

# Incendio en el noreste de la Laguna de Mar Chiquita detectado por el satélite SAC –C y por la estación Córdoba - CETT de AERONET

## Fire in the Northeast of the Laguna de Mar Chiquita Detected by SAC-C Satellite and AERONET Cordoba - CETT Station

L. Otero<sup>1,4</sup>, P. Ristori<sup>2</sup>, B. Holben<sup>3</sup>, E. Quel<sup>1</sup>

1. CEILAP (CITEFA-CONICET) - Juan B. de La Salle 4397 - B1603ALO Villa Martelli, Argentina. Email: quel@citefa.gov.ar
2. Laboratoire de Pollution de l'Air et du Sol, École Polytechnique Fédérale de Lausanne, Suisse. Email: pablo.ristori@epfl.ch
3. NASA Goddard Space Flight Center, Greenbelt, Maryland, U.S.A. Email: brent@aeronet.gsfc.nasa.gov
4. CONAE (Comisión Nacional de Actividades Espaciales) Av. Paseo Colón 751 - C1063ACH Capital Federal, Argentina. Email: lotero@citefa.gov.ar

Durante los meses de primavera se registran el mayor número de incendios en la provincia de Córdoba, causados tanto por la actividad del hombre como fenómenos naturales. En este trabajo se estudia un evento de aerosoles producido por un incendio en el noreste de la Laguna de Mar Chiquita, por medio de los datos suministrados por la estación Córdoba – CETT (31.5 S, 64.5 W) de AERONET e imágenes satelitales SAC – C de CONAE. La quema de biomasa afecta tanto al clima en general como a la salud humana.

Palabras claves: aerosoles, fotómetro solar, espesor óptico, quema de biomasa.

During the months of spring the greatest number of parts of fires in Cordoba province is registred, caused by the man or by the natural phenomena. In this work an aerosol event was studying in the northeast of Laguna de Mar Chiquita, by means of the data provided by station Cordoba - CETT AERONET (31.5 S, 64.5 W) and images SAC - C satellite of CONAE. The biomass burning affects to the climate in general and the human health.

Key words: aerosols, sun-photometer, optical thickness, biomass burning.

### I. INTRODUCCIÓN

El aire que respiramos no se compone únicamente de gases. También contiene aerosoles, que son pequeñas partículas sólidas o líquidas suspendidas en el aire. Los aerosoles pueden tener distintos orígenes que pueden ser marino, antropogénico, biogénico, volcánico y mineral. Desempeñan un papel muy importante en la atmósfera y tienen su efecto en la salud humana.

Los aerosoles pueden influir sobre el clima<sup>(1)</sup> en una gran cantidad de procesos, ya que producen calentamiento al absorber radiación o pueden provocar enfriamiento al reflejar parte de la radiación que incide en la atmósfera. Además el tamaño de los aerosoles tienen una función muy importante en la formación de distintos tipos de nubes ya que facilitan el proceso de condensación de vapor de agua en la atmósfera.

Cada vez que inspiramos, penetran en nuestros pulmones alrededor de 0.5 litros de aire, aportando oxígeno a nuestro cuerpo. Pero como la atmósfera contiene también miles de partículas, en el proceso de la respiración pueden ingresar hasta los pulmones pudiendo ser perjudiciales para la salud, dependiendo del tamaño y de la composición que tengan. Los aerosoles de radio menor a 2.5  $\mu\text{m}$  son los más capaces de producir daños a la salud humana. Al ser inhaladas alcanzando los alvéolos pulmonares causando síntomas

respiratorios, irritaciones, asma, inflamación e incluso cáncer.

En este trabajo se estudia un evento de aerosoles sobre la provincia de Córdoba causado por un incendio en el noreste de la Laguna de Mar Chiquita. Los datos utilizados son los pertenecientes a la estación AERONET<sup>(2)</sup> Córdoba – CETT (Centro Espacial Teófilo Taberner)(31.5 S, 64.5 W) en nivel 1.5, imágenes satelitales SAC-C facilitadas por CONAE<sup>(3)</sup> y retro trayectorias calculadas por la red AERONET.

### II. RESULTADOS

El mayor número de partes de incendio denunciados en la provincia de Córdoba para el año 2005 son de los meses de primavera de Septiembre y Octubre. La Secretaria de Ambiente y Desarrollo Sustentable<sup>(4)</sup> informa que durante el mes de Septiembre se han registrado 265 partes de incendio y en Octubre 141. En la Figura 1 se observa un histograma para el año 2005 para la estación de Córdoba – CETT donde se puede apreciar que los mayores valores de espesor óptico de aerosoles (AOT,  $\tau$ ) durante los meses de primavera y verano y especialmente en Septiembre y Octubre. En las Figuras 2 y 3 se muestran respectivamente la evolución temporal del AOT para los meses de Septiembre y Octubre de 2005.

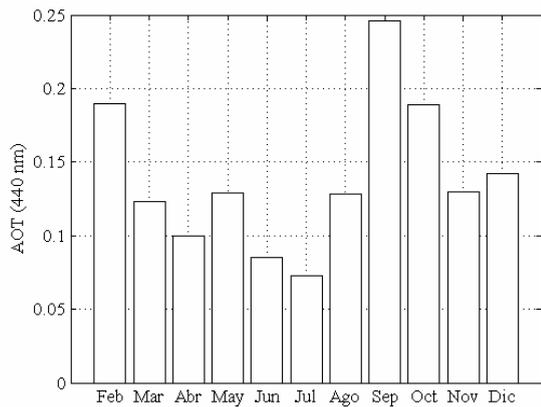


Figura 1. Histograma del espesor óptico de aerosoles para el año 2005, estación Córdoba – CETT.

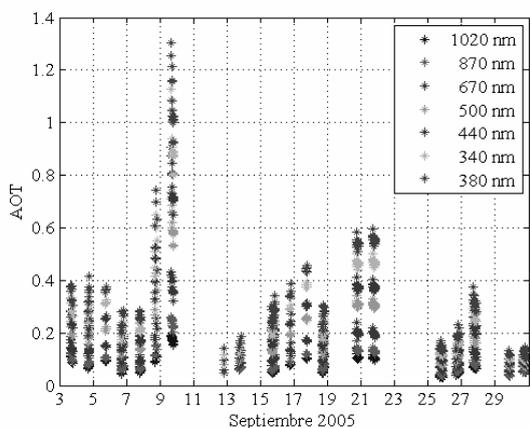


Figura 2. Evolución del espesor óptico de aerosoles para el mes de Septiembre de 2005 de la estación de Córdoba – CETT.

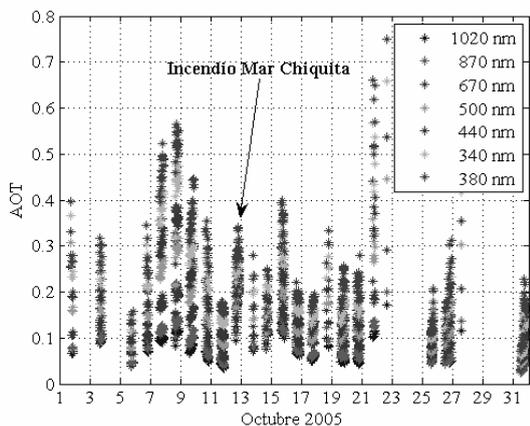


Figura 3. Evolución del espesor óptico de aerosoles para el mes de Octubre de 2005 de la estación de Córdoba – CETT.

Se estudia un caso particular en la provincia de Córdoba al noreste de la Laguna de Mar Chiquita el 12 de Octubre de 2005. En las Figuras 4 y 5 se muestran la imagen captada por el satélite argentino SAC-C mediante su cámara multispectral MMRS<sup>(3)</sup>. La misma corresponde al path 228 del día 12 de octubre de 2005. Se observan focos de incendio y plumas de humo al Noreste de la Laguna de Mar Chiquita. Se marca con

línea llena las plumas de humo y con línea discontinua la estación Córdoba – CETT de AERONET.

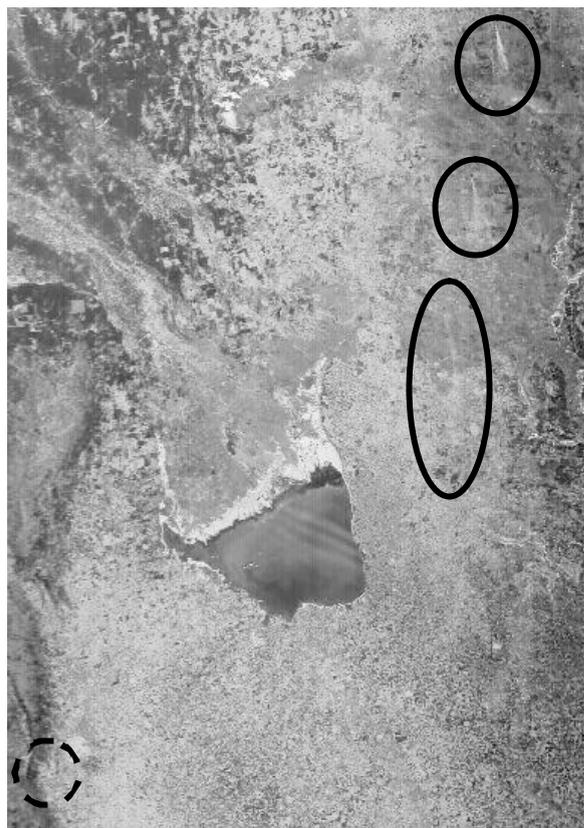


Figura 4. Imagen SAC – C del 12 de Octubre de 2005.

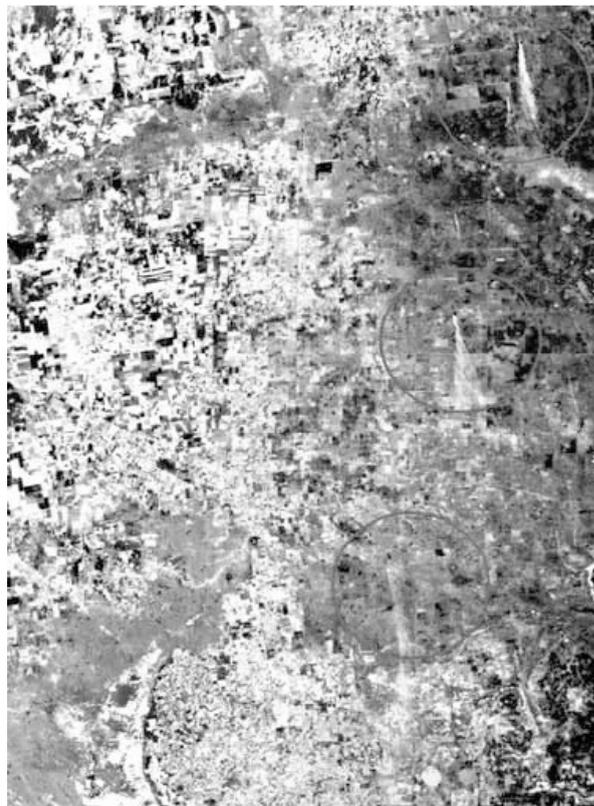


Figura 5. Imagen SAC – C ampliada de la Figura 4.

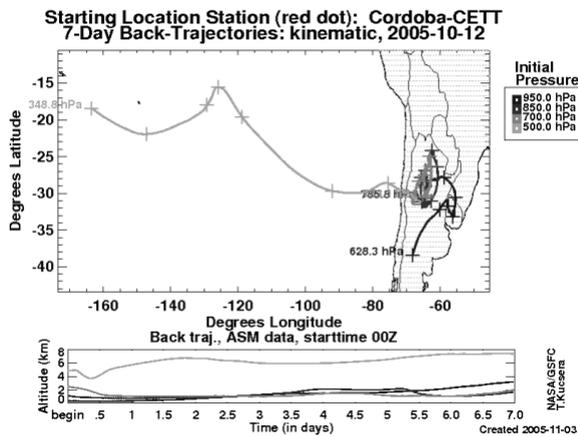


Figura 6. Retro trayectorias para el 12 de Octubre de 2005.

Las retro trayectorias para 7 días realizadas por Tom Kucsera para AERONET<sup>(5)</sup> se muestran en la Figura 6. Se puede observar que entre el nivel del suelo y los 2000 m las retro trayectorias generan envolventes en la zona sin intercambiar masas de aire con otras regiones.

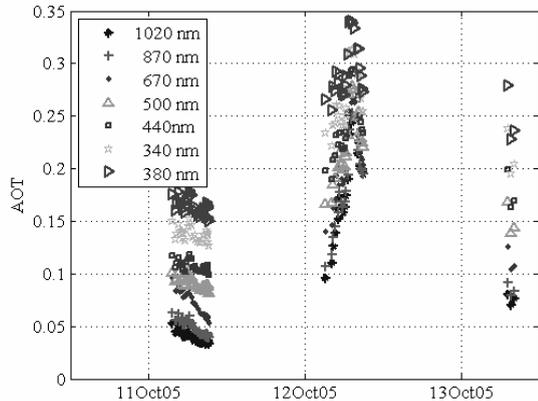


Figura 7. Evolución temporal del espesor óptico de aerosoles.

En la Figura 7 se muestra en forma detallada la evolución temporal del AOT un día antes y un día después del incendio. Se observa claramente que los valores de AOT son sensibles a este tipo de eventos. En la Figura 8 se presenta el coeficiente de Ångström en función del AOT (440 nm). Esta figura revela la existencia de tres tipos de aerosoles diferentes para cada día<sup>(6, 7)</sup>. Para el 11 de Octubre se presentan características del tipo Continental Limpio, para el 12 se tienen dos tipos Continental Contaminado y Quema de Biomasa y para el 13 Continental Contaminado.

En la Figura 9 se presenta el contenido de vapor de agua versus el AOT (440 nm) mostrándose que el día 12 de Octubre presenta los mayores valores de contenido de vapor de agua con los mayores valores de AOT, característico de las partículas de humo presentes<sup>(8)</sup>. La correlación entre el contenido de vapor de agua y el coeficiente de Ångström se muestra en la Figura 10, donde se puede observar como aumenta para el día 12

los valores de ambas magnitudes en comparación con los demás días estudiados.

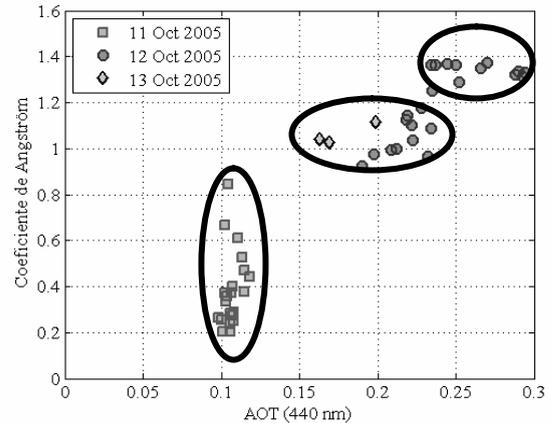


Figura 8. Coeficiente de Ångström (a) versus el espesor óptico de aerosoles en 440 nm (AOT (440 nm)).

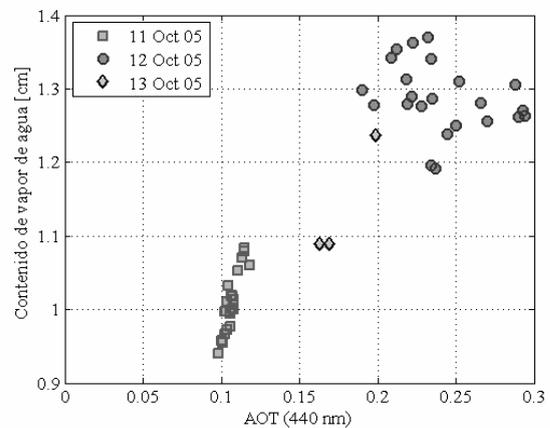


Figura 9. Contenido de vapor de agua versus el espesor óptico de aerosoles en 440 nm (AOT (440 nm)).

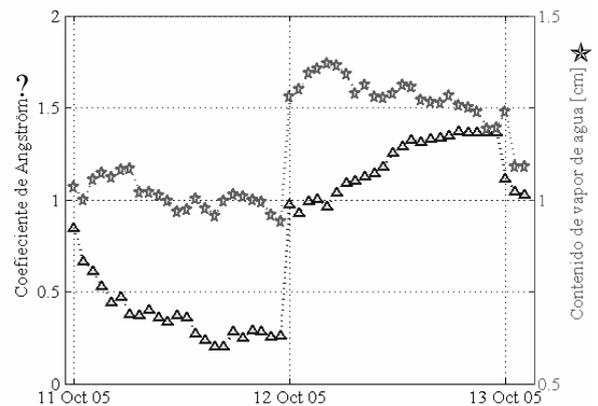


Figura 10. Evolución temporal del coeficiente de Ångström y del contenido de vapor de agua.

La distribución en tamaños característica de la estación de Córdoba - CETT es bimodal con el segundo modo mayor que el primero, característico de partículas de polvo<sup>(9)</sup>. En la Figura 11 se puede observar que la evolución de las distribuciones para el 11 de octubre pasa de tener un máximo en 7  $\mu$ m aproximadamente a

tener máximo en  $0.1 \mu\text{m}$ , o sea muestra el arribo de partículas mas pequeñas. Lamentablemente no hay mediciones para el 12 pero se pude ver que aun el 13 se conserva un segundo modo muy desarrollado característico de las partículas de pequeñas como son las de humo<sup>(9)</sup>.

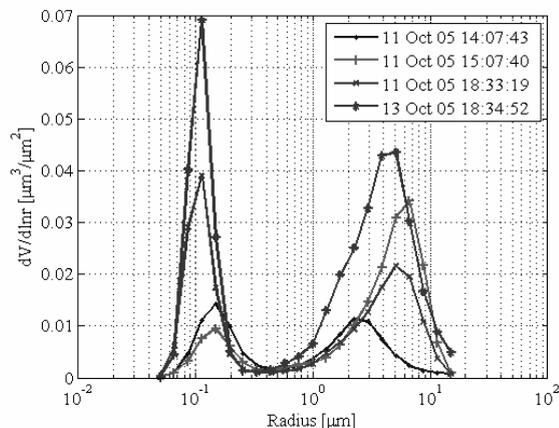


Figura 11. Distribución de tamaño de aerosoles.

### III. CONCLUSIONES

En la Argentina, como en toda América del Sur, los focos de incendio van en aumento año a año, tanto los originados naturalmente como los provocados por la actividad del hombre. La quema de biomasa tiene profundas influencias en el clima mediante la emisión de gases de efecto invernadero, que destruyen la capa de ozono estratosférico y produce cambios en el albedo de la superficie quemada. Las partículas de humo poseen radios pequeños que son fácilmente inhalados por el hombre, generándole problemas respiratorios. El evento estudiado refleja esta realidad. Los aerosoles presentes son del tipo Quema de Biomasa y Continental Contaminado, cuyas características son:

Espesor Óptico de Aerosoles en 440 nm:  $0,18 \leq \tau \leq 0,3$ .

Coefficiente de Ångström:  $0,9 \leq \alpha \leq 1,4$ .

Contenido de vapor de agua:  $1,2 \text{ cm} \leq \text{WPC} \leq 1,4 \text{ cm}$ .

Distribución de tamaño: bimodal.

Intervalo de radios del modo principal (primer modo):  $0,04 \mu\text{m} \leq r \leq 0,5 \mu\text{m}$ .

En el caso de que se hubiera instalado un sistema lidar de retrodifusión, podríamos determinar la altura y el espesor de la capa de aerosoles, calcular los coeficientes de extinción y retrodifusión, los cuales hubieran

permitido caracterizarlos mejor y estudiar la evolución de la capa límite atmosférica.

### IV. AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a: la red AERONET, JICA, CONICET, ANPCyT, CONAE y especialmente al Dr. Marcos Machado por el apoyo brindado para la realización del presente trabajo.

### V. REFERENCIAS

1. Andreae M. O., "Climatic effects of changing atmospheric aerosol levels en World Survey of Climatology" vol 16, Future Climates of the World, A. Henderson-Sellers, 341-392 Elsevier, New York, (1995).
2. Holben B., T. F.Eck, I. Iutsker, D.Tanre, J. P. Buis, A. Setzer, E. Vermote, J. A. Reagan, Y. Kaufman, T. Nakajima, F. Lavenue, I. Jankowiak, and A. Smirnov, "AERONET- A federated instrument network and data achieve for aerosol characterization", *Remote Sens.* 12, 1147-1163, (1991).
3. <http://www.conae.gov.ar>
4. <http://www2.medioambiente.gov.ar>
5. <http://croc.gsfc.nasa.gov/aeronet>
6. Holben, B. N., D. Tanre, A. Smirnov, T. F. Eck, I. Slutsker, N. Abuhassan, W. W. Newcomb, J. Schafer, B. Chatenet, F. Lavenue, Y. J. Kaufman, J. Vande Castle, A. Setzer, B. Markham, D. Clark, R. Frouin, R. Halthore, A. Karnieli, N. T. O'Neill, C. Pietras, R. T. Pinker, K. Voss, and G. Zibordi, "An emerging ground-based aerosol climatology: Aerosol Optical Depth from AERONET" *J. Geophys. Res.*, 106, 12,097-12,097, 2001.
7. Otero, L., P. Ristori, B. Hoben, E. Quel. Espesor óptico de aerosoles durante el año 2002 para distintas estaciones pertenecientes a la red AERONET – NASA Anales AFA 2005 (Aceptado para su publicación).
8. Eck T. F., B. N. Holben, J. S. Reud, O. Dubovik, A. Siminov, N. T. O'Neill, I. Slutsker and S. Kinne, "Wavelength dependence of the optical depth of biomass burning, urban and desert dust aerosols". *J. Geophys. Res.* 104, 31, 333-349, (1999).
9. Dubovik, O., B. N. Holben, T. F. Eck, A. Smirnov, Y. J.Kaufman, M. D. King, D. Tanre, and I. Slutsker, 2002: Variability of absorption and optical properties of key aerosol types observed in worldwide locations, *J.Atm.Sci.*, **59**, 590-608.