

Metales en el aire de Bucaramanga-Colombia en el día del no carro

Metals in the air of Bucaramanga-Colombia on the day of no car

Alfonso Quijano Parra¹
Monica Juliana Quijano Vargas
Sergio A Quijano Vargas

Resumen

Uno de los contaminantes atmosféricos que la Organización Mundial de la Salud obliga a monitorear permanentemente es el material particulado, conocido como PM. El PM se clasifica por el tamaño de la partícula en PM_{10} , $PM_{2.5}$ y PM_1 . El PM_{10} es aquella fracción respirable del PM característica de la fracción torácica; este contaminante es producido por la combustión de combustibles fósiles, incluidas las quemaduras a cielo abierto, combustión vehicular, etc.

El estudio del PM_{10} es de especial interés porque este contaminante se inhala en el proceso de la respiración, pasando por el tracto respiratorio y depositándose en los alvéolos. El PM_{10} contiene gran variedad de metales cuyo origen puede ser natural o antropogénico; conocer el contenido químico de estos filtros es muy importante, ya que la presencia de metales en el aire es lo que hace extremadamente peligroso y tóxico al material particulado. En esta investigación mostraremos la caracterización físico-química de los filtros de microquarzo, recolectados durante el día del no carro en el año 2017, en diferentes sitios de la ciudad de Bucaramanga-Colombia.

Palabras clave: Combustión vehicular, Material particulado, Fracción respirable, Metales en aire.

¹ Facultad de Ciencias Básicas. Grupo de Investigación en Química de la atmósfera. Universidad de Pamplona Email: aqpmgu@gmail.com

Abstract

One of the atmospheric pollutants that the World Health Organization obliges to monitor permanently is the particulate material, known as PM. The PM is classified by the particle size in PM₁₀, PM_{2.5} and PM₁. The PM₁₀ is that respirable fraction of the PM characteristic of the thorax fraction, this pollutant is produced by the combustion of fossil fuels, including open burning, vehicular combustion, etc.

The study of PM₁₀ is of special interest because this pollutant is inhaled in the process of respiration, passing through the respiratory tract and depositing in the alveoli. PM₁₀ contains a great variety of metals whose origin can be natural or anthropogenic; Knowing the chemical content of these filters is very important, since the presence of metals in the air is what makes the particulate material extremely dangerous and toxic. In this research we will show the physical-chemical characterization of the microquartz filters, collected during the day of the no car in the year 2017, in different places of the city of Bucaramanga-Colombia.

Keywords: Vehicular combustion, particulate matter, breathable fraction, metals in air.

Introducción

La Organización Mundial de la Salud considera que la contaminación atmosférica es una de las situaciones de exposición del medio ambiente que puede afectar la salud humana, dando lugar a infecciones respiratorias agudas, cáncer, enfermedades crónicas respiratorias y cardiovasculares. Se ha demostrado que los metales asociados con el PM aumentan las lesiones cardiopulmonares en los seres humanos (Shaheen N et al,2005). Los estudios epidemiológicos han informado las asociaciones entre los problemas de salud, especialmente enfermedades respiratorias y la exposición a partículas finas y ultrafinas (PM₁₀ y PM_{2.5}). Esta es una de las razones que hacen necesario conocer la presencia y concentración de los contaminantes en los medios que permiten su ingreso al organismo humano: aire, agua, suelo y alimentos ((Roa Parra, A.L; Cañizares Villanueva, R O.2013 ; Pinzón M.I et al.2013; Meneses;Hernández,2013). El tamaño y la composición de estas partículas determinan su comportamiento en el sistema respiratorio y el tiempo de residencia en el medio ambiente(Pope III CA et al.,.2002).

Las partículas de la fracción respirable (PM_{10} y $PM_{2.5}$) tienen la capacidad de penetrar y depositarse en las regiones traqueo-bronquial y alveolar del tracto respiratorio (Vinitketkumnuen U et al, 2002). En cuanto a los efectos sobre la salud humana, el material particulado (PM) fracción respirable es el de mayor preocupación, ya que a largo plazo la exposición al PM se ha asociado con una mayor incidencia de enfermedades pulmonares, cardiovasculares y cáncer (Brunekreef, Holgate, 2002). En las áreas urbanas los metales pesados provienen de las emisiones vehiculares y actividades industriales (Zheng Na et al, 2010). Varios estudios evaluaron la actividad mutagénica de material particulado atmosférico, concluyendo que los compuestos mutagénicos se encuentran casi exclusivamente en las partículas de menos de 2,0 a 3,3 μm de diámetro. (Claxton et al, 2001).

Partículas del escape de motores diesel (DEP) causan una grave contaminación del aire urbano y pertenecen a la clase de partículas del tamaño de las vías respiratorias. (Wada et al, 2001). Los estudios de mutágenos en el aire proporcionan algunas evidencias sobre el origen de estos (Pardo; Cavadía y Alvarino, 2015). Varios investigadores indican que las fuentes móviles contribuyen significativamente al nivel de mutágenos en el aire (Riger et al, 2011; Fukino et al, 1982). El efecto del PM en los organismos depende de su composición química, un mayor contenido de HAP aumenta la genotoxicidad del PM (Sevastyanova et al, 2008). En esta investigación por primera vez se presentan los resultados de la presencia de metales en los filtros de PM_{10} en la ciudad de Bucaramanga el día del no carro en el año 2017.

Materiales y Metodos

La técnica de muestreo utilizada para determinar las partículas suspendidas en la atmósfera es el método de los "Altos Volúmenes" (Hi-Vol), (ICONTEC, 1995), que consiste en hacer pasar una corriente de aire ambiente a través de un filtro de microquarzo durante 24 horas continuas; el flujo de aire filtrado permanece constante durante este tiempo de muestreo y equivale a 1,13 metros cúbicos por minuto. El volumen total de aire muestreado es de 1627,2 metros cúbicos.

El diseño del equipo de muestreo y la velocidad a la que se hace pasar el aire, hacen que solamente

se captan en el filtro las partículas suspendidas de interés, en este caso la fracción respirable.

Los equipos de muestreo que cumplen con todas las especificaciones de los métodos de referencia federal para la medición de PM 10 (USEPA,1992) , se instalaron en las siguientes zonas del Area Metropolitana de Bucaramanga(AMB):

- 1.- Barrio el Prado, caracterizado por ser una zona residencial en Bucaramanga
- 2.-Telebucaramanga-Floridablanca, ubicada sobre una via de alto flujo vehicular
- 3.-Caneyes en Giron, zona residencial

Análisis químico de los filtros de PM₁₀

Los filtros utilizados durante los monitoreos de PM 10 en el día del no carro Bucaramanga, se caracterizaron mediante un análisis físico-químico para detectar los metales presentes en el aire.Los filtros de microquarzo se trataron con mezclas de Acido Nítrico-Perclórico o Sulfúrico en diferentes proporciones y llevando a digestión de 2 a 5 horas (ASTM 1990).

Detección de Metales. Para la detección de los metales se utilizó un equipo de Espectrofotometría de Absorción Atómica (EAA) Analyst 7000. Para realizar la curva de calibración se usaron patrones Analíticos de Merck.

RESULTADOS:

Inicialmente se analizaron 11 metales que posiblemente se encontraban en el aire del AMB de la ciudad de Bucaramanga, debido a su actividad industrial y vehicular.-Los metales hallados se muestran en la tabla siguiente:

Sitio	Mn	Zn	Pb	Fe	Cu	Cr
Prado	0,3306	2,2699	0,2756	11,7467	1,0057	0,9389
Telebumanga	0,234	2,263	0,2347	10,0308	0,2341	0,3702
Caneyes	0,3567	2,2657	0,3245	10,5689	0,3456	0,8765

Unidades: microgramos / metro cubico

Al analizar los metales encontrados en las tres estaciones de monitoreo de PM₁₀ vemos que:

- Manganeso(Mn): la concentración más alta se registra en la estación ubicada en Caneyes en Girón.

- Zinc(Zn): la concentración más alta se registra en la estación ubicada en el Prado
- Plomo (Pb): la concentración más alta se registra en la estación ubicada en Caneyes
- Hierro(Fe): Las concentraciones de Hierro se presentan más altos en la estación el Prado.
- Cobre (Cu): Su concentración es mas alta en la estación del Prado en Bucaramanga.
- Cromo (Cr):En la estación del Prado se encuentra la concentración mas alta.

Análisis de resultados

Los metales encontrados en Pamplona en el aire del AMB son:Mn, Zn, Fe, Pb, Cu,Cr que provienen de las emisiones vehiculares. Similares resultados se han observado en el aire de Pamplona (Quijano Parra , Quijano Vargas, Henao M ,2010). El Cr,Mn,Ni provienen de las emisiones del diésel.Las fuentes móviles contribuyen con el nivel de mutagenos en el aire y aumentan las lesiones pulmonares (Riger et al,2011). Posiblemente parte de la toxicidad observada en el aire del Area Metropolitana de Bucaramanga sea debida a la presencia de metales. Es de anotar que varios metales pesados han sido relacionados con el incremento de la actividad mutagénica en diversas pruebas de mutagenicidad (Muller, 2000). Esto indica que la mayoría de los mutágenos que llegan a la población en las partículas del aire pueden penetrar hasta el núcleo de células humanas y dañar su ADN. Los metales encontrados en el aire del AMB, provienen exclusivamente de la combustión de las fuentes móviles que circulan con diésel y gasolina. Los resultados de los metales encontrados en el material particulado al interior del aire de una papeleria en Pamplona son razonables, porque los orígenes de estos son principalmente emitidos de los tubos de escape del tráfico vehicular que es la principal fuente de material particulado en esta ciudad y concuerdan con un estudio realizado (Melendez Gelvez,Martinez Montañez y Quijano Parra,2012) en una zona de influencia netamente vehicular.

CONCLUSIONES

El análisis del contenido de metales de los filtros de la fracción respirable, es fundamental para la prevención de enfermedades y la planificación urbana.

El plomo hallado en el aire del AMB es altamente toxico y ha sido clasificado por la Agencia de

Investigación del Cancer como cancerígeno para humanos.

Referencias Bibliográficas

- 1.-Amado G., E; Villamizar, A; Gafaro, A.2013.Evaluación del procesos de producción de biodiesel a partir de grasas amarillas con altos contenidos de acidos grasos libres.Bistua: Revista de la Facultad de Ciencias Básicas,3(1): 54-60
- 2.-ASTM Standards.Vol 11.3.Designation:4185- 90.Standard practice for measurement of metals in workplace atmosphere by Atomic Absorption Spectrophotometry.1990.pag 263- 268.
- 3.-Brunekreef B, Holgate ST. Air pollution and health. Lancet 2002; 360:1233–1242
- 4.-Claxton LD, Warren S, Zweidinger R, Creason J. A comparative assessment of Boise, Idaho, ambient air fine particle samples using the plate and microsuspension *Salmonella* mutagenicity assays. Sci. Total Environ 2001; 275:95–108
- 5.-Fukino H, Mimura S, Inoue K, Yamane Y. Mutagenicity of airborne particles. Mutat. Res 1982; 102: 237–247
- 6.-Hernández Garcia Jessika Andrea ., Ariza Garcia Jherson, Cano Calle Herminsul de Jesús ,Contreras Pineda Jorge .2013.Estandarización de una técnica para la certificación de jardines clonales de plantas de cacao(*Theobroma cacao*) usando marcadores moleculares rapid. Bistua:Revista de la Facultad de Ciencias Básicas.10(2):75-84
- 7.-ICONTEC Norma Técnica Colombiana NTC 3704, Gestión Ambiental Aire Ambiente: Determinación de la concentración de partículas suspendidas en el aire ambiente,1995.
- 8.-Meléndez Gélvez I, Martínez Montañez ML, Quijano Parra.A. Actividad mutagénica y

genotóxica en el material particulado fracción respirable MP2,5 en Pamplona, Norte de Santander, Colombia. Iatreia .2012; 25 (4): 347-356

9.-Meneses, Alexander.;Hernández, Eudes E.2013.Identificación de emisiones directas e indirectas de GEI en el sector tratamiento y disposición de aguas residuales: bases para la formulación de proyectos MDL en Ptar.Bistua.2(1):60-69

10.-Müller J, Sigel RK, Lippert B. Heavy metal mutagenicity: insights from bioinorganic model chemistry. J Inorg Biochem. 2000 ;79(1-4):261–5.

11.-Pardo P,E., Cavadía M,T., Alvarino G.2015.Análisis de la diversidad genética de la paloma domestica (Columba livia) en Bogotá, Colombia utilizando genes que codifican la coloración y diseño del plumaje. Bistua:Revista de la Facultad de Ciencias Básicas.13(1):35-45

12.-Pope III CA, Burnett RT, Thun RT, Calle EE, Krewski D, Ito K et al. Lung cancer, cardiopulmonary mortality and long-term exposure to fine particulate air pollution. J. Am. Med 2002; 287(9):1132–1141

13.-Quijano Parra A, Quijano Vargas MJ, Henao M JA. Caracterización fisicoquímica del Material Particulado-Fracción Respirable (PM2.5) en Pamplona (Colombia). Bistua: Revista de la Facultad de Ciencias Básicas.2010; 10(1):1-11.

14.-Riger C.J.; Fernandes P.N.; Vilela L.F.; Mielniczki-Pereira A.A.; Bonatto D.; Henriques J.A.; Eleutherio E.C. Evaluation of heavy metal toxicity in eukaryotes using a simple functional assay. Metallomics.2011; 3(12):1355-1361.

15.-Roa Parra, A.L; Cañizares Villanueva, R O.2013.Bioremediacion de aguas con fosfatos y nitratos utilizando Scenedesmus incrassatulus inmovilizado.Bistua: Revista de la Facultad de Ciencias Básicas,10(1):71-79

16.-Sevastyanova O, Novakova Z, Hanzalova K, Binkova B, Sram RJ, Topinka J. Temporal variation in the genotoxic potential of urban air particulate matter. *Mutat. Res* 2008; 649: 179–186

17.-Shaheen N, Shah MH, Khalique A, Jaffar M. Metal levels in airborne particulate matter in urban Islamabad, Pakistan. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology* 2005; 75(4): 739–746

18.-USEPA 40 CFR Part 50-Appendix J, Reference method for the determination of particulate matter as PM10 in the atmosphere,1992.

19.-Vinitketkumnue U, Kalayanamitra K, Chewonarin T, Kamens R. Particulate matter, PM10 & PM2.5 levels, and airborne mutagenicity in Chiang Mai, Thailand.*Mutat. Res* 2002; 519:121–131

20.-Zheng Na,Jingshuang L, Qichao W , Zhongzhu L. Health risk assessment of heavy metal exposure to street dust in the zinc smelting district, Northeast of China. *Science of the Total Environment* 2010; 408: 726–733

21.-Wada M, Kido H, Kishikawa N, Tou T, Tanaka M, Tsubokura J et al. Assessment of air pollution in Nagasaki city: determination of polycyclic aromatic hydrocarbons and their nitrated derivatives, and some metals.*Environ. Pollut* 2001; 115:139–147