

## TEMPERATURAS Y PRECIPITACIONES ESTACIONALES EN EL PERÍODO 1960-2006, PRODUCIDAS POR VALORES EXTREMOS DE LA CIRCULACIÓN ATMOSFÉRICA REGIONAL

Adelia P. Alessandro, Vanesa N. Ramis

Departamento de Ciencias de la atmósfera y los Océanos. Fac. de Cs. Ex. Y Naturales.  
Argentina. [perla@at.fcen.uba.ar](mailto:perla@at.fcen.uba.ar)

### Resumen

En la Argentina y en el período comprendido entre 1960 y 2006, se analizan las temperaturas y las precipitaciones estacionales causadas por la circulación atmosférica regional, evaluada a través de los valores extremos del índice meridional R aplicado en 40°S y en 50 y 90°O en 1000 y 500 hPa. Estos últimos se determinan a través de la selección de dos grupos, uno (G-) constituido por los años cuyos R medios estacionales son menores a  $R_{mestt} - \sigma_{estt}$  y otro (G+) por los R mayores a  $R_{mestt} + \sigma_{estt}$ , donde  $R_{mestt}$  y  $\sigma_{estt}$  corresponden al valor medio y el desvío típico estacional de R del período elegido.

La temperatura se evalúa a través de sus anomalías. La precipitación mediante el cociente  $r_{ac}$  entre la precipitación acumulada estacional y la de toda la serie y  $r_f$  calculado de igual manera para la frecuencia.

Para el grupo G- calculados en 1000 y 500 hPa., las anomalías de temperatura resultan positivas en casi todo el país a excepción del centro y norte en el verano, estación y región en la que a través del test de Student, las anomalías de temperatura resultan no significativas. Se observa un predominio de los valores de  $r_{ac}$  y  $r_f > 1$ , especialmente en invierno.

G+, presenta anomalías de temperaturas negativas en la mayor parte de la Argentina, a excepción de su centro en el verano, que junto con la primavera presentan en esa zona valores no significativos. Las relaciones de precipitación halladas son menores a la unidad y ocupan una zona más amplia durante la primavera que las mayores a uno del grupo G-.

En el período 1960-2006, los valores extremos negativos del índice de circulación meridional R conducen generalmente a un aumento de la temperatura y de la precipitación estacional, mientras que los extremos positivos a una disminución de ambas variables en la mayor parte del territorio argentino. Por lo tanto dado que en este período, en la región analizada, existe una tendencia negativa de los valores de R en invierno, otoño y primavera., se espera que ambas variables tiendan a aumentar en dichas estaciones.

### Abstract

In Argentina for the period between 1960 and 2006, the temperatures and precipitation caused by the regional atmospheric circulation are analyzed seasonally. The atmospheric circulation is evaluated through the extreme values of the meridional R index applied at 40°S and 50 and 90°W at 1000 and 500 hPa. These are determined through the selection on two groups, the first one (G-), established by the years whose means seasonal R are lower than  $R_{mestt} - \sigma_{estt}$ , and the second one (G+) with the R higher than  $R_{mestt} + \sigma_{estt}$ , which are the mean value and the standard seasonal deviation of R for the chosen period.

The temperature is evaluated through its anomalies. And, the precipitation through the rainfall relation  $r_{ac}$  between the seasonal accumulated precipitation and the whole serie; and  $r_f$  calculated in the same way for the frequency.

For the group G- calculated on 1000 and 500 hPa, the temperature anomalies are positive in almost the whole country, except in the center and northern area in summer, where through the Student test, the anomalies are not significant. It is observed a predominant values of  $r_{ac}$  and  $r_f$  greater than 1, specially during the winter.

The G+ shows negative temperature anomalies in the most of Argentina, except in the center area during the summer and the spring, which do not show significant values. The rainfall relations are lower than one and during the spring are in a wider area than the values higher to one of the group G-.

For the period 1960-2006, the extreme negative values of the meridional R circulation index drive generally to a seasonal temperature and precipitation increase, while the positive extremes are related to a decrease of both variables in practically the whole of Argentina. As on the analyzed area during this period exists a downward trend of R in winter, autumn and spring it is expected that both variables will tend to increase during these seasons.

## 1-Introducción

Para hacer una descripción cuantitativa de la circulación, algunos investigadores han utilizado índices de circulación. Entre los precursores se puede citar, en 1951 a Namias y Clapp que introdujeron el índice de circulación zonal como diferencia entre dos presiones promediadas hemisféricamente en el círculo de latitud subtropical y otro subpolar. En el sur de América del sur, Schwerdtfeger (1951) y Prohaska (1952) introdujeron índices de circulación de carácter local o regional.

En el período comprendido entre 1983 y 1985, entre los índices de circulación utilizados por Alessandro (1998 y 2001), con el fin de evaluar el comportamiento de las ondas largas alrededor de Sudamérica, el índice meridional R en 1000 hPa, presentó la mayor asociación con la temperatura; con circulación del sur (norte) la anomalía de la temperatura en las estaciones elegidas resultaron negativas (positivas).

El objetivo de este trabajo es ampliar el período de análisis anterior (1983-1985) a uno climatológico (1960-2006) y analizar la incidencia que pueden tener los valores medios estacionales de los años con valores extremos del índice meridional R sobre la precipitación y la temperatura. Además se desea realizar una evaluación primaria de estas dos variables según la tendencia lineal de este índice en el período 1960-2006, que resultó significativa y mayormente negativa (Alessandro, 2008).

## 2-Datos

Se utilizaron para el período 1960-2006, los datos diarios de 12 UTC de temperatura de superficie y precipitación proporcionadas por el Servicio Meteorológico Nacional y los datos de alturas geopotenciales en 500 y 1000 hPa obtenidos de los reanálisis del National Center of Environmental Protection (NCEP). De esta última fuente se emplearon además las salidas gráficas de altura geopotencial y del espesor 1000/500.

## 3-Metodología

Se adopta el índice R definido como:  $R_{m\text{gp}} = H(40^{\circ}\text{S}, 90^{\circ}\text{O}) - H(40^{\circ}\text{S}, 50^{\circ}\text{O})$ , donde H es la altura en mgp de las superficies isobáricas seleccionadas (1000 y 500 hPa) entre las longitudes 90 y 50°O y sobre la latitud 40°S.

Se calcula el valor promedio y el desvío standard de los R medios estacionales de los 46 años ( $R_{mestt}$  y  $\sigma_{estt}$ ) y se obtiene la diferencia ( $R_{mestt}-\sigma_{estt}$ ) y la suma ( $R_{mestt}+\sigma_{estt}$ ) entre ambos parámetros. Se seleccionan por un lado los años cuyos R medios estacionales ( $R_{mest}$ ) son menores a dicha diferencia ( $R_{mest} < R_{mestt}-\sigma_{estt}$ ), y por otro a los que son mayores a la suma ( $R_{mest} > R_{mestt}+\sigma_{estt}$ ); de esta manera se obtienen dos series G- y G+ tomadas en el nivel de 1000 y otras dos en 500 hPa. Por razones de espacio solo se mostrarán los campos obtenidos para 1000 hPa.

**3-1: Campos estacionales en 500 y 1000 hPa:** Una vez seleccionados los años con iguales características se obtienen para éstos, los mapas medios de alturas geopotenciales y sus anomalías, en 1000 (Fig. 1) y 500 hPa para G- y G+; con la finalidad de conocer las situaciones asociadas a los índices calculados y comprender los valores de la precipitación y temperatura que las mismas producen.

Para los correspondientes a G- se observa una anomalía negativa dominante en el Pacífico y otra positiva en el Atlántico en las cuatro estaciones del año. Esto indica, un debilitamiento del Anticiclón del Pacífico, que puede deberse al pasaje de un número mayor de ciclones o un menor número de anticiclones migratorios, cuya entrada en el país desde el Pacífico se produce en promedio alrededor de los 41°S en el continente (Alessandro, 1995), o de una mayor actividad ciclónica en el Atlántico alrededor de los 40°S.

Se observa una mayor penetración desde el Pacífico en el continente en invierno y en primavera con un máximo de -22.5 mgp en esta última, consecuentemente la anomalía positiva en el Atlántico, se encuentra más alejada del territorio en estas dos últimas estaciones. La anomalía positiva implica un fortalecimiento de los sistemas de alta presión que alcanzan el Atlántico, con un máximo ubicado más al sur del anticiclón semipermanente. Esta configuración determina una circulación del NNE, que provee aire húmedo y caliente al este del territorio.

Los campos de alturas geopotenciales en 1000 hPa de invierno y primavera, muestran similitudes, así también como entre el verano y el otoño.

Contrariamente a este grupo, los signos de las anomalías se invierten para los de G+, donde se fortalece el Anticiclón del Pacífico o un debilitamiento del Anticiclón del Atlántico, correspondiendo al invierno la mayor área del continente afectada por la anomalía negativa con epicentro en el Atlántico, mientras que la positiva lo hace en el otoño. Los campos de 1000 hPa, muestran mayores diferencias entre las posiciones de ambas anomalías que en G-.

Los correspondientes campos medios en 500 hPa, se encuentran mayormente en fase con los de 1000 hPa.

Los campos estacionales de alturas geopotenciales en 500 hPa, obtenidos de los años que resultaron de la aplicación del índice R en dicho nivel, son similares a los aplicados en 1000 hPa, existen pequeñas diferencias en las posiciones de los centros anómalos que se ubican en general un poco más al este.

**3-2: Temperatura:** Se calcula la correlación lineal en cada una de las estaciones meteorológicas, entre las temperaturas y los R estacionales. Cuando estas resultan significativamente distintas de cero en el nivel de confianza del 95%, se marca en la Figura 2 la posición geográfica de la estación con un círculo negro, en caso contrario con un círculo sin rellenar. Los valores de temperatura se evalúan a través de las anomalías de temperatura, calculadas respecto a los valores de la serie 1960-2006.

Para G- y G+, se calculan las anomalías de temperaturas estacionales para cada estación meteorológica (Fig. 2). Con el fin de determinar la significancia de los valores de las

anomalías de temperatura, se utiliza el test de Student ( $T$ ) (Brooks and Carruthers, 1953), en cada estación meteorológica. Dicha significancia se marca en rojo. En ellas se observa que el verano es la estación cuyas anomalías son menos significativas.

**3-3: Precipitación:** La precipitación se analiza por medio de dos relaciones,  $r_{ac}$  y  $r_f$ .  $r_{ac}$  es el cociente calculado entre la precipitación acumulada del período seleccionado y la acumulada de toda la serie 1960-2006. Si  $r_{ac} > 1$  en un lugar determinado, significa que la precipitación caída es mayor para el caso elegido que el valor normal. De igual manera se calcula el cociente  $r_f$  para la frecuencia de días de lluvia.

El Test de Student se aplicó en forma equivalente a la correlación biserial, a toda la serie de frecuencias diarias de precipitación y se marcaron las estaciones meteorológicas significantes con círculos negros. En la Figura 3, se muestran solo las  $r_{ac}$  estacionales por falta de espacio.

De la asociación entre los campos medios obtenidos en 3-1 y los campos de 3-2 y 3-3, así como de los análisis de éstos dos últimos se llega a las conclusiones expresadas a continuación.

#### 4-Conclusiones

\*\*Las correlaciones entre la temperatura y los valores de  $R_{mestt}$  son significativamente distintos de cero, en la mayor parte del territorio argentino. La excepción se cumple en el verano en el centro y norte del país y sudoeste de la Patagonia y en esta última zona en la primavera.

\*\*Para los  $R_{mest} < R_{mestt} - \sigma_{estt}$  calculados en 1000 y 500 hPa, los valores de las anomalías de temperatura resultan positivas en casi todo el país a excepción del verano. Valores opuestos de las anomalías se presentan cuando  $R_{mest} > R_{mestt} + \sigma_{estt}$ .

\*\*A través del test de Student, las anomalías de temperatura resultaron mayormente significativas para  $R_{mest} < R_{mestt} - \sigma_{estt}$  a excepción del verano y al sur de la Patagonia en el resto de las estaciones. El otoño y el invierno resultaron mayormente significativas para  $R_{mest} > R_{mestt} + \sigma_{estt}$ .

\*\*Los valores de  $r_{ac}$  y  $r_f$  calculados en 1000 hPa y en 500 hPa para G-, se presentan predominantemente mayores a uno. En los calculados en 1000 hPa, ambos coeficientes prácticamente coinciden en el verano e invierno, mientras que en primavera y otoño en el centro norte del país presentan valores inversos.

Para 1000 hPa el grupo G+ presenta coeficientes  $r_{ac}$  menores a uno en casi todo el territorio, así como también  $r_f$  pero a excepción del invierno en el centro del país. Para el calculado en 500 hPa, el verano presenta valores de  $r_f$  mayores a uno y mayores diferencias entre  $r_{ac}$  y  $r_f$ . Precipitaciones muy débiles, pero más frecuentes que el resto del país se presentan en el norte, este y centro.

\*\*En el período 1960-2006, los valores extremos negativos del índice de circulación meridional R conducen generalmente a un aumento de la temperatura y la precipitación estacional y los extremos positivos a una disminución de ambas variables en la mayor parte del territorio argentino. De acuerdo a lo tendencia negativa de R en este período en la región analizada (Alessandro, 2008), se puede esperar un ligero aumento de ambas variables en el invierno, otoño y primavera.

**Agradecimientos:** Al proyecto PICT N° 38277 de AGENCIA por financiar los gastos de este trabajo.

### **Bibliografía**

- A. P. Alessandro-E. Lichtenstein, 1995: Trayectorias de anticiclones en Sudamérica. Meteorológica Vol. 20, 1995. Argentina.
- A. P Alessandro., 1998: A Meridional Circulation index and the precipitation in Argentina. Australian Meteorology Magazine, Vol. 47.197-170. Australia, 1998.
- A. P Alessandro., 2001: Long waves around South America and precipitation in Argentina. Meteorological Applications 8, N°1-85-95. Inglaterra.
- A.P. Alessandro., 2008 : Variación de la circulación atmosférica a través de índices y su influencia sobre la temperatura en el sur del hemisferio sur. En CD de XXX jornadas Científicas de la Asociación Meteorológica Española. Mayo 2008
- Brooks, C. E. and N. Carruthers 1953. Handbook of Statistical Methods in Meteorology. 237-239.
- Lichtenstein Erich R., 1980: La depresión del noroeste argentino. Tesis doctoral. UBA.
- Namías J. y P. F. Clapp, 1951: Observational studies of general circulation patterns. Compendium of Meteorology. The American Meteorological Society. 551-568.
- Prohaska F. J., 1952: Regímenes estacionales de la precipitación de Sudamérica y mares vecinos desde 15°S hasta Antártida. Año II, 1 y 2, 66-100.
- Schwerdtfeger W., 1951: Bases para el pronóstico a medio plazo de las condiciones de temperatura para el otoño en Buenos Aires. Meteoros. Año I.1.33-45.

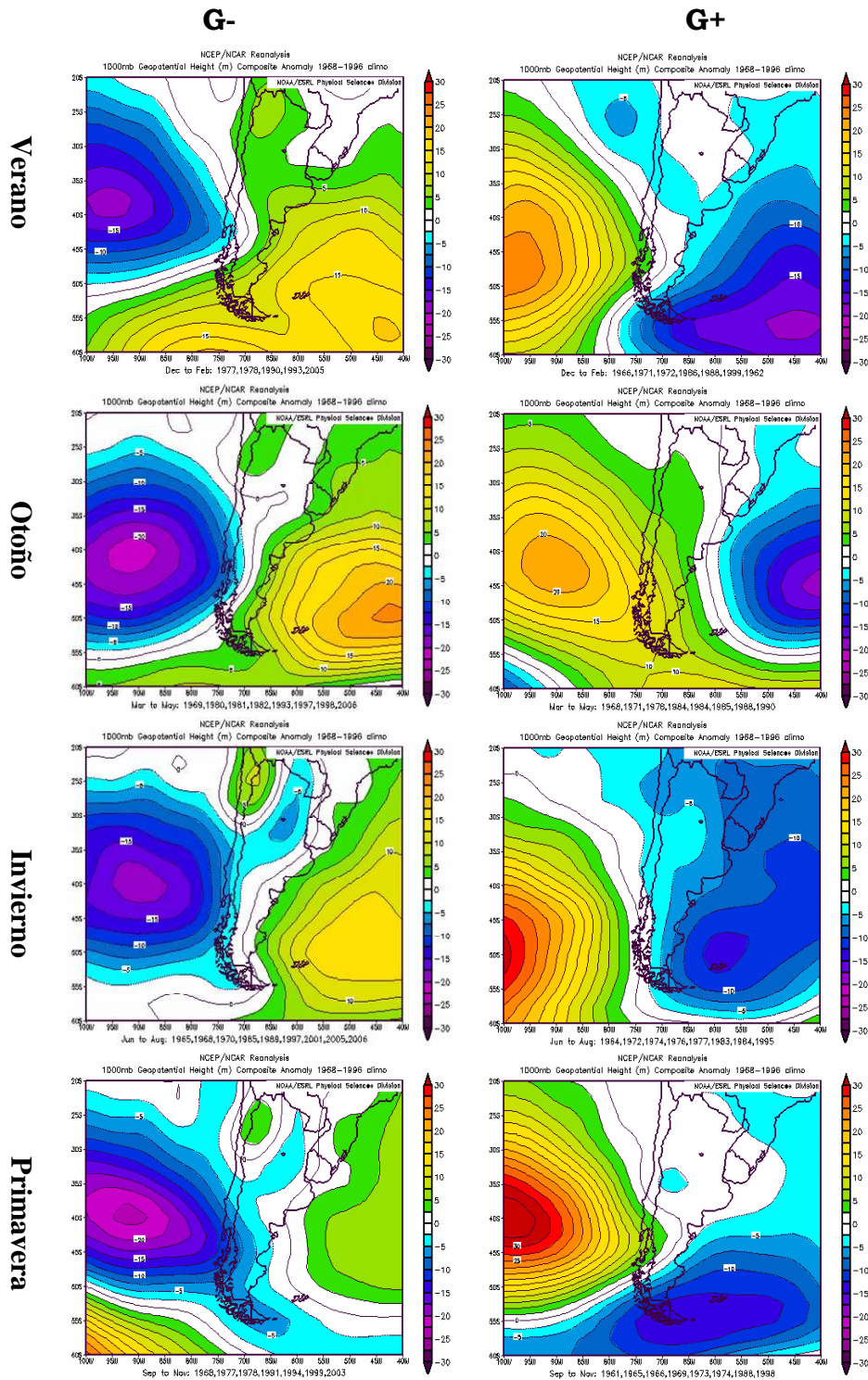


Figura 1: Anomalías medias de alturas goopotenciales en 1000 hPa. para los años G- y G+.

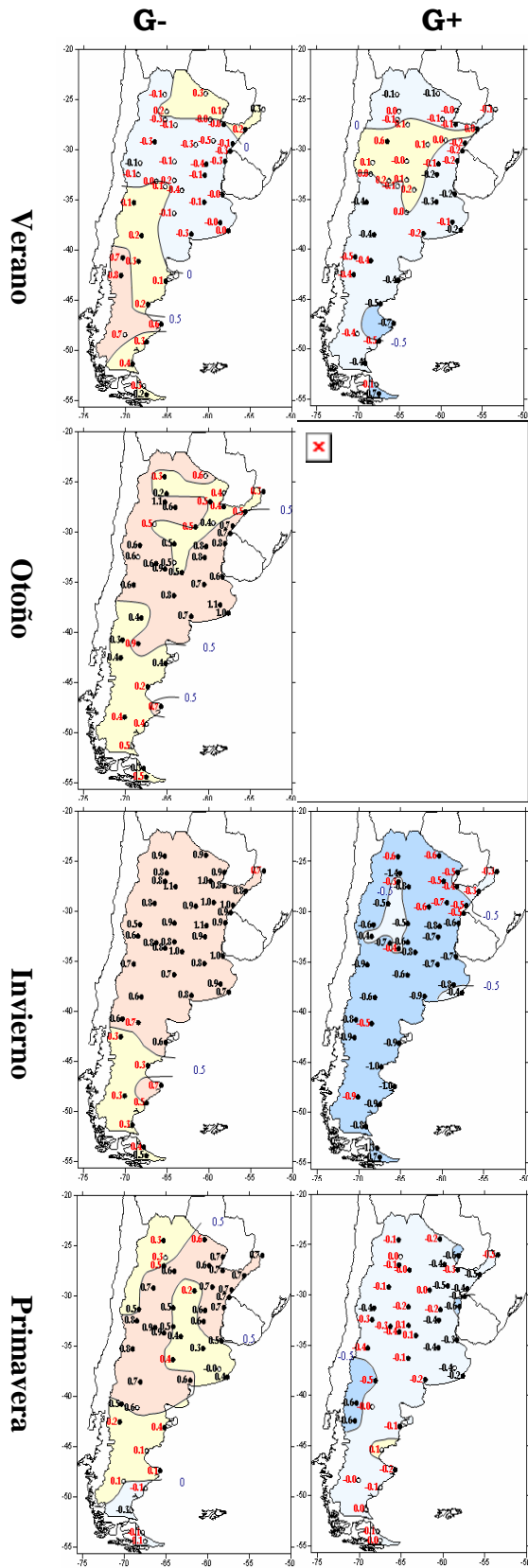


Figura 2: Anomalías medias de temperatura de superficie de G- y G+ para R calculado en 1000 hPa. Rosa y amarillo >0, azul y celeste <0

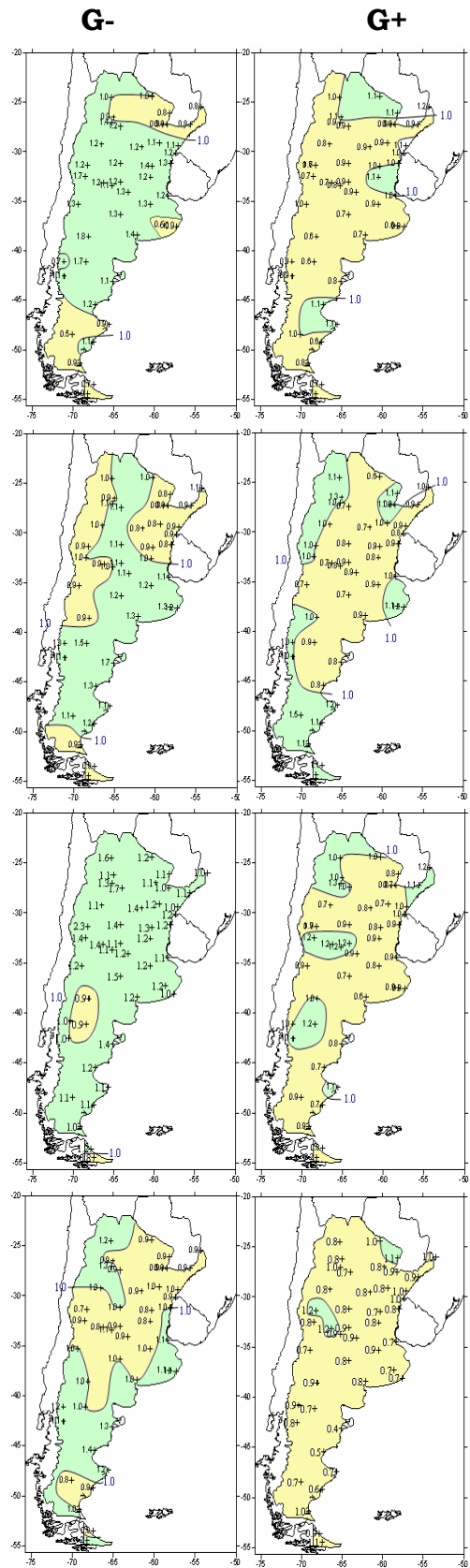


Figura 3:  $r_{ac}$  para G- y G+ cuando R se calcula en 1000 hPa. Verde >1. Amarillo <1