

CAPÍTULO 15

Desarrollo y aplicación de métodos para el análisis químico e interpretación de la contaminación atmosférica: estudio de los niveles de Pb, As y Cd en muestras de aerosoles atmosféricos de Extremadura, año 2009.

MARÍA CERRATO ÁLVAREZ

El material particulado atmosférico se define como el conjunto de partículas sólidas y/o líquidas (a excepción del agua pura) presentes en suspensión en la atmósfera. La contaminación atmosférica producida por material particulado se define como la alteración de la composición natural de la atmósfera como consecuencia de la alteración de los niveles de partículas, ya sea por causas naturales o por la acción del hombre (Mészáros, 1999).

Generalmente las partículas presentan formas muy diversas e irregulares, por lo que la definición de su tamaño debe expresarse en términos de diámetro equivalente o efectivo (Baron y Willeke, 2001). De esta forma se definen y utilizan distintos diámetros efectivos, de los cuáles el más utilizado es el diámetro equivalente aerodinámico. El criterio relativo a la calidad del aire es el empleado habitualmente en monitorización atmosférica, y según éste se distinguen cuatro categorías fundamentales atendiendo al tamaño del sistema de captación: PST, PM10, PM2.5 y PM1. El término PST se refiere a Partículas en Suspensión Totales, mientras que el término PM10 (PM: material particulado) indica la masa de partículas que atraviesa un cabezal de tamaño selectivo para un diámetro aerodinámico de 10 μm con una eficacia de corte del 50%. Así mismo, se definen los términos PM2.5 y PM1 para cabezales de corte de 2,5 μm y 1 μm , respectivamente.

Las partículas que conforman el material en suspensión tienen una gran variedad de fuentes de emisión tanto naturales como antropogénicas (Warneck, 1988). Las sustancias de origen antropogénico que se incorporan al aerosol pueden tener naturaleza orgánica o inorgánica. En el grupo de sustancias inorgánicas cabe destacar especialmente, por su peligrosidad y persistencia, algunos elementos en concentración de trazas, como son los denominados metales pesados (Kampa y Castanas, 2008) en los cuales se centra la parte experimental de este trabajo.

El aerosol atmosférico es una importante fuente de información ambiental. Su concentración, distribución de tamaño y composición química tienen relación con potenciales efectos sobre la salud humana y sobre los ecosistemas. Por otra parte, la investigación de la naturaleza y composición del aerosol ambiental permite extraer importante información sobre el tipo y localización de las fuentes de emisión (asignación de fuentes), y también sobre la importancia relativa de cada una de ellas (contribución de fuentes).

Por otro lado, el aerosol atmosférico presente en la troposfera participa en la regulación del clima del planeta, ya que por un lado actúa directamente sobre el balance radiativo (U.S. EPA, 1996), y por otro, modifica indirectamente las características de la cobertura nubosa. Por ello, se estima que la influencia de las partículas sobre el cambio climático es de igual magnitud que la de los gases de efecto invernadero pero a menor escala, debido a su tiempo de residencia en la atmósfera (Preining, 1991).

Desde el punto de vista de la salud, la principal vía de introducción de estas partículas en el cuerpo humano es a través del sistema respiratorio, donde se producen también sus efectos más inmediatos. Las afecciones causadas por el material particulado atmosférico se producen cuando la exposición se ha debido tanto a episodios de contaminación prolongados como a episodios puntuales agudos (WHO, 2006).

Debido, por tanto, a los potenciales efectos negativos del material particulado atmosférico se ha creado la necesidad de establecer un control legislativo sobre el mismo (Tabla 1).

Tabla 1. Valores objetivos (niveles en aire ambiente en la fracción PM10 como promedio durante un año natural) para arsénico, cadmio y níquel, y valor límite del plomo en condiciones ambientales para la protección de la salud según el Real Decreto 102/2011, de 28 de enero.

Valor objetivo (ng/m ³)			Valor límite (ng/m ³)
Arsénico	Cadmio	Níquel	Plomo
6	5	20	0,5

Fecha de cumplimiento: 1 de Enero de 2013.

Así pues, el objetivo principal de este proyecto fue la aplicación de metodologías analíticas y procedimientos estadísticos de interpretación de resultados para analizar e interpretar los niveles de metales pesados (plomo, arsénico y cadmio) en muestras de aerosoles atmosféricos (material particulado) de Extremadura durante el año 2009.

El proceso de toma de muestras se desarrolló haciendo uso de las instalaciones de la red de vigilancia de la calidad del aire de Extremadura, REPICA (Badajoz, Cáceres, Mérida, Zafra y Monfragüe). La metodología empleada consistió en la determinación de Pb, As y Cd en material particulado atmosférico depositados en filtros, fracción PM10, mediante la digestión ácida de la muestra con HNO₃ y HF y su posterior determinación utilizando la técnica de Plasma Acoplado por Inducción unido a un Espectrómetro de Masas (ICP-MS).

En primer lugar, se estudió el comportamiento de los datos de plomo, arsénico y cadmio a lo largo del año 2009 en las cinco diferentes ubicaciones señaladas anteriormente mediante herramientas de estadística descriptiva. Los resultados obtenidos se encontraron muy por debajo de los valores límite regulados por normativas europeas y españolas, por lo que cabe asegurar que el riesgo de contaminación atmosférica por estos elementos en Extremadura es muy escaso.

A continuación se estudió la variabilidad espacial de la concentración de los elementos estudiados en el aire ambiente muestreado en las cinco estaciones fijas de vigilancia atmosférica de Extremadura, para lo que se empleó el test de Kruskal-Wallis. Se encontraron niveles significativamente inferiores en el entorno del Parque Nacional de Monfragüe,

probablemente relacionado con el carácter rural de la unidad de Monfragüe, alejada de fuentes antropogénicas emisoras de plomo y arsénico. En el caso del cadmio las unidades de Cáceres y Mérida presentaron datos significativamente superiores.

Por otro lado, la investigación de la evolución anual de los datos de concentración de los elementos estudiados en el aire ambiente no ha permitido identificar tendencias temporales significativas de evolución a lo largo del año. Para obtener esta información habría sido necesario aplicar herramientas de cálculo de series temporales que no fueron objeto de este trabajo.

En último lugar, se investigó la correlación entre la concentración media diaria de los analitos estudiados y la concentración de PM10 en cada una de las unidades fijas de la red de vigilancia atmosférica. El interés de este estudio se basa en que el material particulado puede tener diferentes orígenes, tanto naturales como antropogénicos, mientras que los analitos estudiados tienen un origen principalmente (aunque no exclusivamente) antropogénico, por lo que el estudio de la correlación puede aportar información sobre fuentes de contaminación. Para evaluar la existencia de correlaciones se aplicó el test de Spearman. Los resultados obtenidos permitieron indicar una naturaleza mayoritariamente antropogénica del material en las ubicaciones urbanas.

REFERENCIAS

- Baron, P. A. y Willeke, K. (2001). *Aerosol Measurement. Principles, techniques and applications* (2ª ed.). Nueva York: Wiley Interscience.
- Kampa, M. y Castanas, E. (2008). Human health effects of air pollution. *Environmental Pollution*, 151, 362-367.
- Mészáros, E. (1999). *Fundamentals of Atmospheric Aerosol Chemistry*. Budapest: Akadémiai Kiado.
- Preining, O. (1991). Aerosol and climate-anoverview. *Atmospheric Environment*, 25, 2443- 2444.
- U. S. EPA (1996). *Air quality criteria for particulate matter* (Vol. 1). Washington, DC: Environmental Protection Agency.
- Warneck, P. (1988). *Chemistry of the natural atmosphere*. San Diego, CA: Academy Press.
- WHO (2006). *Regional risks of particulate matter from long-range transboundary air pollution*. Ginebra: World Health Organization.

APUNTES BIOGRÁFICOS

María Cerrato Álvarez (La Zarza, 30 de junio de 1992) es Graduada en Química por la Universidad de Extremadura, además de Máster Universitario de Gestión de Calidad y Trazabilidad de Alimentos de Origen Vegetal.

Contacto: mcerratob@alumnos.unex.es