

## Influencia de variables meteorológicas en la concentración de PM<sub>2.5</sub> en Saltillo

Juana María Mendoza-Hernández<sup>1</sup>

Josué Israel García-López<sup>2</sup>

Silvia Giromi García-Mendoza<sup>1</sup>

Alberto Jorge Dávila-Mendoza<sup>1</sup>

Patricia Adriana de León-Martínez<sup>1,§</sup>

1 Departamento de Agrometeorología-Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Calz. Antonio Narro 1923, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. CP. 25315. Tel. 844 4110200, ext. 1903 y 1904. (snowind2004@gmail.com; garmen-76@hotmail.com; ajdm.1289@gmail.com).

2 Departamento de Fitomejoramiento-Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Calz. Antonio Narro 1923, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. CP. 25315. Tel. 844 4110200, ext. 2623. (g.lopezj90@gmail.com).

Autora para correspondencia: [patricia.a-deleon-m@uaaan.edu.mx](mailto:patricia.a-deleon-m@uaaan.edu.mx).

### Resumen

En el presente trabajo se estudió la relación de las condiciones meteorológicas con la concentración de material particulado, de diámetro igual o menor a 2.5  $\mu\text{m}$  (PM<sub>2.5</sub>) en la ciudad de Saltillo, Coahuila, con el objetivo de identificar las zonas y horarios con mayores niveles de contaminación. Se recopilaron datos de temperatura, velocidad del viento, humedad relativa, radiación solar y presión atmosférica, así como la concentración diaria de partículas PM<sub>2.5</sub> a través de una red de diez sensores de monitoreo de calidad del aire y dos observatorios atmosféricos, distribuidos por toda la ciudad, durante 2024. Primero se analizaron los datos de la red de sensores, encontrando que el coeficiente Pearson mostró una correlación alta o moderada entre la concentración registrada por los sensores, sin importar ubicación, siendo la Zona Oeste la que presentó más días con baja calidad del aire. Posteriormente se analizaron los datos de los observatorios con la finalidad de relacionar las condiciones meteorológicas con las concentraciones de PM<sub>2.5</sub> en promedio diario y según el comportamiento de los PM<sub>2.5</sub> por hora, se encontró que los factores meteorológicos no presentan una relación significativa con la concentración de PM<sub>2.5</sub>, cuando se comparan con el promedio diario; sin embargo, cuando se observó la concentración a lo largo del día, se localizó la relación con los parámetros atmosféricos.

### Palabras clave:

calidad del aire, contaminación, capa límite, material particulado.



## Introducción

En los últimos años, el rápido desarrollo ha provocado un aumento del consumo de combustibles y el deterioro de la calidad del aire en las zonas urbanas. El material particulado (PM) es uno de los contaminantes más relevantes debido a su composición diversa, que incluye metales, iones, minerales, compuestos orgánicos, hollín y microorganismos (Tai *et al.*, 2010; Xu *et al.*, 2015). Además, varía en tamaño, forma y características químicas, físicas y biológicas, lo que le confiere un impacto significativo en la salud humana (Yadav *et al.*, 2015).

El PM se clasifica en tres categorías según su tamaño: grueso ( $PM_{10}$ ), fino ( $PM_{2.5}$ ) y ultrafino ( $PM_1$ ). Las  $PM_{10}$  pueden tener origen tanto natural como antropogénico y están compuestas principalmente por materiales de la corteza terrestre. En cambio, las partículas más finas, como  $PM_{2.5}$  y  $PM_1$ , provienen principalmente de procesos de combustión y de la conversión de gases en partículas dentro de la atmósfera. Sus principales componentes incluyen carbono elemental y orgánico, sulfato de amonio, nitratos y ciertos metales de transición (Galindo *et al.*, 2011; Al Jallad *et al.*, 2013; Akinwumiju *et al.*, 2021).

Lo peligroso de estas partículas está directamente relacionado con su tamaño, ya que las más finas pueden penetrar profundamente en el sistema respiratorio y en el torrente sanguíneo (Galindo *et al.*, 2011; West *et al.*, 2016). Las condiciones meteorológicas desempeñan un papel clave en la concentración ambiental de PM, ya que influyen en su dispersión, eliminación y formación química. Parámetros como la velocidad del viento, la precipitación y la radiación solar afectan directamente los niveles de partículas en suspensión (Akpınar *et al.*, 2008; Galindo *et al.*, 2011). Oguz *et al.* (2003), mencionan que en general, las concentraciones de contaminación atmosférica guardan una estrecha relación con factores meteorológicos.

En ciudades como Shanghai, se ha observado que, durante períodos de neblina, las concentraciones diarias de PM aumentan significativamente (Xu *et al.*, 2020). Debido a esto, diversos estudios en entornos urbanos han analizado la relación entre las variables meteorológicas y los niveles de PM. En Saltillo, Coahuila, la rápida urbanización e industrialización han aumentado la problemática de la calidad del aire.

En este contexto, comprender la influencia de las condiciones meteorológicas en la concentración de PM resulta fundamental. En el presente estudio se analizaron los parámetros meteorológicos (la velocidad del viento, la temperatura, la humedad relativa, la radiación solar y la presión atmosférica) y se relacionaron con la concentración promedio y diaria de  $PM_{2.5}$ , para la ciudad de Saltillo.

## Materiales y métodos

### Descripción del sitio

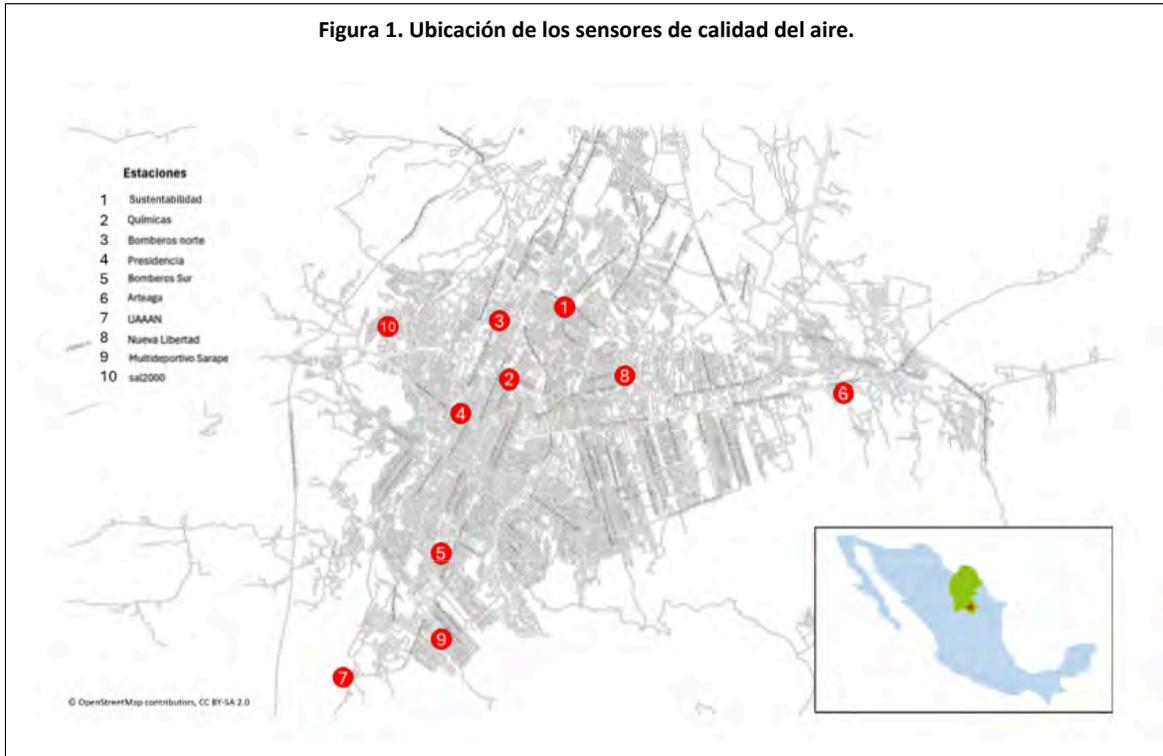
La ciudad de Saltillo es la capital del Estado de Coahuila de Zaragoza, siendo el municipio más poblado con 879 958 habitantes. Está situada geográficamente en las coordenadas 25° 25' 18" latitud norte y 100° 59' 59" longitud oeste, con una altitud de 1 600 m. El clima de Saltillo es semiárido, semicálido, con lluvias escasas todo el año y muy extremo (Mendoza, 2017).

La ciudad está rodeada por cerros, quedando al oriente la Sierra Madre Oriental lo que le da la característica de ser un valle; por lo que las inversiones térmicas son muy frecuentes, sobre todo en otoño, invierno y primavera. Cuenta con nueve parques industriales y junto a las ciudades de Ramos Arizpe y Arteaga, forma un gran clúster automotriz, que hace que el área conurbada supere al millón de habitantes y con un parque vehicular muy cercano a los 500 000 vehículos.

### Recopilación de datos

En este estudio se recopilaron datos de diez sensores de la red de monitoreo del Instituto Municipal de Planeación de Saltillo (IMPLAN) durante 2024. Se registraron los niveles de concentración de  $PM_{2.5}$ , utilizando sensores Purpleair Pa-li-Flex Air Quality Sensor, los cuales permitieron un

monitoreo continuo con una resolución temporal de 2 min. Los sitios de monitoreo se encuentran distribuidos por toda la ciudad, por lo que el sitio se clasificó en cinco zonas: norte, sur, centro, este y oeste (Figura 1).



Asimismo, se recolectaron datos de temperatura, humedad, radiación solar, viento y presión atmosférica de la Red Universitaria de Observatorios Atmosféricos de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) ubicada en la Universidad Agraria Antonio Narro (UAAAN) y del sistema de monitoreo de la calidad del aire del estado de Coahuila de Zaragoza (pro-aire) con el fin de correlacionar los datos de los sensores. La calidad de los datos se evaluó utilizando las siguientes pruebas: consistencia temporal, consistencia interna, congruencia de datos en segmentos locales y validación de rango en datos diarios (Mendoza y Vázquez, 2017).

## Análisis de datos

Con el fin de agrupar y evaluar la información de calidad del aire, se calcularon promedios diarios y mensuales, generando series de tiempo para observar el comportamiento, así como la tendencia de la concentración de partículas. Las características espaciales de las concentraciones de  $PM_{2.5}$ , se evaluaron mediante el coeficiente de correlación de Pearson, con el fin de analizar la asociación entre pares de sitios de muestreo; es decir, determinar qué tan similares son las concentraciones de partículas entre distintos sitios en un mismo periodo de tiempo.

Se realizó una regresión lineal de variables continuas con un nivel de significancia de 0.05, con el fin de determinar cuáles de los parámetros meteorológicos son los que influyen en la calidad del aire de la zona. Los resultados se clasificaron de acuerdo con la escala de índice aire y salud (NOM-172-SEMARNAT-2019). Asignando la categoría buena cuando la concentración de  $PM_{2.5}$  se encuentre entre  $0-25 \mu g m^{-3}$ , aceptable en  $25-45 \mu g m^{-3}$  y mala cuando la concentración se encuentre superior a  $45 \mu g m^{-3}$  (Cuadro 1).

Cuadro 1. Abanderamiento de la calidad del aire.

Índice aire y salud	Nivel de riesgo asociado	PM <sub>2.5</sub> (µg m <sup>-3</sup> )
Buena	Bajo	0-25
Aceptable	Moderado	25-45
Mala	Alto	45-79
Muy mala	Muy alto	79-147
Extremadamente mala	Extremadamente alto	>147

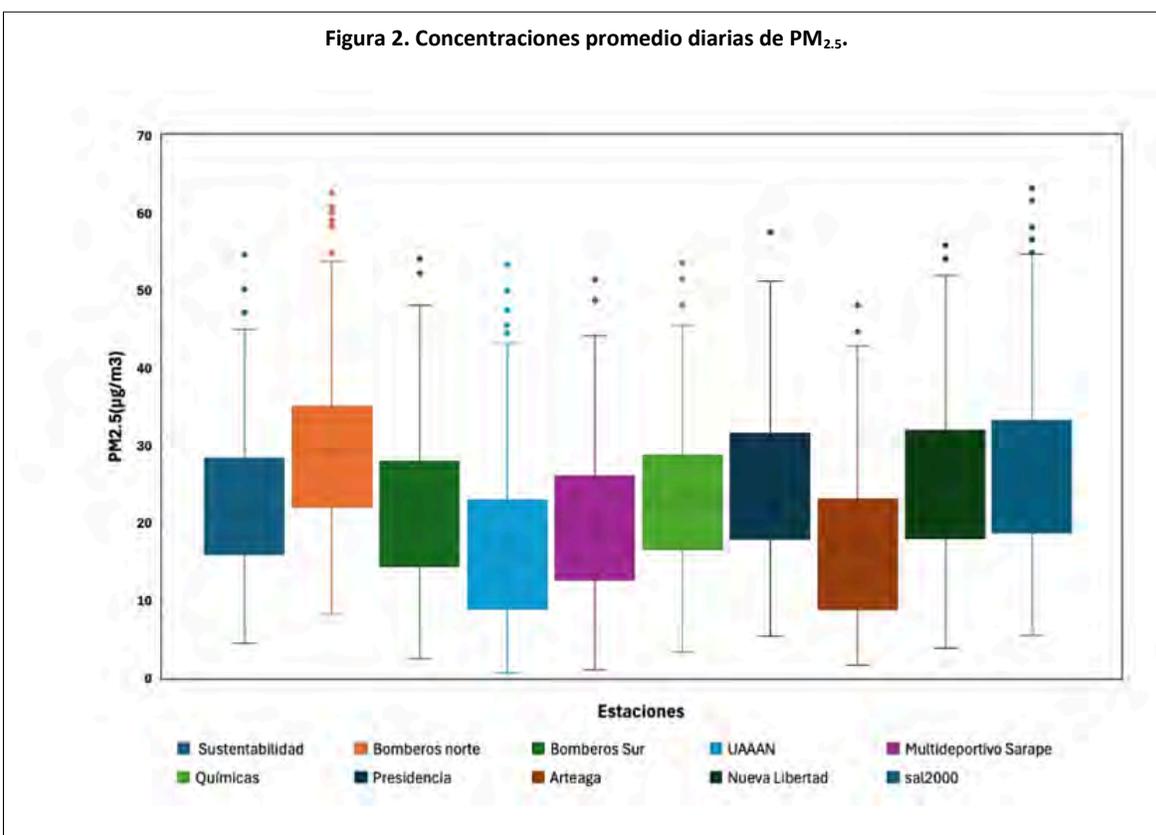
## Resultados y discusión

### Monitoreo por zonas

### Panorama general de PM<sub>2.5</sub> del aire en Saltillo

En la Figura 2, se muestran las concentraciones promedio diarias de PM<sub>2.5</sub>, en 2024, con diez sensores. En todos los casos se encontraron concentraciones atípicas altas; es decir, eventos con alta contaminación. La mayoría de las estaciones tienen una mediana que oscila entre 20-30 µg m<sup>-3</sup>, lo que indica que la ciudad presenta zonas con diferentes concentraciones de contaminantes. Además, la variabilidad en todos los sensores fue alta, lo que indica una gran diversidad de datos en toda la ciudad.

Figura 2. Concentraciones promedio diarias de PM<sub>2.5</sub>.



El coeficiente de correlación Pearson fue utilizado para obtener el grado de correlación de las concentraciones de PM<sub>2.5</sub> entre dos sitios de muestreo (Hama *et al.*, 2020). En la mayoría de los sensores se observó una correlación alta o moderada (Figura 3). Es decir, los niveles de contaminación medidos en un sensor fueron similares a los niveles contaminación medidos en otros sensores ubicados en diferentes zonas de la ciudad.

Figura 3. Matriz de correlación Pearson.

	Sustentabilidad	Bomberos norte	Bomberos Sur	UAAAN	Multideportivo Sarape	Químicas	Presidencia	Arteaga	Nueva Libertad	2000	Escala
Sustentabilidad	1.00	0.91	0.81	0.72	0.67	0.88	0.92	0.83	0.96	0.90	0.10
Bomberos norte	0.91	1.00	0.80	0.74	0.67	0.92	0.93	0.82	0.87	0.87	0.20
Bomberos Sur	0.81	0.80	1.00	0.92	0.93	0.89	0.91	0.92	0.81	0.74	0.30
UAAAN	0.72	0.74	0.92	1.00	0.92	0.81	0.83	0.90	0.69	0.62	0.40
Multideportivo Sarape	0.67	0.67	0.93	0.92	1.00	0.78	0.80	0.87	0.66	0.59	0.50
Químicas	0.88	0.92	0.89	0.81	0.78	1.00	0.95	0.89	0.84	0.81	0.60
Presidencia	0.92	0.93	0.91	0.83	0.80	0.95	1.00	0.90	0.89	0.86	0.70
Arteaga	0.83	0.82	0.92	0.90	0.87	0.89	0.90	1.00	0.81	0.73	0.80
Nueva Libertad	0.96	0.87	0.81	0.69	0.66	0.84	0.89	0.81	1.00	0.91	0.90
2000	0.90	0.87	0.74	0.62	0.59	0.81	0.86	0.73	0.91	1.00	1.00

En algunas estaciones la correlación es media (0.7 hasta 0.6), lo que sugiere que estos sensores, podrían estar expuestos a diferentes fuentes de contaminación o factores locales (altitud), debido a su ubicación dentro del valle y a la gran distancia entre los sensores. Autores como Yangyang *et al.* (2015) en su estudio sobre la relación de los contaminantes en el aire en China tomaron una correlación Pearson de 1-0.5 como alta, de 0.49-0.3 como moderada y de 0.29-0 como baja.

### Calidad del aire por zonas

En el Cuadro 2, se mostró el porcentaje de días con calidad del aire clasificada como buena, aceptable y mala, por zonas en la ciudad. En 2024, la Zona Sur, presentó el mayor porcentaje de días con calidad buena (71.7%); es decir, los días en los que la concentración promedio de PM<sub>2.5</sub> fue inferior a 25 µg m<sup>-3</sup>. Dicha zona mostró el menor porcentaje de días con calidad aceptable (entre 25-45 µg m<sup>-3</sup>) y sólo un 1.7% de días con mala calidad (concentraciones superiores a 45 µg m<sup>-3</sup>). Caso contrario en la Zona Oeste, la cual mostró el menor porcentaje de días con calidad del aire buena y a su vez, el mayor porcentaje en días con calidad del aire aceptable y mala.

Cuadro 2. Calidad del aire por zonas en Saltillo.

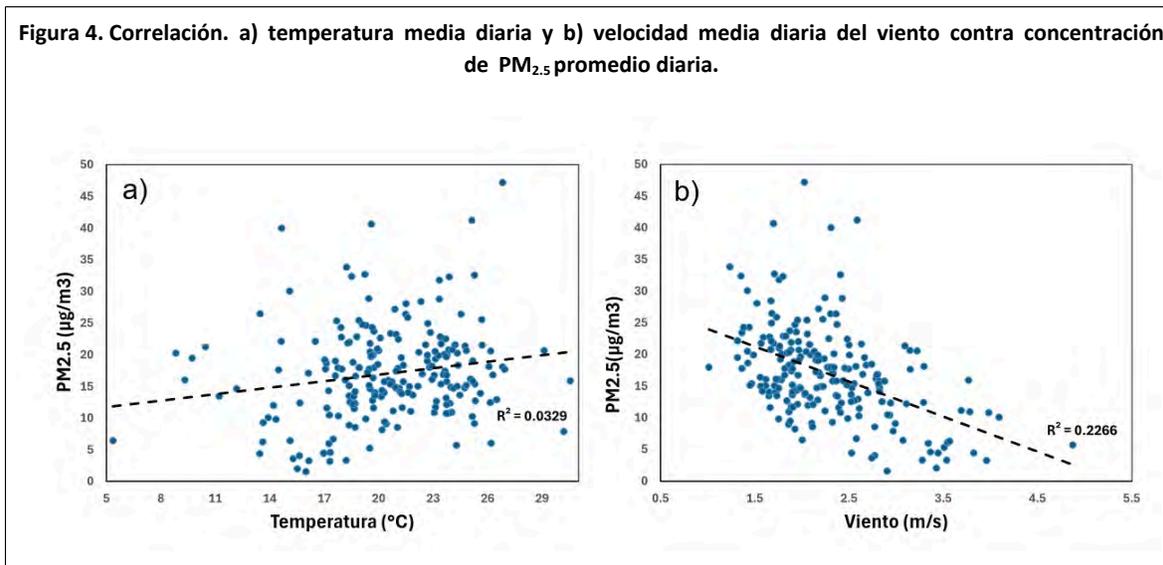
Localización	Buena (% días)	Aceptable (% días)	Mala (% días)
Zona Norte	50.2	44.8	5
Zona Sur	71.7	26.6	1.7
Zona Centro	54.7	42.7	2.6
Zona Este	64.5	33.1	2.3
Zona Oeste	48.8	45.5	5.7

## Variables meteorológicas

### Relación de variables meteorológicas y PM<sub>2.5</sub>

Los valores medios de las concentraciones diarias de PM<sub>2.5</sub>, obtenidos de los dos observatorios, fueron registrados y graficados junto con las variables meteorológicas para el año 2024. Aunque la relación entre la temperatura media diaria y la concentración media de PM<sub>2.5</sub>, es baja ( $R^2 = 0.0329$ ,  $p = 0.014$ ) se observó un ligero incremento en la concentración de este contaminante conforme aumenta la temperatura (Figura 4a); sin embargo, autores como Oguz *et al.* (2003), han reportado que la concentración de PM<sub>2.5</sub> tiende a disminuir con el aumento de temperatura e incluso han considerado este factor como un posible parámetro de control de la contaminación. Marsh y Foster (1967), investigaron la relación entre la temperatura y las concentraciones de contaminantes del aire e indicaron que, por encima de cierta temperatura, las concentraciones promedio de contaminación diaria no se controlaron por la temperatura diaria promedio.

Figura 4. Correlación. a) temperatura media diaria y b) velocidad media diaria del viento contra concentración de PM<sub>2.5</sub> promedio diaria.

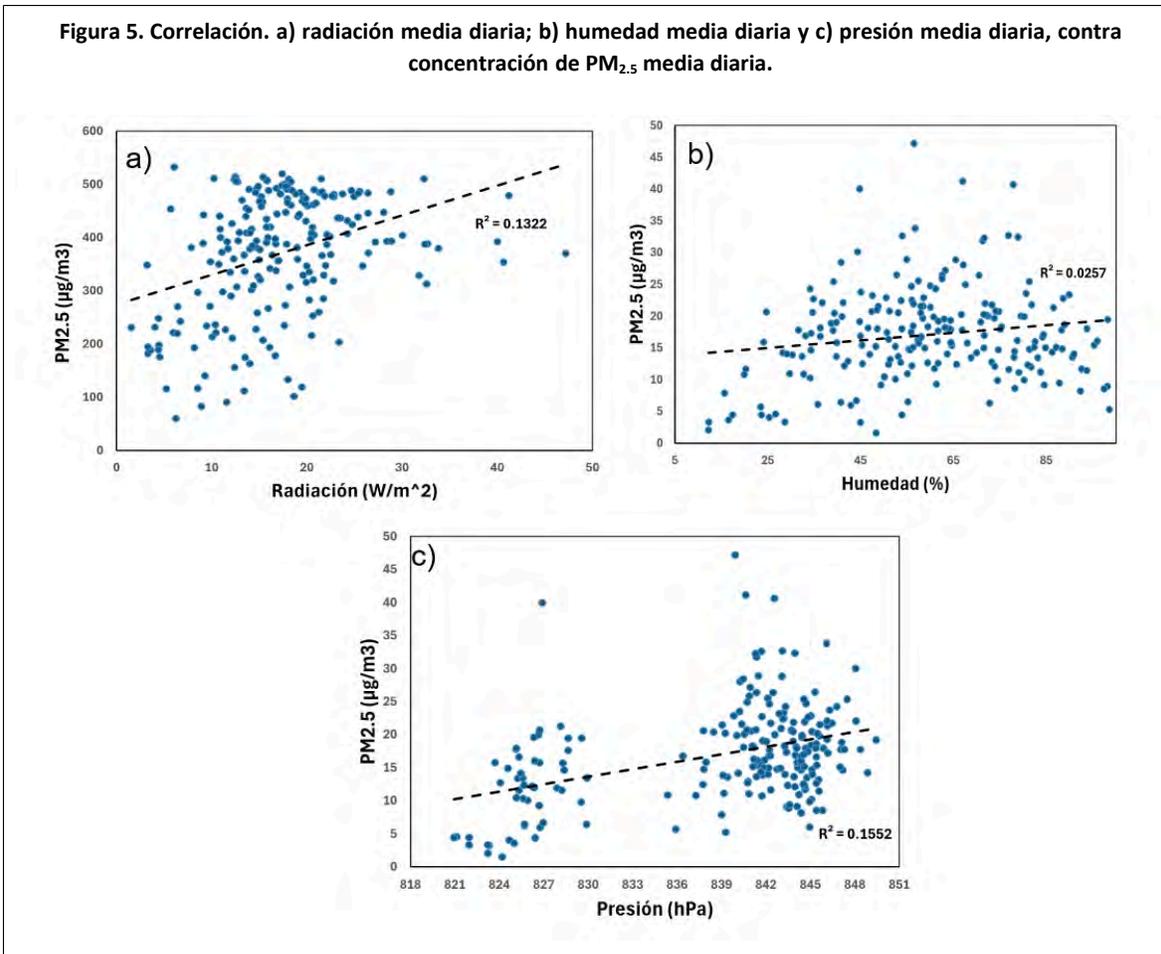


En el caso de la velocidad media del viento (Figura 4b), la correlación ( $R^2 = 0.2266$ ,  $p = 1.37E-13$ ), aunque baja, fue mayor que para la temperatura media diaria. Aun así, con dicha correlación, la concentración media de PM<sub>2.5</sub> presentó una ligera disminución con la velocidad media del viento.

Esto posiblemente se debe a que el viento suele ser más fuerte en estaciones cálidas, lo que favorece la dilución y dispersión de contaminantes. Autores como Kartal y Özer (1998), mencionan que la velocidad del viento es uno de los parámetros meteorológicos más importantes que controlan las concentraciones de contaminantes porque el volumen y la dilución del aire contaminado están controlados por la velocidad del viento y sus direcciones.

La radiación solar media, así como la humedad relativa media y la presión atmosférica media (Figura 5a, 5b y 5c), presentaron una ligera correlación ( $R^2 = 0.1322$ ,  $p = 0.015$ ,  $R^2 = 0.0257$ ,  $p = 0.016$  y  $R^2 = 0.1552$ ,  $p = 1.03E-8$  respectivamente). En los tres casos se encontró un ligero aumento de la concentración de PM<sub>2.5</sub> promedio diario cuando aumenta el promedio de las variables meteorológicas.





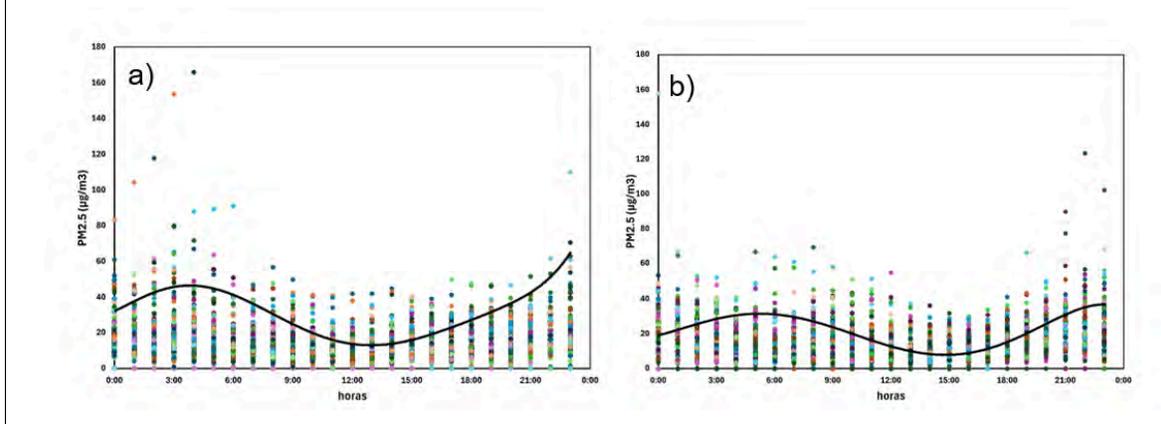
En trabajos recientes como el de Zender-#wierz *et al.* (2024), mencionan que la humedad relativa es un factor clave en el crecimiento higroscópico de la materia particulada, ya que favorece la absorción de agua por las partículas en suspensión. Esto provoca un aumento en su tamaño y densidad, cambiando la concentración de PM<sub>2.5</sub> en la atmósfera dado que las partículas en suspensión pueden depositarse o sedimentarse según su tamaño.

## Contaminación diaria durante el verano y otoño

En la Figura 6, se mostró el comportamiento diario de la concentración de PM<sub>2.5</sub> de verano y de otoño. Al comparar la relación de los promedios diarios (Figura 4 y 5), no se encontró relación con los factores meteorológicos; sin embargo, al evaluar la concentración diaria por hora se analizó lo siguiente: en la Figura 6a de verano los valores máximos de concentración se observan alrededor de las 24 h, mientras que en el otoño se encuentran alrededor de las 6 h.



Figura 6. Comportamiento promedio diario de la concentración de  $PM_{2.5}$ . a) verano y b) otoño.



La menor concentración promedio se registra entre las 11-14 h en el verano y durante el otoño a las 13-15 h. En la mayoría de los casos, la concentración máxima se encuentra durante la noche. Esto posiblemente se debe a que durante la noche cuando las temperaturas son más frías la altura de la capa límite es menos profunda probablemente asociada a una inversión térmica (tan común en los valles) por lo que el volumen de aire en donde se dispersan los contaminantes se reduce, aumentando la concentración de dichos contaminantes y dificultando la dispersión en la atmósfera; así como, también a la liberación de contaminantes industriales durante la noche (Whiteman, 1982; Savov *et al.*, 2000).

Caso similar mencionó Islam *et al.* (2020), en Kathmandu Valley, Nepal. Donde vieron que la concentración de  $PM_{2.5}$  se incrementó por la noche, con picos máximos de concentración a las 8:00 h y el pico mínimo lo encontraron cerca de las 17:00 h. Esto lo atribuyeron a i) disminución de la capa límite; ii) la velocidad del viento durante la temporada previa al monzón; y iii) a las fuentes externas que transportan contaminantes al valle. También se identificaron picos atípicos asociados con descargas de contaminantes industriales durante la noche, similar a lo reportado por Zhao *et al.* (2016), en un estudio realizado en China.

## Conclusiones

El coeficiente de correlación Pearson mostró una correlación alta o moderada entre los sensores, lo cual sugiere que la contaminación se distribuye de manera relativamente homogénea en varias zonas de la ciudad. Sin embargo, otros sensores presentaron correlaciones medias, lo que podría deberse a factores locales o geográficas. La distribución espacial de la contaminación indica que la Zona Oeste y la Zona Norte presentan mayor contaminación por  $PM_{2.5}$ , mientras que la Zona Sur tiene la menor contaminación.

Los factores meteorológicos no presentaron una relación significativa con la concentración de  $PM_{2.5}$ , cuando se comparan los valores promedio diario. Sin embargo, cuando se observó el comportamiento de la contaminación diaria; es decir, por horas, si se encontró relación de las variables meteorológicas con la concentración de  $PM_{2.5}$ .

## Bibliografía

- 1 Akinwumiju, A. S.; Ajisafe, T. and Adelodun, A. A. 2021. Airborne particulate matter pollution in Akure metro city, Southwestern Nigeria, West Africa: attribution and meteorological influence. *Journal of Geovisualization and Spatial Analysis*. 5(1):01-17. <https://doi.org/10.1007/s41651-021-00079-6>.
- 2 Akpınar, S.; Oztop, H. F. and Akpınar, E. K. 2008. Evaluation of relationship between meteorological parameters and air pollutant concentrations during winter season in

- Elazi#, Turkey. *Environmental Monitoring and Assessment*. 146(1-3):211-224. <https://doi.org/10.1007/s10661-007-0073-9>.
- 3 Al Jallad, F. A.; Al Katheeri, E. A. and Al Omar, M. A. 2013. Concentrations of particulate matter and their relationships with meteorological variables. *Sustainable Environment Research*. 23(3):191-198.
  - 4 Whiteman, C. D. 1982. Breakup of temperature inversions in deep mountain valleys: Part I. Observations. *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, 21(3):270-289.
  - 5 Galindo, N.; Varea, M.; Gil-Moltó, J.; Yubero, E. and Nicolás, J. 2011. The influence of meteorology on particulate matter concentrations at an urban mediterranean location. *Water, Air and Soil Pollution*. 215(1-4):365-372. <https://doi.org/10.1007/s11270-010-0484-z>.
  - 6 Hama, S. M. L.; Kumar, P.; Harrison, R. M.; Bloss, W. J.; Khare, M.; Mishra, S.; Namdeo, A.; Sokhi, R.; Goodman, P. and Sharma, C. 2020. Four-year assessment of ambient particulate matter and trace gases in the Delhi-NCR region of India. *Sustainable Cities and Society*. 54:102003. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2019.102003>.
  - 7 Islam, Md. R.; Jayarathne, T.; Simpson, I. J.; Werden, B.; Maben, J.; Gilbert, A.; Praveen, P. S.; Adhikari, S.; Panday, A. K.; Rupakheti, M.; Blake, D. R.; Yokelson, R. J.; Decarlo, P. F.; Keene, W. C. and Stone, E. A. 2020. Ambient air quality in the Kathmandu Valley, Nepal, during the pre-monsoon: concentrations and sources of particulate matter and trace gases. *Atmospheric Chemistry and Physics*. 20(5):2927-2951. <https://doi.org/10.5194/acp-20-2927-2020>.
  - 8 Kartal, S. and Özer, U. 1998. Determination and parameterization of some air pollutants as a function of meteorological parameters in Kayseri, Turkey. *Journal of the Air and Waste Management Association*. 48(9):853-859. <https://doi.org/10.1080/10473289.1998.10463738>.
  - 9 Marsh, K. J. and Foster, M. D. 1967. An experimental study of the dispersion of emissions from chimneys in Reading-I: The study of long-term average concentrations of sulphur dioxide. *Atmospheric Environment*. 1(5):527-550.
  - 10 Mendoza, H. J. M. 2017. Diagnóstico climático para la zona de influencia inmediata de la UAAAN. *Boletín Agrometeorológico*. 99-100 pp.
  - 11 Oguz, E.; Kaya, M. D. and Nuhoglu, Y. 2003. Interaction between air pollution and meteorological parameters in Erzurum, Turkey. In *Int. J. Environment and pollution*. 19(3):292-300.
  - 12 Savov, P. B.; Skakalova, T. S.; Kolev, I. N. and Ludwig, F. L. 2000. Lidar investigation of the temporal and spatial distribution of atmospheric aerosols in mountain valleys. *Journal of Applied Meteorology*. 41(5):528-541. [https://doi.org/10.1175/1520-0450\(2002\)041<0528:LIOTTA>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0450(2002)041<0528:LIOTTA>2.0.CO;2).
  - 13 Tai, A. P. K.; Mickley, L. J. and Jacob, D. J. 2010. Correlations between fine particulate matter (PM<sub>2.5</sub>) and meteorological variables in the United States: implications for the sensitivity of PM<sub>2.5</sub> to climate change. *Atmospheric Environment*. 44(32):3976-3984. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2010.06.060>.
  - 14 Mendoza, U. I. y Vázquez, Z. M. A. 2017. Detección de extremos climáticos de precipitación y temperatura en el estado de Guerrero. *Ingeniería Revista Académica* 21(1):13-30.
  - 15 West, J. J.; Cohen, A.; Dentener, F.; Brunekreef, B.; Zhu, T.; Armstrong, B.; Bell, M. L.; Brauer, M.; Carmichael, G.; Costa, D. L.; Dockery, D. W.; Kleeman, M.; Krzyzanowski, M.; Kunzli, N.; Lioussé, C.; Lung, S. C. C.; Martin, R. V.; Pöschl, U.; Pope, C. A. and Wiedinmyer, C. 2016. What we breathe impacts our health: improving understanding of the link between air pollution and health. *Environmental Science and Technology*. 50(10):4895-4904. <https://doi.org/10.1021/acs.est.5b03827>.

- 16 Xu, Y.; Xue, W.; Lei, Y.; Huang, Q.; Zhao, Y.; Cheng, S.; Ren, Z. and Wang, J. 2020. Spatiotemporal variation in the impact of meteorological conditions on PM<sub>2.5</sub> pollution in China from 2000 to 2017. *Atmospheric Environment* . 223:117215. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2019.117215>.
- 17 Xu, J.; Yan, F.; Xie, Y.; Wang, F.; Wu, J. and Fu, Q. 2015. Impact of meteorological conditions on a nine-day particulate matter pollution event observed in December 2013 shanghai, China. *Particuology*. 20:69-79. <https://doi.org/10.1016/j.partic.2014.09.001>.
- 18 Yadav, S.; Praveen, O. D. and Satsangi, P. G. 2015. The effect of climate and meteorological changes on particulate matter in Pune, India. *Environmental Monitoring and Assessment*. 187(7):402. <https://doi.org/10.1007/s10661-015-4634-z>.
- 19 Yangyang, X.; Bin, Z.; Lin, Z. and Rong, L. 2015. Spatiotemporal variations of PM<sub>2.5</sub> and PM<sub>10</sub> concentrations between 31 Chinese cities and their relationships with SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO and O<sub>3</sub>. *Particuology*. 20:141-149. <https://doi.org/10.1016/j.partic.2015.01.003>.
- 20 Zender-#wiercz, E.; Galiszewska, B.; Telejko, M. and Starzomska, M. 2024. The effect of temperature and humidity of air on the concentration of particulate matter - PM<sub>2.5</sub> and PM<sub>10</sub>. *Atmospheric Research*. 312:107733. <https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2024.107733>.
- 21 Zhao, S.; Yu, Y.; Yin, D.; He, J.; Liu, N.; Qu, J. and Xiao, J. 2016. Annual and diurnal variations of gaseous and particulate pollutants in 31 provincial capital cities based on in situ air quality monitoring data from China national environmental monitoring center. *Environment International*. 82:92-106. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2015.11.003>.



## Influencia de variables meteorológicas en la concentración de PM<sub>2,5</sub> en Saltillo

Journal Information
Journal ID (publisher-id): remexca
Title: Revista mexicana de ciencias agrícolas
Abbreviated Title: Rev. Mex. Cienc. Agríc
ISSN (print): 2007-0934
Publisher: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias

Article/Issue Information
Date received: 00 April 2025
Date accepted: 00 June 2025
Publication date: 15 October 2025
Publication date: Sep-Oct 2025
Volume: 16
Issue: esp30
Electronic Location Identifier: e4045
DOI: 10.29312/remexca.v16i30.4045
Article Id (other): 00008

### Categories

Subject: Artículos

### Palabras claves

#### Palabras claves

calidad del aire  
contaminación  
capa límite  
material particulado

### Counts

Figures: 6  
Tables: 2  
Equations: 0  
References: 21