

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE LAS PARTÍCULAS PM2.5 PRESENTES EN EL AIRE DE LA CIUDAD DE GUANAJUATO

PHYSICOCHEMICAL ANALYSIS OF PM2.5 PARTICLES IN THE AIR OF GUANAJUATO CITY

Anaely Monserrat Pérez Ramos¹, Claudia Cecilia Ramírez Ramírez², Karla Denisse Acosta Álvarez³
am.perezramos@ugto.mx¹, cc.ramirezramirez@ugto.mx², kd.acostaalvarez@ugto.mx³
^{1,2}División de Ingenierías; Campus Guanajuato; Universidad de Guanajuato

Introducción

Las PM2.5, partículas con un diámetro menor a 2.5 micrómetros, han sido objeto estudio por su mayor impacto en la salud debido a su composición química y morfología. En Guanajuato, estas partículas provienen de diferentes fuentes, como la quema de combustibles fósiles, emisiones de industrias ladrilleras, y el tráfico vehicular. El análisis de su composición permite entender mejor los riesgos para la salud pública, ya que las PM2.5 pueden penetrar profundamente en los pulmones y causar problemas respiratorios y cardiovasculares. Por otro lado la presencia de las PM2.5 podría estar influenciada por fenómenos atmosféricos, como la humedad relativa, la precipitación, variación de temperatura y el viento.

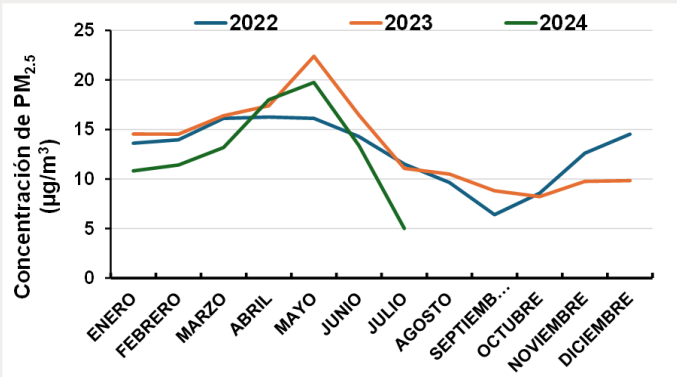
Metodología

El monitoreo de la concentración de las partículas PM2.5 se realizó de forma continua en la zona centro de la Ciudad de Guanajuato con una estacion semifija . Además, se fijaron dos puntos más para realizar dos muestreos de partículas con un equipo portátil (BGI PQ200 Ambient Air Particulate Sampler), en el que se utilizaron filtros de teflón de 47 mm de diámetro. Se realizó el análisis morfológico y físico químico de las partículas PM2.5 usando la microscopía electrónica de barrido (SEM) acoplado a la técnica espectroscopia de rayos X de energía dispersiva (EDS) para determinar la composición y forma de las partículas.



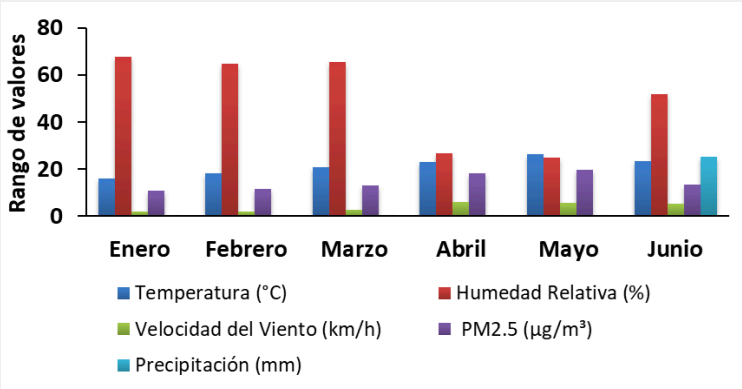
Resultados

Variables meteorológicas Ene-Jun 2024



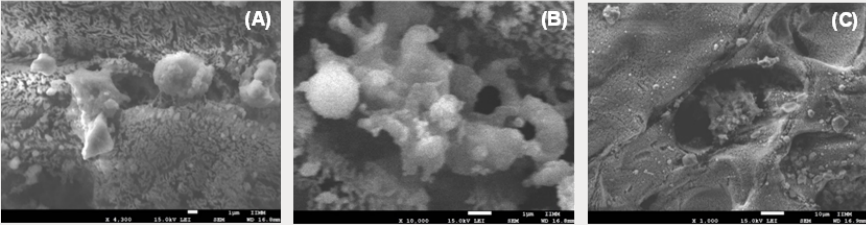
Variación de la concentración mensual de partículas PM2.5 durante el periodo 2022 - 2024.

Variables meteorológicas Ene-Jun 2024

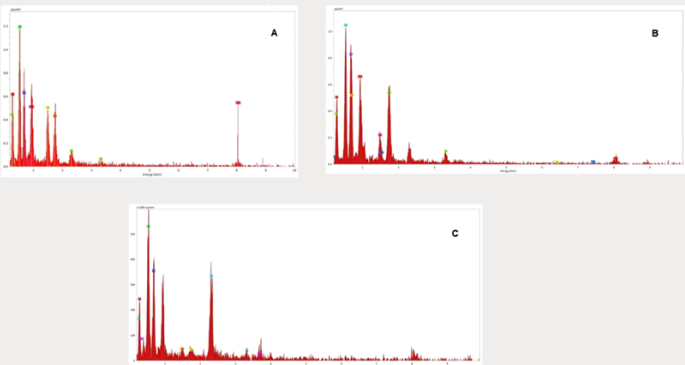


Variación de la concentración de PM2.5 y variables meteorológicas en los meses de Ene-Jun 2024.

Análisis fisicoquímico SEM-EDS de las PM2.5



Micrografía EDS de las partículas PM2.5 correspondientes a los puntos de muestreo: (A) P1, (B) P2 y (C) P3.



Espectros EDS del análisis elemental de las partículas PM2.5 correspondientes a los puntos de muestreo (A) P1, (B) P2 y (C) P3.

		P1	P2	P3
Elemento	At. No.	Mass Norm. (%)	Mass Norm. (%)	Mass Norm. (%)
Carbono	6	23,81	18,76	17,37
Oxígeno	8	33,10	29,47	35,13
Flúor	9	21,39	28,22	22,24
Aluminio	13	8,63	4,55	/
Silicio	14	9,95	12,22	1,49
Azufre	16	3,13	3,71	18,86
Potasio	19	/	3,07	/
Calcio	20	/	/	1,59
		100	100	100

Concentración de los elementos en las partículas capturadas en los puntos de muestreo

Conclusiones

Las concentraciones de PM2.5 en Guanajuato varían estacionalmente, disminuyendo hasta un 60% en verano debido a las lluvias y aumentando en octubre y noviembre. Las condiciones meteorológicas como temperatura, humedad y viento influyen directamente en estos niveles. El análisis en tres puntos de la ciudad mostró diferencias: las zonas céntricas tienen partículas similares, mientras la zona semi-urbanizada cerca de ladrilleras presenta partículas distintas con mayor concentración de azufre (18.86%, 3.13% y 3.71%). Estas variaciones reflejan la influencia de actividades locales, como la industria ladrillera y la combustión de carbón en establecimientos comerciales.

Referencias

Alvarado, A., & Sánchez, J. (2018). Efectos de la contaminación atmosférica en la salud humana. *Revista de la Asociación Mexicana de Física*, 12(1), 1-10.

Alvarado, A., & Sánchez, J. (2019). Efectos de la contaminación atmosférica en la salud humana. *Revista de la Asociación Mexicana de Física*, 13(1), 1-10.

Alvarado, A., & Sánchez, J. (2020). Efectos de la contaminación atmosférica en la salud humana. *Revista de la Asociación Mexicana de Física*, 14(1), 1-10.

Alvarado, A., & Sánchez, J. (2021). Efectos de la contaminación atmosférica en la salud humana. *Revista de la Asociación Mexicana de Física*, 15(1), 1-10.

Alvarado, A., & Sánchez, J. (2022). Efectos de la contaminación atmosférica en la salud humana. *Revista de la Asociación Mexicana de Física*, 16(1), 1-10.

Alvarado, A., & Sánchez, J. (2023). Efectos de la contaminación atmosférica en la salud humana. *Revista de la Asociación Mexicana de Física*, 17(1), 1-10.

Alvarado, A., & Sánchez, J. (2024). Efectos de la contaminación atmosférica en la salud humana. *Revista de la Asociación Mexicana de Física*, 18(1), 1-10.

Alvarado, A., & Sánchez, J. (2025). Efectos de la contaminación atmosférica en la salud humana. *Revista de la Asociación Mexicana de Física*, 19(1), 1-10.

Alvarado, A., & Sánchez, J. (2026). Efectos de la contaminación atmosférica en la salud humana. *Revista de la Asociación Mexicana de Física*, 20(1), 1-10.

Alvarado, A., & Sánchez, J. (2027). Efectos de la contaminación atmosférica en la salud humana. *Revista de la Asociación Mexicana de Física*, 21(1), 1-10.

Alvarado, A., & Sánchez, J. (2028). Efectos de la contaminación atmosférica en la salud humana. *Revista de la Asociación Mexicana de Física*, 22(1), 1-10.

Alvarado, A., & Sánchez, J. (2029). Efectos de la contaminación atmosférica en la salud humana. *Revista de la Asociación Mexicana de Física*, 23(1), 1-10.

Alvarado, A., & Sánchez, J. (2030). Efectos de la contaminación atmosférica en la salud humana. *Revista de la Asociación Mexicana de Física*, 24(1), 1-10.

Alvarado, A., & Sánchez, J. (2031). Efectos de la contaminación atmosférica en la salud humana. *Revista de la Asociación Mexicana de Física*, 25(1), 1-10.

Alvarado, A., & Sánchez, J. (2032). Efectos de la contaminación atmosférica en la salud humana. *Revista de la Asociación Mexicana de Física*, 26(1), 1-10.

Alvarado, A., & Sánchez, J. (2033). Efectos de la contaminación atmosférica en la salud humana. *Revista de la Asociación Mexicana de Física*, 27(1), 1-10.

Alvarado, A., & Sánchez, J. (2034). Efectos de la contaminación atmosférica en la salud humana. *Revista de la Asociación Mexicana de Física*, 28(1), 1-10.

Alvarado, A., & Sánchez, J. (2035). Efectos de la contaminación atmosférica en la salud humana. *Revista de la Asociación Mexicana de Física*, 29(1), 1-10.

Alvarado, A., & Sánchez, J. (2036). Efectos de la contaminación atmosférica en la salud humana. *Revista de la Asociación Mexicana de Física*, 30(1), 1-10.

Alvarado, A., & Sánchez, J. (2037). Efectos de la contaminación atmosférica en la salud humana. *Revista de la Asociación Mexicana de Física*, 31(1), 1-10.

Alvarado, A., & Sánchez, J. (2038). Efectos de la contaminación atmosférica en la salud humana. *Revista de la Asociación Mexicana de Física*, 32(1), 1-10.

Alvarado, A., & Sánchez, J. (2039). Efectos de la contaminación atmosférica en la salud humana. *Revista de la Asociación Mexicana de Física*, 33(1), 1-10.

Alvarado, A., & Sánchez, J. (2040). Efectos de la contaminación atmosférica en la salud humana. *Revista de la Asociación Mexicana de Física*, 34(1), 1-10.

Alvarado, A., & Sánchez, J. (2041). Efectos de la contaminación atmosférica en la salud humana. *Revista de la Asociación Mexicana de Física*, 35(1), 1-10.

Alvarado, A., & Sánchez, J. (2042). Efectos de la contaminación atmosférica en la salud humana. *Revista de la Asociación Mexicana de Física*, 36(1), 1-10.

Alvarado, A., & Sánchez, J. (2043). Efectos de la contaminación atmosférica en la salud humana. *Revista de la Asociación Mexicana de Física*, 37(1), 1-10.

Alvarado, A., & Sánchez, J. (2044). Efectos de la contaminación atmosférica en la salud humana. *Revista de la Asociación Mexicana de Física*, 38(1), 1-10.

Alvarado, A., & Sánchez, J. (2045). Efectos de la contaminación atmosférica en la salud humana. *Revista de la Asociación Mexicana de Física*, 39(1), 1-10.

Alvarado, A., & Sánchez, J. (2046). Efectos de la contaminación atmosférica en la salud humana. *Revista de la Asociación Mexicana de Física*, 40(1), 1-10.

Alvarado, A., & Sánchez, J. (2047). Efectos de la contaminación atmosférica en la salud humana. *Revista de la Asociación Mexicana de Física*, 41(1), 1-10.

Alvarado, A., & Sánchez, J. (2048). Efectos de la contaminación atmosférica en la salud humana. *Revista de la Asociación Mexicana de Física*, 42(1), 1-10.

Alvarado, A., & Sánchez, J. (2049). Efectos de la contaminación atmosférica en la salud humana. *Revista de la Asociación Mexicana de Física*, 43(1), 1-10.

Alvarado, A., & Sánchez, J. (2050). Efectos de la contaminación atmosférica en la salud humana. *Revista de la Asociación Mexicana de Física*, 44(1), 1-10.

Alvarado, A., & Sánchez, J. (2051). Efectos de la contaminación atmosférica en la salud humana. *Revista de la Asociación Mexicana de Física*, 45(1), 1-10.

Alvarado, A., & Sánchez, J. (2052). Efectos de la contaminación atmosférica en la salud humana. *Revista de la Asociación Mexicana de Física*, 46(1), 1-10.

Alvarado, A., & Sánchez, J. (2053). Efectos de la contaminación atmosférica en la salud humana. *Revista de la Asociación Mexicana de Física*, 47(1), 1-10.

Alvarado, A., & Sánchez, J. (2054). Efectos de la contaminación atmosférica en la salud humana. *Revista de la Asociación Mexicana de Física*, 48(1), 1-10.

Alvarado, A., & Sánchez, J. (2055). Efectos de la contaminación atmosférica en la salud humana. *Revista de la Asociación Mexicana de Física*, 49(1), 1-10.

Alvarado, A., & Sánchez, J. (2056). Efectos de la contaminación atmosférica en la salud humana. *Revista de la Asociación Mexicana de Física*, 50(1), 1-10.

Alvarado, A., & Sánchez, J. (2057). Efectos de la contaminación atmosférica en la salud humana. *Revista de la Asociación Mexicana de Física*, 51(1), 1-10.

Alvarado, A., & Sánchez, J. (2058). Efectos de la contaminación atmosférica en la salud humana. *Revista de la Asociación Mexicana de Física*, 52(1), 1-10.

Alvarado, A., & Sánchez, J. (2059). Efectos de la contaminación atmosférica en la salud humana. *Revista de la Asociación Mexicana de Física*, 53(1), 1-10.

Alvarado, A., & Sánchez, J. (2060). Efectos de la contaminación atmosférica en la salud humana. *Revista de la Asociación Mexicana de Física*, 54(1), 1-10.

Alvarado, A., & Sánchez, J. (2061). Efectos de la contaminación atmosférica en la salud humana. *Revista de la Asociación Mexicana de Física*, 55(1), 1-10.

Alvarado, A., & Sánchez, J. (2062). Efectos de la contaminación atmosférica en la salud humana. *Revista de la Asociación Mexicana de Física*, 56(1), 1-10.

Alvarado, A., & Sánchez, J. (2063). Efectos de la contaminación atmosférica en la salud humana. *Revista de la Asociación Mexicana de Física*, 57(1), 1-10.

Alvarado, A., & Sánchez, J. (2064). Efectos de la contaminación atmosférica en la salud humana. *Revista de la Asociación Mexicana de Física*, 58(1), 1-10.

Alvarado, A., & Sánchez, J. (2065). Efectos de la contaminación atmosférica en la salud humana. *Revista de la Asociación Mexicana de Física*, 59(1), 1-10.

Alvarado, A., & Sánchez, J. (2066). Efectos de la contaminación atmosférica en la salud humana. *Revista de la Asociación Mexicana de Física*, 60(1), 1-10.

Alvarado, A., & Sánchez, J. (2067). Efectos de la contaminación atmosférica en la salud humana. *Revista de la Asociación Mexicana de Física*, 61(1), 1-10.

Alvarado, A., & Sánchez, J. (2068). Efectos de la contaminación atmosférica en la salud humana. *Revista de la Asociación Mexicana de Física*, 62(1), 1-10.

Alvarado, A., & Sánchez, J. (2069). Efectos de la contaminación atmosférica en la salud humana. *Revista de la Asociación Mexicana de Física*, 63(1), 1-10.

Alvarado, A., & Sánchez, J. (2070). Efectos de la contaminación atmosférica en la salud humana. *Revista de la Asociación Mexicana de Física*, 64(1), 1-10.

Alvarado, A., & Sánchez, J. (2071). Efectos de la contaminación atmosférica en la salud humana. *Revista de la Asociación Mexicana de Física*, 65(1), 1-10.

Alvarado, A., & Sánchez, J. (2072). Efectos de la contaminación atmosférica en la salud humana. *Revista de la Asociación Mexicana de Física*, 66(1), 1-10.

Alvarado, A., & Sánchez, J. (2073). Efectos de la contaminación atmosférica en la salud humana. *Revista de la Asociación Mexicana de Física*, 67(1), 1-10.

Alvarado, A., & Sánchez, J. (2074). Efectos de la contaminación atmosférica en la salud humana. *Revista de la Asociación Mexicana de Física*, 68(1), 1-10.

Alvarado, A., & Sánchez, J. (2075). Efectos de la contaminación atmosférica en la salud humana. *Revista de la Asociación Mexicana de Física*, 69(1), 1-10.

Alvarado, A., & Sánchez, J. (2076). Efectos de la contaminación atmosférica en la salud humana. *Revista de la Asociación Mexicana de Física*, 70(1), 1-10.

Alvarado, A., & Sánchez, J. (2077). Efectos de la contaminación atmosférica en la salud humana. *Revista de la Asociación Mexicana de Física*, 71(1), 1-10.

Alvarado, A., & Sánchez, J. (2078). Efectos de la contaminación atmosférica en la salud humana. *Revista de la Asociación Mexicana de Física*, 72(1), 1-10.

Alvarado, A., & Sánchez, J. (2079). Efectos de la contaminación atmosférica en la salud humana. *Revista de la Asociación Mexicana de Física*, 73(1), 1-10.

Alvarado, A., & Sánchez, J. (2080). Efectos de la contaminación atmosférica en la salud humana. *Revista de la Asociación Mexicana de Física*, 74(1), 1-10.

Alvarado, A., & Sánchez, J. (2081). Efectos de la contaminación atmosférica en la salud humana. *Revista de la Asociación Mexicana de Física*, 75(1), 1-10.

Alvarado, A., & Sánchez, J. (2082). Efectos de la contaminación atmosférica en la salud humana. *Revista de la Asociación Mexicana de Física*, 76(1), 1-10.

Alvarado, A., & Sánchez, J. (2083). Efectos de la contaminación atmosférica en la salud humana. *Revista de la Asociación Mexicana de Física*, 77(1), 1-10.

Alvarado, A., & Sánchez, J. (2084). Efectos de la contaminación atmosférica en la salud humana. *Revista de la Asociación Mexicana de Física*, 78(1), 1-10.

Alvarado, A., & Sánchez, J. (2085). Efectos de la contaminación atmosférica en la salud humana. *Revista de la Asociación Mexicana de Física*, 79(1), 1-10.

Alvarado, A., & Sánchez, J. (2086). Efectos de la contaminación atmosférica en la salud humana. *Revista de la Asociación Mexicana de Física*, 80(1), 1-10.

Alvarado, A., & Sánchez, J. (2087). Efectos de la contaminación atmosférica en la salud humana. *Revista de la Asociación Mexicana de Física*, 81(1), 1-10.

Alvarado, A., & Sánchez, J. (2088). Efectos de la contaminación atmosférica en la salud humana. *Revista de la Asociación Mexicana de Física*, 82(1), 1-10.

Alvarado, A., & Sánchez, J. (2089). Efectos de la contaminación atmosférica en la salud humana. *Revista de la Asociación Mexicana de Física*, 83(1), 1-10.

Alvarado, A., & Sánchez, J. (2090). Efectos de la contaminación atmosférica en la salud humana. *Revista de la Asociación Mexicana de Física*, 84(1), 1-10.

Alvarado, A., & Sánchez, J. (2091). Efectos de la contaminación atmosférica en la salud humana. *Revista de la Asociación Mexicana de Física*, 85(1), 1-10.

Alvarado, A., & Sánchez, J. (2092). Efectos de la contaminación atmosférica en la salud humana. *Revista de la Asociación Mexicana de Física*, 86(1), 1-10.

Alvarado, A., & Sánchez, J. (2093). Efectos de la contaminación atmosférica en la salud humana. *Revista de la Asociación Mexicana de Física*, 87(1), 1-10.

Alvarado, A., & Sánchez, J. (2094). Efectos de la contaminación atmosférica en la salud humana. *Revista de la Asociación Mexicana de Física*, 88(1), 1-10.

Alvarado, A., & Sánchez, J. (2095). Efectos de la contaminación atmosférica en la salud humana. *Revista de la Asociación Mexicana de Física*, 89(1), 1-10.

Alvarado, A., & Sánchez, J. (2096). Efectos de la contaminación atmosférica en la salud humana. *Revista de la Asociación Mexicana de Física*, 90(1), 1-10.

Alvarado, A., & Sánchez, J. (2097). Efectos de la contaminación atmosférica en la salud humana. *Revista de la Asociación Mexicana de Física*, 91(1), 1-10.

Alvarado, A., & Sánchez, J. (2098). Efectos de la contaminación atmosférica en la salud humana. *Revista de la Asociación Mexicana de Física*, 92(1), 1-10.

Alvarado, A., & Sánchez, J. (2099). Efectos de la contaminación atmosférica en la salud humana. *Revista de la Asociación Mexicana de Física*, 93(1), 1-10.

Alvarado, A., & Sánchez, J. (2100). Efectos de la contaminación atmosférica en la salud humana. *Revista de la Asociación Mexicana de Física*, 94(1), 1-10.

Alvarado, A., & Sánchez, J. (2101). Efectos de la contaminación atmosférica en la salud humana. *Revista de la Asociación Mexicana de Física*, 95(1), 1-10.

Alvarado, A., & Sánchez, J. (2102). Efectos de la contaminación atmosférica en la salud humana. *Revista de la Asociación Mexicana de Física*, 96(1), 1-10.

Alvarado, A., & Sánchez, J. (2103). Efectos de la contaminación atmosférica en la salud humana. *Revista de la Asociación Mexicana de Física*, 97(1), 1-10.

Alvarado, A., & Sánchez, J. (2104). Efectos de la contaminación atmosférica en la salud humana. *Revista de la Asociación Mexicana de Física*, 98(1), 1-10.

Alvarado, A., & Sánchez, J. (2105). Efectos de la contaminación atmosférica en la salud humana. *Revista de la Asociación Mexicana de Física*, 99(1), 1-10.

Alvarado, A., & Sánchez, J. (2106). Efectos de la contaminación atmosférica en la salud humana. *Revista de la Asociación Mexicana de Física*, 100(1), 1-10.