

TRANSPORTE DE PARTICULAS DESDE LA ZONA DE QUEMA DE BIOMASA AMAZONICA HASTA REGIONES DE ARGENTINA Y URUGUAY

Fabián A Dominguez¹, Graciela M Salum^{1,2} y Rubén D. Piacentini^{(*)1,3}

1. IFIR (CONITET – UNRosario), 27 de Febrero 210bis, 2000 Rosario, Argentina. Tel 54.341.4472824 (interno 6). Fax: 54.341.4821772. E-mail: ruben@ifir.edu.ar . Página Web: www.ifir.edu.ar
2. Facultad de Ingeniería, UNEntre Ríos, Oro Verde, Prov. de Entre Ríos, Argentina.
3. Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura, UNRosario, Rosario, Argentina.

RESUMEN. Presentamos resultados de la dispersión de contaminantes particulados (aerosoles) desde la fuente situada en la zona de quema de biomasa en el Amazonas (Oriente boliviano) hacia regiones alejadas de la geografía Argentina y de Uruguay, luego de atravesar Paraguay. Las mediciones realizadas por el equipo satelital TOMS/NASA del *índice de aerosol* en el periodo de quema de biomasa de junio-nov 1999, son comparadas con el modelo dispersivo de la *pluma gaussiana*

PALABRAS CLAVE: Aerosol, contaminación, Amazonas, quema de biomasa, Argentina, Uruguay

INTRODUCCION Y ANALISIS DE DATOS

La quema amazónica de biomasa, -producida esencialmente por deforestación y limpieza de terreno, es una de las fuentes de contaminación por partículas microscópicas (aerosoles) más importantes del planeta. Las partículas son transportadas por vientos y por difusión en el aire a alturas del orden de algunos kilómetros y hacia regiones que pueden distar miles de kilómetros de distancia (Kaufman et al., 1998). Esto ocurre principalmente *algunos días al año*, entre aproximadamente junio y noviembre y con características particulares en cada evento, lo que pone en relevancia la importancia de un estudio detallado de estos fenómenos. En el presente trabajo analizamos la situación particular del periodo 17-20 de Agosto de 1999 (único evento en ese año), de la dispersión de contaminantes en forma de partículas que se generan por la combustión de biomasa (madera, hojas, pastos, etc), desde la zona antes nombrada hacia la región de la Pampa Húmeda Argentina y Uruguay, avanzando esencialmente a lo largo del meridiano 60°W. Empleamos datos TOMS (Total Ozone Mapping Spectrometer) a bordo del satélite Earth Probe de la NASA. Cuando la columna de aerosoles tiene una dimensión apreciable de al menos $1^\circ \text{ lat} \times 1.25^\circ \text{ long}$, puede ser detectada por el equipo satelital TOMS. El *índice de aerosol (AI)* generado a partir de mediciones de irradiancia solar de banda angosta en el rango UV permite seguir la evolución espacio-temporal de estas partículas. Este índice se determina a través de la relación logarítmica entre dos longitudes de onda del ultravioleta solar, una de ellas más afectada que la otra por los aerosoles atmosféricos. Está relacionado con la cantidad comúnmente empleada para medir las propiedades de atenuación de la radiación solar incidente a nivel de la Tierra, el *espesor óptico de aerosoles* e indirectamente con la concentración de partículas. Las mediciones realizadas en el periodo de quema de la evolución de la pluma, determinaron un comportamiento en dirección razonablemente meridional y en

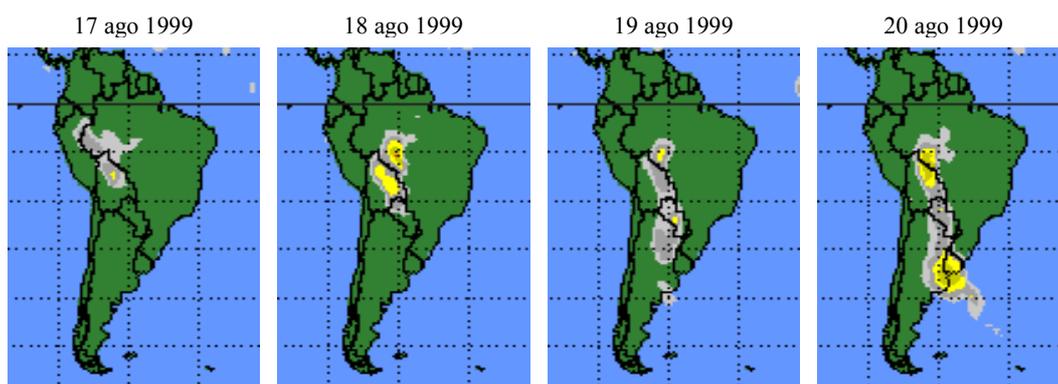


Figura 1. Mapa del índice de aerosol -determinado a partir de datos de irradiancia solar de banda angosta UV del TOMS/NASA a bordo del satélite Earth Probe, de la nube de contaminación generada en agosto de 1999 en el Amazonas (Oriente boliviano, 15°S y 64.5°W) y que por acción de los vientos fue transportada hacia Paraguay, Argentina y Uruguay. Nota: la zona del Brasil con valores relativamente altos del Aerosol Index situada alrededor de los 10°S y 60°W es un segundo foco de contaminación que no hemos considerado en el presente análisis, por no mostrar evolución significativa hacia regiones alejadas. Rangos del AI: 0.7–1.2 (gris), 1.2–1.7 (gris oscuro), 1.7–2.2 (amarillo).

(*) TOMS/NASA Science Team Member en representación de CONAE (Comisión Nacional de Actividades Espaciales)

distribución espacial homogénea: Estos datos son comparados con el modelo dispersivo de la *pluma gaussiana* (De Nevers, 1972; Pasquill y Smith, 1983), que permite caracterizar la concentración por unidad de flujo másico inicial:

$$C_q = \frac{1}{u \cdot \sigma_y} \cdot \exp\left(\frac{-y^2}{2 \cdot \sigma_y^2}\right) \quad (1)$$

donde $C_q = 2\pi (C\sigma_z/Q)$ es un valor de concentración relativa, dado por (2π) veces la concentración absoluta (C) por la dispersión altitudinal (σ_z) (supuesta constante en promedio para el tipo de gran pluma de altura considerada en el presente trabajo) dividido por la masa de partículas emitidas por unidad de área de la fuente (Q). Es u la velocidad del viento a la altura de la pluma y σ_y el coeficiente de dispersión en la dirección latitudinal y perpendicular a la dirección x del viento. Los datos TOMS, dado que están obtenidos en dirección prácticamente vertical (nadir) y desde gran altura (unos 750 km desde la órbita del satélite que lo transporta, el Earth Probe) dan información sólo en dirección latitud y longitud pero no en altura, por lo que no se ha considerado esta variable.

Aplicando la ecuación (1) es posible determinar la evolución de la contaminación (Figura 2) a medida que avanza la nube hacia latitudes mayores de Sudamérica, atravesando Paraguay, Argentina del Este y Uruguay (Figura 1 del 20/8/99).

Las curvas de la figura 2 se construyeron con los valores de los parámetros dados en la leyenda de la figura 2, empleando en este trabajo consideraciones similares para estimar velocidades que las usadas en astrofísica solar de las Eyecciones de Masas Coronales (CME) del viento solar para determinar como se propaga en el espacio desde su fuente, el Sol, hacia el exterior y cuándo este viento hará impacto a nivel terrestre (D. Berdichevsky, Comunicación privada, 2003). Es de destacar que el método simple no incluye efectos de aceleración-desaceleración, inhomogeneidades, etc., por lo que no es de esperar que reproduzca situaciones particulares como el aumento de concentración al final de la pluma el día 20/8/99, posiblemente debido a vientos frecuentes en esa región de direcciones más bien latitudinales, provenientes del Pacífico.

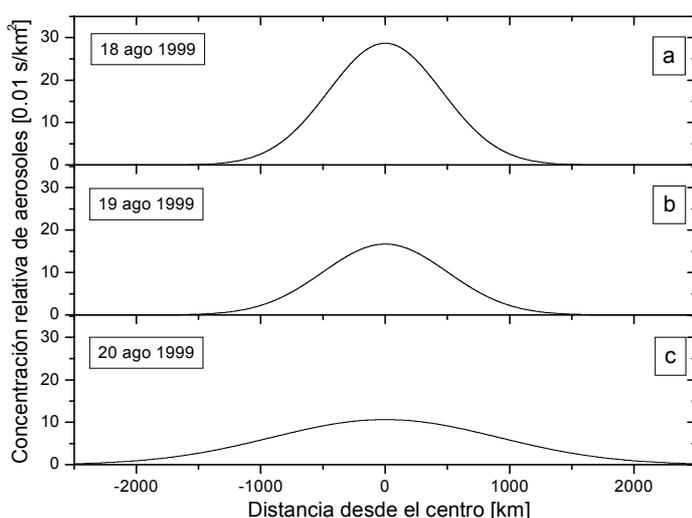


Figura 2. Distribución gaussiana en la dirección latitudinal de los contaminantes (aerosoles,) calculada en las posiciones y para las velocidades determinadas siguiendo el frente de contaminación (en m/s) y dispersiones a nivel medio del máximo de concentración (en km), siguientes: (17°S, 65°W, 7.6 m/s, 456 km) el 18/8/99, (23.5°S, 56.5°W, 12 m/s, 500 km) el 19/8/99 y (35°S, 54.5°W, 10.3 m/s, 910 km) el 20/8/99, respectivamente.

Otro dato de importancia que aporta el modelo dispersivo es que, de los datos del Aerosol Index obtenidos de la página web del TOMS/NASA (www.jwocky.gsfc.nasa.gov) y para los valores de los píxeles centrados en las coordenadas dadas en la leyenda de la figura 2 extendidos a ambos lados, obtuvimos una reducción entre el 18 y el 19 de Agosto de un 26%. Por otra parte,

integrando la curva gaussiana de concentración relativa para los mismos días, el porcentaje de reducción por dispersión es del 39%, no debiendo esperarse que ambos valores sean iguales ya que se refieren a cantidades distintas, aunque relacionadas. Estos estudios tienen aplicación en el análisis de contaminación, atenuación de radiación solar global y sus componentes, cambio climático y efectos sobre el ecosistema (ver por ejemplo, Prier et al, 2001).

Agradecemos el apoyo dado al presente proyecto por ANPCyT, CONICET y NASA Goodard Space Flight Center. También a Pablo García, del Observatorio Astronómico de Rosario por su colaboración.

REFERENCIAS

- Kaufman Y J et al. (1998) *Smoke, Cloud and Radiation –Brazil (SCAR-B) experiment*. Journal of Geophysical Research Special Section 103 (D 24) 31.783-31.808 y artículos subsiguientes de esta sección especial del JGR.
- De Nevers N (1972) *Ingeniería de control de la contaminación del aire*. Editorial Mc Graw Hill.
- Pasquill F y Smith F (1983) *Atmosphere diffusion*, 3rd edition. Ellis Horwood, Chichester, England
- Prier K, Lighthart B y Bromenshenk J (2001) *Adsorption model of aerosolized bacterial spores (Bacillus subtilis variety niger) onto free-flying honey bees (Hymenoptera: Apiadae) and its validation* - Environmental Entomology **30** 6.

PARTICLE TRANSPORT FROM THE AMAZONIAN BIOMASS BURNING ZONE TO ARGENTINA AND URUGUAY REGIONS

ABSTRACT. We present results of the particulate contaminants (aerosols) dispersion from the source situated in the biomass burning region in the Amazonas (East Bolivia) to distant regions of the Argentina and Uruguay geography, after passing over Paraguay. Measurements done by the satellite instrument TOMS (Total Ozone Mapping Spectrometer)/NASA of the *Aerosol Index* in the biomass burning period of June-Nov 1999, are compared with the dispersive *gaussian plume* model.

KEY WORDS: Aerosol, contamination, Amazonas, biomass burning, Argentina, Uruguay