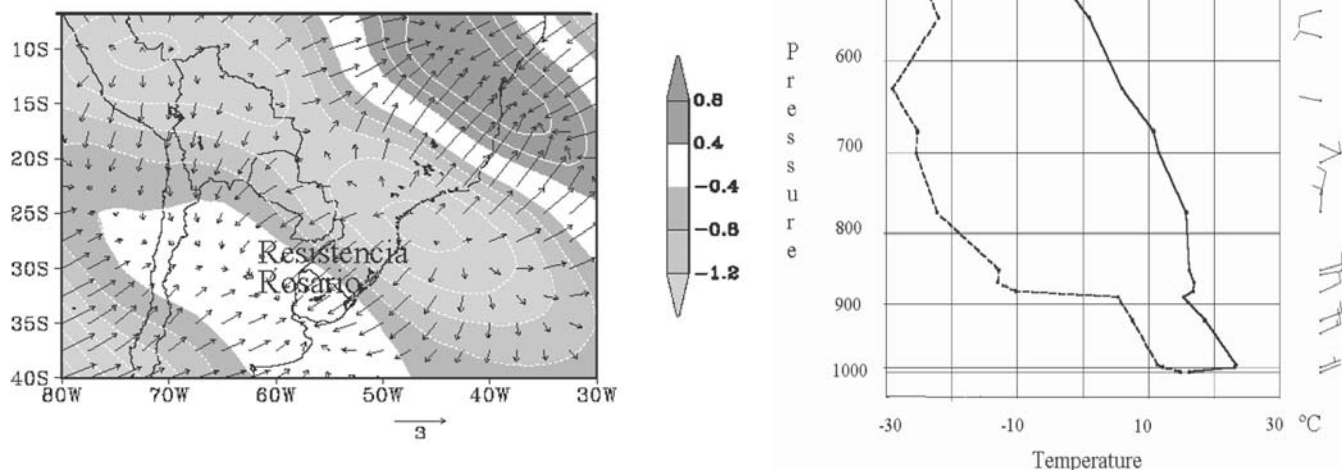


Figure 1: Evidences of the subsidence conditions promoted by the SACZ at the subtropical region. a) Velocity potential anomalies (shaded) and divergent wind anomalies (vectors) at 200 hPa averaged between 24 and 29 January 2003. Shading/contour interval is $0.4 \times 10^6 \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$ and the zero contour is omitted. Reference wind vector is 3 m s^{-1} . b) 25 January 2003. Vertical profile of temperature ($^{\circ}\text{C}$) (solid line) and dew-point temperature ($^{\circ}\text{C}$) (dashed line), Wind velocities are represented by barbs ($\frac{1}{2}$ barb = 5 knots and 1 barb = 10 knots) at Resistencia station ($27^{\circ} 27' \text{ S}$, $59^{\circ} 03' \text{ W}$) derived from SALLJEX radiosonde observations at 06 UTC for 25 January 2003 (Adapted from Cerne et al. 2007).

Figura 1: Evidencia de las condiciones de subsidencia promovidas por la ZCAS en la región subtropical. a) Anomalías del potencial de velocidad (sombreado) y anomalías del viento divergente (vectores) en 200 hPa promediados entre el 24 y el 29 de enero de 2003. El intervalo de sombreado /contornos es de $0,4 \times 10^6 \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$. Se omite la línea de cero. El vector de referencia del viento es 3 m s^{-1} . b) 25 de enero de 2003. Perfil vertical de temperatura ($^{\circ}\text{C}$) (línea llena) y temperatura de rocío ($^{\circ}\text{C}$) (línea punteada), La velocidad del viento está representada por barbas ($\frac{1}{2}$ barba = 5 nudos y 1 barba = 10 nudos) en la estación de Resistencia ($27^{\circ} 27' \text{ S}$, $59^{\circ} 03' \text{ W}$) derivada de observaciones de radiosonda de SALLJEX a las 06 UTC del 25 de enero de 2003 (adaptado de Cerne et al. 2007).

Future Challenges

The influential nature of intraseasonal oscillations (ISO) has been identified in the skills of medium-range weather forecasts in the Pan-American sector (Nogués-Paegle et al. 1998; Jones and Schemm 2000). Performing numerical experiments, Jones et al. (2004) investigated the potential predictability of extreme precipitation and found over large areas in South America higher success in predicting extreme precipitation during active MJO than in quiescent situations. Nevertheless, many challenges remain and future investigations are needed

Gonzalez et al. (2007) también mostraron que los veranos asociados con una fuerte señal intraestacional de la variabilidad de la precipitación tienen marcados períodos húmedos/secos en los datos diarios sin procesar, en relación con un patrón espacial bien definido de convección de tipo SASS. Durante estas estaciones se observan también, fuertes forzantes de gran escala (como los eventos cálidos de El Niño/ Oscilación Sur (ENOS) y/o la actividad convectiva intraestacional tropical), y las anomalías de circulación del tipo ondas de Rossby que se extienden sobre el Océano Pacífico. Parece entonces fundamental la combinación de forzantes regionales y de gran

in order to make quantitative prediction improvements on intraseasonal timescales. Some of the key questions that still need to be answered are: How do ISO affect predictability in SAMS from the synoptic to the seasonal time scales? How well are local and remote forcings of ISO known and specified in model simulations? Is the predictability and signal of the ISO dependent on initial conditions? What is the role of the atmosphere-ocean coupling and how well can models simulate the ocean forcing and feedbacks? What ensemble methodologies succeed in measuring signal/noise ratio for simulation of ISO time scales? Is the skill of seasonal forecasts dependent on the strength of the ISO? How predictable is the influence of the ISO on the occurrence of extreme weather events?

In order to meet these challenges, the VAMOS Program is developing a modeling strategy that includes baseline seasonal simulations that correspond to major field campaigns (NAME, SALLJEX) and multi-year simulations focused on key physical processes (e.g. the diurnal cycle of convection). Additional information can be found in the Science Plan and Implementation Strategy for the Monsoon Experiment in South America (MESA), available in the VAMOS Homepage: <http://www.clivar.org/organization/vamos/vamos.php>.

References / Referencias

- Carvalho LMV, Jones C, Liebmann B, 2002a: Extreme precipitation events in Southeastern South America and large-scale convective patterns in South Atlantic Convergence Zone. *J. Climate*, 15, 2377-2394
- Carvalho LMV, Jones C, M. A. F. Silva Dias, 2002b: Intraseasonal large-scale circulations and mesoscale convective activity in Tropical South America during the TRMM-LBA campaign. *J. Geophys. Res.*, 29, 10.1029/2001JD000745.
- Carvalho LMV, Jones C, Liebmann B, 2004: The South Atlantic convergence zone: Intensity, form, persistence, and relationships with intraseasonal to interannual activity and extreme rainfall. *J. Climate* 17: 88-108.
- Cerne, B., C. Vera, B. Liebmann, 2007: The nature of a heat wave in eastern Argentina occurring during SALLJEX. *Mon. Wea. Rev.* 135, 1165-1174.
- Gonzalez, P., C. Vera, B. Liebmann, and, G. Kiladis, 2007: Intraseasonal Variability in Subtropical South America as Depicted by Precipitation Data. *Climate Dynamics* (in press).
- Jones, C., and L. M. V. Carvalho, 2002: Active and break phases in the South American Monsoon System. *J. Climate*, 15, 905-914.
- Jones, C., D. E. Waliser, K. M. Lau, and W. Stern, 2004: Global occurrences of extreme precipitation events and the Madden-Julian Oscillation: observations and predictability. *J. Climate*, 17, 4575-4589.
- Jones, C. and J-K. E. Schemm, 2000: The influence of intraseasonal variations on medium-range weather forecasts over South America. *Mon. Wea. Rev.* 128, 486-494
- Lau, W.K.M., and D. E. Waliser, 2005: *Intraseasonal Variability in the Atmosphere-Ocean Climate System*. Springer-Verlag, 436 pp.
- Liebmann, B., G. N. Kiladis, J. A. Marengo, T. Ambrizzi, and J. D. Glick, 1999: Submonthly convective variability over South America and the South Atlantic convergence zone. *J. Climate*, 12, 1877-1891.
- Liebmann, B., N. Kiladis, C. S. Vera, A. C. Saulo and L. M. V. Carvalho, 2004: Subseasonal Variations of Rainfall in South America in the Vicinity of the Low-Level Jet East of the Andes and Comparison to those in the South Atlantic Convergence Zone. *J. Climate*, 17, 3829-3842
- Nogués-Paegle J., K. Mo, and J. Paegle, 1998: Predictability of the NCEP/NCAR reanalysis model during austral summer. *Mon. Wea. Rev.*, 126, 3135-3152.

escala para el desarrollo de una señal intraestacional fuerte y regionalmente coherente que module los períodos húmedos/secos de los eventos de precipitación diaria en SESA.

Desafíos futuros

La naturaleza influyente de las oscilaciones intraestacionales (ISO) fue identificada en la bondad de los pronósticos del tiempo de mediano plazo de la región Panamericana (Nogués-Paegle et al. 1998; Jones y Schemm 2000). A través de experimentos numéricos, Jones et al. (2004) investigaron la predictabilidad potencial de la precipitación extrema y obtuvieron mejores pronósticos de la precipitación extrema en grandes áreas de América del Sur durante la fase activa de la MJO que en las situaciones de inactividad. Sin embargo, quedan numerosos desafíos, y es necesario continuar investigando para mejorar cuantitativamente los pronósticos en escalas de tiempo intraestacionales. Algunos de los interrogantes clave que quedan aún sin responder son los siguientes: ¿Cómo afectan las ISO la predictabilidad en SAMS en las escalas temporales sinóptica a estacional? ¿Qué tan bien se conocen los forzantes locales y remotos de las ISO y hasta qué punto están especificados en las simulaciones de los modelos? ¿Dependen la predictabilidad y la señal de las ISO de las condiciones iniciales? ¿Cuál es el papel del acoplamiento atmósfera-océano y qué tan bien pueden los modelos simular los forzantes y realimentaciones oceánicas? ¿Qué metodologías de ensamble miden adecuadamente la proporción señal/ ruido en la simulación de las escalas de tiempo de las ISO? ¿La bondad de los pronósticos estacionales depende de la intensidad de las ISO? ¿Cuán predecible es la influencia de las ISO en la ocurrencia de eventos extremos del tiempo?

Para encarar estos desafíos, el programa VAMOS está desarrollando una estrategia de modelado, que incluye simulaciones estacionales de base que corresponden a importantes trabajos de campo (NAME, SALLJEX) y simulaciones multianuales centradas en procesos físicos clave (el ciclo diurno, por ejemplo). Puede hallarse información adicional en el Plan Científico y Estrategia de Implementación del Experimento sobre el Monzón de América del Sur (MESA), que se encuentra disponible en la página web de VAMOS: <http://www.clivar.org/organization/vamos/vamos.php>.

References / Referencias (cont.)

- Nogués-Paegle J., L. A. Byerle K. Mo, 2000: Intraseasonal modulation of South American summer precipitation. *J. Climate*, 128, 837-850.
- Vera, C., and Coauthors, 2006: The South American Low-Level Jet Experiment. *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 87, 63-77.

Leila M. V. Carvalho
Departamento de Ciências Atmosféricas
Universidade de São Paulo, Brasil

Carolina Vera
CIMA/Facultad de Ciencias Exactas y Naturales
Universidad de Buenos Aires-CONICET, Argentina

Charles Jones
Institute for Computational Earth System Science
University of California Santa Barbara, USA

MJO Prediction, the American Monsoons, and Hazards Assessment Products

Pronósticos de la Oscilación Madden-Julian, monzones americanos y productos de evaluación de riesgos

The MJO has documented relationships with numerous phenomena, including the ENSO cycle, tropical cyclone activity in all of the ocean basins, and the monsoon systems in both hemispheres (including the American Monsoon Systems). The MJO often produces distinct periods of anomalous precipitation over near equatorial and subtropical regions of the Americas, Africa, and the Maritime Continent. The relationships noted above often result in short-term (week 1-3) weather hazards and/or benefits that can have far reaching socioeconomic impacts.

In order to exploit information related to the MJO and its associated impacts in the short-term, the Climate Prediction Center (CPC) of the National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) has developed an Experimental Global Tropics Hazards / Benefits Assessment and Outlook (see Fig. 1 for an example). The product is issued weekly and currently includes (i) outlooks for above and below average precipitation, (ii) areas with favorable and unfavorable conditions for tropical cyclogenesis, and (iii) areas with impacts from existing tropical cyclones. The product links many on-going activities in CPC, both operational and developmental, and includes participation from outside sources.

For the reasons indicated above, the CPC Benefits/Hazards Team is very interested in the status of the regional monsoon systems (including the American monsoons). In particular, the Hazards / Benefits Team coordinates with a second team (CPC's monsoon monitoring Team) to determine how the regional monsoon systems might influence the Outlook:

What are the normal monsoon onset / ending dates? Will this years' monsoon begin early or late? Will it end early or late?

What is the monsoon rainfall to date? How does it compare to normal? How does it compare to last year? Has the monsoon been stronger or weaker than average? How is tropical cyclone activity influencing the monsoon?

Have there been any distinct transitions (e.g. wet to dry and vice-versa)? Are they related to intraseasonal (MJO) activity?

What do the GFS/CFS forecasts of tropical intraseasonal activity, circulation features, precipitation, and typical monsoon features indicate for the next 1-2 weeks?

The physical basis for the Hazards / Benefits Outlooks includes atmospheric responses to the ENSO cycle, the MJO, and other coherent and/or persistent modes of variability in both the tropics and extratropics. The experimental product bridges the gap between climate and weather and has many diverse applications in various sectors of the economy (including the financial, energy, agriculture, water resource management and fire weather sectors). The Outlooks also provide emergency managers and regional planners with a heads-up on potential hazards related to climate, weather and hydrologic events in

Se han documentado las relaciones de la Oscilación Madden-Julian (MJO) con una cantidad de fenómenos, entre los que se cuenta el ciclo del ENOS, la actividad de los ciclones tropicales en todas las cuencas oceánicas y los sistemas monzónicos de ambos hemisferios (incluyendo los Sistemas Monzónicos Americanos). La MJO a menudo genera períodos marcados de precipitaciones anómalas en regiones cercanas al ecuador y de los subtrópicos de las Américas, África y el Continente Marítimo. Las relaciones mencionadas a menudo implican un tiempo riesgoso y/o beneficioso en el corto plazo (de una a tres semanas) que pueden tener impactos socioeconómicos de largo alcance.

Para aprovechar la información relacionada con la MJO y sus impactos asociados en el corto plazo, el Centro de Predicción del Clima (CPC) de la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA) ha desarrollado una Evaluación y Pronóstico Experimental de los Riesgos y Beneficios en los Trópicos del Mundo (ejemplo en la Fig. 1). El producto se publica de forma semanal y actualmente incluye (i) pronósticos de precipitaciones por encima y por debajo de la media, (ii) áreas con condiciones favorables y desfavorables para la ciclogénesis tropical y (iii) áreas en las que los ciclones tropicales existentes tienen impacto. El producto enlaza muchas actividades, tanto operativas como de desarrollo, que se están llevando a cabo en el CPC, y cuenta con la participación de fuentes externas.

Por lo expuesto arriba, el Equipo de Beneficios / Riesgos de CPC está sumamente interesado en el estado de los sistemas monzónicos regionales (entre ellos, los americanos). En particular, está en coordinación con el equipo de monitoreo de monzones de CPC para determinar el modo en que los sistemas monzónicos regionales pueden influir en el pronóstico:

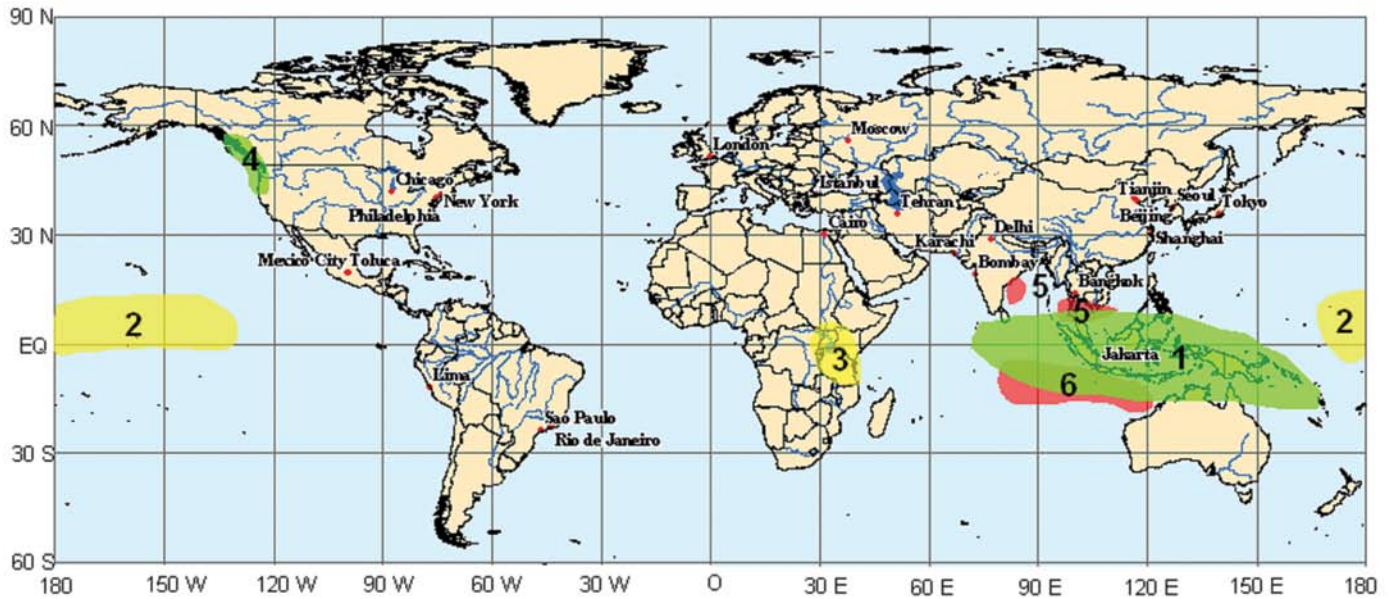
¿Cuáles son las fechas normales de inicio /finalización de los monzones? El monzón de este año, ¿empezará antes o después? ¿Cuándo terminará?

¿A cuánto asciende la precipitación monzónica a la fecha? ¿Cómo es en relación con la normal? ¿y en relación al año anterior? ¿El monzón resultó ser más fuerte o más débil que el promedio? ¿Qué influencia tiene la actividad ciclónica tropical en los monzones?

¿Ha habido transiciones evidentes (por ejemplo, de húmedo a seco o viceversa)? ¿Están relacionadas con la actividad intraestacional (MJO)?

¿Qué indican los pronósticos del Sistema Global de Pronóstico /Sistema de Pronóstico del Tiempo(GFS/CFS, por sus siglas en inglés) acerca de la actividad intraestacional tropical, las características de la circulación, la precipitación y las características típicas de los monzones para la próxima semana o quincena?

El fundamento físico de los Pronósticos de Riesgos/Beneficios incluye la respuesta de la atmósfera al ciclo del



Example benefits/hazards map from December 19, 2005 indicating forecasted areas of above normal (green) and below normal (yellow) rainfall and favorable conditions for tropical cyclogenesis (red). The assessment product is GIS based and allows the overlay of additional geographic information – in this example, rivers and major population centers. The link to the GH website is: <<http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/precip/CWlink/ghazards/ghaz.shtml>>

Ejemplo de un mapa de beneficios /riesgos del 19 de diciembre de 2005, que muestra las áreas donde se pronostica una precipitación superior a la normal (verde) e inferior (amarillo) y las condiciones favorables a la ciclogénesis tropical (rojo). Este producto de evaluación se basa en un SIG y permite la superposición de información geográfica adicional – en este caso, los ríos y los principales centros de población. El link al sitio de GH es: <<http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/precip/CWlink/ghazards/ghaz.shtml>>

- (1) An increased chance of above normal rainfall for the eastern Indian Ocean / Maritime Continent
- (2) An increased chance of below normal rainfall in the central Pacific Ocean
- (3) An increased chance of below normal rainfall across sections of Kenya and Tanzania
- (4) An increased chance of above normal precipitation, strong winds, and high seas along the Pacific coast
- (5) Tropical cyclones will impact sections of southeast Asia, Malaysia, and the Bay of Bengal
- (6) An increased chance of tropical cyclogenesis in the southern Indian Ocean northwest of Australia

- (1) Mayor probabilidad de ocurrencia de precipitaciones superiores a la normal en el Océano Índico oriental / Continente Marítimo
- (2) Mayor probabilidad de ocurrencia de precipitaciones inferiores a la normal en el Océano Pacífico central
- (3) Mayor probabilidad de ocurrencia de precipitaciones inferiores a la normal en sectores de Kenya y Tanzania
- (4) Mayor probabilidad de ocurrencia de precipitaciones superiores a la normal, fuertes vientos y mar gruesa a lo largo de la costa del Pacífico
- (5) Ciclones tropicales impactarán en sectores del sudeste de Asia, Malasia y el Golfo de Bengala
- (6) Aumento de la probabilidad de ciclogénesis tropical en el sur del Océano Índico al noroeste de Australia

the global tropics. Preliminary verification of the Outlooks for both precipitation and tropical cyclogenesis are encouraging, with skill levels comparable to those achieved with other CPC operational products.

Improved understanding and more realistic simulations of the MJO (including onset and demise) and its influences on monsoon systems will have tremendous implications for assessing future potential benefits and hazards across the global tropics. CPC is actively researching ways to better understand and exploit MJO related information for forecasts at ever increasing lead times through a number of means. An important ongoing activity within CPC is the development of an objective tool combining information from both statistical and

ENOS, la MJO y otros modos de variabilidad coherentes y/o persistentes de los trópicos y los extratropicos. El producto experimental cubre la brecha entre el clima y el tiempo y tiene variadas aplicaciones en distintos sectores de la economía (incluyendo los financieros, de energía, agricultura, manejo de recursos hídricos y prevención de incendios). Los pronósticos también ofrecen a los funcionarios de emergencias y a los planificadores regionales un alerta sobre los riesgos potenciales relacionados con el clima y los eventos relacionados con el tiempo y la hidrología en la región tropical del globo. La verificación preliminar de los pronósticos de precipitación y ciclogénesis tropical resultó alentadora, con niveles de bondad comparables a los logrados con otros productos operativos del CPC.

dynamical MJO forecasts to produce probabilistic outlooks of rainfall across the global tropics keyed to the MJO cycle. The final forecast is optimized based on evaluation of the historical accuracy of all the different forecasts with the premise that the consolidation (i.e. objectively combining) of multiple methods will produce a more accurate forecast than any individual forecast alone.

*Jon Gottschalck and Wayne Higgins
Climate Prediction Center
National Weather Service
NOAA, USA*

Simulaciones más realistas y una mejor comprensión de la MJO (incluyendo su inicio y finalización) y su influencia en los sistemas monzónicos tendrá importantes implicancias para la evaluación de los beneficios y riesgos potenciales a futuro en los trópicos del mundo. A través de diferentes medios, el CPC investiga activamente formas de entender y aprovechar la información relacionada con la MJO en los pronósticos con tiempos de anticipación cada vez mayores. Una importante actividad que se está llevando a cabo en el CPC es el desarrollo de una herramienta objetiva que combine información de los pronósticos estadísticos y dinámicos de la MJO para producir pronósticos probabilísticos de precipitación en los trópicos, adaptados al ciclo de la MJO. El pronóstico final se optimiza mediante una evaluación de la precisión histórica de los distintos pronósticos con la premisa de que la consolidación (es decir, la combinación objetiva) de múltiples métodos dará lugar a pronósticos más acertados que cualquiera de ellos por separado.

Intraseasonal Variability Prediction in the South American Monsoon System (SAMS)

Model simulations of intraseasonal oscillation have been analyzed in atmospheric (AGCM) and coupled ocean-atmosphere (CGCM) general circulation models by Slingo et al. (2004), Rajendran et al. (2004), Kemball-Cook et al. (2002) and others. Results show that some AGCM reproduce particular characteristics of intraseasonal oscillation, although most models underestimate the strength of this variability (Slingo et al. 2004). Model experiments with both AGCM and CGCM indicate that the ocean-atmosphere interaction plays a role on the organization and intensification of intraseasonal oscillation (Rajendran et al. 2004).

Considering that intraseasonal variability strongly affects the South American Monsoon System (SAMS) region, mainly the South Atlantic Convergence Zone (SACZ), convection prediction of this variability should improve the final seasonal prediction. Jones and Schemm (2000) analyzed results of extended range weather forecasts from a Medium Range Forecast (MRF) model in 50 days integrations, for 5 years, over South America, and found more skill over SACZ in periods of strong convective activity associated with MJO than in periods of weak activity. The model skill was low when the convection was associated with 10-30 days band variation. This result shows the increase of extended range predictability when the intraseasonal variability is considered.

In long-range simulations, the influence of intraseasonal variability on South America summer season was discussed by Cavalcanti and Castro (2003), Cavalcanti and Cunningham (2006) and Meira and Cavalcanti (2006) using the CPTEC/COLA AGCM. In these studies, several variables

Pronóstico de la variabilidad intraestacional en el Sistema Monzónico de América del Sur (SAMS)

Se analizaron las simulaciones de las oscilaciones intraestacionales de los modelos de circulación general de la atmósfera (AGCM) y del sistema acoplado océano-atmósfera (CGCM) por Slingo et al. (2004), Rajendran et al. (2004), Kemball-Cook et al. (2002) y otros. Los resultados muestran que algunos AGCM reproducen características particulares de la oscilación intraestacional, aunque la mayoría de los modelos subestima la intensidad de dicha variabilidad (Slingo et al. 2004). Los experimentos realizados con diferentes AGCM y CGCM indican que la interacción océano-atmósfera tiene influencia en la organización e intensificación de la oscilación intraestacional (Rajendran et al. 2004).

Teniendo en cuenta que la variabilidad intraestacional tiene un fuerte impacto en la región del Sistema Monzónico de América del Sur (SAMS), principalmente en la Zona de Convergencia del Atlántico Sur (ZCAS), un pronóstico de la convección de esta variabilidad más ajustado debería mejorar el pronóstico estacional final. Jones y Schemm (2000) analizaron los resultados de los pronósticos del tiempo extendidos a partir de un modelo de Pronóstico de Mediano Alcance (MRF, por sus siglas en inglés) en integraciones de 50 días, para 5 años, en América del Sur, y descubrieron que éstos tienen un mejor comportamiento en la ZCAS durante los periodos de actividad convectiva intensa asociada a la MJO (Oscilación Madden-Julian) que durante los periodos en los que esta actividad es débil. La bondad del modelo resultó baja cuando la convección estuvo asociada a variaciones en la banda de los 10-30 días. Este resultado demuestra que la predictabilidad en un periodo extendido aumenta cuando se toma en cuenta la variabilidad intraestacional.

from the model results were filtered in the band of 30 to 90 days, considering individual integrations. Intraseasonal variability characteristics identified in observational data were reproduced by the model, such as the north-south OLR dipole, related to the SACZ convection variability and the opposite anomalies to the south (Fig.1a). The PSA pattern was also reproduced, in geopotential and meridional wind with a wavetrain over South Pacific Ocean, depicting the tropics/extratropics teleconnection mode (Fig.1b). However, the model did not show OLR anomalies propagation from Indonesia/Western Pacific eastward, as MJO do, but reproduces the opposite intraseasonal anomaly signs over Indonesia and tropical South America. When SACZ is displaced northward and

En las simulaciones de largo plazo realizadas con el AGCM de CPTEC/COLA, la influencia de la variabilidad intraestacional en el verano de América del Sur fue analizada por Cavalcanti y Castro (2003), Cavalcanti y Cunningham (2006) y Meira y Cavalcanti (2006). En estos estudios, se filtraron distintas variables de los resultados del modelo en la banda de los 30 a 90 días, considerando integraciones individuales. El modelo reprodujo las características de la variabilidad intraestacional observadas en las mediciones, tales como el dipolo norte-sur de la radiación saliente de onda larga (OLR), que está relacionado con la variabilidad de la convección en la ZCAS y las anomalías opuestas en el sur (Fig.1a). Se reprodujo también el patrón del Pacífico Sudamericano (PSA), en el geopotencial y

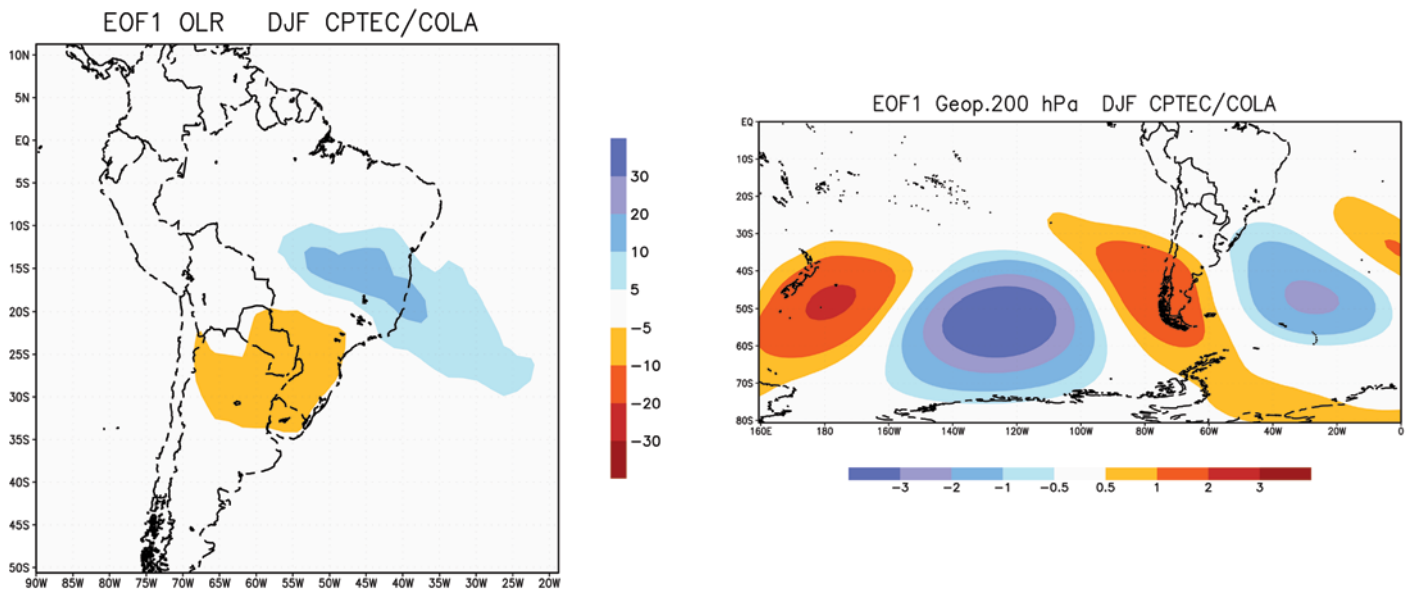


Fig. 1. DJF EOF of intraseasonal anomalies (a) OLR; (b) geopotencial at 200 hPa / Fig. 1. Función empírica ortogonal de las anomalías intraestacionales (a) OLR; (b) geopotencial en 200 hPa para el período diciembre, enero y febrero.

the OLR dipole pattern is established, opposite signs occur over Indonesia. OLR variance analysis in the intraseasonal band, from CPTEC/COLA AGCM results, display similar features to the observation variance, with maximum values over Indonesia and over the Southern Hemisphere Convergence Zones, including the SACZ (Meira and Cavalcanti 2006). Experimental analysis of seasonal prediction results from AGCM, at CPTEC, showed MJO propagation characteristics, when individual members were considered in spectral analysis, which were not reproduced by the ensemble (Ramirez-Gutierrez and Cavalcanti 2004). Preliminary analysis using daily forecasts of both AGCM and CGCM's extended range forecasts at CPTEC showed spatially coherent patterns of eastward propagating disturbances of velocity potential and OLR over the tropics for the CGCM outputs, with closer resemblance to observations than the AGCM results (figures not shown). This is further evidence that ocean-atmosphere interactions are key to the eastward propagation of atmospheric variations at intraseasonal time scales, as suggested by the wind-evaporation feedback hypothesis (Neelin et al. 1987).

el viento meridional con un tren de ondas sobre el Pacífico Sur, que describe el modo de teleconexión trópico/extratropical (Fig.1b). Sin embargo, el modelo no mostró la propagación hacia el este de las anomalías de OLR desde Indonesia/Pacífico occidental, como lo hace el MJO, pero reprodujo las anomalías intraestacionales de signo opuesto en Indonesia y la América del Sur tropical. Cuando la ZCAS se desplaza hacia el norte y se establece el dipolo OLR, en Indonesia se ven signos opuestos. El análisis de la varianza del OLR en la banda intraestacional, realizado a partir de los resultados del AGCM de CPTEC/COLA, muestra características similares a la varianza de las observaciones, con valores máximos sobre Indonesia y las Zonas de Convergencia del Hemisferio Sur, incluyendo la ZCAS (Meira y Cavalcanti 2006). El análisis experimental de los resultados de los pronósticos estacionales obtenidos en CPTEC con el AGCM mostró las características de la propagación del MJO, cuando los miembros individuales no reproducidos por el ensemble fueron sometidos al análisis espectral (Ramirez-Gutierrez y Cavalcanti 2004). El análisis preliminar realizado en CPTEC con pronósticos diarios de los pronósticos extendidos del AGCM

Identification of intraseasonal variability in seasonal model prediction over the SAMS region may provide a tool to improve seasonal precipitation prediction over southeastern Brazil, a region where CPTEC/COLA AGCM has low precipitation skill (Marengo et al. 2003), and where there are high systematic errors (Cavalcanti et al. 2002). Several studies related to intraseasonal variability over the SAMS region, have been suggested in MESA/VAMOS modeling plan, to improve the prediction in global and regional models. MESA/VAMOS modeling community intends to develop this plan in future studies.

References / Referencias

- Cavalcanti, I.F.A., and C.C. Castro, 2003. Southern Hemisphere atmospheric low frequency variability in a GCM climate simulation. VII international Conference on Southern Hemisphere Meteorology and Oceanography, 24-28 march 2003, Wellington, New Zealand.
- Cavalcanti, IFA, and C.C. Cunningham, 2006. The wave four intraseasonal variability in extratropical S.H. and influences over South America- The behaviour of CPTEC/COLA AGCM. 8th Southern Hemisphere International Conference on Meteorology and Oceanography, 2006 Fóz do Iguaçú, Brazil.
- Jones, C., and J.K.E. Schemm, 2000: The Influence of Intraseasonal Variations on Medium- to Extended-Range Weather Forecasts over South America. *Mon. Wea. Rev.*, 128, 486-494.
- Kemball-Cook, S., B. Wang, and X. Fu, 2002: Simulation of the Intraseasonal Oscillation in the ECHAM-4 Model: The Impact of Coupling with an Ocean Model. *J. Atmos. Sci.*, 59, 1433-1453.
- Meira, G.C., and I.F.A. Cavalcanti, 2006. Uma comparação da variabilidade intrasazonal simulada pelo MCGA CPTEC/COLA e a observada sobre a América do Sul. Anais do XIV Congresso Brasileiro de Meteorologia, Sta Catarina, 2006.
- Neelin, J. D., I. M. Held, and K. H. Cook, 1987: Evaporation-wind feedback and low-frequency variability in the tropical atmosphere. *J. Atmos. Sci.*, 44, 2341-2348.
- Rajendran, K., A. Kitoh, and O. Arakawa, 2004. Monsoon low-frequency intraseasonal oscillation and ocean-atmosphere coupling over the Indian Ocean. *Geophysical Research Letters*, 31, L02210, doi:10.1029/2003GL019031.
- Ramirez Gutierrez, E. M. A., and Cavalcanti, I. F.A. 2004: Estudo Preliminar: Comparação das oscilações intrasazonais do MCGA CPTEC/COLA com as ondas das teorias clássicas de Matsuno e Gill. Anais do XIII Congresso Brasileiro de Meteorologia - XIII CBMET - SBMET, Fortaleza Ceará.

y el CGCM mostró patrones espacialmente coherentes de la propagación hacia el este de las perturbaciones del potencial de velocidad y el OLR en los trópicos para las salidas del CGCM, más similares a las observaciones que los resultados del AGCM (no se muestran las figuras). Esto contribuye a la evidencia de que las interacciones entre el océano y la atmósfera son clave para la propagación hacia el este de las variaciones atmosféricas en escalas de tiempo intraestacionales, como lo sugiere la hipótesis de la retroalimentación viento-evaporación (Neelin et al. 1987).

La identificación de la variabilidad intraestacional en los pronósticos numéricos estacionales en la región del SAMS puede constituir una herramienta para mejorar la predicción de la precipitación estacional en el sudeste de Brasil, una región en la que el AGCM de CPTEC/COLA tiene baja bondad para simular la precipitación (Marengo et al. 2003), y en la que hay errores sistemáticos de magnitud (Cavalcanti et al. 2002). Se propuso realizar varios estudios relacionados con la variabilidad intraestacional en la región del SAMS en el marco del plan de modelado de MESA/VAMOS, con el fin de mejorar los pronósticos de los modelos globales y regionales. La comunidad de modelado de MESA/VAMOS tiene por objeto desarrollar este plan en estudios futuros.

*Iracema F.A. Cavalcanti and Paulo Nobre
Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos
Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
CPTEC/INPE, Brazil*

VAMOS PANEL MEMBERS

- E.H. Berbery (co-chair) - University of Maryland, College Park, USA
J. Marengo (co-chair) - CPTEC, INPE, Brazil
J.P. Boulanger - Laboratoire d'Océanographie Dynamique et de Climatologie, Paris, France
A. Busalacchi - Earth System Science Interdisciplinary Center, U. Maryland, College Park, USA
T. Cavazos - CICESE, Ensenada, Baja California, Mexico
D. Enfield - NOAA/Atlantic Oceanographic Meteorological Observatory (AOML), Miami, FL, USA
L. Farfan - CICESE, La Paz, B.C.S, Mexico
R. Garreaud - Universidad de Chile, Santiago de Chile, Chile
D. Gochis - NCAR RAO, Boulder, Colorado, USA
L. Goddard - IRI, Palisades, USA
D. Gutzler - U. New Mexico, Albuquerque, USA
C.R. Mechoso - UCLA, Los Angeles, USA
C. Saulo - CIMA, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina

Contents / Índice

Editorial

Intraseasonal variability of the North American Monsoon Systems

The main characteristics of intraseasonal variability in the South American Monsoon System (SAMS)

MJO Prediction, the American Monsoons, and Hazards Assessment Products

Intraseasonal Variability Prediction in the South American Monsoon System (SAMS)

Variabilidad intraestacional del Sistema Monzónico de Norteamérica

Características principales de la variabilidad intraestacional en el Sistema Monzónico de América del Sur (SAMS)

Pronósticos de la Oscilación Madden-Julian, monzones americanos y productos de evaluación de riesgos

Pronóstico de la variabilidad intraestacional en el Sistema Monzónico de América del Sur (SAMS)

Front page figure legend:

The top of nine panels: Velocity potential anomalies on Feb, 12, 2008 for the domain 20S-20N, relative to a 1979-2001 Reanalysis climatology valid for the date. Units are 1000,000 m²/s. Contours and colors as shown by the bar at the bottom. The eight panels underneath are forecasts spaced 5 days apart out to 40 days verifying on the date shown on the far right. The forecast method is called 'empirical wave propagation' (EWP), i.e. each zonal harmonic making up the initial state is moved with constant amplitude according to an empirically determined phase speed, which is generally eastward, especially for long waves (~10m/s). Wave speeds depend only on zonal wavenumber, latitude and the month of the year, and are derived from 1979-2001 data. For details of EWP method see Chapter 3 in a book entitled "Empirical Methods in Short-Term Climate Prediction" by Huug van den Dool, 2007 (<http://www.oup.com/uk/catalogue/?ci=9780199202782>).

The colors are suggestive, green for negative values i.e. anomalous 200 mb outflow (convection enhanced) and brown for positive values (200 mb convergence and subsidence).

Operational up to date display of several forecast methods, including EWP, at: http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/precip/CWlink/MJO/mjo_chi.shtml

Panel superior: Anomalías del potencial de velocidad para el 12 de febrero de 2008 en el dominio 20S-20N, respecto de una climatología de reanálisis de 1979-2001 válida para la fecha. Las unidades están en 1000.000 m²/s. La referencia de las isolíneas y los colores se muestra en la barra debajo de la figura. Los ocho paneles siguientes corresponden a pronósticos hasta 40 días, espaciados cada 5 días a partir de la fecha de inicio. A la derecha de cada panel se muestra la fecha del pronóstico. El método utilizado para el pronóstico es conocido como 'propagación empírica de ondas' (EWP, por sus siglas en inglés), es decir que cada armónico zonal que compone el estado inicial se desplaza con amplitud constante de acuerdo con una velocidad de fase determinada empíricamente. El desplazamiento es en general hacia el este, particularmente para las ondas largas (~10m/s). Las velocidades de la onda dependen sólo del número de onda zonal, la latitud y el mes, y se obtienen a partir de los datos para el período 1979-2001. Para mayor información sobre el método EWP vea el capítulo 3 del libro titulado "Empirical Methods in Short-Term Climate Prediction" de Huug van den Dool, 2007 (<http://www.oup.com/uk/catalogue/?ci=9780199202782>).

Los colores son sugestivos, verde para los valores negativos, es decir el flujo saliente anómalo de 200 mb (fortalecimiento de la convección) y marrón para los valores positivos (convergencia de 200 mb y subsidencia).

Puede hallarse una muestra de varios métodos de pronóstico que están operativos, incluyendo el EWP, en: http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/precip/CWlink/MJO/mjo_chi.shtml

VAMOS ! - The Newsletter of the VAMOS Programme

Editors: Carlos Ereño, Hugo Berbery and José Marengo

Layout: Paula Richter and Andreas Willwöck

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