

Comportamiento de la mortalidad por exposición a material particulado en países de América del Sur en el periodo 2010-2019

Gabriela Fernanda Carrión Curimilma
Universidad Politécnica Salesiana, Ecuador
Orcid: <https://orcid.org/0009-0005-8059-6506>

Carlos Andrés Ulloa Vaca
Universidad Politécnica Salesiana, Ecuador
Orcid: <https://orcid.org/0009-0008-0757-7896>

Introducción

La mortalidad por exposición a material particulado es un tema de creciente preocupación en el ámbito de la salud pública y ambiental. Las partículas suspendidas en el aire, provenientes de diversas fuentes de contaminación, representan un riesgo significativo para la salud humana. Numerosos estudios científicos han demostrado que la exposición prolongada a estas partículas está asociada con un aumento en la mortalidad prematura y el desarrollo de enfermedades respiratorias y cardiovasculares. Además, se ha observado que afecta de manera diferente a niños y adultos mayores. Según evaluaciones recientes de la Organización Mundial de la Salud (OMS), se estima que 9 de cada 10 personas en todo el mundo respiran aire con niveles elevados de contami-

nantes, convirtiendo así la mala calidad del aire en un problema de salud pública (OMS, 2018). En este contexto, comprender los efectos y las implicaciones de la exposición al material particulado se ha vuelto fundamental para la adopción de medidas de control y políticas efectivas que protejan la salud de la población. En este artículo exploraremos con detenimiento la relación entre la exposición al material particulado y la mortalidad, analizando los factores de riesgo, los mecanismos subyacentes y las implicaciones para la salud pública. La mortalidad por material particulado es una epidemia silenciosa que necesita de acciones para proteger la salud de las personas.

En el año 2001 las Naciones Unidas publicó un documento informativo sobre

diversos temas ambientales, *Desafíos e innovaciones en la gestión ambiental*, donde la OMS reportaba que más de cien millones de habitantes en América del Sur y el Caribe se exponen a la contaminación del aire en niveles considerables y que sobrepasan los límites recomendados por la OMS, por ello se estima que la tasa de mortalidad en la época es de 400 000 habitantes al año aproximadamente por exposición a material particulado y 300 000 habitantes mueren por la quema de biomasa o por otras fuentes de emisión. Aunque los efectos que deterioran la calidad del aire están relacionados por el crecimiento urbano, consumo y el avance de la industrialización. Para el año 2001 el 80 % de la población de América Latina habitaban en las ciudades y para el año 2020 vivirán en las ciudades el 90 % de la población (Simioni y Contreras, 2000).

Los habitantes de las zonas urbanas llegan a correr el riesgo de una exposición sumamente elevada, debido a las concentraciones de fuentes móviles y estacionarias de contaminación en el aire a causa del tráfico, las industrias y la producción de energía en las ciudades y sus alrededores. Las urbanizaciones se han ido incrementando en todo el mundo y se calcula que para el año 2050 cerca de 66,67 % de la población mundial podrían vivir en zonas urbanas, por lo que se prevé que el crecimiento de residentes urbanos llegue a ser muy drástico en países de ingresos medios y bajos (UN DESA, 2018). Por lo tanto, es muy importante identificar el cómo las ciudades pueden llegar a diseñarse, construirse y gobernarse para disminuir

la exposición a los niveles de contaminación atmosférica que son muy perjudiciales en la salud (Gouveia et al., 2021).

En América Latina y el Caribe poseen zonas más urbanizadas en el mundo, donde alrededor del 80 % de la población reside en zonas urbanas y alrededor de 2/3 de la población vive en aglomeraciones de más de 20 000 habitantes (CEPAL, 2018). Millones de residentes urbanos de esta región se encuentran en alto riesgo de sufrir efectos adversos para la salud, a causa de las frecuentes exposiciones a las partículas (PM) y otros contaminantes atmosféricos (Riojas-Rodríguez et al., n. d.). Además, existen series de repercusiones económicas: desde una alta demanda de necesidades de atención médica hasta una disminución en la productividad y disminución en la calidad de vida (Hoek et al., 2013)

Según un informe, la OMS se considera que más de 110 millones de personas están expuestas a niveles perjudiciales de contaminación atmosférica y a la vez existe alrededor de 58 000 muertes al año que podrían atribuirse a la contaminación del aire en América Latina y el Caribe (Gouveia et al., 2021). Si bien los esfuerzos anteriores para medir la exposición en las zonas urbanas de América Latina y el Caribe (ALC) fueron únicamente información provisional, se basaron también en datos de una red limitada de estaciones de monitoreo de la calidad del aire. En informes oficiales sobre la contaminación del aire urbano a nivel del suelo solo estaba disponible para 117 ciudades en 33 países de ALC.

A pesar de los estudios centrados en ciudades de China, Alemania y Estados Unidos, no se han realizado investigaciones que estudien la relación entre la contaminación del aire y las características urbanas, como también el tamaño de la ciudad, la tasa de crecimiento y las características del entorno construido en América Latina y el Caribe (Wu et al., 2015).

Por lo que nuestra investigación tiene como objetivo poder analizar el impacto de la contaminación atmosférica en América Latina y así poder proponer medidas para reducir los niveles de exposición y las muertes relacionadas en cada región. Para ello se debe recopilar datos con los que se identificara las tendencias de mortalidad relacionadas con la exposición a material particulado a lo largo del periodo de estudio comprendido entre los años 2010 al 2019.

En un estudio en América Latina y el Caribe se utilizaron datos de salud urbana para examinar los niveles de $PM_{2,5}$ (diámetro de 2,5 micrómetros) en 366 ciudades latinoamericanas con más de 100 000 residentes, utilizando estimaciones basadas en satélites, a su vez analizaron la exposición de la po-

blación donde pudieron comparar los niveles actuales con la OMS y examinar varios factores urbanos relevantes para las políticas en ciudades y subciudades para determinar su efecto predictivo sobre los niveles de $PM_{2,5}$. Según la hipótesis que llegaron a obtener era que los niveles de $PM_{2,5}$ serían más bajos en ciudades más densas, menos fragmentadas, más verdes, menos congestionadas, con mejor transporte público y precios de la gasolina más altos (Diez-Roux et al., 2018).

Este estudio tiene como finalidad proporcionar información clave para las autoridades de salud, formuladores de políticas y otros actores relevantes, con el fin de que se llegue a tomar medidas efectivas para reducir la exposición a material particulado y a su vez mitigar los efectos adversos en la salud poblacional. Si se llega a comprender mejor el comportamiento de la mortalidad por exposición a material particulado, se podría desarrollar estrategias más sólidas, que se basen en evidencias para abordar este importante problema de salud pública en toda la región de América del Sur.

Metodología

Para la obtención de los datos de exposición a la contaminación y de mortalidad se utilizó una herramienta específica de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE). La OCDE dispone de información que permite los estudios de diferentes temáticas ambientales, socia-

les, económicas, o de salud. La comparación de los datos de mortalidad por material particulado en países sudamericanos, se investigó en fuentes como capítulos de libros, artículos científicos, vinculados a contaminación atmosférica, como el material particulado de 10 micrómetros de diámetro y material particula-

do de 2,5 micrómetros (Gómez-Luna et al., 2014).

Los datos obtenidos para la comparación y observación de información, se han obtenido a través de la base de datos de la OECD (figura 1), que permitió descargar datos de los países de interés, con sus respectivas referencias numéricas respecto a la mortalidad del año 2019. En este análisis se empleó por medio de la consulta de la base de datos de la organización con los siguientes temas: *Emisiones al aire y GEI, Exposición a la contaminación del aire y Efectos de la contaminación del aire*, tomando en cuenta solo los países de

América del Sur: Brasil, Argentina, Colombia, Perú, Chile, Ecuador, Venezuela, Bolivia, Guayana, Uruguay, Surinam, Paraguay y Guayana Francesa. Se utilizó datos de Smart Air Quality Monitor, una herramienta que ayuda a medir la calidad del aire en distintos lugares, considerando cinco factores que afectan la calidad del aire: material particulado, monóxido de carbono (CO), compuestos orgánicos volátiles (COV), temperatura y humedad. Esta herramienta posee información del índice de calidad de aire de varios lugares y países del mundo; se aplicó esta herramienta para países que carecen de información en la OECD.

Figura 1

Países de América del Sur para análisis de mortalidad por exposición a material particulado en el año 2010 al 2019



Fuente: Datos de la OCDE, 2023

La tasa de mortalidad en América del Sur se basa en el número de fallecidos por cada millón de habitantes debido a la contaminación del aire. La calidad del aire tiene un impacto significativo en los índices de mortalidad, ya que la presencia de material particulado en cada ubicación desempeña un papel crucial. Los datos necesarios para este estudio se obtuvieron del informe *Calidad del aire y salud: Costo de mortalidad y bienestar asociados con la exposición a la contaminación del aire*. Estos datos fueron extraídos de la página de la OCDE y posteriormente registrados en una hoja de cálculo de Excel, donde se organizaron en columnas según la ubicación (países),

el indicador, los datos de mortalidad y los años a analizar y comparar.

A continuación, se desarrollaron gráficos de comparación de la mortalidad para el período de 2010 a 2019. Además de examinar los datos, también se buscaron los factores o fuentes de emisiones responsables de la contaminación del aire, en particular el material particulado de PM₁₀ y PM_{2,5}. Las emisiones de gases también desempeñan un papel importante en la contaminación atmosférica, afectando la calidad del aire y obstaculizando el desarrollo. Por lo tanto, se busca identificar las causas de enfermedades y fallecimientos prematuros, así como el deterioro de la calidad de vida saludable en la región (Stowers-Panos, 2016).

Resultados

Mortalidad por efectos de la contaminación del aire

En la tabla 1 se presenta de manera evidente la tasa de mortalidad en los países que integran América del Sur durante el periodo comprendido entre 2010 y 2019. Esta comparación se

llevó a cabo mediante la utilización de gráficos generados a través de la herramienta Excel. Los datos proporcionados permiten analizar y evaluar las variaciones en las tasas de mortalidad a lo largo de esta década en los países de la región.

Tabla 1

Datos de mortalidad por cada millón de habitantes del año 2010 al 2019

Países	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	D. E.	Media
Uruguay	210	218	220	220	219	222	215	210	211	212	4,64	215,7
Brasil	227	225	215	206	198	196	201	200	202	207	11,04	207,7
Paraguay	139	135	131	130	124	125	135	141	145	148	8,04	135,3
Argentina	281	284	288	293	295	301	301	289	282	281	7,75	289,5

Países	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	D. E.	Media
Ecuador	234	231	240	245	245	242	240	236	239	244	4,74	239,6
Venezuela	320	326	336	332	335	338	353	367	387	431	34,21	352,5
Colombia	252	244	243	242	241	246	247	248	254	260	6,02	247,7
Chile	272	275	283	293	298	302	289	288	295	308	11,39	290,3
Bolivia	317	319	319	320	319	319	322	328	332	338	6,99	323,3
Perú	247	252	257	262	260	259	261	264	268	274	7,62	260,4

Nota: Mortalidad por exposición a material particulado en los países de América Latina del año 2010 al 2019. (Fuente: OCDE, 2023)

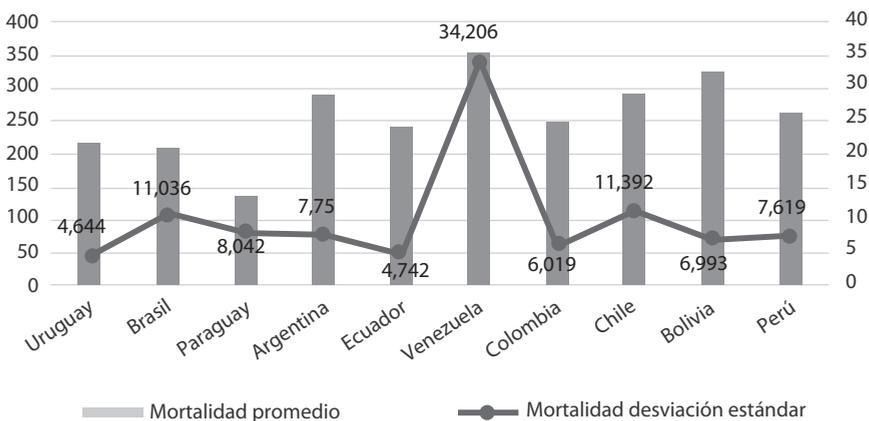
Los datos de estos países, recopilados a través de la base de datos de la OECD, revelan un aumento en la tasa de mortalidad en el año 2019 en cada uno de ellos. Venezuela destaca como el país con la mayor mortalidad, seguido por Bolivia. Sin embargo, Surinam no está en la base de datos debido a la falta de información disponible. A pesar de esto, según la empresa suiza de tecnología IQAir, que se dedica a

proporcionar información sobre la calidad del aire y promover acciones para mejorarlo, el índice de calidad del aire en Surinam se encuentra en el rango de bueno a moderado (IQAir, n. d.)

A continuación, se puede observar la figura 2, donde se analiza la comparación del promedio de la mortalidad y la desviación estándar de la misma de los países de América Latina.

Figura 2

Comparación de la media de mortalidad con la desviación estándar entre los años 2010 al 2019



Dentro de estos países, Paraguay se destaca por tener una tasa de mortalidad baja, con un valor típico de 135,3. Esto indica que, en general, las tasas de mortalidad en Paraguay muestran una variación de 8,04 alrededor del promedio. En comparación, Venezuela se caracteriza por tener una tasa de mortalidad alta, con un promedio de 352,5 y una variación de valores de 34,21 en relación con el promedio. Es importante tener en cuenta que los índices de mortalidad en cada uno de estos países varían a lo largo de los años. Se pueden observar fluctuaciones en los datos de mortalidad,

con tendencias ascendentes o descendentes en diferentes períodos (Lacasaña-Navarro et al., 1999). La exposición continua al material particulado puede tener graves consecuencias para la salud, desde enfermedades respiratorias hasta problemas cardiovasculares.

Exposición de material particulado de $PM_{2,5}$

Se puede visualizar en la tabla 2, los datos de exposición a $PM_{2,5}$ (diámetro de 2,5 micrómetros) microgramos por metro cúbico en los siguientes países.

Tabla 2

Datos de exposición a $PM_{2,5}$ microgramos por metro cúbico

Países	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Uruguay	9,48	9,74	9,37	10,38	9,93	9,97	9,92	9,58	9,62	9,57
Brasil	14,06	14,67	13,77	13,14	12,99	11,69	11,42	11,67	11,63	11,67
Paraguay	15,26	16,05	14,84	14,71	14,23	12,62	12,6	12,8	12,8	12,84
Argentina	14,05	14,53	13,69	15,07	14,12	14,94	14,45	13,95	13,97	13,85
Ecuador	22,06	20,29	21,65	20,75	21,55	21,74	21,45	19,9	20,72	20,61
Venezuela	23,46	24,81	22,88	22,95	22,36	22,66	22,27	21,89	22,12	22,21
Colombia	25,66	26,63	23,99	24,85	24,42	23,46	23,25	22,57	22,64	22,52
Chile	21,93	23,31	22,29	23,86	23,2	24,5	24,73	22,81	23,64	23,68
Bolivia	31,87	28,84	28,68	26,97	28,54	29,54	28,39	27,94	27,72	27,49
Perú	30,42	29,67	31,36	29,94	30,66	31	30,8	30,59	30,91	31,06

Nota: Cifras de la exposición de material particulado con diámetro de 2,5 micrómetros en los países de América Latina de los años 2010 al 2019. (Fuente: OCDE, 2023)

Las directrices establecidas por la Organización Mundial de la Salud (OMS) para la calidad del aire se basan

en un límite anual predefinido de 10 microgramos por metro cúbico de material particulado fino, conocido como $PM_{2,5}$

(diámetro de 2,5 micrómetros). Estos límites están directamente relacionados con el problema analizado.

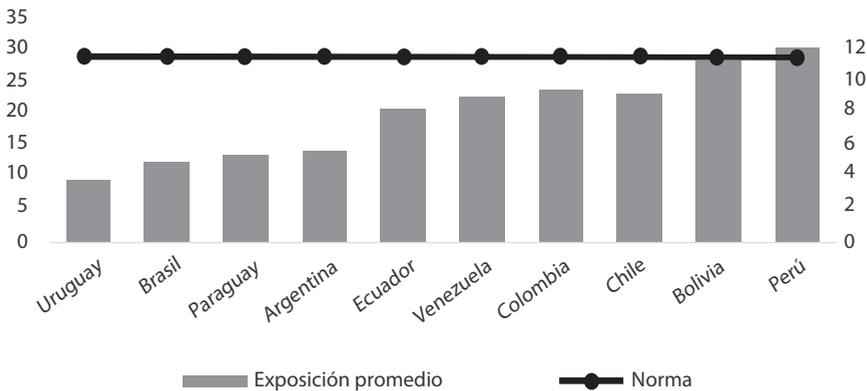
A nivel mundial, es preocupante observar que el 92 % de la población reside en áreas donde los niveles de contaminación del aire superan los límites establecidos para garantizar una calidad del aire adecuada. Esto significa que una gran mayoría de las personas halla expuesta a niveles dañinos de material particulado fino.

En la figura 3 se puede apreciar que Chile, Colombia, Venezuela y Ecuador

se encuentran en un rango casi similar de exposición de material particulado, el país que se encuentra con mayor exposición es el de Perú, con un rango inicial de 30,418 microgramos por metro cúbico en el año 2010, y aumentado 31,059 microgramos en el año 2019, con una media de 30,640 microgramos sobrepasando la normativa establecida por las Directrices de la Organización Mundial de la Salud. Por otro lado, Bolivia es un país que, en promedio de los años 2010 al 2019, tiene una exposición al límite de la normativa establecida.

Figura 3

Comparación de la media de las concentraciones de material particulado 2010-2019



En comparación del país con menor exposición es el de Uruguay, que, dentro del rango de años establecidos para su respectiva comparación, se demuestra que los valores de material particulado no han cambiado drásticamente, indicando valores de 9,476 microgramos en el año 2010 y 9571 en el año 2019 y cumple con la normativa ya mencionada (Gaviria et al., 2011).

El 94 % de muertes están relacionadas con enfermedades no transmisibles, especialmente en enfermedades cardiovasculares, cerebrovasculares, neumopatía y el cáncer de pulmón. La OMS en 2016 aprobó una hoja de ruta con la meta de incrementar las medidas para encontrar soluciones a frente a la calidad del aire, donde se debe dar vigilancia al sector, evaluando las repercusiones sanitarias.

Tabla 3

Medias anuales de PM₁₀ y PM_{2,5} por tamaño del asentamiento para los que se disponía de datos en el último año entre 2010 y 2019 (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

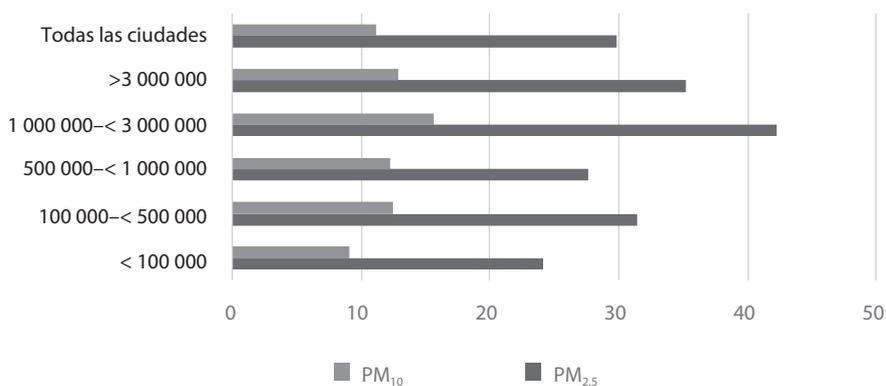
Habitantes	PM _{2,5}	PM ₁₀
< 100 000	24,2	9,1
100 000–< 500 000	31,5	12,5
500 000–< 1 000 000	27,7	12,3
1 000 000–< 3 000 000	42,2	15,7
> 3 000 000	35,2	12,9
Todas las ciudades	29,8	11,2

Las mediciones anuales por la cantidad de asentamientos en América (tabla 3), resalta que la contaminación por PM_{2,5} (diámetro de 2,5 micrómetros) es mayor a la del PM₁₀ (diámetro de 10 micrómetros), y a comparación

con la tabla 2 se tiene una relación con la exposición de material particulado manteniéndose en los mismos rangos del periodo analizado, observando de mejor manera en la figura 4.

Figura 4

Mediciones anuales en América 2010-2019



Nota: Valores anuales de América de material particulado 2,5 10 micras. (Fuente: OMS, 2022)

Según la OMS, las muertes prematuras están aproximadamente en 249 000, causadas por la contaminación del aire exterior, en cambio, para la mortalidad prematura por contaminación de uso

de combustibles sólidos dentro de los hogares es de 83 000.

Existen diferencias entre los «grupos de población» y las «localidades geográficas», si las personas tienen su

vivienda cerca de las carretas y de perímetros industriales se ven expuestos a los niveles altos de contaminación del aire exterior. Dentro de los espacios interiores, la contaminación es causada por el uso de combustibles sólidos, que, a menudo, lo utilizan como fuente de energía dentro de las viviendas. La Organización Panamericana de la Salud (OPS) ha desarrollado un plan de estrategia con el objetivo de disminuir el 5 % el uso de combustibles sólidos en las viviendas de las personas.

Por datos de la OMS, en el año 2016 la contaminación por material particulado es un riesgo grave a la salud en el continente americano; en el

mundo se han registrado aproximadamente 7 millones de muertes debido a la mala calidad del aire. Generalmente, las muertes mencionadas ocurren en países donde tienen ingresos medios y bajos, con un porcentaje representativo del 88 %. En América Latina, más de 150 millones de personas se exponen a la contaminación del aire que sobrepasan los niveles de calidad del aire establecidos por la Organización Mundial de la Salud, teniendo consecuencias graves en la salud de las personas, especialmente a niños, adultos mayores y mujeres, causando graves problemas de salud al corazón, pulmón y cerebrales.

Discusión

La mayoría de las enfermedades causadas por el material particulado de 2,5 microgramos, afectan a los pulmones. En Perú, dentro del periodo 2001 al 2011, se ha obtenido aproximadamente 50 microgramos por metro cúbico ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), pasando el límite establecido en el país “25 microgramos por metro cúbico ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)”. En el mismo periodo, en Chile, el nivel de material particulado se encontraba en 35 microgramos por metro cúbico, dentro del periodo analizado. Para el año de 2019, según datos de la OECD, los niveles de material particulado se establecen en 23,683 microgramos por metro cúbico ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

El comportamiento de mortalidad por exposición de material particulado está relacionado con enfermedades cerebrovasculares, pulmonares (cáncer

de pulmón) y cardiovasculares. En la ciudad de Lima se han reportado 9550 muertes por enfermedades relacionadas con cardiovasculares, 1170 personas fallecidas por enfermedades cerebrovasculares (Gonzales et al., 2014).

Nuestro estudio reveló que la gran mayoría de las ciudades latinoamericanas entre los años 2010 al 2019 presentan niveles de contaminación atmosférica por partículas finas que superan las pautas recomendadas por la OMS. Además, encontramos que estos niveles se relacionan con las características que presenta cada país. En promedio, la mayoría de los países presento niveles contaminación por partículas, superiores a lo recomendado por la OMS, con grandes variaciones entre cada uno de ellos. La calidad del aire que respiramos

determina la calidad de vida, la exposición constante al material particulado afecta la capacidad física y mental.

Las partículas finas conocidas como $PM_{2,5}$ pueden ser inhaladas y causar graves problemas de salud, incluyendo enfermedades respiratorias y cardiovasculares, con mayores efectos en los niños y ancianos. Se ha comprobado que la exposición a $PM_{2,5}$ aumenta significativamente el riesgo de enfermedades cardíacas y accidentes cerebrovasculares. En nuestro análisis se identificó las consecuencias estimadas que se reflejan únicamente en el valor de muertes prematuras y se calculan mediante una aplicación del “valor de una vida estadística” y la cantidad de muertes prematuras atribuibles a las partículas ambientales, para así determinar el comportamiento de mortalidad que se presentaron en los países de América Latina.

Las poblaciones con mayor riesgo de sufrir los efectos de esta exposición son los niños, pues ellos se ven especial-

mente afectados por la contaminación atmosférica, ya que sus pulmones aún están creciendo y su sistema inmunitario es muy débil, por lo que suelen pasar más tiempo al aire libre y tienen una mayor constancia respiratoria que los adultos. Aunque las personas mayores también pueden verse más afectados por la contaminación atmosférica a causa de una mayor parte por la carga de morbilidad (Kajekar, 2007). La expectativa de vida al nacer en la región es de 75,2 años, lo que la coloca por encima de Asia (73,3) y África (62,7). Sin embargo, aún existe una brecha significativa en comparación con América del Norte (79,2), Europa (78,3) y Oceanía (78,4). Las proyecciones indican una tendencia hacia una mayor convergencia en la expectativa de vida entre las diferentes regiones, aunque este proceso no avanza lo suficientemente rápido para cerrar las diferencias existentes entre las regiones con mayores niveles de mortalidad (Kajekar, 2007).

Conclusiones y recomendaciones

Conclusiones

La mala calidad del aire es significativa con el transcurso del tiempo por diversas fuentes de emisión de material particulado, aumentando considerablemente las tasas de mortalidad en América del Sur. Los valores de $PM_{2,5}$ se mantienen o incrementan con el pasar del tiempo, y es el contaminante que más interviene en las enfermedades respiratorias, por supuesto si el índice de calidad del aire

se encuentra en óptimas condiciones, las enfermedades también reducen y, por lo tanto, la tasa de mortalidad.

La única manera de determinar con certeza si existen problemas de contaminación del aire y, por supuesto, de calidad, si se están agravando o disminuyendo, es mediante la medición de los contaminantes. En América del Sur, solo unos pocos países, como Brasil y Chile, tienen ciudades con un sistema de mo-

nitoreo adecuado. Sin embargo, incluso dentro de estos países, existe una gran variación en la capacidad de monitoreo entre ciudades, por lo que no se puede llegar a determinar valores exactos de las cantidades de contaminantes en el aire y tampoco las causas de mortalidad atribuidas a las partículas ambientales.

La exposición al material particulado está relacionada con un aumento en la mortalidad en países sudamericanos. Estos resultados respaldan la importancia de la regulación y el monitoreo de la calidad del aire en la región, así como la necesidad de medidas para reducir la exposición al material particulado en la población.

Es necesario llevar a cabo más investigaciones sobre los efectos de la exposición al material particulado en diferentes subgrupos de la población, como los ancianos y los niños, así como en áreas específicas como las zonas urbanas y rurales. Además, se debe trabajar en la mejora de la infraestructura de monitoreo y en la implementación de políticas efectivas para reducir los niveles de contaminación del aire en la región.

Recomendaciones

Dado que solo unos pocos países de América del Sur cuentan con un sistema aceptable de control de la calidad del aire, es recomendable que los Gobiernos de cada región lleguen a invertir en la mejora de infraestructuras de monitoreo. Esto implica la construcción de

más estaciones de control en diversas ciudades y lugares, para así poder adquirir una imagen precisa de los niveles de contaminación en el aire. Además, se debería establecer leyes más estrictas para gestionar y minimizar las emisiones de partículas procedentes de diversas fuentes, como las industrias, el transporte y la quema de biomasa.

Debido a que la exposición al material particulado se ha relacionado con un aumento de la mortalidad en América del Sur, se necesitan más investigaciones para comprender mejor los efectos en diferentes subgrupos de la población, como son los ancianos y niños, así como también en áreas específicas, como zonas urbanas y rurales. Estos estudios pueden ayudar a identificar a las poblaciones más susceptibles, para que se puedan desarrollar métodos preventivos y mitigaciones más eficientes.

Basándose en las pruebas de los efectos negativos que se dan por la exposición a material particulado, es crucial que los Gobiernos de América del Sur implementen políticas y medidas concretas para reducir los niveles de contaminación atmosférica de la región. Esto podría incluir la promoción de fuentes de energía más limpias, la adopción de normativas más estrictas sobre las emisiones de los automóviles y la puesta en marcha de iniciativas de concientización y educación sobre la importancia de la calidad del aire y medidas individuales que se puedan poner en marcha para minimizar la contaminación.

Referencias bibliográficas

- CEPAL. (2018). *Anuario estadístico de América Latina y el Caribe 2018*. <https://n9.cl/q7qs5/>
- Diez-Roux, A. V., Slesinski, S. C., Alazraqui, M., Caiaffa, W. T., Frenz, P., Jordán Fuchs, R., Miranda, J. J., Rodríguez, D. A., Dueñas, O. L. S., Siri, J., & Vergara, A. V. (2018). A Novel International Partnership for Actionable Evidence on Urban Health in Latin America: LAC-Urban Health and SALURBAL. *Global Challenges (Hoboken, NJ)*, 3(4), 1800013. <https://n9.cl/seyolm/>
- Gaviria, C., Benavides, P., & Tangarife, C. (2011). Contaminación por material particulado (PM_{2,5} y PM₁₀) y consultas por enfermedades respiratorias en Medellín (2008-2009). *Revista Facultad Nacional de Salud Pública*, 29(3).
- Gómez-Luna, E., Navas, D. F., Aponte-Mayor, G., & Betancourt-Buitrago, L. A. (2014). Metodología de revisión de literatura para la gestión científica y de la información, a través de su estructuración y sistematización. *Dyna Rev. Fac. Nac. Minas*, 81(184). <https://n9.cl/pps7q/>
- Gonzales, G., Zevallos, A., Gonzales-Castañeda, C., Núñez, D., Gastañaga, C., Cabezas, C., Naeher, L., Levy, K., & Steenland, K. (2014). Contaminación ambiental, variabilidad climática y cambio climático: una revisión del impacto en la salud de la población peruana. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 31(3).
- Gouveia, N., Kephart, J. L., Dronova, I., McClure, L., Granados, J. T., Betancourt, R. M., O’Ryan, A. C., Texcalac-Sangrador, J. L., Martínez-Folgar, K., Rodríguez, D., & Diez-Roux, A. V. (2021). Ambient fine particulate matter in Latin American cities: Levels, population exposure, and associated urban factors. *Science of the Total Environment*, 772. <https://n9.cl/a82lp/>
- Hoek, G., Krishnan, R. M., Beelen, R., Peters, A., Ostro, B., Brunekreef, B., & Kaufman, J. D. (2013). Long-term air pollution exposure and cardio-respiratory mortality: A review. *Environmental Health: A Global Access Science Source*, 12(1), 1-16. <https://n9.cl/jjfzu/>
- IQAir. (n. d.). *Índice de calidad del aire (ICA) y contaminación del aire PM_{2.5} en Paramaribo*. <https://n9.cl/1885f/>
- Kajekar, R. (2007). Environmental factors and developmental outcomes in the lung. *Pharmacology & Therapeutics*, 114(2), 129-145. <https://n9.cl/xmncn/>
- Lacasaña-Navarro, M., Aguilar-Garduño, C., & Romieu, I. (1999). Evolución de la contaminación del aire e impacto de los programas de control en tres megaciudades de América Latina. *Salud Pública de México*, 41(3), 203-215.
- OMS. (2018). *9 out of 10 people worldwide breathe polluted air, but more countries are taking action*. <https://n9.cl/igptc4/>
- Riojas-Rodríguez, H., Soares Da Silva, A., Luis Texcalac-Sangrador, J., & Litai Moreno-Banda, G. (n. d.). Air pollution management and control in Latin America and the Caribbean: implications for climate change Special report. In *Rev. Panam Salud Pública*, 40(3).
- Simioni, D., & Contreras C. (eds.). (2000). *Desafíos e innovaciones en la gestión ambiental: Actas del Seminario Internacional. Experiencia latinoamericana en América Latina*. CEPAL.
- Stowers-Panos, C. (2016). El costo de la contaminación atmosférica: Refuerzo de los argumentos económicos en favor de la acción. *El Banco Mundial y El Institute for Health Metrics and Evaluation Universidad de Washington, Seattle*.
- UN DESA. (2018). *2018 Revision of World Urbanization Prospects | United Nations*. <https://n9.cl/qqshc/>
- Wu, J., Xie, W., Li, W., & Li, J. (2015). *Effects of Urban Landscape Pattern on PM_{2.5} Pollution-A Beijing Case Study*. <https://n9.cl/nvbbp/>