

CARACTERISTICAS DE LA PRECIPITACION EN ARGENTINA SUBTROPICAL Y BRASIL MERIDIONAL Y DE LA CONVECCION TROPICAL

Marcela Gonzalez (1); Jonas Nery; Vicente Barros

(1) Departamento de Ciencias de la Atmósfera. Universidad de Buenos Aires, Argentina.

ABSTRACT

The aim of this work is to analyze the rainfall patterns in subtropical Argentina and Meridional Brazil (Minas Gerais, Rio de Janeiro, Sao Paulo, Parana, Santa Catarina and Rio Grande do Sul). In addition, the patterns of convection in tropical South America are studied. The relation between rainfall and convection features show that the displacement of CIT over Central Brazil explains the maximum of precipitation in Northwest of Argentina and the Southeast Brazil.

1. INTRODUCCION

El ciclo anual de precipitación en la región sur de Sudamérica ha sido estudiado por Prohaska (1976), quién elaboró una climatología de la onda anual en diferentes zonas. González y Barros (1995) estudiaron las características de la precipitación en Argentina subtropical haciendo uso del análisis espectral. La variabilidad interanual del comienzo de la estación lluviosa en la zona tropical de Sudamérica fue estudiada por Horel et al. (1989) pero los mecanismos que la causan no han sido totalmente entendidos todavía. Algunos años la convección parece tener una mayor relación con la circulación de gran escala que otros. Nery (1996) estudió la precipitación en el Brasil Meridional haciendo la caracterización de la misma.

El continente sudamericano, debido a características de tipo orográficas como es la cordillera de los Andes, presenta interacciones muy marcadas entre trópicos y subtrópicos. El clima de Brasil depende de la penetración de los frentes fríos de latitudes medias en las latitudes bajas. En verano, estos frentes se propagan en menor medida hacia el norte pero, aún así, es posible que la lluvia en la región amazónica esté más controlada por ellos que por la disponibilidad de humedad (Kousky, 1979). Por otra parte, existen indicios de que la predictabilidad climática en los trópicos es mayor que en otras regiones. En términos de la predictabilidad climática esta situación parece favorecer a Argentina y Brasil meridional pues la variabilidad climática en los trópicos está más entendida que en regiones extratropicales. Concretamente en el nordeste de Brasil ya hay un sistema de predicción climática que resultó exitoso algunos años. Por ejemplo, técnicas estadísticas fueron ideadas para pronosticar la lluvia en el nordeste de Brasil utilizando los autovectores de la temperatura de la superficie del mar.

La experiencia sinóptica demuestra que el contenido de vapor en el aire de la zona tropical de Sudamérica y las lluvias en Argentina subtropical están relacionados. El mayor problema para estudiar este hecho es la baja densidad espacial y la difícil disponibilidad de datos de humedad y lluvia en la zona central de Brasil. Por ello se han utilizado datos de radiación de onda larga saliente (OLR), obtenida con satélites de órbita polar, que resultaron muy efectivos para completar la información deficiente de precipitación y humedad. Ellos proveen información en forma continua sobre áreas extendidas y sobre océanos donde las mediciones tradicionales son escasas. Esta variable permite una identificación eficiente de la convección generada por la CIT (Zona de convergencia intertropical) y ha sido relacionada con la precipitación tropical (Morrissey y Graham, 1996). En general, un valor de 240 watt/m^2 es aceptable para establecer la existencia de nubosidad convectiva (Kousky, 1988). En este trabajo se estudia el ciclo anual de la precipitación en Argentina subtropical y de Brasil meridional y se relacionó este ciclo con el de OLR en la región tropical de Sudamérica.

2. METODOLOGIA Y DATOS UTILIZADOS

Se ha elaborado una base de datos de radiación de onda larga saliente (OLR) para el período enero de 1975 a diciembre de 1991, en un reticulado de $2.5^\circ \times 2.5^\circ$ en el área comprendida entre los paralelos de 15°N y 30°S y entre los meridianos de 30° y 90°O . La base consiste en los valores pentádicos (promedios de los valores diarios cada cinco días). El valor diario ha sido obtenido como promedio del valor

infrarrojo diurno y del nocturno para filtrar el ciclo diario y para reducir el error producido por las diferentes horas de cruce ecuatorial de los distintos satélites (Kousky, 1988). Si alguno de los 2 valores estaba faltante el promedio fue considerado faltante. Existen entonces 73 valores pentádicos por cada año de información. Se han considerado los datos de precipitación acumulada durante 10 días para las 32 estaciones meteorológicas en Argentina subtropical y 70 estaciones en Brasil meridional. El área de estudio para esta variable es la comprendida entre los paralelos de 20°S y 40°S y entre los meridianos de 30°O y 90°O.

Se calculó la onda anual de precipitación para cada una de las estaciones y el campo medio de OLR en cada péntada. Se aplicó el método de componentes principales a los campos medios de precipitación y de OLR. Se utilizó el modo-T, donde los intervalos de tiempo actúan como variables matemáticas y las estaciones como observaciones.

3. RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Los campos medios de lluvia elaborados cada 10 días muestran un máximo en el noroeste de Argentina y en la región costera de Brasil, involucrando Rio de Janeiro, Minas Gerais y este de San Pablo durante el verano. En invierno se observa un máximo que comprende el nordeste de Argentina y el sur de Brasil, observándose que al oeste de los 62°O la lluvia acumulada en 10 días rara vez supera los 10 mm.

De la aplicación del método de componentes principales a los campos medios de precipitación se obtuvieron 4 autovectores significativos. El primer autovector explica el 49% de la varianza de la lluvia y el segundo el 25%, mientras que el tercero y el cuarto sólo explican el 6% y el 5% respectivamente (figura 1). El primer autovector tiene poca variabilidad durante el año excepto por un mínimo en enero. El segundo presenta mayor variabilidad con valores negativos en invierno y positivos en verano. La figura 2a muestra la primera componente principal que físicamente representa el máximo de lluvias observado en la región nordeste durante el invierno y parte del otoño y de la primavera, que parece estar generada sinópticamente a través de la actividad frontal. La figura 2b muestra la segunda componente principal y representa la lluvia estival con un claro máximo en el sector noroeste de Argentina y en el sudeste de Brasil. Evidentemente el tercer y el cuarto autovectores explican muy poca varianza. Sin embargo, la tercera (figura 2c) y cuarta componentes principales (no mostrada en el trabajo) representan la contribución a la lluvia de otoño en el centro y este de Argentina y sudeste de Brasil.

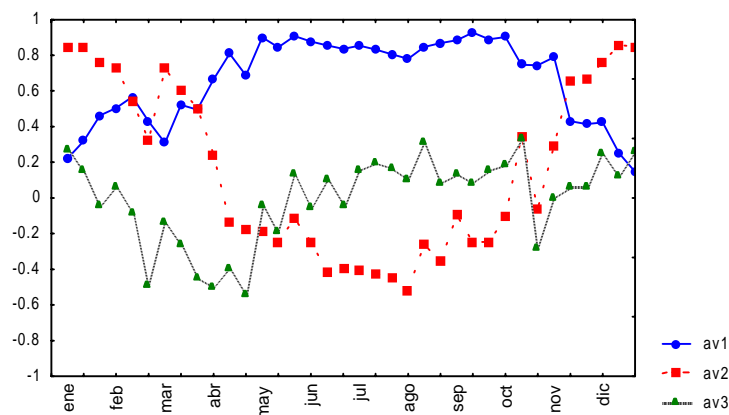


Figura 1: Autovectores de precipitación media

Se han analizado los campos promedios de OLR cada 5 días, obteniendo claramente el desplazamiento de la convección hacia el hemisferio donde es verano. Los mínimos valores de OLR, asociados a la nubosidad convectiva, se ubican en el hemisferio sur en el verano de ese hemisferio, abarcando la totalidad de la selva amazónica y se desplazan hacia el hemisferio opuesto durante el invierno, posicionándose en América Central. La convección sobre Sudamérica tiene un desplazamiento noroeste-sudeste y aproximadamente en la péntada 56 (3-7 octubre) ya cubre toda la selva

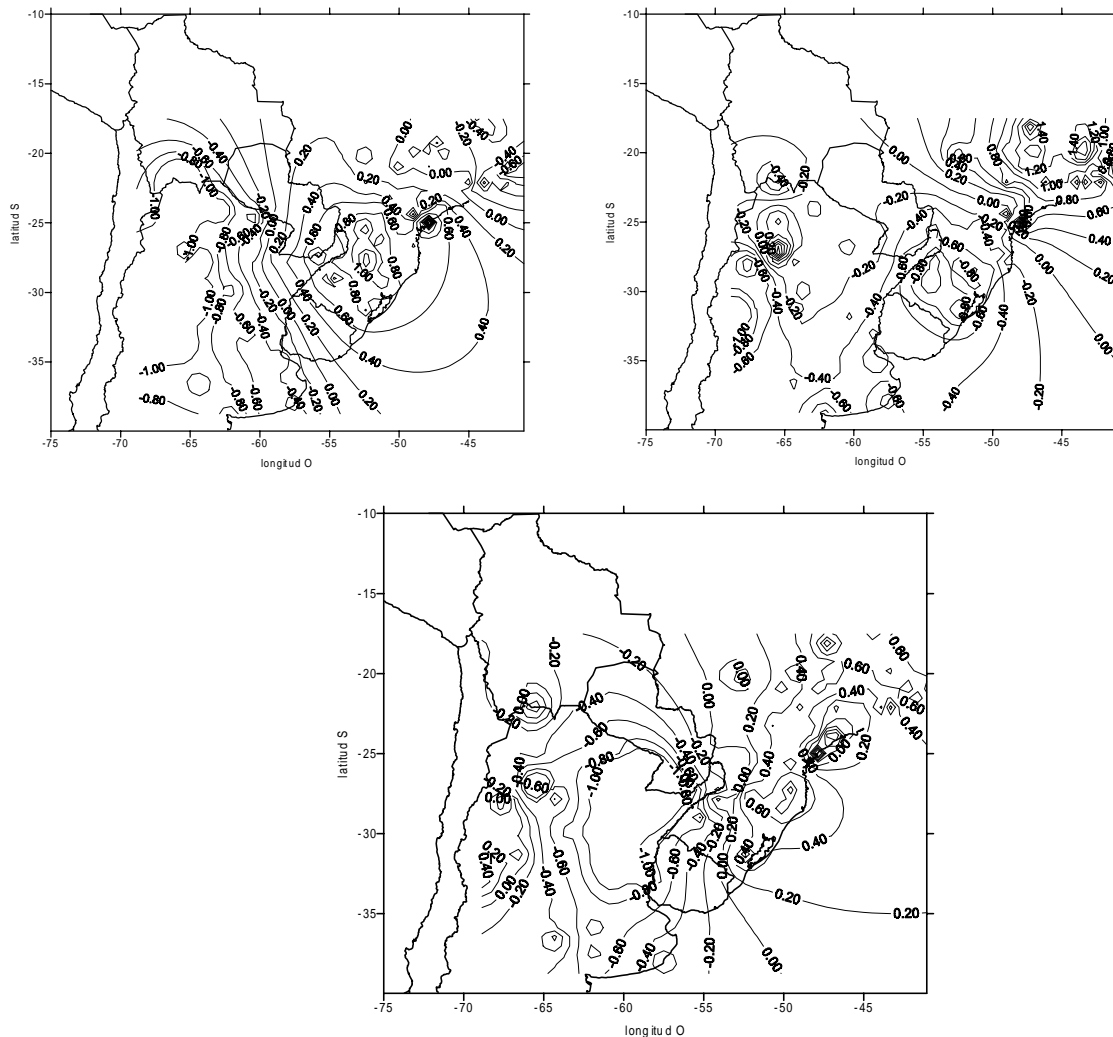


Figura 2: Primera (arriba, izquierda), segunda (arriba, derecha) y tercera (abajo) componente principal de precipitación.

Se definió una nueva variable, representativo de la convección, dada por el parámetro $(240 - \text{OLR})$ si el valor de OLR en el punto en cuestión es inferior a 240 w/m² y nulo en caso contrario. Así definida esta variable es siempre positiva y un máximo representa un centro convectivo. Se aplicó a la misma el método de componentes principales, obteniendo como resultado 4 autovectores significativos. El primero explica el 43% de la varianza y el segundo el 23%. El tercero y cuarto explican valores bajos que sólo alcanzan al 6% y 3% de la varianza (figura 3). El primer autovector presenta máximos valores en verano, manteniéndose positivo durante todo el año. La figura 4a muestra el campo de la primera componente principal, representativo del comportamiento medio de la convección. Se observa que ésta cubre la totalidad de la selva brasileña con una orientación noroeste-sudeste, indicativa del posicionamiento de la SACZ (zona de convergencia del Atlántico Sur) en la época estival. Se observa, además, un núcleo negativo en el nordeste de Brasil que se extiende hacia el océano Atlántico y otro al sur del área de estudio. Ambos son probablemente representativos de la subsidencia compensatoria generada por efecto de la convección central. El segundo autovector es negativo en invierno y positivo en verano e indica que el campo observado en la figura 4b representa la situación típica estival del hemisferio sur, en que la CIT se encuentra desplazada hacia el centro de América del Sur. La situación opuesta corresponde al invierno de este hemisferio cuando la CIT se desplaza hacia el norte. Evidentemente es representativo del desplazamiento de la convección a lo largo del año.

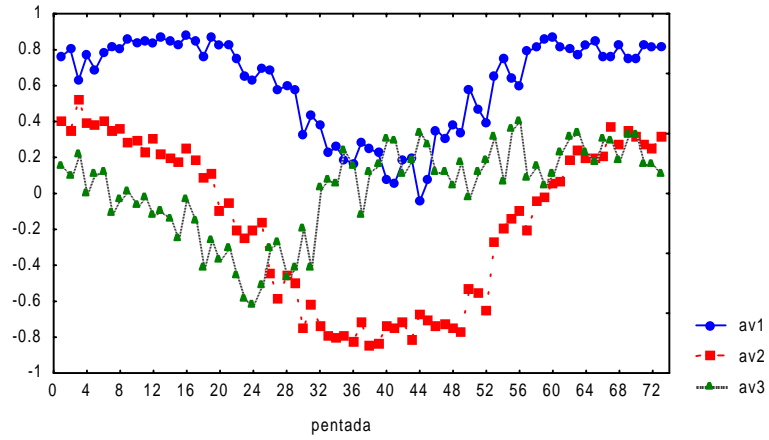


Figura 3: Autovectores de convección.

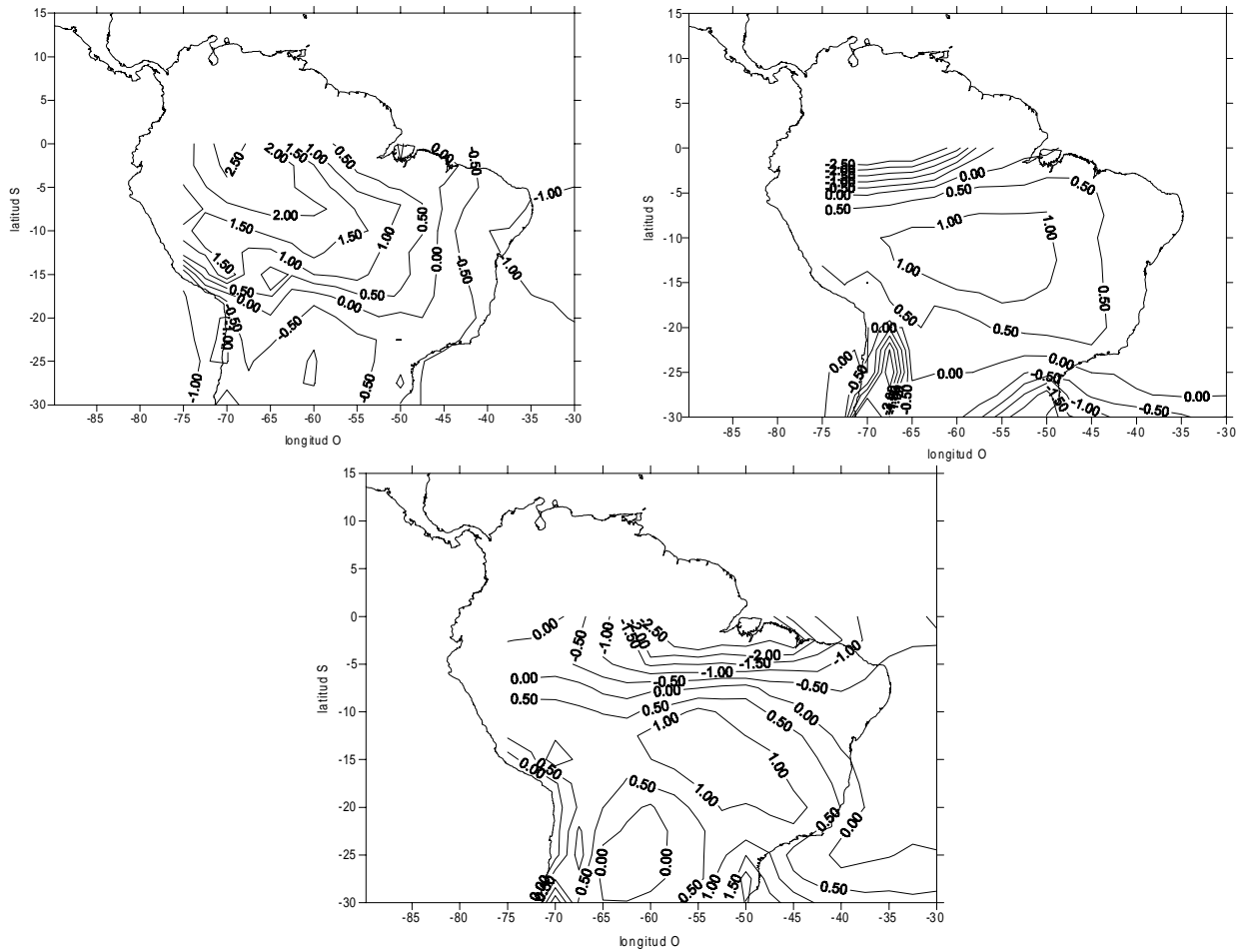


Figura 4: Primera (arriba, izquierda), segunda (arriba, derecha) y tercera (abajo) componente principal de convección.

Las series temporales definidas por los autovectores de la convección y de precipitación se han correlacionado arrojando los valores que muestra la tabla I, resultando significativos con el 95% de confianza los valores superiores a 0.34.

	AV1PP	AV2PP	AV3PP	AV4PP
AV1OLR	-0.61	0.78	-0.37	-0.14
AV2OLR	-0.83	0.93	-0.20	-0.07
AV3OLR	0.14	0.12	0.70	0.22
AV4OLR	0.36	-0.15	0.00	-0.38

TABLA I: Correlación entre autovectores de precipitación (AVPP) y autovectores de la convección (AVOLR).

La correlación positiva y alta de 0.93 indica que el ciclo anual de la convección influye sobre la lluvia promedio en el noroeste de Argentina subtropical y sudeste de Brasil, ya que la segunda componente principal de precipitación presenta máxima variabilidad en esa área (González y Barros, 1998). El mismo efecto representa la correlación significativa de 0.78 entre el primer autovector de convección y el segundo de precipitación. Los Andes en el oeste y la zona montañosa del este de Brasil favorecen que el flujo en niveles bajos proveniente del norte, que tiene su origen en la convección tropical, se canalice hacia el este de Bolivia, hacia el sur y sudeste de Brasil y Argentina subtropical. Este flujo es más intenso y continuo en verano (Zhou y Lau, 1997). La correlación significativa y negativa entre el primer autovector de precipitación y el primer y segundo autovectores de convección indican que en la zona este de la región de estudio existe una contribución a la lluvia, especialmente en invierno, debida a la humedad proveniente de otra fuente no tropical. Esto es explicado por el pasaje más frecuente de los sistemas frontales que avanzan desde el sur y la advección de humedad desde el océano Atlántico. La correlación positiva de 0.7 entre el tercer autovector de la precipitación y el tercero de convección indica que durante el otoño, cuando se produce el patrón opuesto al indicado en la figura 2c, existe una relación estrecha entre la precipitación y los centros de convección definidos por el patrón opuesto al indicado en la figura 4c. Esto indica que la contribución negativa a la lluvia de otoño en el sudeste brasileño se relaciona con la ausencia de convección en esa área y la positiva en la mayor parte de Argentina subtropical se relaciona con el centro positivo de convección que allí se desarrolla.

4. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- González, M. y Barros, V., 1995: Aspectos estadísticos del ciclo anual de precipitación y sus anomalías en Argentina subtropical, *Meteorologica*, 21, 15-25.
- González, M. y Barros, V., 1998: The relation between tropical convection in South America and the end of the dry period in subtropical Argentina, *International Journal of Climatology*, en prensa.
- Horel, J.D., Hahmann, A.N. y Geisler, J.E., 1989: An investigation of the annual cycle of convective activity over the tropical Americas, *Journal of Climate*, 2, 1388-1403.
- Kousky, V.E., 1979: Frontal influences on Northeast Brazil, *Monthly Weather Review*, 107, nº7, 1140-1153
- Kousky, V.E., 1988: Pentad outgoing longwave radiation climatology for the South America sector, *Revista Brasileira de Meteorología*, 3, 217-231.
- Morrissey, M.L. y Graham, N.E., 1996: Recent trends in rain gauges precipitation measurements from the tropical Pacific: Evidence for an enhanced hydrological cycle, *Bulletin of American Meteorological Society*, 1207-1219.
- Nery, J., 1996: Estudio climático de la precipitación del Brasil Meridional asociado con fenómenos extrarregionales, Tesis de doctorado en Ciencias de la Atmósfera, Buenos Aires.
- Prohaska, F.J., 1976: *Climates of Central and South America* World Survey of Climatology, Elsevier Cientific Publishing Company, Amsterdam.
- Zhou, J. y Lau, K., 1997: Climatology of the South American Monsoon, Conferencia Internacional sobre Meteorología y Oceanografía del hemisferio Sur, Pretoria, Sudáfrica, 160-161.