



DOI: <https://doi.org/10.23857/dc.v9i1>

Ciencias de la Salud
Artículo de Investigación

*Efectos en la salud respiratoria de los ciclistas urbanos por exposición a PM 2.5:
una revisión sistemática*

*Respiratory health effects of urban cyclists from PM 2.5 exposure: a systematic
review*

*Efeitos na saúde respiratória de ciclistas urbanos devido à exposição ao PM 2.5:
uma revisão sistemática*

Byron Fabian Yáñez Cedillo ^I
byron.yanez@est.ucacue.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-8738-2050>

Erika Daniela Ortega Ortega ^{II}
erika.ortega@est.ucacue.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0003-0394-1167>

José David Cardoso Landívar ^{III}
jose.andrade@est.ucacue.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0001-8100-3550>

José Ricardo Charry Ramírez ^{IV}
jose.charry@ucacue.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-8789-7281>

Correspondencia: byron.yanez@est.ucacue.edu.ec

***Recibido:** 12 de junio de 2023 ***Aceptado:** 14 de junio de 2023 * **Publicado:** 30 de junio de 2023

- I. Estudiante de Medicina de la Universidad Católica de Cuenca, Ecuador.
- II. Estudiante de Medicina de la Universidad Católica de Cuenca, Ecuador.
- III. Especialista en Neumología Ministerio de Sanidad España. Docente de la Universidad Católica de Cuenca, Ecuador.
- IV. Doctor en Bioquímica y Farmacia de la Universidad de Cuenca. Docente de la Universidad Católica de Cuenca, Ecuador.

Resumen

El ciclismo es un tipo de transporte amigable para el medio ambiente y para el ser humano, debido a los múltiples beneficios para la salud que este puede representar, sin embargo ¿es esto completamente cierto? Los ciclistas especialmente los urbanos están expuestos a contaminantes como lo es al material particulado 2.5 los cuales pueden ser nocivos para la salud. Objetivo: determinar los efectos en la salud respiratoria de los ciclistas urbanos expuestos a material particulado 2.5. Metodología: Solo se aceptarán publicaciones de las bases de datos de PubMed, Scopus y Web of Science, del año 2018 hasta el año 2022 con acceso al texto completo gratis, además solo se aceptarán artículos originales y ensayos controlados aleatorizados. Resultados: Se evidenció reducciones en la FEV 1, aumentos en IL-6, cambios en los volúmenes de FEF y disminución en la esperanza de vida en los ciclistas expuestos a material particulado 2.5. Conclusiones: Se determinó que los beneficios de practicar ciclismo superan a los riesgos asociados a exposición a contaminación por PM2.5.

Palabras Claves: Bicicleta; ciclista; material particulado.

Abstract

Cycling is a type of transport that is friendly to the environment and to the human being, due to the multiple health benefits that it can represent, however, is this completely true? Cyclists, especially urban ones, are exposed to pollutants such as particulate matter 2.5, which can be harmful to health. Objective: to determine the effects on the respiratory health of urban cyclists exposed to particulate matter 2.5. Methodology: Only publications from the PubMed, Scopus and Web of Science databases will be accepted, from the year 2018 to the year 2022 with access to the full text for free, also only original articles and randomized controlled trials will be accepted. Results: Reductions in FEV 1, increases in IL-6, changes in FEF volumes and decrease in life expectancy were evidenced in cyclists exposed to particulate matter 2.5. Conclusions: It was determined that the benefits of cycling outweigh the risks associated with exposure to PM2.5 pollution..

Keywords: Bicycle; cyclist; particulate matter.

Resumo

A bicicleta é um meio de transporte amigável do ambiente e do ser humano, devido aos múltiplos benefícios para a saúde que pode representar, no entanto, será que isto é totalmente verdade? Os

Efectos en la salud respiratoria de los ciclistas urbanos por exposición a pm 2.5: una revisión sistemática

ciclistas, principalmente os urbanos, estão expostos a poluentes como o material particulado 2,5, que pode ser prejudicial à saúde. Objetivo: determinar os efeitos na saúde respiratória de ciclistas urbanos expostos ao material particulado 2.5. Metodologia: Serão aceitas apenas publicações das bases de dados PubMed, Scopus e Web of Science, do ano de 2018 ao ano de 2022 com acesso ao texto completo gratuitamente, também serão aceitos apenas artigos originais e ensaios clínicos randomizados. Resultados: Reduções no VEF 1, aumentos na IL-6, alterações nos volumes do FEF e diminuição na expectativa de vida foram evidenciados em ciclistas expostos ao material particulado 2,5. Conclusões: Foi determinado que os benefícios do ciclismo superam os riscos associados à exposição à poluição PM2.5.

Palavras-chave: Bicicleta; ciclista; assunto particular.

Introducción

El ciclismo es un tipo de transporte activo que no emite sustancias tóxicas nocivas para el medio ambiente ni para el ser humano. Sin embargo, es común que el ciclismo se realice en zonas urbanas o zonas de alto tráfico, provocando de esta manera que los ciclistas estén expuestos directamente a contaminación ambiental, donde uno de los contaminantes que destaca es el material particulado 2.5 (PM2.5). Debido a dicha exposición se genera incertidumbre acerca de los beneficios y los efectos adversos que los ciclistas pueden padecer por la exposición a dichos contaminantes (1).

Según varios estudios epidemiológicos, existen asociaciones entre la exposición humana y la contaminación del aire en consecuencia del tráfico, lo cual repercute en los sistemas cardiovascular y respiratorio principalmente (2).

Las PM 2.5 son partículas en suspensión de menos de 2,5 micras que está presente de forma sólida o líquida que contienen ceniza, polen, cemento, partículas metálicas como hierro (Fe), zinc (Zn), cobre (Cu), níquel (Ni) y potasio (K); su fuente es antropogénica a partir de las emisiones de vehículos que funcionan a diésel, combustión incompleta de combustibles fósiles, abrasión de frenos, neumáticos y la superficie de la vía y la resuspensión de polvo en la vía (3).

Los cambios fisiológicos que se han visto vinculados en los ciclistas posterior a una exposición aguda a PM2.5 son: cambios del tono vascular, estrés oxidativo, morbimortalidad cardiovascular, inflamación pulmonar y estimulación de receptores irritantes pulmonares (1), variabilidad de frecuencia cardíaca (1,4), incremento de biomarcadores de inflamación (1). Además, se han visto

Efectos en la salud respiratoria de los ciclistas urbanos por exposición a pm 2.5: una revisión sistemática

relacionados la disminución de la función vascular, aumento de riesgo de infarto (4) y ante una exposición prolongada, podría verse afectado el sistema nervioso y la capacidad cognitiva (5).

Debido a la creciente contaminación ambiental que existe, se ha ido promoviendo el uso de transportes que no emitan contaminación como lo es la caminata y el ciclismo, o en últimos casos utilizar el transporte público para disminuir el uso de varios vehículos motorizados y de esta forma mejorar la calidad del aire y al mismo tiempo promover la actividad física. No obstante, estos individuos forman parte de un grupo preocupante debido a su proximidad frecuente y tiempo de exposición a contaminantes del aire provenientes de la combustión, debido a que no toda la población concientiza sobre la contaminación y siguen utilizando los vehículos motorizados para el transporte de forma indiscriminada (6).

Al momento de realizar la actividad del ciclismo, las tasas de respiración y ventilación se incrementan, por lo que se sugiere que aumenten también la cantidad de contaminantes inhalados (4). Existen ciertos factores que pueden modificar el efecto de estos contaminantes en la salud de los ciclistas, estos son: la distancia de cada ruta, si es una zona de alto o bajo tráfico vehicular, edad, género, habilidad física, infraestructura de la ciclovía; siendo el tiempo de ruta y la cantidad de tráfico vehicular, los más importantes (4).

La intensidad de la actividad física y la tasa de ventilación tiene un efecto sobre la dosis inhalada, revelando mucho sobre la relación exposición-respuesta. Este cálculo depende de la concentración, tiempo de exposición y ventilación por minuto. Además, la exposición a las PM 2,5 está estrechamente relacionada con tasas de muertes a nivel mundial en el 2015 (5). Es por ello que esta revisión sistemática tiene como objetivo determinar los efectos en la salud respiratoria en los ciclistas urbanos expuestos a PM2.5.

Métodología

Para la elaboración de la presente revisión sistemática se utilizaron 3 bases de datos, tales como PubMed, Scopus y Web of Science, debido a la confiabilidad que presentan, esta búsqueda se realizó el 7 de junio de 2023.

Como criterios de inclusión, se aceptaron artículos originales, ensayos clínicos y ensayos controlados aleatorizados publicados desde el 1 de enero de 2018 hasta el 31 de diciembre de 2022, de acceso a texto completo gratis, en estado final de publicación, realizados en humanos, tomando en cuenta el sexo masculino y femenino, idiomas inglés y español.

Efectos en la salud respiratoria de los ciclistas urbanos por exposición a pm 2.5: una revisión sistemática

En cuanto a los criterios de exclusión, se rechazaron los artículos que estuvieran publicados fuera de los años mencionados, estudios como revisiones bibliográficas, tesis, metaanálisis, libros. Además, se excluyeron los artículos que no fueran de acceso abierto.

Como ecuación de búsqueda se utilizó:

- PubMed: ((cyclist) AND (bicycling) AND (particulate matter)).
- Web of Science: ((ALL=(cyclist)) AND ALL=(bicycling)) AND ALL=(particulate matter)
- Scopus: Cyclist AND Bicycling AND particulate matter

Aplicada dicha ecuación se obtuvieron 335 publicaciones en total, de una forma más detallada, 40 publicaciones en PubMed, 228 publicaciones en Scopus y 67 publicaciones en Web of Science. Luego de la aplicación de los filtros detallados con anterioridad, se obtuvieron 64 publicaciones (PubMed: 1, Scopus: 43, Web of Science: 20). Luego se empleó un análisis del contenido de los títulos y el resumen de los artículos, mismos que debían estar relacionados con el tema a tratar en esta revisión sistemática, es así que se obtuvieron 21 artículos, ((PubMed: 1, Scopus: 13, Web of Science: 7). Posteriormente, se descartó 1 artículo por cuestión de duplicidad, reduciendo la búsqueda a 20 artículos. Finalmente se procedió a analizar el contenido de las 20 publicaciones para establecer el número de artículos que serán de utilidad para realizar la investigación, con lo cual, se obtuvieron 6 artículos (PubMed: 1, Scopus: 4, Web of Science: 1) para la redacción de este trabajo de investigación (figura 1).

Efectos en la salud respiratoria de los ciclistas urbanos por exposición a pm 2.5: una revisión sistemática

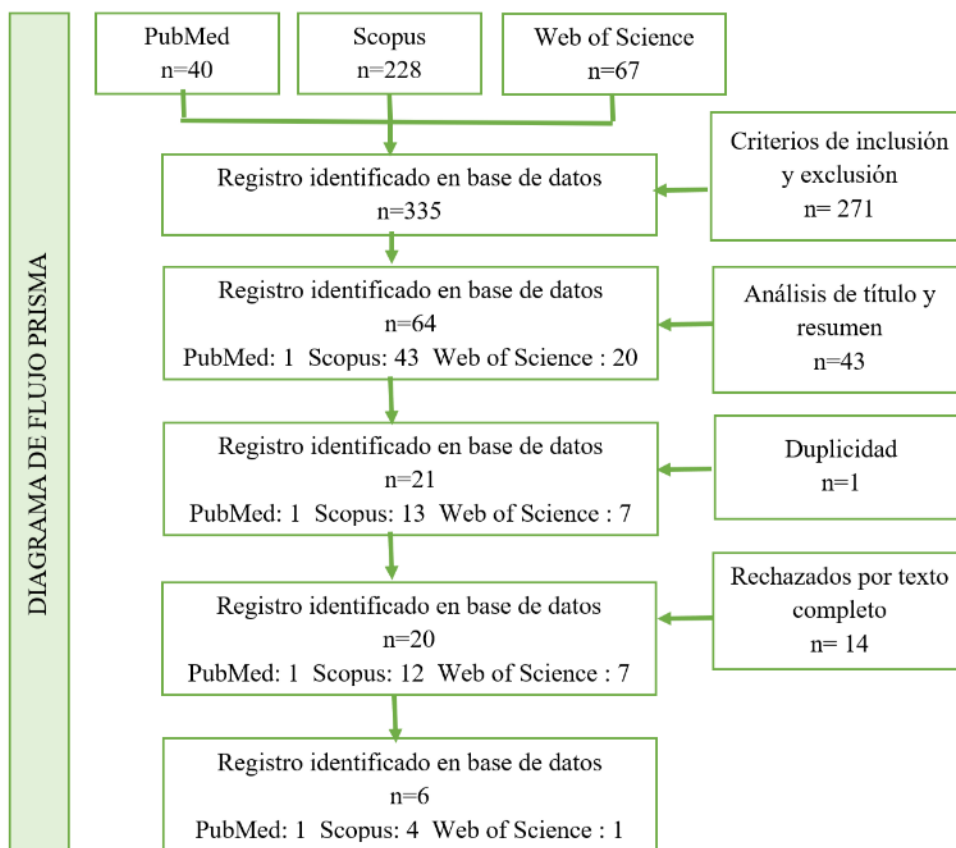


Figura 1. Diagrama de flujo del proceso de búsqueda. PRISMA

Resultados

Una vez finalizada la búsqueda bibliográfica en las diferentes bases de datos (PubMed, Scopus, Web of Science) se realizó un análisis y selección mediante un diagrama de flujo PRISMA (figura 1) con lo cual se obtuvieron 6 artículos para la elaboración del presente trabajo de investigación. Los artículos seleccionados son descritos de manera breve en la tabla I, además, en la tabla II se muestra el índice de impacto JCR de cada artículo donde se observa que 4 de los artículos obtenidos pertenecen a Q1 y 2 pertenecen a Q2.

TABLA 1. Principales artículos utilizados para determinar los efectos en la salud respiratoria de los ciclistas urbanos expuestos a material particulado 2.5.

Autores Lugar	Diseño	Objetivo	Muestra	Resultados más relevantes para la revisión sistemática

Efectos en la salud respiratoria de los ciclistas urbanos por exposición a pm 2.5: una revisión sistemática

Año				
Cole C., Carlsten C., Koehle M. y Brauer M. (1) 2018	Ensayo clínico aleatorizado	Medir los cambios en la función endotelial, las medidas del estrés oxidativo y la inflamación, y la función pulmonar en participantes sanos antes y después de andar en bicicleta por una ruta de alto y bajo tráfico	N=38 (28 hombres, 10 mujeres)	-PM2.5 contribuye a una reducción de FEV1 -Pequeños aumentos en IL-6 asociados a exposición de PM2.5 - Los beneficios estimados por realizar ciclismo son superiores a los riesgos asociados
Malagón J. et al. (6) Bogotá 2022	Estudio de método mixto con diseño secuencial	evaluar la relación entre la exposición a material particulado y el carbono negro, junto con las percepciones y la salud respiratoria de los usuarios de modos de	N=300 (mujeres: 179, hombres 121)	-Percepción del aire: 71% de la población declaró que es regular o mala -Espirometrías normales antes y después del viaje -No se evidenciaron alteraciones en el volumen pulmonar -Cambios en los volúmenes de FEF 25-75% en mujeres (p=0,04) pero no en hombres (p= 0,12)

Efectos en la salud respiratoria de los ciclistas urbanos por exposición a pm 2.5: una revisión sistemática

		transporte en rutas priorizadas en Bogotá		-Dosis inhalada de PM2.5: 11,50 $\mu\text{g} \pm 13,68$
Zhenga J., Qiu Z., GaoH., Lia B. (5), China.2021	Estudio observacional	-Evaluar la pérdida de esperanza de vida atribuible a dicha exposición al desplazamiento.	N=13	-Los ciclistas expuestos a una contaminación elevada conduce a una pérdida de esperanza de vida de 5.78 meses
Giallouros G. Kouis P. Papatheodorou S. Woodcock J. Tainio M. (2) Varsorvia 2020	Estudio observacional	Estimar el riesgo combinado de PA y contaminación del aire para la mortalidad por todas las causas entre los viajeros activos que, en días con niveles altos de PM 2.5 , cambian a viajar en transporte público o trabajan desde casa.	1000 viajeros	-Ir en bicicleta al trabajo todos los días de la semana Reduce la mortalidad anual por todas las causas, se evitó 28 muertes por cada 1000 ciclistas (IC 95 %: 20–38) -Evitar el ciclismo en días con concentraciones de PM2.5 mayores a 35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ disminuiría los beneficios de la actividad física más que los riesgos de contaminación del aire - En un valor de umbral alto (150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), la reducción combinada de la mortalidad fue la misma que en la línea de base, lo que indica que reemplazar los

Efectos en la salud respiratoria de los ciclistas urbanos por exposición a pm 2.5: una revisión sistemática

				desplazamientos activos solo en días con niveles muy altos de PM 2.5 disminuiría los beneficios de la actividad física tanto como disminuiría los riesgos de contaminación del aire.
Martins V. et al. (3) 2021	Estudio observacional	-Evaluar la concentración de PM entre los cuatro modos de transporte.	Todo el centro de la ciudad de Lisboa 2.8 millones de habitantes repartidos en unos 3015 km	Concentraciones de PM2.5: autobús (28 µg/m ³ : rango 21–35 µg/m ³), viajes en bicicleta (31 µg/m ³ : rango 21–38 µg/m ³), el coche (34 µg/m ³ : rango 24–52 µg/m ³), y el metro (38 µg/m ³ : rango 23– 62 µg/m ³) -Dosis inhalada de PM2.5 al andar en bicicleta fue de 55 µg
Lee K, Sener I. (4). El Paso. Texas 2019	Estudio observacional	contribuir a la creciente necesidad de considerar la exposición a las emisiones del tráfico en la planificación de redes de bicicletas.	El Paso. Texas	Las emisiones promedio de PM2.5 por minuto fue de 34 g y en promedio los autobuses circulaban 26 veces al día

Como se puede observar en la tabla de Tabla I, 2 estudios corroboran que los ciclistas urbanos están expuestos a contaminación por PM2.5 mismo que es originado principalmente por los vehículos. 1

Efectos en la salud respiratoria de los ciclistas urbanos por exposición a pm 2.5: una revisión sistemática

estudio menciona que sí existen cambios en la salud respiratoria de los ciclistas expuestos a PM_{2.5}, como lo es la reducción de la FEV₁ y aumento en la IL-6. Otro artículo muestra que existen cambios en los volúmenes de FEF, pero solo en mujeres. También se muestra un estudio el cual nos menciona que los ciclistas expuestos a PM_{2.5} pueden verse afectados en la esperanza de vida, ya que se estimó que los ciclistas urbanos pierden aproximadamente 5.78 meses en cuanto a la esperanza de vida. Por otro lado, dos estudios mencionan que los efectos adversos que la exposición a PM_{2.5} no superan los beneficios que el ciclismo trae consigo.

TABLA II. Índice de impacto JCR de los 6 artículos seleccionados para la revisión sistemática

AUTORES	AÑO	REVISTA	CUARTIL
Lee K. Sener I.	2019	Revista internacional de investigación ambiental y salud pública	Q2
Cole C., Carlsten C., Koehle M. y Brauer M.	2018	Salud ambiental	Q1
Malagón J. et al.	2022	Medicina	Q2
Zhenga J., Qiu Z., GaoH., Lia B.,	2021	Ecotoxicología y seguridad ambiental	Q1
Giallourous G. Kouis P. Papatheodorou S. Woodcock J. Tainio M. Varsorvia	2020	Medioambiente internacional	Q1
Martins V. et al.	2021	Revista de ciencias ambientales	Q1

Discusión

El ciclismo sin lugar a duda representa para todos, una forma de precautelar y mantener la salud, sin embargo, debido a la contaminación existente, debemos evaluar si dichos beneficios son mayores a los riesgos existentes, donde la salud respiratoria es la que mayormente se ve afectada.

Como se observa en el estudio de Martins V. et al. (3) en la ciudad de Lisboa los ciclistas están generalmente expuestos a una contaminación por material particulado 2.5, mostrando un promedio de 31 $\mu\text{g}/\text{m}^3$: rango 21–38 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Por otro lado, Lee K y Sener I. (4) también muestran en su estudio que el ciclismo en zonas urbanas está expuesto a dicha contaminación, en este estudio se identifica como causante al transporte público (autobuses) como el principal contaminante, aquí nos mencionan que en la ciudad de El Paso Texas las emisiones de PM oscilan los 32g.

En base a los resultados obtenidos, el estudio cruzado aleatorizado de Cole C., Carlsten C., Koehle M. y Brauer M. (1) demuestran que, los ciclistas expuestos a PM_{2.5} pueden desencadenar una reducción en la FEV₁, además, puede lograr interferir en el aumento de IL-6. Sin embargo, en este mismo artículo se describe que dichas alteraciones no son de gran significancia, y que los beneficios producidos por usar este medio de transporte son mayores a los riesgos asociados.

En el estudio de método mixto con diseño secuencial de Malagón J. et al. (6) se observó que, los ciclistas que recorrían un área en donde la calidad del aire era mala o estaba muy contaminada según su percepción, no poseían cambios en las espirometrías realizadas al inicio y al final del viaje en bicicleta. Además, no se observaron alteraciones en los volúmenes pulmonares, sin embargo, se evidenciaron cambios en los volúmenes de FEF 25-75% en la población de mujeres, pero en la de hombres no se evidenció ningún cambio. En este estudio se pudo estimar que la dosis inhalada de PM_{2.5} fue de 11,50 $\mu\text{g} \pm 13,68$.

Zhengan J., Qiu Z., GaoH., Lia B. (5) evalúa si los ciclistas expuestos a PM_{2.5} pueden llegar a tener efectos adversos en cuanto a su esperanza de vida. Por medio de estima que la exposición a PM_{2.5} en los ciclistas conlleva a una pérdida en la esperanza de vida de 5.78 meses, logrando evidenciarse de esta forma un importante punto desfavorable sobre los individuos que utilizan la bicicleta como medio de transporte.

Por otro lado, Giallouros G. Kouis P. Papatheodorou S. Woodcock J. Tainio M. (2) en su estudio muestra un resultado muy contradictorio al estudio realizado por Zhengan (5), debido a que, este plantea una reducción en la mortalidad anual que incluye a todas las causas, siendo más específicos se pueden evitar 28 muertes por cada 1000 ciclistas. También, menciona que realizar ciclismo en días

Efectos en la salud respiratoria de los ciclistas urbanos por exposición a pm 2.5: una revisión sistemática

con concentraciones de PM_{2.5} mayores a 35 µg, tendría más efectos beneficiosos que perjuicios para la salud (2).

Conclusiones

Finalmente, los estudios en esta problemática son muy pocos, es así que se recomienda realizar más estudios enfocados en los riesgos para la salud que pueden llegar a desencadenar los ciclistas por transitar por rutas muy contaminadas, además que se deberían implementar nuevas rutas, en base a medidores de la contaminación, para lograr de esta forma que las personas que practican ciclismo se vean solamente beneficiadas por este tipo de transporte y no corran el riesgo de adquirir afecciones por la contaminación existente

Referencias

1. Cole C., Carlsten C., Koehle M., Brauer M. Exposición a partículas e impactos en la salud de los ciclistas urbanos: un estudio cruzado aleatorizado. *Environ Heal A Glob Access Sci Source* [Internet]. 2018 Nov 14 [cited 2023 Jun 12];17(1):1–14. Available from: <https://ehjournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12940-018-0424-8>
2. Giallouros G., Kouis P., Papatheodorou S., Woodcock J., Tainio M. El impacto a largo plazo de restringir el uso de bicicletas y caminatas durante los días de alta contaminación del aire en la mortalidad por todas las causas: estudio de evaluación del impacto en la salud. *Medio Ambient Int* [Internet]. 2020 Jul 1 [cited 2023 Jun 13];140:105679. Available from: <https://doi-org.vpn.ucacue.edu.ec/10.1016/j.envint.2020.105679>
3. Martins V., Correia C., Cunha I., Faria T., Diapouli E., Loannis M., et al. Caracterización química del material particulado en modos de transporte urbano. *Rev Ciencias Ambient* [Internet]. 2021 [cited 2023 Jun 5];100:51–61. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jes.2020.07.008>
4. Lee k., Sener I. Comprensión de la exposición potencial de los ciclistas en las carreteras a la contaminación del aire relacionada con el tráfico: hallazgos de El Paso, Texas, utilizando datos de Strava Metro. *Rev Int Investig Ambient y salud pública* [Internet]. 2019 [cited 2023 Jun 5];16(3):371. Available from: <https://www.mdpi.com/1660-4601/16/3/371>
5. Zhenga J., Qiu Z., Gao O., Li B. Exposición al PM de los viajeros y pérdida estimada de esperanza de vida en múltiples modos de transporte en Xi'an, China. *Ecotoxicología y Segur*

Efectos en la salud respiratoria de los ciclistas urbanos por exposición a pm 2.5: una revisión sistemática

Ambient [Internet]. 2021 May 1 [cited 2023 Jun 13];214:112117. Available from: <https://doi-org.vpn.ucacue.edu.ec/10.1016/j.ecoenv.2021.112117>

6. Malagón J., Parra E., Toloza Y., Soto H., Lagos L., Mendez D., et al. Evaluación de los factores que influyen en la exposición personal a la contaminación del aire en las vías principales de Bogotá: un estudio de método mixto. Medicina (B Aires) [Internet]. 2022 [cited 2023 Jun 6];58(8):1125. Available from: <https://www.mdpi.com/1648-9144/58/8/1125>

©2023 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).