

# APLICACIÓN DEL ANÁLISIS DE FOURIER AL ESTUDIO DE LA VARIABILIDAD INTRAESTACIONAL DE LA CONCENTRACIÓN POLÍNICA ATMOSFÉRICA

Mauro Covi<sup>1\*</sup>, María I. Gassmann<sup>1,2</sup>, Claudio F. Pérez<sup>1,2</sup>, Ana G. Ulke<sup>1</sup>  
\* [tero.covi@gmail.com](mailto:tero.covi@gmail.com)

<sup>1</sup>Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos (FCEyN, UBA)

<sup>2</sup>Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

**Palabras clave:** trampa Burkard, Sunchales, ondas sinópticas.

## 1) INTRODUCCIÓN

Las concentraciones de polen se reportan como datos discretos a intervalos regulares horarios. Por lo tanto, es posible estudiar sus propiedades utilizando métodos de series de tiempo. Un conjunto de datos de concentración de polen ( $S$ ) puede interpretarse como las contribuciones de procesos naturales que ocurren en diferentes escalas de tiempo o frecuencias características:

$$S = S_t + S_a + S_s + S_{is} + e \quad (1)$$

$S_t$  es la tendencia de largo plazo y  $S_a$ ,  $S_s$ ,  $S_{is}$ , las variaciones interanuales, estacionales e intraestacionales y  $e$  es un término de error. Este enfoque permite descomponer la serie para analizar su relación con posibles procesos biológicos o meteorológicos. Para cada escala se aplican diferentes técnicas como la regresión para  $S_t$  y  $S_a$ . La más común para  $S_s$ , es la determinación del período principal de polinización (PPP) con las fechas de inicio y máximo (Pérez y otros, 2021 y trabajos allí citados). Sin embargo, la complejidad intrínseca de la variabilidad intraestacional es menos accesible por técnicas sencillas. En este trabajo, proponemos aplicar la Transformada rápida de Fourier (FFT) al estudio de esta escala y relacionarla con la variabilidad de la atmósfera a escala sinóptica.

## 2) METODOLOGÍA

El monitoreo se realizó entre 08/01/12 - 11/27/12 y 08/09/13 - 12/05/13 con una trampa Burkard ubicada a 3 km al SW del centro de la ciudad de Sunchales (30°57.4'S, 61°32'W), en la estación del Servicio Meteorológico Nacional (SMN). La entrada de aire se ubicó a 1,3 m sobre el suelo y el volumen de succión fue 0.6 m<sup>3</sup> h<sup>-1</sup>. El conteo de polen se realizó con microscopio a 400x. La concentración diaria se expresó en granos de polen m<sup>-3</sup>. Los datos horarios de temperatura, presión, velocidad y dirección del viento fueron suministrados por el SMN.  $S_{is}$  se obtuvo removiendo la variabilidad de baja frecuencia con un filtro pasa bajo binomial de 17 pesos a las series diarias de los 4 tipos principales (Cupressaceae, Moraceae, Urticaceae, Poaceae), reteniéndose los períodos superiores a 10.7 días.  $S_{is}$  se estudió con análisis de Fourier (Wilks, 2011) sobre los residuales obtenidos. El vector del viento se descompuso en los ejes NE-SW y SE-NW que corresponden a la máxima variabilidad del viento y maximizan el contraste urbano-rural de las fuentes de polen respecto de la posición del captador.

## 3) RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los cambios de presión y temperatura responden a la escala estacional aun analizando períodos menores a un año, mientras que el viento depende de procesos de escala sinóptica (Tabla I). Las variables de polen no presentan un patrón temporal fácilmente atribuible ya que responden tanto a factores físicos como biológicos. La variabilidad en la escala sinóptica

reúne 65 - 77% de variación del paso alto en las variables meteorológicas, mientras que para polen estos porcentajes son 72 - 81% (2012) y 60 - 79% (2013) (Tabla I). Las series de temperatura media, presión y viento (Tabla I) muestran un predominio de ondas largas en 2012, con máxima densidad para los periodos 6.9, 7.4, 6.9 (SE-NW) y 6.4 (NE - SW) días

Varianza	Rango (días)	Urticaceae 2012	Cupressaceae 2012	Poaceae 2012	Moraceae 2012	PM 2012	TM 2012	VV1 2012	VV2 2012	Urticaceae 2013	Cupressaceae 2013	Poaceae 2013	Moraceae 2013	PM 2013	TM 2013	VV1 2013	VV2 2013
Total		393 (gr m <sup>-3</sup> ) <sup>2</sup>	96 (gr m <sup>-3</sup> ) <sup>2</sup>	40 (gr m <sup>-3</sup> ) <sup>2</sup>	37 (gr m <sup>-3</sup> ) <sup>2</sup>	41 hPa <sup>2</sup>	23 °C <sup>2</sup>	1.3 (m s <sup>-1</sup> ) <sup>2</sup>	5.8 (m s <sup>-1</sup> ) <sup>2</sup>	153 (gr m <sup>-3</sup> ) <sup>2</sup>	236 (gr m <sup>-3</sup> ) <sup>2</sup>	117 (gr m <sup>-3</sup> ) <sup>2</sup>	250 (gr m <sup>-3</sup> ) <sup>2</sup>	47 hPa <sup>2</sup>	44 °C <sup>2</sup>	2 (m s <sup>-1</sup> ) <sup>2</sup>	7.5 (m s <sup>-1</sup> ) <sup>2</sup>
FPB (%)	96-10.5	49.7	63	71.4	49.4	56	59	38	6.5	55	51	72	64	62	80	11	7
FPA (%)	10.5-2	50.3	37	28.6	50.6	44	41	62	93.5	45	49	28	36	38	20	89	93
Ond. sinopt. (% FPA)	8.7-3.1	80.1	75.5	72.4	81	77	70	68	69	78.6	76.5	61.9	59.9	65.7	68	66.3	64.7
Otras ondas (% FPA)	<3.1 y >8.7	19.9	24.5	27.6	19	23	30	32	31	21.4	23.5	38.1	40.1	34.3	32	33.7	35.3
Sinop. largas (frec.)	8.7-5.5	44	40	21	52	63.4	61	47	49.3	34.5	48.3	44.1	28	42.1	43	33.7	46.8
Sinop. medias (frec.)	5.5-3.9	38	40	46.5	31	20.4	18	20	20.5	33.1	35.1	40.5	41	42.8	42	46.3	35.5
Sinop. cortas (frec.)	3.9-3.1	18	20	32.5	17	16.2	21	33	30.2	32.4	16.6	15.4	31	15.1	15	20	17.7

Tabla I. Descomposición de la varianza para cada año. PM: presión media, TM: temperatura media, VV1: vel. Viento SE-NW, VV2: vel. Viento NE-SW. FPB: filtro pasa bajo, FPA: filtro pasa alto.

respectivamente (Figs. 1A y B, 2A y B). Las ondas largas predominan en Moraceae (52%) y Urticaceae (44%) con densidades máximas para los periodos de 6.9 y 7.4 días (Figs. 3A y 4B). Las ondas medias explican la varianza de Poaceae (46.5%, Tabla I) con un pico de 4.6 días (Fig. 4A), mientras que Cupressaceae reúne el 80% entre ondas medias y largas con densidades máximas de 4.6 y 7.4 días respectivamente (Tabla I y Fig. 3A). En 2013 la mayor variabilidad meteorológica se concentró en ondas largas para viento NE-SW, presión y temperatura medias (Tabla I). Los periodos más frecuentes fueron 6.9 días para viento

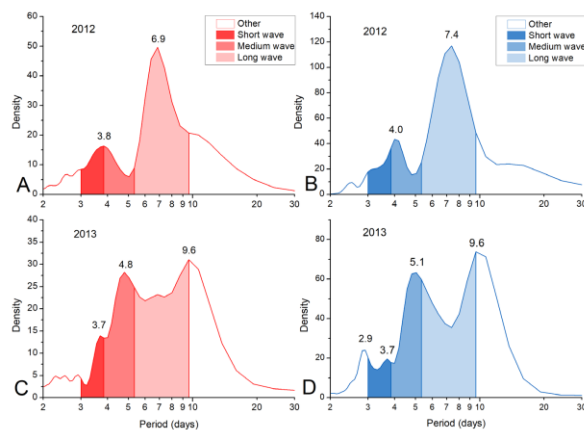


Figura 1. Espectro de Fourier de MT (A, C) y MP (B, D) diarias para los periodos 2012 y 2013.

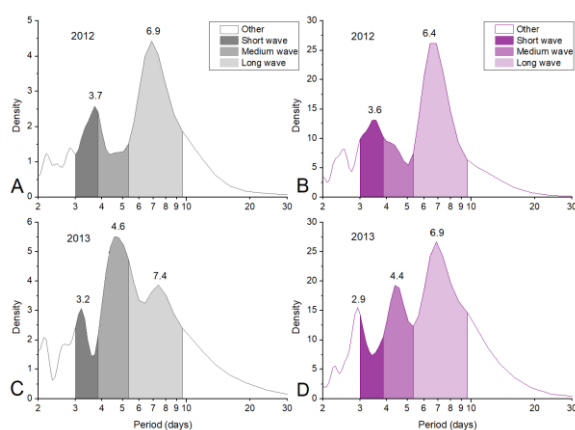


Figura 2. Espectro de Fourier para promedio diario de velocidad del viento para 2012 y 2013. Columna izquierda (A, C) componente NW - SE, derecha (B, D) componente NE - SW.

NE-SW (Fig. 2D) y 9.6 días para presión y temperatura (Fig. 1C y D). Las ondas medias fueron importantes en temperatura, presión y viento SE-NW (Tabla I) con períodos de 4.8, 5.1 y 4.6 días (Figs. 1C, D y 2C). En polen, Cupressaceae presentó 48% de su variabilidad en ondas largas con máximos en 6.4 y 8.7 días (Tabla I y Fig. 3C) mientras que Poaceae acumuló 84.6% en ondas medias y largas, con picos de 4.2 y 6 días respectivamente (Fig. 4C). Moraceae presentó mayor contribución en ondas medias (41%) y periodos de 3.8 y 5.3 días (Fig. 3D). En 2013 Urticaceae mostró máximos en periodos de 3.6 y 5.6 días (Fig. 4D). Estos resultados concuerdan con los de Bianchi (1994) para la ciudad de Mar del Plata. Las ondas sinópticas medias y largas son las que proporcionan mayor variabilidad y se relacionan

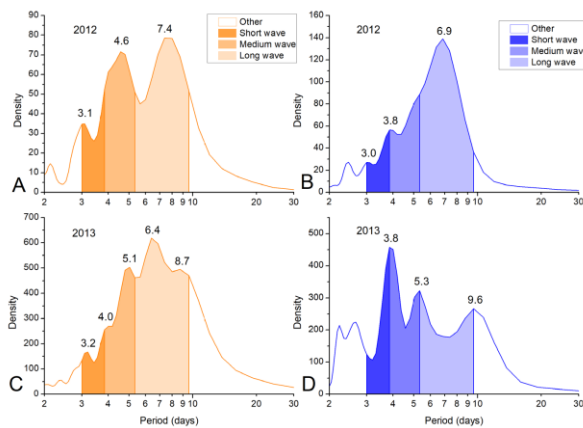


Figura 3. Espectro de Fourier de concentración polínica para 2012 y 2013. Cupressaceae (A, C) y Moraceae (B, D).

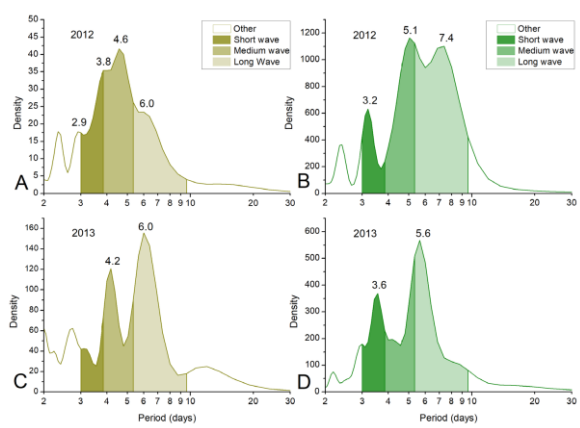


Figura 4. Espectro de Fourier de concentración polínica para 2012 y 2013. Poaceae (A, C) y Urticaceae (B, D).

con la dispersión de polen en vista de la similitud entre los espectros de densidad de polen y variables meteorológicas. Otros autores encuentran asociación entre las características de escala sinóptica y las concentraciones de polen como Hernández-Ceballos y otros (2011) para el caso de polen de olivo en el SW de España que ocurren en periodos entre 3 y 10 días. O'Rourke (1990) encontró que el aumento de la velocidad del viento asociada a eventos convectivos pueden ser responsables del aumento de concentraciones de polen. Velasco y Fritsch (1987) muestran que los sistemas convectivos de mesoescala suelen producirse en promedio cada dos días. La escala analizada en este trabajo debe ser estudiada con más detalle para entender los procesos involucrados en la variabilidad de la concentración de polen en el aire.

## AGRADECIMIENTOS

Al personal de la estación Sunchales (SMN) por la toma de muestras. PICT 2008 – 1739.

## REFERENCIAS

- Bianchi, M., 1994:** El muestreo aerobiológico en Mar del Plata: Aportes de una nueva metodología al análisis de polen. Su aplicación en el diagnóstico de la polinosis. Academia Nacional de Ciencias, Buenos Aires.
- Hernández-Ceballos, M., y otros, 2011:** Synoptic and meteorological characterisation of olive pollen transport in Córdoba province (south-western Spain). *Int. J. Biometeorol.*, 55, 17-34.
- O'Rourke, M., 1990:** Pollen re-entrainment: contributions to the pollen rain in an arid environment. *Grana*, 29, 147-151.
- Pérez, C., Covi, M., Gassmann, M. y Ulke, A., 2021:** An exploratory analysis of seasonal and intraseasonal variations of the main airborne pollen types in Sunchales city, Argentina. *Bol. Soc. Arg. Bot.*, 56, 1-19.
- Velasco, I. y Fritsch, J., 1987:** Mesoscale convective complexes in the Americas. *J. Geophys. Res.*, 92, 9591-9613.
- Wilks, D., 2011:** Statistical methods in the atmospheric sciences. International Geophysics Series 100, 3<sup>rd</sup> ed. Elsevier Academic Press.