

Análisis de asociación de pacientes con agudización de asma y material particulado, atendidos en urgencias de una EPS en Bogotá durante 2021.

Juan Camilo Rojas Hernandez, camilorojas20@gmail.com, Tel: 3202945346, ORCID: 0009-0009-0749-8634, Estudiante Maestría en Salud Ambiental Universidad el Bosque, Autor Principal, responsable de la correspondencia. Gustavo Adolfo Ordoñez-Sierra. gordonezs@unbosque.edu.co, <https://orcid.org/0000-0003-2178-5946>, Docente-investigador, Instituto de Salud y Ambiente, Universidad El bosque.

Resumen

Antecedentes y objetivo de la investigación. El asma es considerada una enfermedad obstructiva, reversible e intermitente de las vías aéreas respiratorias que afecta en el mundo alrededor de 235 millones de personas que representan el 2.94% de la población mundial, dada su importancia en la salud pública este estudio tuvo como objetivo identificar la posible relación entre el material particulado y el comportamiento de casos de asma en la ciudad de Bogotá (Colombia) para el año 2021.

Métodos. Se utiliza un análisis retrospectivo en el cual se identifican datos de lugar, persona y tiempo con el fin de analizar la distribución geográfica de los casos de agudización de asma. Este análisis retrospectivo se desarrolló por medio de una muestra de tipo censo de los casos totales reportados por una EPS en Bogotá durante el año 2021, en donde se depuro por características de persona, dirección y fechas de interés, encontrando un total de casos de 317 para el análisis. A estos datos se les realizó un análisis de medidas de tendencia central, de correlación para identificar su comportamiento.

Resultados. Se encontró una correlación débil a escala de localidad, sin embargo, al analizar la información a escala de estación de monitoreo se encontró una correlación fuerte entre los contaminantes y la enfermedad. Adicionalmente, se

corrió un análisis de comparación de incidencias ajustadas que soporto el análisis de correlación, sin embargo, al realizar el análisis de Odds Ratio se identificó que dado que los límites de confianza incluyen a 1,0 no brindan evidencia suficiente de ninguna asociación.

Conclusiones. Se encontró una clara correlación entre la contaminación por partículas PM2.5 y la exacerbación del asma en pacientes de una EPS de Bogotá, sin embargo, no se encontró una relación causal. Por lo anterior es necesario replicar la metodología con más datos de pacientes.

Palabras claves. análisis espacial, asma, salud pública, variables ambientales, calidad del aire, Salud Ambiental.

Introducción

El asma, según la Organización Mundial de la Salud (OMS) en 2019, es considerada una enfermedad obstructiva, reversible e intermitente de las vías respiratorias (1). A nivel mundial, se estima que hay alrededor de 235 millones de personas con asma (2), y la Global Initiative for Asthma (GINA) ha observado un incremento del 50% en los casos a nivel mundial cada década desde 1970 (3).

En el año 2019, aproximadamente 416.000 personas perdieron la vida debido al asma en todo el mundo, y se estima que, en Colombia, una de cada ocho personas vive con esta enfermedad (4). Según el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), las enfermedades respiratorias crónicas, como el asma, fueron la cuarta causa de mortalidad no fetal en el año 2021 (5).

En la ciudad de Bogotá, en el año 2018, se registró que 10.958 personas buscaron atención médica en centros de salud debido a complicaciones de asma. De este total, el 43% eran niños menores de 5 años, el 17,6% eran niños entre 6 y 9 años, y el 9,5% correspondía a adultos entre 27 y 44 años (6).

La Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Organización Panamericana de la Salud (OPS) consideran que los pacientes con problemas respiratorios y dificultad para respirar son clasificados como código rojo o primera prioridad en los puestos de salud, ya que son pacientes con afecciones graves y puede afectar la supervivencia de las personas que tienen una agudización, por lo tanto, deben recibir atención médica y ser trasladados de inmediato al centro de atención más cercano (1).

Aunque no se han identificado todas las causas que pueden desencadenar una crisis asmática, se ha determinado que los principales factores que agravan esta enfermedad están relacionados con condiciones genéticas, ambientales y laborales (7). Uno de los aspectos a investigar es la relación con el entorno, ya que se ha observado que elementos como el material particulado, la humedad del ambiente y las condiciones atmosféricas están vinculados con la aparición o exacerbación de la enfermedad.

Por tanto, el objetivo de este estudio de investigación es analizar la posible relación entre el material particulado y la incidencia de casos de asma en la ciudad de Bogotá, Colombia, durante el año 2021.

Metodología

El área de estudio seleccionada fue la ciudad de Bogotá (Colombia), la cual tiene una población estimada de 7.83 millones de personas y abarca un área de 163,636 hectáreas según el Plan de Ordenamiento Territorial del año 2021 con 20 localidades o alcaldías menores (8). La EPS tiene presencia en el país, pero informó que en la capital tenía 1.1 millones de afiliados para el año 2021.

En este proyecto se hizo un análisis retrospectivo identificando datos de lugar, persona y tiempo con el fin de analizar la distribución geográfica de los casos de agudización de asma. Este análisis retrospectivo se llevó a cabo mediante una muestra tipo censo, revisando todos los casos reportados por la EPS. Se depuraron los datos teniendo en cuenta características de la dirección (residencia en Bogotá) y fecha (casos del 2021).

Para realizar la correlación ajustada de los datos, fue necesario llevar a cabo la geocodificación de los casos. Esto se realizó utilizando el domicilio de residencia notificado en la base de datos del prestador de servicios, a través de las plataformas ArcGIS, Google Maps y OpenStreetMap. Se utilizó el sistema de referencia internacional WGS-84 con coordenadas centesimales de latitud y longitud. Se analizó la distribución temporal de los casos reportados por asma con el objetivo de identificar los picos durante el año 2021. Se realizó un análisis descriptivo cualitativo y cuantitativo en la población objeto de estudio.

También se analizaron los datos reportados por las estaciones de calidad del aire de Bogotá. Se identifican las estaciones con valores altos de material particulado (PM) durante el año 2021 y se utilizó el software R Studio como herramienta principal de análisis y gestión de la información. Al identificar la estación de monitoreo con valores altos de material particulado, se crea un mapa de puntos y mapas de calor. Estos mapas permitieron identificar las zonas con alta presencia de casos de asma alrededor de la estación con mayor contaminación, con un buffer de cuatro kilómetros de diámetro (9). Para la generación de los mapas se utilizó el software QGIS 3.16.

Con la información recolectada y depurada sobre el material particulado y los casos de exacerbación de asma, se llevó a cabo un análisis de correlación de Pearson. Finalmente, se analizó la incidencia ajustada para cada área de influencia y se realizó una prueba de diferencia de proporciones de la dirección de residencia de los casos de asma atendidos en urgencias de una EPS y su cercanía a las estaciones de monitoreo de calidad del aire. Esto se hizo para reducir el sesgo de distribución poblacional y poder identificar el total de población expuesta. Solo se analizó la localidad con mayor promedio de contaminante. Además, se realizó un análisis utilizando la técnica de Odds Ratio para validar la causalidad entre el material particulado y el comportamiento de los casos de asma de la localidad anteriormente seleccionada.

Para esta metodología, se realizó un gasto de recursos principalmente en especie. No se tiene ningún tipo de conflicto de interés por parte de los investigadores y la información fue anonimizada, se trabajó con base en los lineamientos establecidos por la universidad y la Ley 1581 de 2012. Este proyecto está enmarcado en el macroproyecto denominado "Los contaminantes ambientales de Bogotá y su relación con las hospitalizaciones del asma en una EPS entre los años 2015 – 2021" y tiene el aval del Comité Institucional de ética de la Universidad El Bosque con el código CIE 2022 – 001. El estudio es considerado sin riesgo por evaluar datos de bases de datos anonimizados compartida por la EPS.

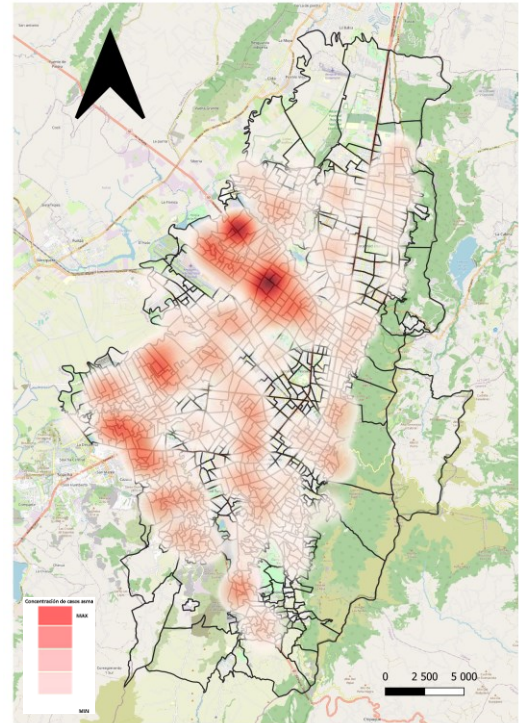
Resultados

Descriptiva de casos

Para el año 2021, la EPS reportó un total de 7,439 casos en Bogotá y sus alrededores durante el año 2021, se realiza una depuración y se obtuvieron un total de 317 casos de Asma que fueron atendidos y residían dentro de Bogotá, de estos 100 [31.55%] se ubican en la localidad de Fontibón. Adicionalmente al analizar la distribución geográfica se pudo identificar que las localidades con mayor aglomeración de casos son Fontibón, Kennedy y Bosa (Mapa 1), 166 [52.37%] permanecieron menos de 24 horas dentro de la IPS, seguido de 12.30% con permanecía entre 24 a 48 horas, y solo 4.10% pacientes necesitaron ingresar el servicio de UCI. Por otro lado, la mitad de los pacientes eran de sexo masculino y el 95.27% de los casos son del régimen contributivo encontrándose que la categoría B tiene la mayor cantidad de casos [70.03%], donde el cotizante recibe entre dos y cuatro salarios mínimos legales mensuales vigentes. Con respecto al curso de vida, se encontró en primer lugar a los infantes (6 a 11 años) y en segundo lugar a la primera infancia (menores de 6 años), lo que es concordante con lo reportado en literatura (Tabla 1). En el mapa 1, se visualiza la distribución de todos los casos de asma del año en las distintas localidades, entre más intenso sea el color es porque cantidad de casos.

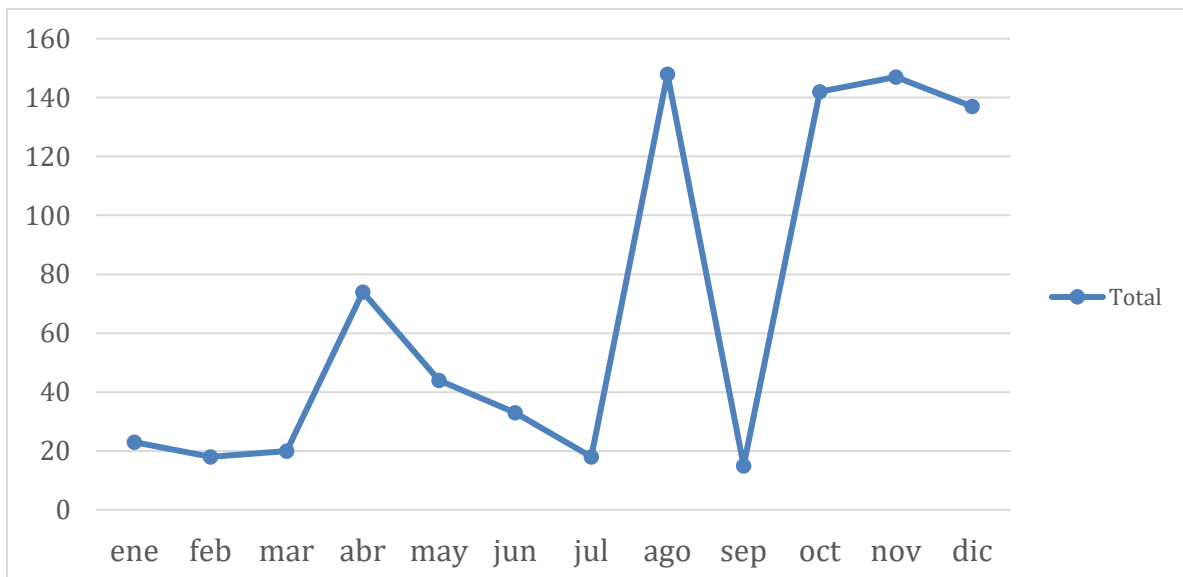
Tabla 1. Características poblacionales casos asma Bogota. Mapa 2. Distribucion casos asma en Bogota, 2021

	Variable	n	%
Horas en estancia general	<24	166	52.37
	24 a 48	39	12.30
	> a 48	112	35.33
Ingreso a UCI	Si	13	4.10
	no	304	95.90
Sexo	Masculino	159	50.16
	Femenino	158	49.84
Categoría	A	2	0.63
	B	222	70.03
	C	78	24.61
	D	15	4.73
Curso de vida	Primera Infancia	117	36.91
	Infancia	152	47.95
	Adolescencia	7	2.21
	Adultez	28	8.83
	Persona Mayor	13	4.10



En cuanto al comportamiento temporal agrupado a escala mensual se pudo apreciar un pico en el comportamiento de los casos atendidos en agosto y un aumento sostenido de casos los últimos tres meses (gráfica 1).

Gráfico 3. Numero de casos de asma según el mes en Bogota, 2021



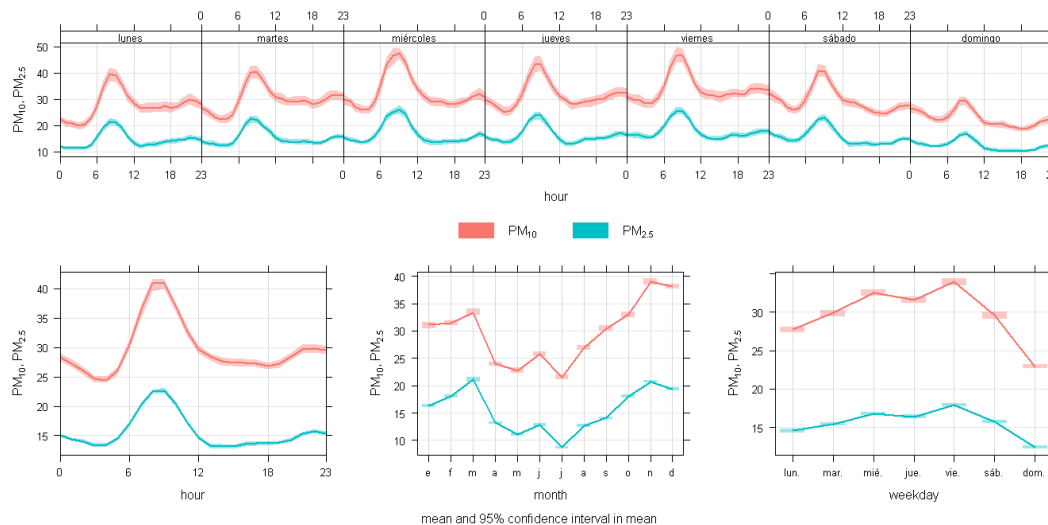
Descriptiva calidad del aire

Para lograr un descriptivo completo de la calidad de aire de Bogotá para el año 2021, se analizó la información de 12 estaciones de monitoreo del sistema de

calidad de aire de Bogotá (SISAIRE), de los cuales se logró recopilar 104256 datos de cada uno de los contaminantes criterio a analizar.

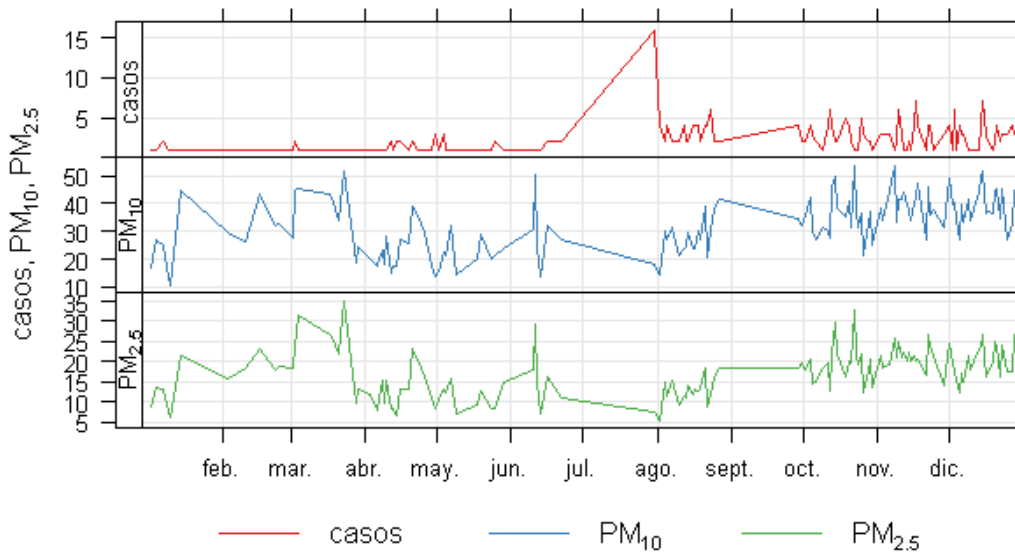
Inicialmente con la información recopilada se realizó un análisis a diferentes escalas temporales, para poder entender mejor el comportamiento en la zona urbana de Bogotá. Se encontró una mayor concentración de PM 10 que de PM 2.5. Los días con mediciones más altas de los contaminantes se presentaron de miércoles a viernes, principalmente entre 6:00 am y 12:00 pm. Finalmente, los meses con mediciones medias más altas, fueron entre octubre a diciembre (Grafica 2).

Gráfico 4 Comportamiento del material particulado (2,5 y 10) en Bogota, 2021



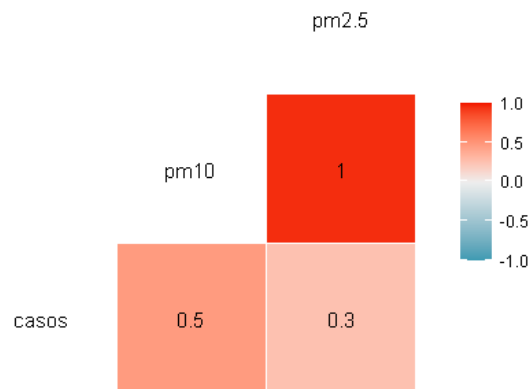
Al comparar dicho comportamiento con el reporte diario de casos suministrado por la EPS se pudo identificar que la tendencia es concordante durante el segundo semestre del año 2021, sin embargo, durante el primer semestre se puede ver un bajo número de casos que puede estar afectando la correlación con los contaminantes criterio (Grafico 3).

Gráfico 5 Comparacion comportamiento material particulado y asma en Bogotá, 2021



Para poder establecer si existe una relación entre los casos y la contaminación, en primera instancia se realiza una correlación de Pearson para los datos agrupados a escala mensual para toda Bogotá, pero no se encontró ningún tipo de correlación entre el material particulado 2.5 o 10 y el comportamiento de los casos. Sin embargo, al analizar el comportamiento desagregado a escala diaria se encontró que existe una correlación positiva fuerte entre la presencia de material particulado 10 y el comportamiento de los casos de asma reportados y una correlación positiva débil entre el material particulado 2.5 y los casos de asma en Bogotá (Gráfico 4).

Gráfico 6 Correlación casos asma vs material particulado 2.5 y 10 Bogotá



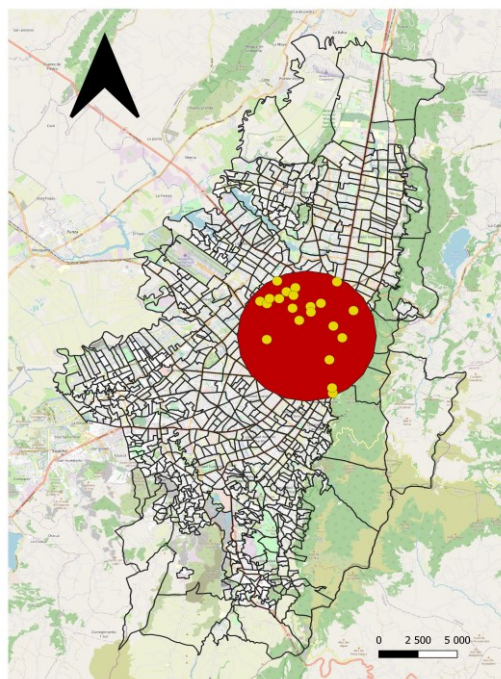
Posteriormente, se quiere evaluar si existe una localidad que registre valores altos del material particulado y se procede a analizar el promedio de las mediciones para material particulado 2.5 y 10. Se identificó que la estación con las mediciones más altas fue Carvajal – Sevillana para ambos contaminantes durante el año 2021 (Tabla 2).

Tabla 2. Mediciones promedio material particulado por estación de monitoreo en Bogotá, 2021

Estación de Monitoreo	Promedio de PM2.5	Promedio de PM10
Carvajal – Sevillana	34.7	68.5
Centro de Alto Rendimiento	12.2	21.8
Colina	7.8	17.6
Fontibón	17.2	32.4
Guaymaral	12.4	26.0
Kennedy	20.6	43.5
Las Ferias	13.2	21.8
Puente Aranda	20.2	10.6
San Cristóbal	11.4	20.4
Suba	12.6	29.8
Tunal	13.5	34.6
Usaquén	10.4	19.6

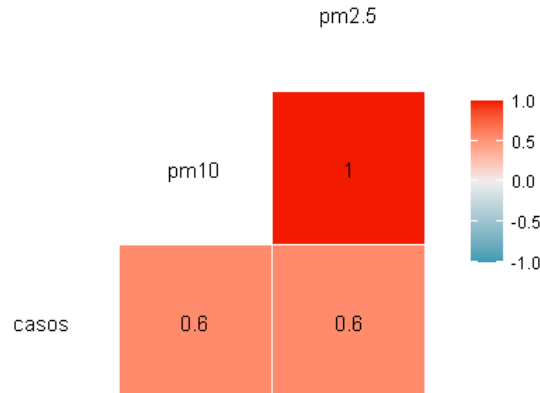
Para analizar los casos dentro del área de influencia de la estación que reporta una alta concentración de material particulado 2.5 y 10, se realizó un cruce entre la estación de Carvajal – Sevillana y los casos georreferenciados. Se identificaron 37 casos dentro del área de influencia de 4 Km de diámetro de la estación seleccionada (Mapa 2).

Mapa 1. Casos dentro del area de influencia directa estacion Carvajal – Sevillana, 2021



Para esta información se calculó el test de correlación de Pearson donde se encontró que existe una correlación mayor entre la presencia de material particulado 10 y 2.5 entre la estación de Carvajal-Sevillana y el comportamiento de los casos de asma alrededor de la estación con la anterior correlación Pearson realizada (Gráfico 5).

Gráfico 5. Correlación casos asma vs material particulado 2.5 y 10 en estación Cavajal - Sevillana



Con el fin de comprobar la correlación entre la presencia de material particulado y el aumento de casos se calculó la incidencia para Bogotá teniendo en cuenta el total de la población reportada por el DANE en las proyecciones realizadas a partir del censo del año 2018 y el número de casos de la muestra utilizada, encontrando que es de 3.07 casos por 100.000 habitantes para Bogotá y se comparó con la incidencia del área de influencia de la estación Carvajal – Sevillana que es de 4.66 por 100.000 habitantes, mostrando una mayor incidencia en el área con mayor presencia de material particulado.

Adicionalmente, se validó la hipótesis de igualdad de proporciones de casos en áreas con concentraciones diferentes de material particulado y con la información de población para Bogotá y los barrios incluidos dentro del área de afectación de la estación de monitoreo Carvajal - Sevillana, se puede calcular la prueba de proporciones que nos muestra un valor p igual a 0.02 lo que nos permite inferir con la información disponible que las proporciones de caso son diferentes entre zonas con concentraciones de material particulado diferente, además nos muestra con un intervalo de confianza del 95% que la proporción de casos presentados en la estación de Carvajal – Sevillana es mayor al promedio general de Bogotá.

Finalmente se analizó por medio de una tabla 2x2 el Odds Ratio para la presencia de material particulado y la exacerbación de asma con la siguiente información, para saber si los resultados tienen causalidad o si se puede considerar un factor de riesgo el PM2.5 para la agudización de asma (Tabla 3).

Tabla 3. Descripción de las características de las poblaciones de la tabla de contingencia para generar el Odds ratio.

	Enfermos	No Enfermos
Expuestos	Pacientes que desarrollaron asma que viven a dos km de diámetro de la estación de monitoreo de Kennedy	Pacientes con infecciones de IRA o resfriado común que viven a dos km de diámetro de la estación de monitoreo de Kennedy
No Expuestos	Pacientes que desarrollaron asma y que viven en Kennedy, pero a una distancia mayor a un kilómetro de la estación de monitoreo.	Pacientes con infecciones de IRA o resfriado común y que viven en Kennedy, pero a una distancia mayor a un kilómetro de la estación de monitoreo.

Donde se encontró que razón de probabilidad de 1,319 muestra una asociación entre la concentración de material particulado y los casos de asma, sin embargo, los límites de confianza incluyen el 1 (IC95% 0.604 – 2.88), por lo que no hay causalidad a pesar de haber correlación entre los datos analizados. (Tabla 4).

Tabla 4. Tabla de contingencia con los datos de las poblaciones para generar el Odds

		Outcome		
		Yes	No	Total
Exposure	Yes	12	32	44
	Row %	27.27 %	72.73 %	100.00 %
	Col %	29.27 %	23.88 %	25.14 %
	No	29	102	131
	Row %	22.14 %	77.86 %	100.00 %
	Col %	70.73 %	76.12 %	74.86 %
Total	41	134	175	
Row %	23.43 %	76.57 %	100.00 %	
Col %	100.00 %	100.00 %	100.00 %	

Odds-based Parameters			
	Estimate	Lower	Upper
Odds Ratio	1.3190	0.6039	2.8808

Discusión

Se encontró que los casos asma se presenta mayormente en población menor de 18 años, siendo los niños menores de 11 años el curso de vida predominante en este estudio representando el 84.86% de los casos totales analizados concordante con lo reportado por el CDC en el año 2019 (7), adicionalmente se evidencio que el 52.34% de los casos no necesitan una permanencia menor a 24 horas en la IPS de atención para controlar el episodio de asma y ser dados de alta. De los pacientes hospitalizados solamente el 4.1% requieren ser ingresados a UCI, difiriendo con lo reportado por autores de la región Herrera y Cavada en el año 2020 donde se reportan promedios de hospitalización superiores al 15% (10).

Al analizar la distribución de casos en Bogotá se puede evidenciar que las localidades con mayor presencia de casos fueron Fontibón, Kennedy y Bosa, sin embargo, con los datos que se disponían no era posible concluir si esta distribución obedecía a comportamiento geográfico de la enfermedad por condiciones de vulnerabilidad de la población o a condiciones sociales de distribución territorial, por lo que sería importante generar un análisis posterior de dicha hipótesis para confirmar estos hallazgos.

En cuanto al análisis temporal, se encuentra una similitud en cuanto al comportamiento de los casos de asma y el material particulado en Bogotá principalmente en el segundo semestre del año 2021, probablemente asociado a la reactivación económica y levantamiento de restricciones de movilidad dadas por la pandemia de Covid-19 presente desde el año 2020 hasta el 30 de junio del año 2021, similar a lo ocurrido en otros países con condiciones de reactivación económica similar según lo reportado por López y Contreras en el año 2022 (11).

Al analizar los resultados obtenidos a partir del cálculo de correlación de Pearson se puede evidenciar que la presencia de material particulado puede presentar una relación directa con el comportamiento de los casos de asma, dado que la zona con influencia directa y más alta de material particulado presento una correlación más alta que la generalidad de Bogotá como lo expresa el CDC entre las posibles causas que pueden generar agudización de asma (7).

Con objeto de generar un análisis más robusto se complementó el análisis de correlación por medio de la comparación de un análisis de incidencias en el cual se pudo comprobar que la incidencia de casos de asma es mayor en la zona con más presencia de material particulado en 1.59 casos por cada 100 000 habitantes, adicionalmente se corrió un test de proporción que nos mostró por medio de un valor p de 0.02 que es posible con la información disponible asumir que las zonas con mayor presencia de material particulado pueden presentar una mayor presencia de casos en un intervalo de confianza del 95%, resultados concordantes con estudios realizados por Carrasco y Rodríguez en España durante el año 2021 donde se muestra que la presencia de material particulado puede generar un aumento en la incidencia de casos de asma (12).

Finalmente se generó un análisis de OR que buscaba demostrar la asociación entre la exposición a material particulado y el aumento de casos de asma en el territorio, sin embargo, se encontró que razón de probabilidad muestra un riesgo 0,45 veces mayor de presentar una exacerbación de asma en zonas con alta presencia de material particulado, sin embargo, los límites de confianza del ejercicio incluyen (1,0), por lo que no se brindan evidencia suficiente de asociación. Esto confirma la necesidad de desarrollar nuevos proyectos en donde se haga un seguimiento más prolongado a personas con enfermedades respiratorias crónicas en nuestro país que pueden ser susceptibles de enfermarse al tener una exposición constante con este y otros tipos de contaminantes en el aire.

Conclusiones

Este análisis mostro una correlación entre la presencia de material particulado y el comportamiento de los casos de asma, es decir, que las zonas con mayor presencia de material particulado tienen una mayor incidencia de casos de asma. Sin embargo, no se han encontrado pruebas suficientes que demuestren una asociación directa.

Por lo que teniendo en cuenta las limitaciones del estudio se recomienda generar análisis posteriores con bases de datos más grandes y representativas que permitan esclarecer si la asociación existe o si hay determinantes adicionales no contemplados en este estudio que pueden incidir en mayor medida en la aparición de casos o exacerbaciones de asma en Bogotá.

Conflict of interests

El autor no presenta ningún tipo de interés con la realización o presentación de este artículo.

Referencias

1. Ministerio de Salud Pública. Protocolos de atención prehospitalaria para emergencias médicas. Quito; 2011 Oct.
2. World Health Organization. Asthma [Internet]. Asthma. 2022 [cited 2022 Oct 30]. Available from: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/asthma>

3. Gregorio Soto-Campos J. ¿De qué mueren los pacientes con asma? Gestion clinica view project asthma therapy view project [Internet]. 2011. Available from: <https://www.researchgate.net/publication/260289902>
4. Martínez G. 7 de cada 10 personas que viven con asma en Colombia aún no tienen un tratamiento adecuado – Federación Médica Colombiana [Internet]. 2022 [cited 2022 Oct 30]. Available from: <https://www.federacionmedicacolombiana.com/2022/05/03/7-de-cada-10-personas-que-viven-con-asma-en-colombia-aun-no-tienen-un-tratamiento-adecuado/>
5. Dane. Defunciones no fetales 2021 [Internet]. 2021 [cited 2023 Feb 5]. Available from: <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/salud/nacimientos-y-defunciones/defunciones-no-fetales/defunciones-no-fetales-2021>
6. Saludata. ¿Qué es el asma y cuáles son sus principales factores de riesgo? | Saludata [Internet]. [cited 2022 Oct 31]. Available from: <https://saludata.saludcapital.gov.co/osb/index.php/2019/05/07/que-es-el-asma-y-cuales-son-sus-principales-factores-de-riesgo/>
7. CDC C para el Control y la Prevención de Enfermedades. Asma [Internet]. 2019 [cited 2022 Oct 31]. Available from: <https://www.cdc.gov/asthma/es/faqs.htm#:~:text=el%20asma%20es%20una%20enfermedad,o%20temprano%20por%20la%20ma%20c3%b1ana>
8. Aire, P. P. (2012). Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. [cited 2022 Oct 31]. Available from: https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/06/protocolo_calidad_del_aire_-_manual_diseno.pdf

9. Decreto POT Bogotá 2021 [Internet]. Gov.co. [citado el 14 de abril de 2023]. Disponible en: <https://www.sdp.gov.co/micrositios/pot/decreto-pot-bogota-2021>

10. Herrera Gana AM, Cavada Chacón G. Tasas Regionales de hospitalización y mortalidad por asma infantil en Chile. Rev. chil. pediatr. [Internet]. 2020 Ago [citado 2023 Abr 13];91(4):507-511. Disponible en: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0370-41062020000400507&lng=es. Epub 11-Sep-2020. <http://dx.doi.org/10.32641/rchped.v91i4.1489>.

11. López-Tiro JJ, Contreras-Contreras EA, Cruz-Arellanes NN, Camargo-Pirrón MA, Cabrera-Buendía EO, Ramírez-Pérez GI, et al. Asma y COVID-19. Rev. alerg. Méx. [revista en la Internet]. 2022 [citado 2023 Abr 14];69(Suppl 1):15-23. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2448-91902022000500015&lng=es. Epub 21-Mar-2022. <https://doi.org/10.29262/ram.v69isupl1.1009>.

12. Carrasco-Azcona MA, Rodríguez-Fernández-Oliva CR, Praena-Crespo M, Asensi-Monzó M, Montón-Álvarez JL. COVID-19, contaminación y asma. Rev Pediatr Aten Primaria [Internet]. 2021 Sep [citado 2023 Abr 14];23(91):e105-e129. Disponible en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1139-76322021000300016&lng=es. Epub 06-Feb-2023.