

ESTUDIO DE LA TENDENCIA LINEAL DEL ESPESOR ÓPTICO Y COEFICIENTE DE ÅNGSTRÖM DE LOS AEROSOLES ATMOSFÉRICOS EN BUENOS AIRES

Lucila Cúneo¹, Ana Graciela Ulke^{1,2}, Bibiana Cerne^{1,2,3}

¹ Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos (FCEyN, UBA) - Argentina

² CNRS – IRD – CONICET – UBA. Instituto Franco-Argentino para el Estudio del Clima y sus Impactos (IRL 3351 IFAECI). Buenos Aires, Argentina.

³ Centro de Investigaciones del Mar y la Atmósfera (CONICET-UBA) – Argentina
Autor/a correspondiente: lcuneo@at.fcen.uba.ar

Palabras clave: AERONET, aerosol, tendencia

1) INTRODUCCIÓN

Los aerosoles atmosféricos son un reconocido forzante climático (IPCC, 2007). Sus efectos en el clima están relacionados con las características físicas, químicas y ópticas de estas partículas, con las fuentes de emisión y con las transformaciones que experimentan. Por lo tanto, es esencial conocer y entender las variaciones de las propiedades de los aerosoles y así cuantificar el rol que cumplen en la variabilidad climática natural y antropogénica. Para lograr este objetivo es importante contar con series de datos de larga duración. Una de las bases de datos de propiedades ópticas de aerosoles es AERONET (Aerosol Robotic Network), una red global de sensoramiento remoto desde superficie coordinada por NASA y LOA-PHOTONS (CNRS) que cuenta con más de 600 estaciones en el mundo. Las observaciones de la radiación solar en 8 longitudes de onda son utilizadas para computar el espesor óptico (AOT) y su dependencia espectral es conocida como el coeficiente de Ångström (α). Estas propiedades proveen información acerca de la carga y el tamaño de los aerosoles, respectivamente. Varios estudios sobre aerosoles en Argentina utilizaron la red de AERONET. Por ejemplo, Otero et al, (2018) presentan la variación de los valores medios mensuales en las siete estaciones operativas en el país, mientras que Casasola et al, (2020), Pawelko et al, (2008); Ristori et al (2003) y Ulke, (2019), analizan eventos específicos de aerosoles. Cúneo et al, (2022) estudian las características de los aerosoles en Buenos Aires y presentan una clasificación de los mismos a partir de sus propiedades ópticas.

El objetivo del presente trabajo es determinar si hay tendencia lineal del espesor óptico y el coeficiente de Ångström de los aerosoles en Buenos Aires a partir de los valores medios mensuales en un período de 18 años.

2) DATOS Y METODOLOGÍA

Se utilizan los datos diarios de AOT (500 nm) y de α (440-870 nm) de la versión 3, nivel 2 de CEILP-BA el cual incluye el filtrado de nubes y control de calidad. El período estudiado comprende entre 2000 y 2018. Se excluye el año 2009 debido a que durante el segundo semestre sólo estaba disponible el 18% de los datos. Se calculan los valores medios mensuales y se filtra el ciclo estacional sustrayendo de cada valor mensual su promedio de los 18 años. Luego, se estudian las posibles tendencias y su significancia aplicando el test no paramétrico de Mann-Kendall. La significancia es testeada con un 95% de confianza. La pendiente es calculada a partir de un estimador de

Theil-Sen que se caracteriza por presentar menor sensibilidad a los valores extremos de las variables (Sen, 1968). Además, se incluye el cálculo del promedio móvil centrado en 12 meses para ilustrar la estructura suavizada de los comportamientos temporales de la extinción debida a los aerosoles y su tamaño.

3) RESULTADOS

Buenos Aires se caracteriza por un AOT medio bajo (0.11 ± 0.1) mientras que α , tiene un valor medio de 1.11 con una desviación estándar de 0.4 (Cúneo et al. 2022).

En la Figura 1 se presenta la serie temporal de valores medios mensuales sin ciclo estacional, el promedio móvil centrado en 12 meses y la tendencia lineal de Mann-Kendall con la pendiente de Theil-Sen para AOT (a) y α (b). Es posible observar una tendencia lineal negativa y significativa (>95%) para ambas propiedades. Estas tendencias negativas parecerían indicar una disminución de la carga media de aerosoles en la columna atmosférica y que las partículas tienden a presentar, en promedio, mayor tamaño.

Estudios previos en Latinoamérica y Argentina han encontrado también tendencias negativas para ambas variables. Li et al, (2014) encuentran tendencias negativas de las medianas mensuales de AOT y α en varios sitios en Brasil y en particular en Argentina, en Córdoba sólo α presenta tendencia negativa y significativa. Della Ceca et al, (2018) muestran una tendencia negativa de los valores medios de espesor óptico en la ciudad de Córdoba entre 2003 y 2015 y la relacionan con la disminución de los incendios en la temporada de quema de biomasa. En particular, Cúneo et al, (2022) analizan la tendencia lineal de AOT y α a partir de las series de medianas mensuales filtradas con la misma técnica que en el presente estudio. Estas autoras encuentran que sólo las anomalías de α presentan una tendencia lineal significativa (>95%). La diferencia entre los resultados podría estar relacionada con la mayor dispersión sesgada hacia valores positivos que presentan las anomalías de AOT (Figura 1 (a)) y que influye en el cálculo de los promedios mensuales, no así en el de la mediana mensual, en concordancia con los resultados de Cúneo et al (2022).

4) CONCLUSIONES

El estudio de la tendencia de las anomalías de los valores medios mensuales del espesor óptico y coeficiente de Ångström en la columna atmosférica de Buenos Aires arroja valores negativos y significativos con un 95% de confianza. En particular, la tendencia negativa y significativa de las anomalías de los valores medios de AOT difiere de la encontrada por Cúneo et al., (2022) que utiliza las medianas y cuya tendencia resultó no significativa porque es menos susceptible al sesgo de los valores extremos. Por lo tanto, las partículas tienden a presentar, en promedio, mayor tamaño, mientras que la carga media de aerosoles en la columna atmosférica se reduce debido a que disminuye la ocurrencia y magnitud de valores extremos positivos de anomalías de AOT.

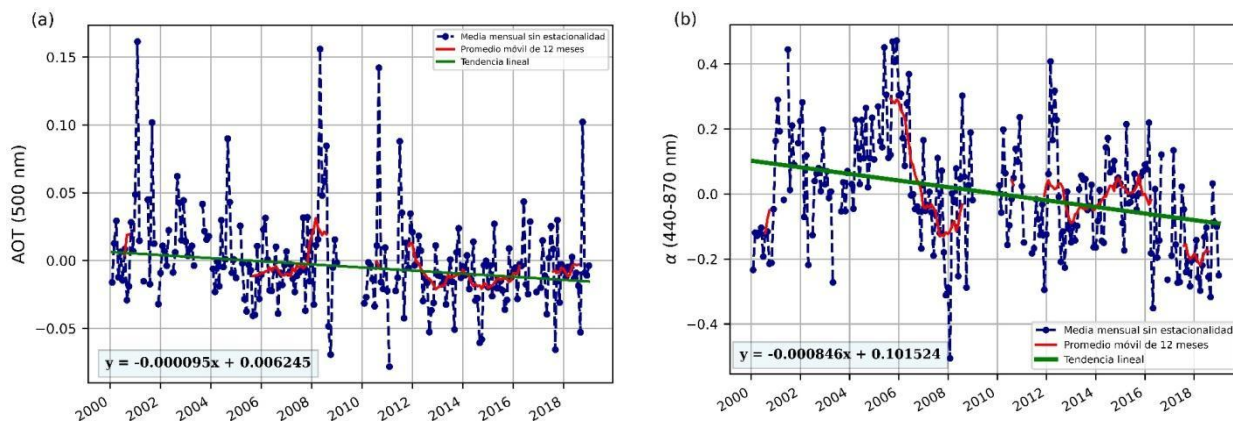


Figura 1: Evolución de la anomalía de la media mensual (línea punteada azul), promedio móvil de 12 meses (línea llena roja) tendencia de Mann-Kendall (línea verde) para AOT (a) y coeficiente de Ångström (b) para el período 2000-2018.

AGRADECIMIENTOS

Las autoras desean agradecer a B. Holben y AERONET por recopilar las observaciones de aerosoles en todo el mundo. Este trabajo fue parcialmente financiado por los proyectos UBACYT 20020170100504BA y UBACYT 20020190100247BA Argentina.

REFERENCIAS

- Casasola, F., Pereyra, C., Prieto, M., Martorella, E., Brusca, S., Raponi, M., Ristori, P., Otero, L., 2020: Clasificación de los aerosoles en la estación AERONET de Tucumán, Argentina. *An. AFA* 31, 39–45. <https://doi.org/10.31527/analesafa.2020.31.2.39>
- Cúneo, L., Ulke, A.G., Cerne, B., 2022: Advances in the characterization of aerosol optical properties using long-term data from AERONET in Buenos Aires. *Atmospheric Pollution Research*, Volume 13, Issue 3, 101360, ISSN 1309-1042, <https://doi.org/10.1016/j.apr.2022.101360>.
- Della Ceca, L.S., García Ferreyra, M.F., Lyapustin, A., Chudnovsky, A., Otero, L., Carreras, H., Barnaba, F., 2018: Satellite-based view of the aerosol spatial and temporal variability in the Córdoba region (Argentina) using over ten years of high-resolution data. *ISPRS J. Photogramm. Remote Sens.* 1–18. <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2018.08.016>
- IPCC, 2007: Contribution of Working Group 1 to the Fourth IPCC Assessment Report. In: Solomon, S., Qin, D., Manning, M., Che, Z., Marquis, M., Averyt, K.B., Tignor, M., Miller, H.L. (Eds.), *Climate Change 2007: the Physical Science Basis*. Cambridge University Press, Cambridge, U.K. (996 p.)
- Li, J., Carlson, B.E., Dubovik, O., Lacis, A.A., 2014: Recent trends in aerosol optical properties derived from AERONET measurements. *Atmos. Chem. Phys.* 14, 12271–12289. <https://doi.org/10.5194/acp-14-12271-2014>
- Otero, L.A., Ristori, P.R., García Ferreyra, M.F., Herrera, M.E., L. Bali, J., Pereyra, A.F., Martorella, E., Brusca, S., D'elia, R.L., Fierro, V.E., Franchi, G., Vilar, O., Salvador, J.O., Raponi, M.M., J. Quel, E., 2018: Seven photometers of the aeronet network installed in the Argentine territory: Statistical analysis of the data and characterization of the aerosols. *An. la Asoc. Fis. Argentina* 29, 78–82 <https://doi.org/10.31527/analesafa.2018.29.3.78>
- Pawelko, E., Pallotta, J., Otero, L., Wolfram, E., Elia, R.D., Salvador, J., Raponi, M., Martorella, E., Vilar, O., Gonzalez, F., Dworniczak, J., 2008: En Buenos Aires Measurement of Chaitén Volcano Ashes in Buenos Aires 20, 255–259.
- Ristori, P., Otero, L., Fochesatto, J., Flamant, P.H., Wolfram, E., Quel, E., Piacentini, R., Holben, B., 2003: Aerosol optical properties measured in Argentina: Wavelength dependence and variability based on sunphotometer measurements. *Opt. Lasers Eng.* 40, 91–104. [https://doi.org/10.1016/S0143-8166\(02\)00057-X](https://doi.org/10.1016/S0143-8166(02)00057-X)
- Sen, P.K., 1968: Estimates of the regression coefficient based on Kendall's tau, *J. Am. Stat. Assoc.*, 63, 1379–1389, <https://doi.org/10.1080/01621459.1968.10480934>.
- Ulke, A.G., 2019: Influence of Regional Transport Mechanisms on the Fingerprint of Biomass-Burning Aerosols in Buenos Aires. *Adv. Meteorol.* 2019. <https://doi.org/10.1155/2019/6792161>