

DOI: <https://doi.org/10.47300/actasidi-unicyt-2025-104>

EXPOSICIÓN A MATERIAL PARTICULADO FINO (PM_{2,5}) Y SU RELACIÓN CON PREMATURIDAD Y BAJO PESO AL NACER: ESTUDIO ECOLÓGICO EN REPÚBLICA DOMINICANA (2019–2024)

Trinidad Pérez, Finees

Universidad Autónoma de Santo Domingo (UASD)
Santo Domingo, República Dominicana
100406258ftp@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-2728-6119>

Morales Peña, Mercedes María

Universidad Autónoma de Santo Domingo (UASD)
Santo Domingo, República Dominicana
dramercedesmoralesp@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-7692-8431>

Muñoz Montas, Oniela Francheska

Universidad Autónoma de Santo Domingo (UASD)
Santo Domingo, República Dominicana
oniela0403@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-1660-2806>

RESUMEN

La contaminación del aire representa una problemática de salud a nivel global, específicamente el material particulado fino, con un diámetro de 2,5 micras o menos, conocidas como (PM 2.5). En el embarazo se relaciona con factores de riesgo importantes como es la inflamación materna, que conlleva a un mayor riesgo de parto prematuro y bajo peso al nacer. Según la Organización Mundial de la Salud en el 2019 alrededor de 6,7 millones de muertes prematuras estuvieron relacionadas a contaminación del aire del medio ambiente y el doméstico. Este estudio observacional, descriptivo y de corte transversal, se desarrolló bajo las bases de datos abiertas del Ministerio de Salud Pública y del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Se tomaron Excel y JASP para calcular y graficar el coeficiente de correlación de Pearson y se asoció la incidencia en el porcentaje de nacidos prematuros y nacidos con bajo peso por trimestres. Se observaron medidas del rango Q1 de 34.32 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de PM_{2.5} con una mediana de 39.84 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y el rango Q3 fue 42.28 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. El coeficiente de correlación de Pearson para los porcentajes de nacidos prematuros y nacidos con bajo peso fueron $R= 0.39$ y $R= 0.36$ respectivamente con una determinación de $R^2=0.15$ y $R^2= 0.13$ para cada variable medida asociada a PM_{2.5}. Estos hallazgos indican que en la República Dominicana existe muy elevada exposición de PM_{2.5} que se puede considerar como una causa de prematuridad y bajo peso al nacer al conjunto de otros riesgos.

Palabras clave: Contaminación del aire, Material particulado 2.5, Exposición prenatal, Prematuridad, Peso al nacer bajo.

ABSTRACT

Air pollution is a global public health problem, particularly fine particulate matter (PM_{2.5}), with a diameter of 2.5 micrometers or less. During pregnancy, it is associated with significant risk factors such as maternal inflammation, which leads to a higher risk of preterm birth and low birth weight. According to the World Health Organization, in 2019, approximately 6.7 million premature deaths were related to ambient and household air pollution. This observational, descriptive, cross-sectional study used publicly available data from the Ministry of Public Health and the Ministry of Environment and Natural Resources. Excel and JASP were used to calculate and graph the Pearson correlation coefficient, and the incidence of preterm births and low birth weight was analyzed by trimester. The Q1 of PM_{2.5} concentration was 34.32 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, with a median of 39.84 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ and a Q3 of 42.28 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. The Pearson correlation coefficient for the percentages of preterm births and low birth weight were $R=0.39$ and $R=0.36$, respectively, with R^2 values of 0.15 and 0.13 for each variable associated with PM_{2.5}. These findings indicate that in the Dominican Republic, there is a high level of PM_{2.5} exposure, which, along with other risk factors, may contribute to preterm birth and low birth weight.

Keywords: Air pollution, PM_{2.5}, Prenatal exposure, Prematurity, Low birth weight.

1. INTRODUCCIÓN

La contaminación por material particulado fino (PM_{2.5}) se asocia consistentemente en el embarazo a nivel mundial con el incremento del riesgo de prematuridad y bajo peso al nacer (Thaichana et al., 2025).

Pese a que los países en vías de desarrollo están implementando estrategias para contrarrestar el impacto del aire contaminado, paralelamente se ha intensificado la producción industrial para impulsar el crecimiento económico para sustentar y suplir la alta demanda de la población a sus principales necesidades (Gómez Gallego et al., 2022).

En estudios epidemiológicos y meta-análisis realizados afirman que el aumento de la exposición a PM_{2.5} en los pulmones durante el embarazo eleva el riesgo parto prematuro y bajo peso al nacer, no quedan claros los mecanismos fisiopatológicos que desencadenan estos efectos, pero se proponen mecanismos como el estrés oxidativo, inflamación, malfuncionamiento placentario, disrupción endocrina y alteraciones epigénicas fetales (Parasin et al., 2024).

Este estudio tiene como objetivo analizar la exposición gestacional a PM_{2.5} y su relación con el bajo peso al nacer y la prematuridad en República Dominicana.

2. MARCO CONCEPTUAL

El material particulado (PM) es una combinación de sustancias con propiedades físico-químicas que forman directamente del aire o por compuestos gaseosos. Al ingresar por las vías aéreas a los pulmones, no son capaces de ser expulsadas por su tamaño y luego desarrollan la disfunción endotelial de los vasos sanguíneos por estrés oxidativo que finaliza en daño a la placenta (WHO, 2025).

El impacto del PM_{2.5} sobre el embarazo es un fenómeno que logra extenderse más allá de la etapa gestacional por su efecto fisiológico en la vida intrauterina del feto se relaciona con la morbilidad neonatal y pediátrica (Veras et al., 2025)

3. MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un estudio ecológico de tipo descriptivo, de corte transversal, con un enfoque cuantitativo, entre los años 2019 y 2024. El enfoque del estudio estuvo destinado a analizar la exposición gestacional a PM_{2.5} y su relación con el bajo peso al nacer y la prematuridad en República Dominicana.

La población del estudio está compuesta por 688,360 nacimientos registrados durante el periodo 2019 y 2024. Para los criterios de inclusión se definió el parto prematuro como un parto menor a 37 semanas y el bajo peso al nacer se definió como un peso al nacer menor a 2500 gramos.

Para los criterios de exclusión se excluyeron los recién nacidos de partos múltiples, con enfermedades congénitas y aquellos nacidos con menos de 24 semanas de gestación.

Se hizo una revisión de la base de datos del Ministerio de Salud Pública en su portal de estadísticas institucionales en donde se obtuvieron los registros mensuales del Servicio Nacional de Salud (SNS) y el formulario 67^a, donde se encontraban los datos de los nacimientos, la cantidad de prematuros y la cantidad registrada con bajo peso al nacer (MSP, 2025).

Los registros de calidad del aire (PM_{2.5}) se obtuvieron del portal del Ministerio del Medio Ambiente y Recursos Naturales (MMARN) de la República Dominicana (MMARN, 2022). Debido a que las estaciones de monitoreo no funcionaron de octubre a diciembre de 2023 por mantenimiento, se usó un promedio de los datos de esos mismos meses de años anteriores para analizar las variables de bajo peso al nacer y prematuridad durante ese período (ONE, 2024).

Se utilizaron Microsoft Excel y JASP como herramientas principales para calcular, ajustar y graficar los datos recolectados del PM 2.5. Debido a la ausencia de datos específicos del trimestre de octubre a diciembre del 2023 se realizó una toma del promedio de trimestres de los años que si se encontraban registros de dicha temporada del año, con la finalidad de obtener una estimación representativa de los niveles de PM_{2.5} haciendo un cálculo del promedio trimestral de las fluctuaciones registradas de PM_{2.5} con el propósito de obtener una representación estandarizada que facilite las tendencias temporales e identificar patrones estacionales en la calidad de aire.

Para analizar las fluctuaciones de PM_{2.5} se aplicaron métodos estadísticos descriptivos basados en los rangos intercuartílicos para determinar las mediciones realizadas y segmentadas en períodos trimestrales para caracterizar los promedios.

Al momento de realizar el análisis de los grupos de recién nacidos con bajo peso y nacidos prematuros se utilizaron métodos estadísticos para calcular la tasa de incidencia, la desviación estándar, el rango máximo, el rango mínimo y el rango intercuartílico esto con la finalidad de realizar un análisis de tendencias trimestrales, calcular el odds ratio, riesgo relativo y el intervalo de confianza esto tomando como ejemplo el estudio realizado por Thaichana etc al. (2025).

Para definir el tipo de coeficiente de correlación más adecuado para el análisis estadístico que sería utilizado en dicho estudio se realizó la prueba de Shapiro-Wilk para determinar la normalidad de los datos.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Este estudio ecológico, de corte transversal consistió en analizar los 688,360 nacimientos registrados por el SNS durante el periodo comprendido entre los años 2019 y 2024. Dentro de estos los casos reportados como parto prematuro fueron 40,175 casos con una tasa de incidencia de un 5.83% y se registraron los casos con bajo peso al nacer fueron un total de 59,101 casos, con una tasa de incidencia de un 8.58%.

En este estudio se realizó la prueba de Shapiro-Wilk para determinar la normalidad de los datos en donde se obtuvo un valor de significancia de 0.96 para las muestras de los valores de PM_{2.5} y la tasa de incidencia de nacidos prematuros, y de 0.98 con el bajo peso al nacer.

En el análisis de grupo los nacidos prematuros, se identificaron las siguientes medidas que fueron el rango Q1 fue de 5.25% y el rango Q4 fue de 8.11% con una mediana de 5.81% con una desviación estándar de ± 1.14 puntos porcentuales.

En el análisis de grupo los nacidos con bajo peso, se identificaron las siguientes medidas que fueron el rango Q1 fue de 8.05% y el rango Q4 fue de 11.54% con una mediana de 8.75% con una desviación estándar de ± 1.18 puntos porcentuales.

Dentro de los datos recopilados y promediados en trimestres de las fluctuaciones PM_{2.5} se obtuvo el Q1 de 34.32 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, el Q3 fue de 42.28 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ con una mediana de 39.84 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ utilizado para determinar los meses de mayor presencia detectada de PM_{2.5} en asociación con el riesgo de parto prematuro y nacidos con bajo peso.

En este estudio, el Odds Ratio obtenido en la evaluación de la asociación a PM2.5 y parto prematuro fue 1.24 durante los meses que hubo mayor fluctuación.

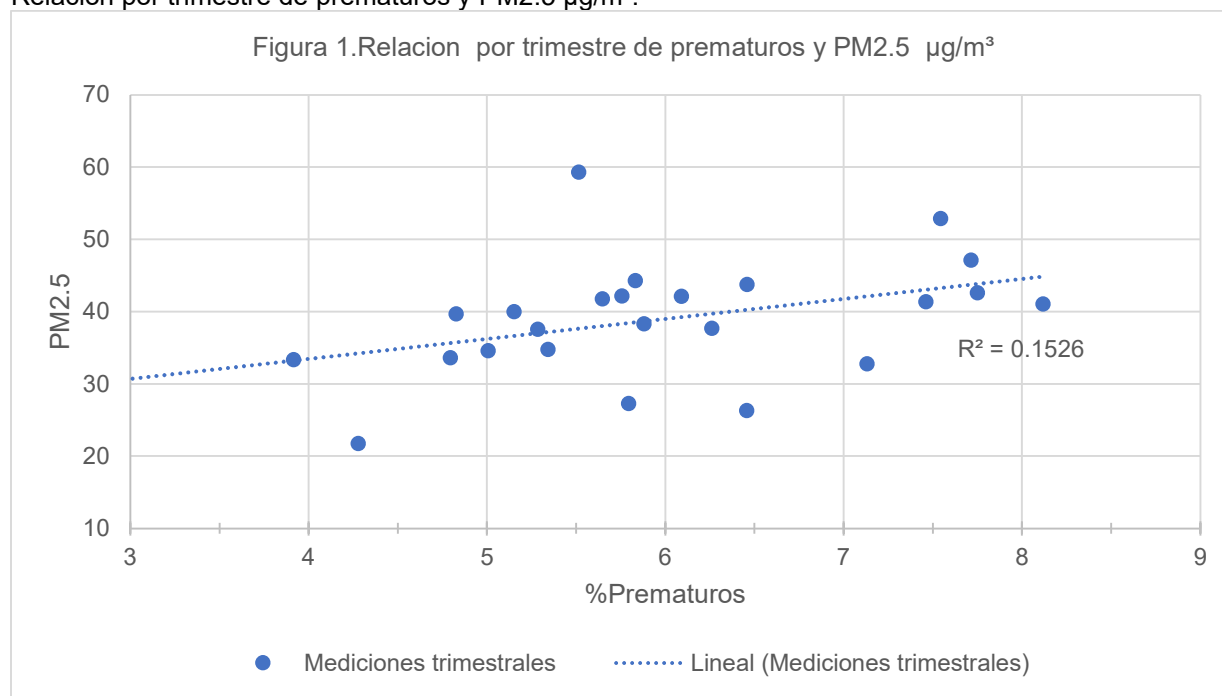
El riesgo relativo reportado en los meses de mayor exposición de PM2.5 con respecto a el riesgo relativo fue de 0.54 con respecto a los meses de menor exposición que fue de 0.49 con intervalo de confianza al 95% de 1.06.

El Odds Ratio (OR) obtenido de 1.14 para asociación entre la exposición a PM2.5 y el riesgo de nacidos con bajo peso indica que, en este estudio la probabilidad de que un recién nacido tenga bajo peso es 14% mayor en los periodos o áreas con niveles más altos de PM2.5 en comparación con los niveles bajos.

Respecto al riesgo relativo, los valores reportados para los meses de mayor exposición a PM2.5 fue de 0.52 y para los meses de menor exposición fue 0.49, con un intervalo de confianza al 95% de 1.11.

Figura 1

Relación por trimestre de prematuros y PM2.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

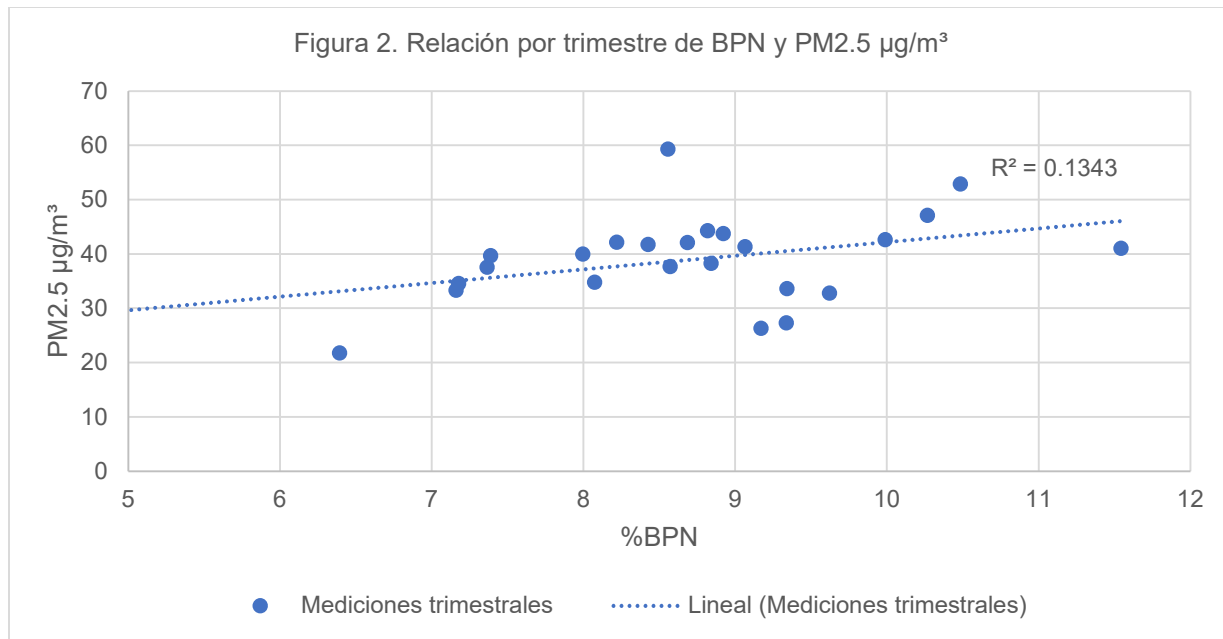


Fuente: Elaborado de datos registrados por el MSP y el MMARN

En cuanto a la correlación de Pearson entre los registrados nacidos con prematuridad el resultado fue $R = 0.39$, el valor de p fue de 0.078 y una determinación de $R^2 = 0.15$.

Figura 2

Relación por trimestre de bajo peso al nacer y PM2.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.



Fuente: Elaborado de datos registrados por el MSP y el MMARN

En el análisis de correlación de Pearson se observó un $R = 0.36$ y un valor de p de 0.059 y con un coeficiente determinación de $R^2 = 0.13$ con relación entre el porcentaje de nacidos con bajo peso al nacer.

En este estudio se reveló que la cantidad promedio estimada de la fluctuación de material particulado fino (PM2.5) en República Dominicana fue de $39.84 \mu\text{g}/\text{m}^3$, muy elevada en comparación con las medidas que destaca la OMS que sitúa el límite máximo anual en $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y el límite diario en $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Esta diferenciación cuantitativa representa un riesgo para la población en general, y en especial las más vulnerables como las gestantes y los neonatos (OMS, 2021).

Los resultados guardan coherencia con los hallazgos observados en un análisis realizado por Stieb et al. en Canadá en donde reportaron que la asociación del PM2.5 con el bajo peso al nacer fueron débiles, se sugiere la posibilidad de correlacionar e incorporar otros factores de confusión y covariables para explicar su relación (Stieb, D. M. et al. 2016).

Parasin et al. estiman que existe una asociación positiva del PM2.5, esto es consistente de muchos estudios a razón de que se sustentan en la heterogeneidad de otras variables como factores socioeconómicos, otros contaminantes ambientales que pueden influir como el dióxido de nitrógeno, el plomo, entre otros (Parasin et al., 2024).

En los resultados, los efectos del PM2.5 fueron más directos en la prematuridad que en el bajo peso al nacer, lo que coincide con otros estudios. Esto resalta que las fluctuaciones elevadas de este material particulado aumentan la probabilidad de nacimientos prematuros. (Park et al., 2023).

El estimado de Odd Ratio reflejan similitud con estudios realizados en el continente africano y el asiático en donde se observaron valores de baja significancia positiva en el intervalo de confianza con respecto al bajo peso al nacer y la exposición al PM2.5 (Bachwenkizi et al., 2022).

Dentro de las principales limitaciones de este estudio estuvieron la marcadas heterogeneidad de los datos, específicamente en los reportes del MMARN se pudo asegurar a través de una revisión realizada a la ONE que durante el trimestre comprendido entre octubre y diciembre del 2023 las estaciones de monitoreo se encontraban bajo mantenimiento correctivo y discontinuidad en los reportes de ese periodo específico. Por otro lado, se intentó realizar un análisis con el bajo peso

al nacer asociado al PM2.5 tomando como variable confusa la cantidad de los mismos con el rango de edad materna, pero los datos no presentaban homogeneidad (ONE, 2024).

5. CONCLUSIONES

Los resultados en esta investigación indican que en la población materna de la República Dominicana existe una correlación estadística con significancia positiva, pero relativamente débil entre el aumento de la contaminación de aire por PM2.5 y el incremento de riesgos perinatales que puede dar lugar a eventos adversos en los nacidos prematuros y nacidos con bajo peso.

Es preferible realizar un modelo etiopatogénico multifactorial en el que convergen los determinantes ambientales, biológicos y sociales. Estos dan información más minuciosa y directa del alto número de nacidos prematuros y con bajo peso al nacer.

El estado dominicano debe instalar más monitores en diversas regiones, además, a través de sus agencias de estudio, debe promover investigaciones para regular las emisiones de PM2.5 en zonas industriales con concentraciones superiores a 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

REFERENCIAS

- Thaichana, P. et al. (2025). Association of Maternal PM2.5 Exposure with Preterm Birth and Low Birth Weight: A Large-Scale Cohort Study in Northern Thailand (2016–2022). *Toxics*, 13(4), 304–4.
- Gómez Gallego, D. M., Hernández, J. C., & Mendivil-de la Ossa, J. A. (2022). Efectos adversos de la exposición prenatal al material particulado del aire sobre el feto y el recién nacido. *Iatreia*, 35(3), 278-296. <https://doi.org/10.17533/udea.iatreia.148>
- Parasin, N. et al. (2024). Prenatal PM2.5 Exposure and Its Association with Low Birth Weight: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Toxics*, 12(7), 446. <https://doi.org/10.3390/toxics12070446>
- WHO. (2025). *Health effects of particulate matter. Policy implications for countries in eastern Europe, Caucasus and central Asia*. <https://iris.who.int/handle/10665/344854>
- Veras, M et al. (2025). Impact of air pollution and climate change on maternal, fetal and postnatal health. *Jornal de Pediatria*, 101(Suppl 1), S48-S55. <https://doi.org/10.1016/j.jped.2024.10.006>
- MSP (2025). *Estadísticas Institucionales – Transparencia*. <https://www.msp.gob.do/web/Transparencia/estadisticas-institucionales/#3335-ano-2025-1745866425>
- Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2025). *Datos Abiertos*. <https://ambiente.gob.do/portal-transparencia/datos-abiertos/#295-295-wpfd-top>
- Oficina Nacional de Estadística (ONE). (2024). *Anuario de Estadísticas Ambientales 2024*. <https://www.one.gob.do/publicaciones/2024/anuario-de-estadisticas-ambientales-2024/>
- Organización Mundial de la Salud (OMS). (2021). *WHO global air quality guidelines: Particulate matter (PM2.5 and PM10), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide*. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34662007/>
- Stieb, D. M. et al. (2016). Associations of Pregnancy Outcomes and PM2.5 in a National Canadian Study. *Environmental Health Perspectives*, 124(2), 243-249.
- Park, S. et al. (2023). Effect of Particulate Matter 2.5 on Fetal Growth in Male and Preterm Infants through Oxidative Stress. *Antioxidants*, 12(11), 1916. <https://doi.org/10.3390/antiox12111916>
- Bachwenkizi, J. et al. (2022). Maternal exposure to fine particulate matter and preterm birth and low birth weight in Africa. *Environment International*, 160, 107053. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2021.107053>

Los autores del trabajo autorizan a la Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología (UNICYT) a publicar este resumen en extenso en las Actas del Congreso IDI-UNICYT 2025 en Acceso Abierto (Open Access) en formato digital (PDF) e integrarlos en diversas plataformas online bajo la licencia CC: Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

La Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología y los miembros del Comité Organizador del Congreso IDI-UNICYT 2025 no son responsables del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en este artículo.