

## ANÁLISIS DE LA CORRELACION ESPACIAL ENTRE EL CONTENIDO TOTAL DE OZONO Y LA OSCILACIÓN CUASIBIENAL

Patricia Fernández de Campra<sup>1,3</sup> y Marta Zossi de Artigas<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología, Universidad Nacional de Tucumán, Argentina

<sup>2</sup>Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, CONICET, Argentina.

<sup>3</sup>Departamento de Ciencias de la Computación, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología, Universidad Nacional de Tucumán, Argentina.

[martazossi@yahoo.com.ar](mailto:martazossi@yahoo.com.ar)

### Resumen

Se calculó la correlación espacial entre los datos del ozono observados por el TOMS y el viento zonal ecuatorial durante el período 1979 a 2003. Para el análisis se consideraron los meses de enero y julio (solsticios) y tres alturas diferentes: 10, 30 and 50 hPa. La circulación Brewer Dobson juega un papel muy importante en la regulación de la cantidad de ozono en la atmósfera. También está presente la circulación de la oscilación cuasi bienal (QBO). Considerando que la Brewer Dobson es una circulación lenta se han tomado lags de uno hasta seis meses. Los resultados son diferentes para los meses y alturas consideradas. Para enero y julio las correlaciones más altas se observan en la zona tropical, desplazándose al hemisferio de invierno cuando los lags aumentan

### Abstract

Spatial correlations between total column ozone observed by TOMS and equatorial zonal wind from 1979 to 2003 has been obtained. For the study the months of January and July (solstices) and three different altitudes, 10, 30 and 50 hPa, have been chosen. The circulation plays a key role in regulating the abundance of ozone. Also, it is influenced by the quasi-biennial oscillation (QBO) circulation. Because Brewer Dobson is a slow circulation, lags between a month to six months are considered. The results are different for the months and altitudes considered. For January and July, the highest correlations are in tropical zone, moving to the winter hemisphere when lags increased.

### Introducción

La oscilación cuasi bienal (QBO) en el viento ecuatorial estratosférico, con un período entre 26 y 30 meses, prevalece sobre la variación estacional a alturas entre 15 y 30 km (200 a 10 hPa), descendiendo en el tiempo con series alternantes desde el este (easterlies) y desde el oeste (westerlies) que alcanzan velocidades de 20 a 30 m/s. El descubrimiento de la QBO por Reed (Reed y otros, 1961) y Ebdon (1960) llevó a los investigadores a buscar esa señal en distintos parámetros meteorológicos y geofísicos. El análisis de datos provenientes del Total Ozone Mapping Spectrometer (TOMS) muestra claramente la presencia de la QBO en el ozono (Bowman, 1989; Chandra y Stolarski, 1991; Randall y Cobb, 1994; Tung y Yang, 1994; Kane, 1994; Echer et al, 2004). El mecanismo por el cual la QBO modula la cantidad de ozono en la estratosfera es bien conocido (Plumb y Bell, 1982; Baldwin et al, 2001; Jiang et al, 2004). El contenido total de ozono tiene una gran variación con la latitud, es mayor en las latitudes medias y altas que en la zona tropical, esto se debe a la circulación estratosférica conocida como circulación Brewer-Dobson, la cual consta de tres partes fundamentales: un movimiento ascendente, desde los trópicos, de la troposfera a la estratosfera, una circulación hacia los polos en la estratosfera y finalmente un movimiento descendente hacia latitudes medias y altas; de este modo el ozono producido en el trópico es depositado en la baja estratosfera de altas latitudes; entre 4 a 5 meses es el tiempo que demora una parcela de aire

en ser transportada a través de la circulación Brewer-Dobson, a partir del nivel de tropopausa, situado entre los 16 y 18 km de altitud.

La circulación de la QBO se superpone con la Brewer-Dobson, según la fase de la QBO incrementará su velocidad o la desacelerará. Chandra and Stolarski (1991) mostraron la correlación entre el viento en Singapur a 30 hPa y los datos de TOMS entre 60° S y 60°N y para cada mes del año, encontrando una fuerte dependencia estacional de la señal de la QBO en el ozono, mucho más importante en el invierno y otoño. Sitnov (1996) calculó correlaciones con lags entre el viento de Singapur y anomalías en el ozono, a una cierta altura, encontrando una señal significativa de la QBO, pero ocultándose la estacionalidad.

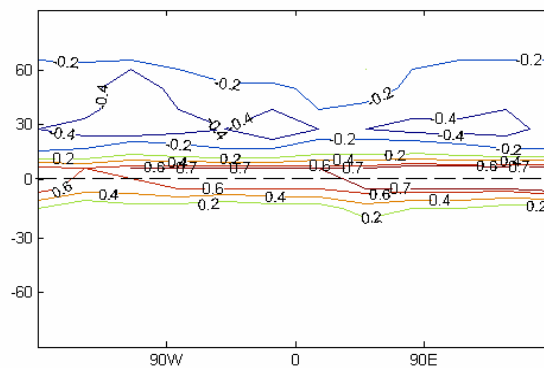
En este trabajo se analizan los promedios mensuales de la columna total de ozono del TOMS, entre los años 1979 y 2003, y su relación con el promedio mensual del viento zonal en la estratosfera ecuatorial, que define las fases de la QBO.

### Análisis de Datos

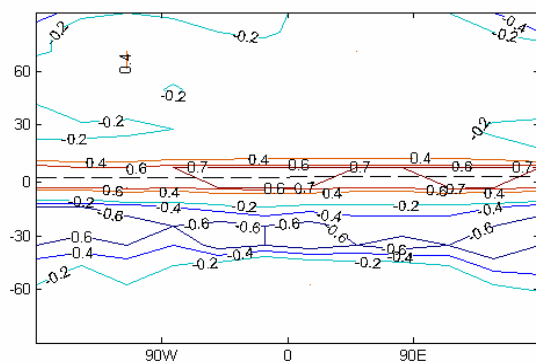
Los promedios mensuales del contenido total de ozono registrado por los instrumentos TOMS, en los satélites Nimbus 7, METEOR y Earth Probe, en grilla de 10° x 30° y en unidades Dobson, provienen de la página: <http://toms.gsfc.nasa.gov/ozone/ozoneother.html> , para el período estudiado. Los datos del viento zonal son de una compilación de Naujokat (1986) ([http://dss.ucar.edu/cdroms/karin\\_labitzke\\_strat\\_grids/data/qbo/qbo\\_53-01.dat](http://dss.ucar.edu/cdroms/karin_labitzke_strat_grids/data/qbo/qbo_53-01.dat)) para 10, 30 y 50 hPa. Se calcularon las correlaciones lineales entre ambas series de datos

### Resultados y Conclusiones

Con el fin de estudiar la influencia de la circulación secundaria de la QBO en la distribución del ozono en la estratosfera, determinada principalmente por la circulación Brewer Dobson, se han calculado correlaciones espaciales entre el contenido total de ozono y el viento zonal en la estratosfera ecuatorial a distintas alturas, para los meses de enero y julio.



a)

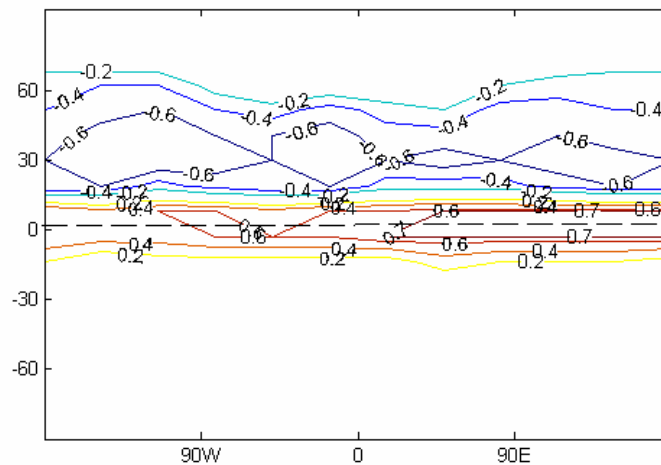


b)

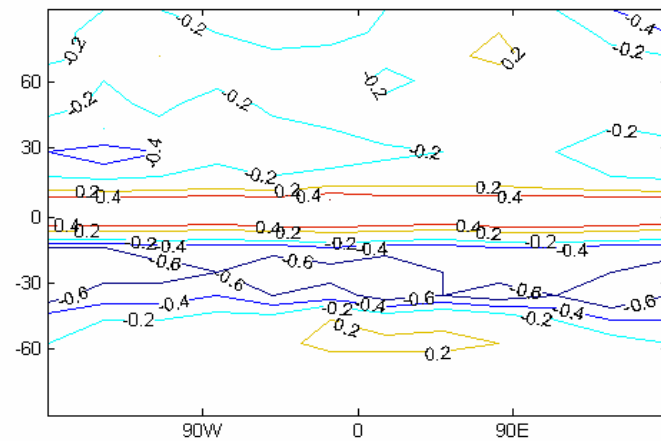
Fig 1 a –b: Correlaciones espaciales entre el contenido total de ozono y el viento zonal ecuatorial a 30 hPa, a) para el mes de enero y b) para el mes de julio.

Los resultados muestran que a 30 hPa las mayores correlaciones (~0.7) se obtienen en la zona de los trópicos sin considerar lags. En las figuras 1 se correlaciones lineales entre el contenido total de ozono y el viento zonal ecuatorial a 30 hPa, a) para el mes de enero y b) para el mes de julio

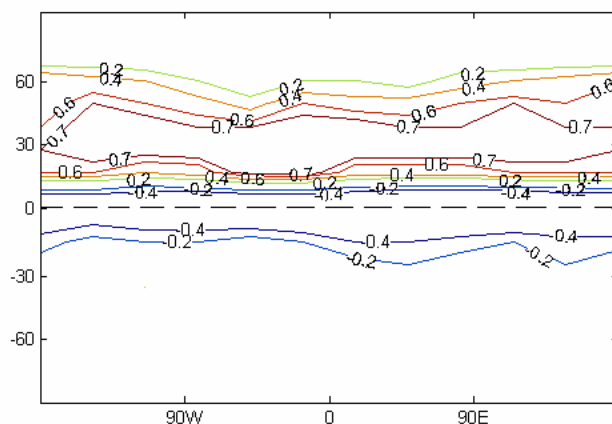
Cuando se consideran lags de 6 meses se observa: en el caso de enero-julio y de julio-enero a 10 hPa, altas anti-correlaciones en latitudes medias en el hemisferio de invierno (figuras 2 a y b) y altas correlaciones (hasta 0.8) a 50 hPa, en latitudes medias en el hemisferio de invierno, en los casos de enero-julio y de julio-enero (figuras 2 c y d)



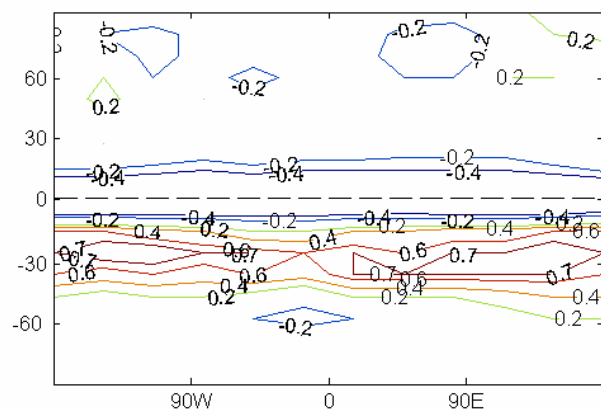
a)



b)



c)



d)

Fig. 2 a-d: Correlaciones espaciales entre el contenido total de ozono y el viento zonal ecuatorial con lags de 6 meses: a) enero- julio para 10hPa; b) julio-enero para 10hPa; c) enero- julio para 50 hPa y d) julio-enero para 50 hPa.

Concluyendo, la distribución del ozono está afectada por la QBO por dos razones: 1) la QBO influye en la temperatura estratosférica, modificando el balance fotoquímico de la estratosfera superior y 2) influye en la circulación Brewer-Dobson.

Por otro lado, a pesar que la QBO ecuatorial se ha estudiado extensamente, aún no se conoce en forma completa su efecto global, en particular se conoce muy poco sobre los efectos de la altura en latitudes medias y altas (Sitnov, 2004).

## Referencias

- Baldwin, M.P., Gray, L.J., Dunkerton, T.J., Hamilton, K., Haynes, P.H., Randel, W.J., Holton, J.R., Alexander, M.J., Hirota, I., Horinouchi, T., Jones, D.B.A., Kinnersley, J.S., Marquardt, C., Sato, K., Takahashi, M., The quasi-biennial oscillation. *Review of Geophysics*, 39, 179229, 2001.
- Bowman, K.P., Global patterns of the quasi-biennial oscillations in total ozone. *J. Atmos. Sci.*, 90, 7967-7976, 1989.
- Chandra, S. y Stolarski, R. S., Recent trends in stratospheric total ozone: Implications of dynamical and El Chichon perturbations, *Geophys. Res. Lett.*, 18, 2277-2280, 1991.
- Ebdon, R.A., Notes on the wind flow at 50mb in tropical and subtropical regions in January 1957 and in 1958. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 86, 540542, 1960.
- Echer, E., Guarnieri, F.L., Rigozo, N.R. y Vieira, E.A., A study of the latitudinal dependence of the quasi-biennial oscillation in Total Ozone Mapping Spectrometer total ozone, *Tellus* 36A, 527-535, 2004.
- Jiang, X., Camp, Ch. D., Shia, R., Noone, D., Walker, Ch., Yung, Y. L., Quasi-biennial oscillation and quasi-biennial oscillation-annual beat in the tropical total column ozone: A two-dimensional simulation. *J. Geophys. Res.*, 109, D16305, doi: 10.1029/2003JD004377, 2004
- Lait, L. R., Schoeberl, M. R., and Newman, P. A., 1989. Quasi-Biennial Modulation of the Antarctic ozone depletion, *J. Geophys. Res.*, 94, 11,559-11,571.
- Naujokat, B., An Update of the Observed Quasi-Biennial Oscillation of the Stratospheric Winds over the Tropics, *J. Atmos. Sci.* 43, 1873-1877, 1986.
- Plumb, R.A. y Bell, R.C., A model of the quasi-biennial oscillation on a equatorial beta-plane, *Q.J.R. Meteorol. Soc.*, 108, 335-352, 1982.
- Reed, R. J., Campbell, W. J., Rasmussen, L. A. and Rogers, D. J., Evidence of a downward propagating annual wind reversal in the equatorial stratosphere, *J. Geophys. Res.*, 66, 813820, 1961.
- Randel, W. J. and J. B. Cobb, Coherent variations of monthly mean total ozone and lower stratospheric temperature, *J. Geophys. Res.*, 99, 5433-5447, 1994.
- Sitnov, S.A., Vertical structure of the extratropical quasi biennial oscillation in ozone, temperature and wind derived from ozonsonde data, *J. Geophys. Res.*, 101, 12855-12866, 1996.
- Sitnov, QBO effects manifesting in ozone, temperature and wind profiles, *Ann. Geophysicae*, 22, 1495- 1512, 2004.
- Tung, K. and Yang, H., Global QBO in circulation and ozone, part I, Reexamination of observational evidence, *J. Atmos. Sci.*, 51, 2699-270, 1994