

**Estratificación del riesgo de muerte por enfermedades no transmisibles asociado a la contaminación ambiental en Cuba**  
Stratification of the emergence risk of non communicable diseases associated with the environmental contamination in Cuba

Lic. Liliam Cuéllar Luna<sup>1\*</sup> <https://orcid.org/0000-0002-4026-2000>

Dra. Geominia Maldonado Cantillo<sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0002-7831-6780>

Dra. Susana Suárez Tamayo<sup>2</sup> <https://orcid.org/0000-0002-7442-6608>

Dra. Asela del Puerto Rodríguez<sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0002-3235-1599>

Dr.C. Manuel Romero Placeres<sup>2</sup> <https://orcid.org/0000-0001-9940-1581>

<sup>1</sup>Instituto Nacional de Higiene, Epidemiología y Microbiología. Centro Habana, La Habana, Cuba.

<sup>2</sup>Ministerio de Salud Pública. Plaza de la Revolución, La Habana, Cuba.

\*Autor para la correspondencia. Correo electrónico: [lcuellar@inhem.sld.cu](mailto:lcuellar@inhem.sld.cu)

## RESUMEN

**Introducción:** Las enfermedades no transmisibles representan un importante problema sanitario a nivel mundial, sobre todo para los países en vías de desarrollo.

**Objetivo:** Identificar la variación de la mortalidad por cáncer de mama, de pulmón y de próstata y su posible asociación con la contaminación ambiental.

**Métodos:** Se realizó un estudio ecológico a nivel nacional, desde 2000 hasta 2010, tomando como unidad de análisis el municipio. Las enfermedades seleccionadas fueron los tumores malignos, en específico los de mama, de próstata y de pulmón, y se calcularon las tasas de mortalidad acumuladas y tipificadas relacionadas con estos durante este período. Asimismo, se empleó el Sistema de Información Geográfica para confeccionar los mapas de estratificación de riesgo tomando como referencia la tasa

nacional y se escogieron las principales fuentes fijas contaminantes de tipo industrial para el análisis de la contaminación atmosférica.

**Resultados:** Fueron elaborados los mapas de estratificación de riesgo de morir por cada una de las enfermedades seleccionadas y se obtuvo el mapa de las principales fuentes fijas contaminantes de tipo industrial; de igual modo, se realizaron otros mapas integrales para explorar la posible asociación entre dichas entidades clínicas y la contaminación ambiental.

**Conclusiones:** El análisis integral de la estratificación del riesgo epidemiológico y ambiental reflejó que los municipios más afectados fueron Mariel, Nuevitas y Moa, así como Matanzas, Cienfuegos, Camagüey y Santiago de Cuba. En Ciudad de La Habana sobresalieron los municipios de Habana Vieja, Regla, Cotorro, San Miguel del Padrón, Arroyo Naranjo, Marianao y Centro Habana.

**Palabras clave:** enfermedades no transmisibles; tasa de mortalidad; contaminación del aire; estratificación de riesgo; sistema de información geográfica.

## **ABSTRACT**

**Introduction:** The non communicable diseases represent an important sanitary problem at world level, mainly for the developing countries.

**Objective:** To identify the variation of mortality due to lung, breast and prostate cancer and their possible association with the environmental contamination.

**Methods:** An ecological study at national level was carried out, from 2000 to 2010, taking as analysis unit the municipality. The selected diseases were malignant tumors, specifically those of breast, prostate and lung, and the accumulated typified mortality rates related with these were calculated during this period. Also, the System of Geographical Information was used to make the risk stratification maps, taking as reference the national rate and the main fixed pollutants sources of industrial type were chosen for the analysis of the atmospheric contamination.

**Results:** Maps stratification risk of dying were elaborated for each of the selected diseases and the map of the main fixed pollutants sources of industrial type was obtained; in the same way, other comprehensive maps were elaborated to explore the

possible association between these clinical entities and the environmental contamination.

**Conclusions:** The comprehensive analysis of the stratification of the epidemiological and environmental risk reflected that the most affected municipalities were Mariel, Nuevitas and Moa, as well as Matanzas, Cienfuegos, Camagüey and Santiago de Cuba. In Havana the municipalities of Old Havana, Cotorro, San Miguel del Padrón, Arroyo Naranjo, Marianao and Centro Habana stood out.

**Key words:** non communicable diseases; mortality rate; air contamination; stratification of risk; system of geographical information.

Recibido: 03/11/2021

Aprobado: 15/11/2021

## Introducción

Las enfermedades no transmisibles (ENT) y sus factores de riesgo se han convertido en la causa principal de morbilidad, discapacidad y mortalidad en el mundo. En la región de las Américas, las ENT generan aproximadamente 5,5 millones de fallecimientos al año, para representar 80,7 % de todas las muertes; de este porcentaje, 38,9 % se produce de forma prematura, en personas menores de 70 años de edad.<sup>(1,2)</sup>

La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible ya no solo incluye las 4 ENT más importantes (enfermedades cardiovasculares, cáncer, diabetes *mellitus* y afecciones respiratorias crónicas) y los 4 factores de riesgo (consumo de tabaco, consumo nocivo de alcohol, alimentación poco saludable e inactividad física), sino también la salud mental como otra ENT y la contaminación del aire como el quinto factor de riesgo (reconocido mundialmente como significativo) asociado a estas. Cabe añadir que este último factor es el segundo causante de ENT a nivel global, seguido de hábito de fumar.<sup>(3,4)</sup>

Resulta oportuno señalar que las personas que están expuestas a diversos grados de contaminación atmosférica pueden presentar efectos adversos en la salud, como aumento del riesgo de padecer cáncer.<sup>(5)</sup>

En Cuba, los avances económicos, sociales y sanitarios han contribuido a un extenso y bien dotado sistema de salud pública, lo que ha conducido a un predominio de las ENT. En este país, los tumores malignos son la segunda causa de muerte, y entre estos figuran, como primeras causas de deceso, el cáncer de mama y de próstata en mujeres y hombres, respectivamente, y el cáncer de pulmón en ambos sexos.<sup>(6,7)</sup>

Algunos estudios internacionales<sup>(8,9,10)</sup> demuestran la relación existente entre los tumores malignos, en general, y el cáncer de mama, de próstata y de pulmón, en particular, con la contaminación ambiental.

Al igual que cualquier otra nación, Cuba está expuesta a la contaminación ambiental, tanto global y regional como local. En los centros urbanos se concentra la mayor cantidad de población, así como una gran cantidad y variedad de fuentes emisoras de gases a la atmósfera, que producen una mezcla de los contaminantes, de manera que se potencian sus efectos en la salud poblacional.<sup>(11)</sup>

Los principales contaminantes emitidos a la atmósfera proceden de actividades generadoras de energía, industrias y otras labores económicas del territorio. Existen 5 agentes primarios causantes de los problemas fundamentales de contaminación atmosférica: dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>), monóxido de carbono (CO), material particulado de 10 y 2,5 micrómetros (PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub>) y compuestos orgánicos volátiles diferentes del metano (COVDM).<sup>(12)</sup>

Por otro lado, el fenómeno de la industrialización ha precisado de un mayor empleo de metales y esto provoca su creciente dispersión, lo que se torna potencialmente peligroso para la salud humana.

Con el desarrollo tecnológico alcanzado en el análisis espacial, los sistemas de información geográfica (SIG) han cobrado gran importancia, pues permiten examinar grandes volúmenes de información proveniente de diversas fuentes, lo cual simplifica la identificación y el análisis de la relación causa-efecto en poblaciones expuestas y resulta una herramienta de apoyo para la toma de decisiones.

Los SIG son muy utilizados en salud pública para llevar a cabo el proceso de estratificación de riesgo, de manera que es una estrategia útil, como parte del enfoque epidemiológico de riesgo, para obtener un diagnóstico objetivo a partir del cual se planificarán la prevención y el control de las distintas enfermedades; además, sirve de base para categorizar metodológicamente e integrar áreas geocológicas y grupos poblacionales de acuerdo a los factores de riesgo.<sup>(13)</sup>

Debido a que en Cuba se ha registrado un incremento de la mortalidad por ENT, y conociendo que los tumores malignos se han mantenido como la segunda causa de muerte en el país durante décadas, se decidió desarrollar el presente trabajo cuyo objetivo fue identificar la variación de la mortalidad por cáncer de mama, de próstata y de pulmón y su posible asociación con la contaminación ambiental a nivel municipal.

## Métodos

Se realizó un estudio ecológico a nivel nacional durante el período 2000-2010, tomando como unidad de análisis el municipio. A tal efecto, se seleccionaron 3 tipos de cáncer: de mama, próstata y pulmón. El análisis se llevó a cabo mediante el Sistema de Información Geográfica y la base cartográfica digital, tanto provincial como municipal, que se obtuvo de la Agencia de Cartografía Digital de GEOCUBA.

Se realizó la estratificación del riesgo de muerte por las enfermedades seleccionadas mediante el cálculo de las tasas de mortalidad acumuladas (TMA) y tipificadas en el período de estudio. Para conformar los estratos se tomó como factor de riesgo la tasa de mortalidad nacional (TMN); por tanto, los municipios y las provincias que sobrepasaron dicha tasa se consideraron como de alto riesgo de morir por esas causas. La base de datos de mortalidad se obtuvo de la Dirección Nacional de Estadística del Ministerio de Salud Pública.

Las TMA por municipios, provincias y a nivel nacional fueron calculadas con la fórmula:

$$\text{TMA} = \frac{\text{No. de casos} / \text{Total de años (11)}}{\text{Población de mitad del período (año 2006)}} \times 1\,000$$

La tipificación de las tasas se realizó por el método directo, con el propósito de eliminar el efecto de la estructura poblacional, tomando como población tipo la de 1981, para lo cual se empleó el software EpiDat v 4.

Por otro lado, se elaboró el mapa de las principales fuentes fijas contaminantes, determinadas mediante criterios de expertos, procedentes del Ministerio de Salud Pública y de la Agencia de Medio Ambiente del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, quienes tuvieron en cuenta el tamaño de la fuente, los tipos de emisiones, el impacto medioambiental que provocan y el posible daño a la salud de la población. También se consideraron las normas cubanas referentes a la calidad del aire.<sup>(14,15)</sup>

Las fuentes contaminantes se clasificaron siguiendo los criterios establecidos en cuanto al radio mínimo admisible (RMA) respecto a los límites de las zonas habitables, y los contaminantes que se generan según el tipo de producción y el volumen de las emisiones, descritos en la Norma Cubana 39: 1999. Calidad del aire,<sup>(14)</sup> donde se destacan cinco categorías: el grupo I con un RMA de 1000 m, el II con 500 m, el III con 300 m, el IV con 100 m y el V con 50 m respecto a la zona habitable.

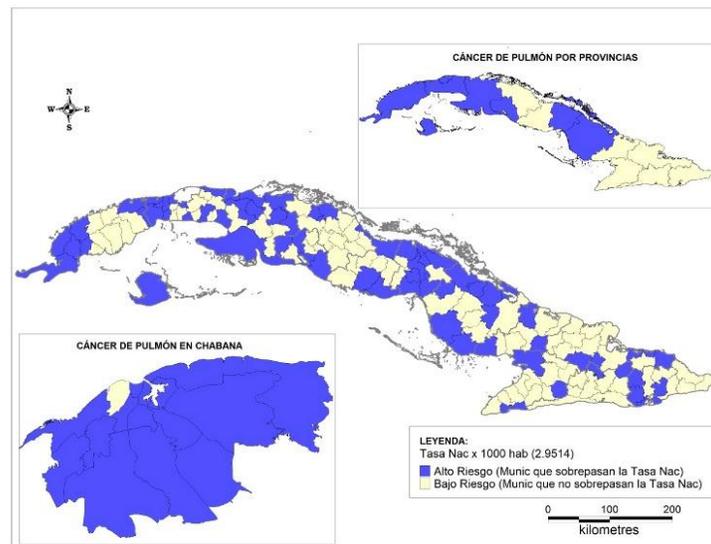
Con el fin de analizar si la contaminación del aire podría tener cierta asociación con el riesgo de morir por las enfermedades seleccionadas a nivel municipal, se confeccionó, mediante el SIG y el método de superposición, un conjunto de mapas donde se relacionan ambos indicadores.

La provincia de Ciudad de La Habana se analizó más detalladamente por ser la de mayor densidad poblacional y presentar un número importante de fuentes fijas contaminantes. En este caso, para llevar a cabo la estratificación de riesgo de la mortalidad, se empleó el método de los cuartiles y se conformaron cuatro estratos: muy alto, alto, mediano y bajo riesgo.

A partir de las tasas de mortalidad acumulada y tipificada por municipio, se elaboraron los mapas de estratificación de riesgo por cada una de las enfermedades seleccionadas (cáncer de mama, de próstata y de pulmón) y se representaron las provincias y los municipios donde existía un alto riesgo de morir, tomando como referencia la TMN.

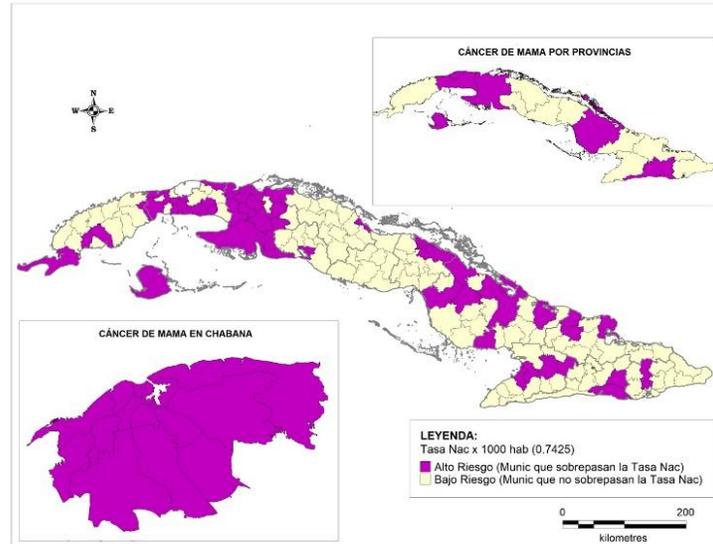
## Resultados

La estratificación del riesgo de mortalidad por cáncer de pulmón mostró que 7 de las provincias presentaban un alto riesgo y, del total de municipios, 47,92 % superó la tasa de mortalidad nacional (fig. 1).



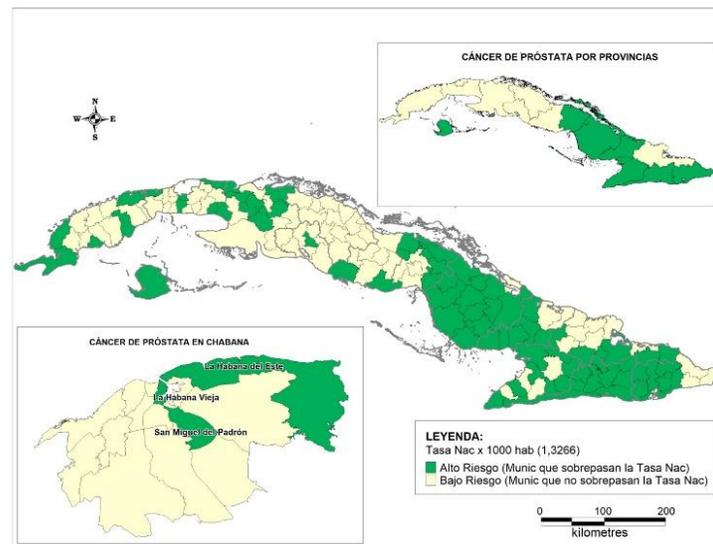
**Fig. 1.** Estratificación de riesgo de morir por cáncer de pulmón.

Al analizar el riesgo de morir por cáncer de mama, se pudo apreciar que 5 de las provincias poseían una tasa de mortalidad superior a la tasa nacional. El mapa de los municipios reveló que 40,23 % de estos presentaba un elevado riesgo (fig. 2).



**Fig. 2.** Estratificación de riesgo de morir por cáncer de mama.

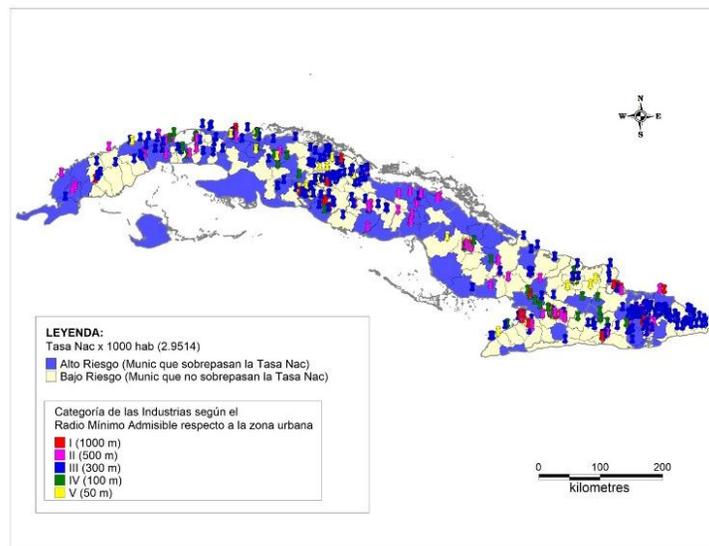
La estratificación del riesgo de mortalidad por cáncer de próstata reveló que la región oriental del país era la más afectada; a excepción de Holguín, el resto de las provincias sobrepasaron la tasa nacional. Es importante destacar que 44,97 % de los municipios excedieron la TMN (fig. 3).



**Fig. 3.** Estratificación de riesgo de morir por cáncer de próstata.

Respecto a la contaminación ambiental, se realizó el mapa de las principales fuentes fijas contaminantes y se constató que las clasificadas en la categoría I no eran las que predominaban a nivel nacional, pero debido al volumen y alcance de sus emisiones constituían un riesgo potencial para la salud de la población. Sin embargo, las industrias clasificadas en las categorías II y III primaron en cuanto a expulsión de contaminantes importantes a la atmósfera.

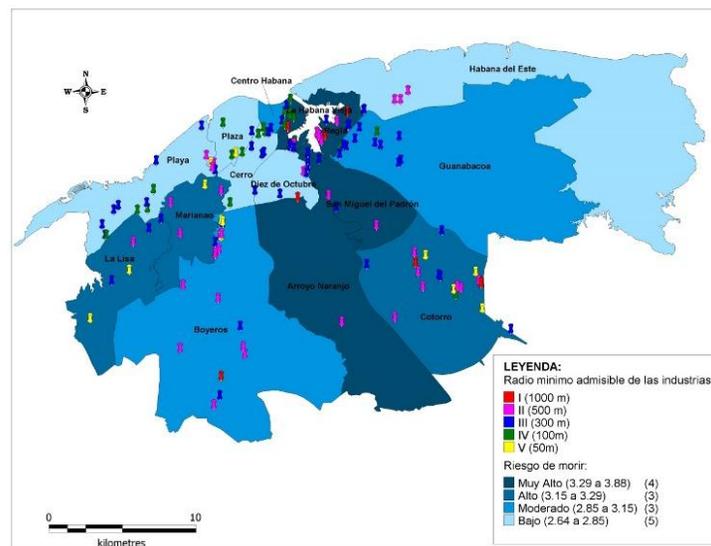
Para analizar la posible relación de la contaminación atmosférica con el riesgo de morir por las enfermedades seleccionadas, se confeccionaron varios mapas; así, se pudo comprobar cierta correspondencia entre los municipios con alto riesgo de mortalidad y el número de fuentes fijas contaminantes según categorías (fig. 4). Al respecto, el mapa de estratificación del riesgo de mortalidad por cáncer de pulmón y las fuentes fijas contaminantes es un ejemplo de ello.



**Fig. 4.** Riesgo de mortalidad a nivel municipal según el número de fuentes fijas

La provincia de Ciudad de La Habana fue una de las que presentó mayor riesgo de mortalidad por cáncer de mama y de pulmón, ya que todos sus municipios superaron la tasa nacional, a excepción de un municipio en el caso del cáncer de pulmón. Sin embargo, al analizar el cáncer de próstata, solo 3 municipios superaron la TMN.

Para profundizar en el análisis del riesgo de mortalidad por dichas enfermedades en Ciudad de La Habana, se empleó otro método de estratificación y se obtuvieron 4 estratos de riesgo. Estos mapas temáticos fueron los que se relacionaron con el mapa de las principales fuentes fijas contaminantes para establecer una posible asociación. En el caso de la mortalidad por cáncer de pulmón, se pudo apreciar que los municipios con riesgos alto y muy alto tuvieron mayor relación con las fuentes fijas contaminantes (fig. 5).



**Fig. 5.** Análisis del riesgo de mortalidad por dichas enfermedades en Ciudad de La Habana

## Discusión

El mapa de estratificación del riesgo de morir por cáncer de pulmón muestra que todas las provincias de la región occidental y el municipio especial Isla de la Juventud (MEIJ) presentaban tasas superiores a la TMN; a estas le siguieron Cienfuegos, Ciego de Ávila y Camagüey. Sin embargo, en la región oriental ninguna provincia mostraba un alto riesgo de muerte por esta causa, aunque debe señalarse que en todas las provincias hubo municipios que excedieron la tasa nacional. La provincia de Ciudad de La Habana sobresalió en este caso, pues a excepción de Plaza de La Revolución, todos los demás municipios presentaron alto riesgo.

Referente al mapa de estratificación de riesgo de morir por cáncer de mama, las provincias que superaron la TMN fueron Ciudad de La Habana, La Habana, Matanzas, Camagüey, Santiago de Cuba y el MEIJ. Es válido destacar que la capital del país presentaba la situación más crítica, pues todos sus municipios superaban la tasa nacional; en segundo lugar se encontraba Matanzas, pues, a excepción de Perico, en el resto de los municipios existía un alto riesgo de morir por esta causa. Por otra parte, las provincias de la región central eran las de más bajo riesgo, entre las cuales se destacó Sancti Spíritus, con todos sus municipios por debajo de la TMN, seguida de Villa Clara y Cienfuegos, con un solo municipio cada una por encima de la tasa nacional: Caibarién y Cienfuegos, respectivamente.

Durante el período analizado, el cáncer de próstata presentaba una regularidad espacial, tanto provincial como municipal, hacia las regiones central y oriental del país, con un alto riesgo de morir, sobre todo en las provincias de Ciego de Ávila, Camagüey, Las Tunas, Granma, Santiago de Cuba y Guantánamo; además del MEIJ. Las provincias de Camagüey y Santiago de Cuba sobresalieron con alto riesgo en todos sus municipios, en tanto el resto de las antes mencionadas presentaban más de la mitad de sus municipios con tasas superiores a la nacional. En el caso de Ciudad de La Habana solo 3 municipios excedían la TMN: Habana Vieja, San Miguel del Padrón y Habana del Este.

En el análisis de la contaminación atmosférica a partir de las fuentes fijas contaminantes se puede plantear que las provincias más afectadas eran Ciudad de La Habana, Matanzas, Cienfuegos, Holguín, Santiago de Cuba, Camagüey, Granma y Villa Clara. Este resultado se correspondió con un estudio realizado por Cuesta *et al.*<sup>(16)</sup> donde se detalla que las ciudades del Mariel, Nuevitas, Moa, Ciudad de La Habana, Santiago de Cuba, Cienfuegos y Matanzas exhibían niveles críticos y pésimos de contaminación del aire, mientras que en la categoría de malo y deficiente se encontraban 5 y 11 ciudades, respectivamente.

Según el “Inventario nacional de emisiones atmosféricas de las principales fuentes fijas”, realizado por el Instituto de Meteorología (INSMET),<sup>(12)</sup> las provincias que emiten más SO<sub>2</sub> a la atmósfera son Artemisa y Camagüey, seguidas de Ciudad de La Habana, Holguín, Matanzas y Cienfuegos, pues en ellas existen potentes centrales termoeléctricas y refinerías. Los municipios de San Nicolás, Nueva Paz y Madruga, así como las provincias

de Villa Clara, Holguín y Las Tunas son las mayores emisoras de material particulado ( $PM_{10}$  y  $PM_{2.5}$ ), derivado de la quema de biomasa para la obtención de azúcar y sus derivados y la generación de electricidad; mientras que los municipios de Mariel, Cienfuegos y Cotorro presentan emisiones vinculadas con las industrias del cemento y la producción de acero. Respecto a los municipios más emisores de contaminantes gaseosos ( $SO_2$ ,  $NO_2$ , CO y COVDM), se destacan Mariel y Nuevitas, así como Cienfuegos, Matanzas y Regla.

Al detallar el mapa de Ciudad de La Habana, se pudo constatar que, en los municipios de Regla, Habana Vieja, Centro Habana, Diez de Octubre, Cerro y Cotorro, así como en algunos sectores de los municipios de Guanabacoa y Boyeros, se localizan varias fuentes fijas contaminantes de categoría I y II. Los municipios de Marianao y La Lisa, el sector sur de los municipios de Plaza y Centro Habana, el sector norte de Arroyo Naranjo y San Miguel del Padrón y el suroeste de Playa también presentan cierto grado de contaminación ambiental, pues se localizan algunas fuentes fijas de categorías II, III y IV. Este resultado se correspondió con lo obtenido en un estudio realizado por investigadores del INSMET,<sup>(17)</sup> quienes plantean que los municipios de Regla y Habana Vieja son los máximos emisores de contaminantes gaseosos ( $SO_2$ ,  $NO_2$ , CO y COVDM) a la atmósfera, mientras que Cotorro es el mayor emisor de material particulado ( $PM_{10}$  y  $PM_{2.5}$ ) y la refinería Níco López, la termoeléctrica de Tallapiedra y la Antillana de Acero son las industrias que más contaminantes expulsan a la atmósfera. Por otro lado, los modelos de dispersión realizados muestran que en las zonas aledañas a las fuentes es donde la calidad del aire se encuentra más deteriorada.

En otra investigación<sup>(18)</sup> efectuada en Ciudad de La Habana se verificó que tanto las fuentes fijas contaminantes como los vehículos despiden importantes cantidades de  $PM_{10}$  y  $PM_{2.5}$  a la atmósfera, que superan, en ocasiones, las concentraciones máximas admisibles.

En este trabajo se analiza cualitativamente, mediante el SIG, la posible asociación del riesgo de morir por las enfermedades descritas con las principales fuentes fijas contaminantes. En el análisis general de estos indicadores se observó que algunos de los municipios con alto riesgo de mortalidad por las causas mencionadas resultaron ser los más contaminados; entre ellos figuraban Mariel, Nuevitas y Moa, seguidos de Matanzas,

Cienfuegos, Camagüey y Santiago de Cuba. En el caso específico del cáncer de pulmón se evidenció que en un número importante de municipios con alto riesgo de mortalidad coincidía la existencia de fuentes fijas que emiten volúmenes significativos de contaminantes al aire.

En el análisis de Ciudad de La Habana se obtuvo un riesgo muy alto y alto de morir por cáncer de pulmón en los municipios de Regla, Habana Vieja, San Miguel del Padrón y Arroyo Naranjo, seguidos de Cotorro, Marianao y La Lisa; en estos coincidió la presencia de fuentes fijas contaminantes de categorías I, II y III con las máximas emisiones de contaminantes gaseosos (SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO y COVDM) y material particulado (PM<sub>2.5</sub> y PM<sub>10</sub>).<sup>(17)</sup> Por otro lado, se debe tener en cuenta la dispersión de los contaminantes, que está asociada fundamentalmente al volumen de las emisiones, la altura de la chimenea, la topografía del relieve, la temperatura y las precipitaciones, así como a la dirección predominante del viento, lo cual ocasiona afectación no solo en la zona donde se localiza la fuente, sino también en sus zonas aledañas.

Durante las últimas décadas se viene trabajando en el análisis del impacto que ejerce la contaminación atmosférica en la salud humana; sin embargo, en muchas ocasiones se torna difícil evaluar el riesgo de polución, debido fundamentalmente a la falta de recursos, que impide realizar un monitoreo adecuado de las emisiones al entorno. La medición del impacto de los contaminantes atmosféricos sobre la salud se efectúa a través de las funciones exposición-respuestas, que permiten estimar la proporción de sujetos afectados en la población, pero son pocas las investigaciones en Cuba donde se ha logrado medir tal impacto, según lo planteado por Molina Esquivel y Meneses Ruiz.<sup>(19)</sup> Para concluir, el actual estudio muestra una aproximación cualitativa del posible efecto de la contaminación del aire sobre la salud, como riesgo para enfermar y morir por cáncer de mama, de próstata o de pulmón, independientemente de los demás factores de riesgo que no fueron analizados. Desde el punto de vista epidemiológico y ambiental, los municipios más afectados fueron Mariel, Nuevitas y Moa, así como Matanzas, Cienfuegos, Camagüey y Santiago de Cuba. En Ciudad de La Habana sobresalieron los municipios de Habana Vieja, Regla, Cotorro, San Miguel del Padrón, Arroyo Naranjo, Marianao y Centro Habana.

Estos resultados facilitan la elaboración de estrategias de intervención hacia las áreas más afectadas, con nuevas pautas de investigación que pudieran estar encaminadas a estimar cuantitativamente la contaminación del aire como factor de riesgo de aparición de estas enfermedades no transmisibles y de otras en esta clasificación.

## Referencias bibliográficas

1. Organización Panamericana de la Salud; Organización Mundial de la Salud. 160<sup>a</sup> Sesión Del Comité Ejecutivo. Agenda de salud sostenible para Las Américas 2018-2030: un llamado a la acción para la salud y el bienestar en la región de Las Américas. Washington, D.C.: OPS; 2017. p. 48 [citado 25/12/2020]. Disponible en: <http://iris.paho.org/xmlui/bitstream/handle/123456789/34194/CE160-14-s.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
2. Organización Panamericana de la Salud; Organización Mundial de la Salud. Enfermedades no transmisibles: hechos y cifras. Washington, D.C.: OPS; 2019. p. 12 [citado 30/01/2021]. Disponible en: [https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/51482/OPSNMH19016\\_spa.pdf?sequence=2&isAllowed=y](https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/51482/OPSNMH19016_spa.pdf?sequence=2&isAllowed=y)
3. Organización Panamericana de la Salud; Organización Mundial de la Salud. Las ENT de un vistazo: Mortalidad por enfermedades no transmisibles y prevalencia de sus factores de riesgo en la Región de las Américas. Washington, D.C.: OPS; 2019 p. 40. [citado 15/10/2020]. Disponible en: [https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/51752/OPSNMH19014\\_spa.pdf?sequence=3&isAllowed=y](https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/51752/OPSNMH19014_spa.pdf?sequence=3&isAllowed=y)
4. Turner MC, Andersen Z, Baccarelli A, Diver R, Gapstur S, Pope A, et al. Outdoor Air Pollution and Cancer: An Overview of the Current Evidence and Public Health recommendations. CA Cancer J Clin. 2020 [citado 24/09/2021];70(6):460-79. Disponible en: <https://acsjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.3322/caac.21632>

5. Prüss-Ustün A, van Deventer E, Mudu P, Campbell-Lendrum D, Vickers C, Ivanov I, et al. Environmental risks and noncommunicable diseases. *BMJ*. 2019 [citado 07/09/2021];364:1265. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6348403/>
6. Landrove-Rodríguez O, Morejón-Giraldoni A, Venero-Fernández S, Suárez-Medina R, Almaguer-López M, Pallarols-Mariño E, et al. Enfermedades no transmisibles: factores de riesgo y acciones para su prevención y control en Cuba. *Rev Panam Salud Pública*. 2018 [citado 15/10/2020];42(e23):16. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6386105/>
7. Cuba. Ministerio de Salud Pública, Dirección de Registros Médicos y Estadísticas de Salud. Anuario estadístico de salud 2020. La Habana: MINSAP; 2021 [citado 05/07/2021]. Disponible en: <https://salud.msp.gob.cu/wp-content/Anuario/Anuario-2020.pdf>
8. Cheng I, Tseng CH, Wu J, Yang J, Conroy SM, Shariff-Marco S, et al. Association between ambient air pollution and breast cancer risk: The Multiethnic Cohort Study. *Int J Cancer*. 2020 [citado 05/10/2021];146(3):699–711. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6765455/>
9. Tao Lim J, Qian Y, Valeri L, Lee J, Poh P, Eng S, et al. Association between serum heavy metals and prostate cancer risk – A multiple metal analysis. *Environment International*. 2019 [citado 20/11/2020];132. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0160412019310955/pdf?md5=51232ad471c5d235ef65d7a918c288a7&pid=1-s2.0-S0160412019310955-main.pdf>
10. Wei-Bin L, Ke J, Qian Z, Ya-Min G, Jay P. Forecasting PM<sub>2.5</sub>-induced lung cancer mortality and morbidity at county level in China using satellite-derived PM<sub>2.5</sub> data from 1998 to 2016: a modeling study. *Environ Sci Pollut Res*. 2020 [citado 30/09/2021];27:22946–55. Disponible en: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s11356-020-08843-9.pdf>
11. Turtós Carbonell LM, Meneses Ruiz E, Molina Esquivel E. Modelación de la contaminación atmosférica y valoración de impactos epidemiológicos y externalidades asociadas a instalaciones energéticas e industriales. *Rev Anales de la Academia de*

Ciencias de Cuba. 2014 [citado 08/03/2021];14(2). Disponible en: <http://www.revistaccuba.cu/index.php/revacc/article/view/129/129>

12. Cuesta-Santos O, Sosa-Pérez C, Iraola-Ramirez C, González-Jaime Y, Nuñez-Caraballo V, Fonte-Hernández A, et al. Inventario nacional de emisiones atmosféricas de las principales fuentes fijas. Revista Cubana de Meteorología. 2017 [citado 18/05/2020];23(2). Disponible en: <http://rcm.insmet.cu/index.php/rcm/article/view/238/272#f1>

13. Collejo Rosabal YM, Martínez Orozco D, Leyva Provance S, Vargas Cruz I, Zaldívar Suárez N. Estratificación epidemiológica de enfermedades seleccionadas. Granma. 2018. Multimed. 2020 [citado 30/10/2021];23(2). Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/multimed/mul-2020/mul203h.pdf>

14. Oficina Nacional de Normalización. Norma Cubana 39: 1999 Calidad del aire. Requisitos higiénico – sanitarios, enmienda de NC 93-02-202 Sistema de Normas para la Protección del Medio Ambiente. La Habana: Oficina Nacional de Normalización; 1999.

15. Oficina Nacional de Normalización. Norma Cubana: Calidad del aire-contaminantes- Concentraciones máximas admisibles y valores guías en zonas habitables. NC: 1020: 2014. La Habana: Oficina Nacional de Normalización; 2014.

16. Cuesta O, Sánchez P, López C, Pérez R, Marín M, Biart R, et al. Estado de la Contaminación Atmosférica en Cuba. En: GEOCuba 2007. Evaluación del Medio Ambiente cubano. La Habana: PNUMA; 2009. p. 293.

17. Cuesta O, González Y, Sosa C, López R, Bolufé J, Reyes F. La calidad del aire en La Habana. Actualidad. Revista Cubana de Meteorología. 2019 [citado 20/04/2021];25(3). Disponible en: <http://rcm.insmet.cu/index.php/rcm/article/view/488>

18. Cuesta-Santos O, González-Jaime Y, Sosa-Pérez C, López-Lee R, Bolufé-Torres J, Reyes-Hernández F. Comportamiento del material particulado en La Habana. Valores experimentales. Revista Cubana de Meteorología. 2019 [citado 20/10/2021];25(3). Disponible en: <http://rcm.insmet.cu/index.php/rcm/article/view/488/758>

19. Molina Esquivel E, Meneses Ruiz E. Evaluación epidemiológica del impacto de los contaminantes del aire. Propuesta metodológica. Rev Cubana Hig Epidemiol. 2003 [citado 02/09/2021];41(2-3). Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1561-30032003000200002](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1561-30032003000200002)

### **Conflictos de interés**

Los autores declaran que no existen conflictos de interés entre ellos.

### **Contribución de autoría**

1. Conceptualización: Liliam Cuéllar Luna, Geominia Maldonado Cantillo, Susana Suárez Tamayo
2. Curación de datos: Liliam Cuéllar Luna
3. Análisis formal: Liliam Cuéllar Luna, Geominia Maldonado Cantillo
5. Investigación: Liliam Cuéllar Luna, Geominia Maldonado Cantillo, Susana Suárez Tamayo, Asela del Puerto Rodríguez, Manuel Romero Placeres
6. Metodología: Liliam Cuéllar Luna, Geominia Maldonado Cantillo
7. Administración del proyecto: Liliam Cuéllar Luna, Geominia Maldonado Cantillo
10. Supervisión: Liliam Cuéllar Luna, Geominia Maldonado Cantillo
11. Validación: Liliam Cuéllar Luna
12. Visualización: Liliam Cuéllar Luna
13. Redacción – borrador original: Liliam Cuéllar Luna, Geominia Maldonado Cantillo, Susana Suárez Tamayo, Asela del Puerto Rodríguez, Manuel Romero Placeres
14. Redacción – revisión y edición: Liliam Cuéllar Luna

Liliam Cuéllar Luna: 35 %

Geominia Maldonado Cantillo: 30 %

Susana Suárez Tamayo: 15 %

Asela del Puerto Rodríguez: 10 %

Manuel Romero Placeres: 10 %

