

Caracterización Morfo Química de PTS en la Ciudad de Mérida, Venezuela

R. Díaz Miralles¹, D. Peñaloza¹, J.L. Fernández¹, R. Fernández² y A.E. Mora^{1*}

¹Laboratorio de Análisis Químico y Estructural de Materiales (LAQUEM). Departamento de Física. Facultad de Ciencias – ULA.

² Instituto de Ciencias de la Tierra (ICT). Facultad de Ciencias – UCV.

*Autor de Correspondencia: aemora@ula.ve, aemora@gmail.com

En este estudio se caracterizaron, química y morfológicamente, Partículas Totales Suspensas (PTS) en distintos sectores del centro de la ciudad de Mérida mediante Microscopía Electrónica de Barrido Analítico (MEBA). Se analizaron nueve filtros de fibra de vidrio, en los que se tomaron muestras entre los meses de Junio y Julio de 2009, utilizando un equipo colector de alto volumen (HI-VOL), encontrándose concentraciones por debajo del límite permitido ($75\mu\text{g}/\text{m}^3$) según las normas COVENIN de calidad del aire. Debido a la evidente interferencia de los filtros en el análisis químico elemental de las PTS colectadas, se diseñó y ejecutó una nueva metodología en la preparación de las muestras que permitió, de manera exitosa, aislar las PTS de los filtros que las contenían. De acuerdo a los resultados del estudio morfológico llevado a cabo por MEBA se estableció que la forma, tamaño y composición química de las partículas atmosféricas no están correlacionados entre sí. Se determinó que la morfología de las PTS de la zona de El Valle (fragmentos de aristas o bordes bien definidos) es totalmente diferente a las colectadas en las otras dos zonas (aglomerados de partículas redondeadas), lo que puede implicar distintos mecanismos de formación de las partículas. Se encontró que el material particulado muy probablemente provenga de la litología asociada a las zonas estudiadas ya que elementos tales como O, Na, Mg, Al, Si, K, Ca y Fe, son comunes para ambos. El resto de los elementos observados, P, S, Ti y Zn, quizás sean de origen antropogénico y su incorporación al material particulado posiblemente dependa del tiempo de residencia de las PTS en la atmósfera.

Es importante señalar que el material particulado atmosférico se define como un conjunto de partículas sólidas y/o líquidas presentes en suspensión en la atmósfera [1] y es, posiblemente, el contaminante más importante por la multiplicidad de fuentes y sus efectos sobre la salud. Es necesario considerar que el término material particulado atmosférico es un concepto amplio que engloba tanto las partículas en suspensión como las partículas sedimentables (diámetro $> 20\mu$) que se caracterizan por un corto tiempo de residencia en la atmósfera (varias horas) [2]. Las partículas atmosféricas pueden ser emitidas por una gran variedad de fuentes de origen natural o antropogénico. Respecto a los mecanismos de formación, las partículas pueden ser emitidas como tales a la atmósfera (primarias) o bien ser generadas por reacciones químicas (partículas secundarias). Dichas reacciones químicas pueden consistir en la interacción entre gases precursores en la atmósfera para formar una nueva partícula por condensación, o entre un gas y una partícula atmosférica para dar lugar a un nuevo aerosol por adsorción o coagulación [2]. Las zonas elegidas para el estudio fueron el Liceo Libertador y la sede de la Policía de Mérida, ambas ubicadas en los alrededores del centro de la ciudad, y se tomo como referencia una residencia familiar localizada en El Valle, sector ubicado a las afuera de la ciudad. La captación de las PTS fue llevada a cabo utilizando un equipo de alto volumen de aire (HIVOL), tratando de mantener una frecuencia de una muestra cada seis (6) días con un periodo de muestreo de 24 horas, de acuerdo a lo especificado en la Norma COVENIN 2060. Para los estudios por microscopía electrónica se utilizó un MEB marca Hitachi modelo S 2500 al que se encontraba acoplado un EDX marca Thermo con interface Noran System Six. Las muestras fueron preparadas siguiendo el procedimiento que se detalla a continuación: a) Se cortan trozos pequeños del filtro. b) Estos luego se colocan dentro de un vial de 3.5ml y seguidamente se dejan por 25 minutos en ultrasonido (sin agua como vehículo) para separar las PTS del filtro. c) Posteriormente se extraen los trozos de filtro y se le agrega Hexano a cada vial, para poder suspender las PTS en el líquido. d) Finalmente se colocan de 15 a 20 gotas de la solución sobre un porta muestra de carbono previamente pulido, dejando evaporar entre gota y gota, a fin de que se acumule suficiente cantidad de partículas para su estudio.

Mediante estudios de EDX realizados a los filtros de fibra de vidrio vírgenes se determinó que los mismos estaban constituidos por seis elementos adicionales (Na, Al, K, Ca, Zn y Ba) a los dos esperados, Si y O (Tabla #1). También se corroboró la interferencia de los filtros en los estudios de EDX del material particulado sin aislar (Tabla #2), estos resultados corresponden a las cuatro partículas numeradas en la micrografía de la Figura 1. Para llegar a esta conclusión se utilizó el Ba como elemento diagnóstico ya que su sola presencia era difícil de justificar y, mucho más complicado de interpretar ya que siempre fue detectado en concentraciones considerables en todas y cada una de las partículas estudiadas. Una vez resuelto lo concerniente a los artefactos encontrados, se procedió a realizar el respectivo análisis químico cualitativo elemental del material muestreado. Para facilitar el estudio, se procedió a organizar las partículas en grupos de

acuerdo a los elementos químicos que las constituían. Estos grupos se formaron primero por cada filtro y, finalmente, se formaron grupos generales por zona de estudio. En la Figura #2 se observa la morfología típica encontrada en los tres sectores estudiados, teniendo la siguiente composición química cualitativa.: O, Na, Mg, Al, Si, P, S, Cl, K, Ca, Ti, Fe y Zn.

En conclusión se puede aseverar que en la zona de El Valle predominan las partículas que presentan bordes y aristas definidas, mientras que en las zonas de la Gobernación y el Liceo Libertador predominan partículas redondeadas que forman aglomerados, lo que implica posiblemente mecanismos diferentes en la conformación del material particulado. La procedencia de las partículas que presentaron los elementos: (O, Na, Mg, Al, Si, K, Ca y Fe), posiblemente estén relacionados con las litologías de las zonas estudiadas. Las partículas provenientes de estas fuentes serían posiblemente producto de la erosión de los suelos como consecuencia de la deforestación, movimientos de tierras debido a construcciones, entre otros factores, que posteriormente son suspendidas, arrastradas y distribuidas por los vientos en distintas zonas de la Ciudad. Se encontraron elementos (P, S, Cl, Ti y Zn) asociados a muchos de los grupos de partículas analizadas, cuyas procedencias no puede ser correlacionada a la litología de las zonas estudiadas, por lo que posiblemente tengan un origen antropogénico y la presencia de ellos en las partículas puede estar asociado al tiempo de permanencia de estas en la atmósfera.

Referencias:

- [1] Mészáros E., (1999) "Fundamentals of Atmospheric Aerosol Chemistry", Budapest, Akadémiai Kiado, pp. 308.
 [2] Parra A.Q. y Orozco J.A (2005) "Monitoreo de Material Particulado – Fracción Respirable (PM2.5) en Pamplona (Colombia)" Bistua 3(2):1-11.

Tabla #1: EDX del filtro de fibra de vidrio sin uso

Elemento	% en Peso	% Atómico
<i>O</i>	40.18	58.81
<i>Na</i>	4.49	4.58
<i>Al</i>	3.36	2.91
<i>Si</i>	31.78	26.50
<i>K</i>	3.71	2.22
<i>Ca</i>	2.63	1.54
<i>Zn</i>	5.75	2.06
<i>Ba</i>	8.10	1.38

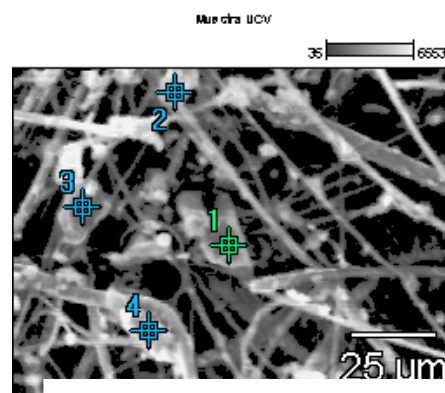


Fig. 1: Micrografía de algunas partículas analizadas sobre el filtro

Tabla #2: EDX tomado en cada partícula señalada en la Fig. 1 (% en peso)

	<i>C</i>	<i>O</i>	<i>Na</i>	<i>Mg</i>	<i>Al</i>	<i>Si</i>	<i>P</i>	<i>S</i>	<i>Cl</i>	<i>K</i>	<i>Ca</i>	<i>Ti</i>	<i>Fe</i>	<i>Zn</i>	<i>Ba</i>
<i>Partícula 1</i>	5.74	39.46	2.26	2.04	7.60	25.11		0.61	0.51	4.63	1.48	0.63	7.22		2.72
<i>Partícula 2</i>	7.64	38.48	3.39	0.50	5.43	22.40		0.99	1.33	3.22	9.24		1.66	2.52	3.21
<i>Partícula 3</i>	15.03	36.58	4.13	0.38	6.96	20.29	0.72	1.12	2.35	3.92	2.52		1.16	1.77	3.07
<i>Partícula 4</i>	4.98	30.89	4.31	0.37	5.85	32.68		0.85	0.56	3.76	2.17		3.46	3.97	6.16

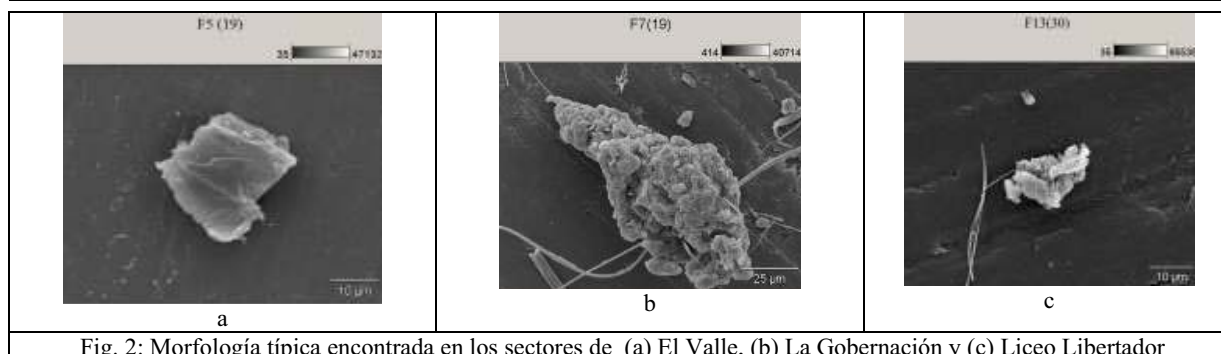


Fig. 2: Morfología típica encontrada en los sectores de (a) El Valle, (b) La Gobernación y (c) Liceo Libertador