



ESCUELA DE DOCTORADO  
INTERNACIONAL DE LA USC

Alexandra  
Giraldo Osorio

Tesis doctoral

Carga de mortalidad atribuida  
al consumo de tabaco y a la  
exposición a radón residencial  
en América del Sur

Santiago de Compostela, 2022

Programa de doctorado en Epidemiología y Salud Pública





TESIS DE DOCTORADO

**CARGA DE MORTALIDAD ATRIBUIDA  
AL CONSUMO DE TABACO Y A LA  
EXPOSICIÓN A RADÓN  
RESIDENCIAL EN AMÉRICA DEL SUR**

Alexandra Giraldo Osorio

ESCUELA DE DOCTORADO INTERNACIONAL DE LA UNIVERSIDAD DE  
SANTIAGO DE COMPOSTELA

PROGRAMA DE DOCTORADO EN EPIDEMIOLOGÍA Y SALUD PÚBLICA

SANTIAGO DE COMPOSTELA



2022





## **TESIS DE DOCTORADO**

# **CARGA DE MORTALIDAD ATRIBUIDA AL CONSUMO DE TABACO Y A LA EXPOSICIÓN A RADÓN RESIDENCIAL EN AMÉRICA DEL SUR**

Firmado \_\_\_\_\_

Alexandra Giraldo Osorio

ESCUELA DE DOCTORADO INTERNACIONAL  
DE LA UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

PROGRAMA DE DOCTORADO EN EPIDEMIOLOGÍA Y SALUD PÚBLICA

SANTIAGO DE COMPOSTELA

2022







## DECLARACIÓN DE LA AUTORA DE LA TESIS

### **Carga de mortalidad atribuida al consumo de tabaco y a la exposición a radón residencial en América del Sur**

Dña. **Alexandra Giraldo Osorio**

Presento mi tesis, siguiendo el procedimiento adecuado al Reglamento y declaro que:

- 1) La tesis abarca los resultados de la elaboración de mi trabajo.
- 2) De ser el caso, en la tesis se hace referencia a las colaboraciones que tuvo este trabajo.
- 3) La tesis es la versión definitiva presentada para su defensa y coincide con la versión enviada en formato electrónico.
- 4) Confirmando que la tesis no incurre en ningún tipo de plagio de otros autores ni de trabajos presentados para la obtención de otros títulos.

Santiago de Compostela, 11 de febrero de 2022

Fdo. Alexandra Giraldo Osorio







## **AUTORIZACIÓN DEL DIRECTOR – TUTOR DE LA TESIS**

### **Carga de mortalidad atribuida al consumo de tabaco y a la exposición a radón residencial en América del Sur**

Mónica Pérez Ríos  
Alberto Ruano Raviña

#### **INFORMAN:**

Que la presente tesis corresponde con el trabajo realizado por Dña. Alexandra Giraldo Osorio, bajo nuestra dirección, y autorizamos su presentación, considerando que reúne los requisitos exigidos en el Reglamento de Estudios de Doctorado de la USC, y que como directores de ésta no incurre en las causas de abstención establecidas en la Ley 40/2015.

Además, la presente tesis es idónea para ser presentada de acuerdo con el artículo 41 del Reglamento de Estudios de Doctorado de la USC, por la modalidad de compendio de artículos, en los que la doctoranda participó en el peso de la investigación, siendo su contribución decisiva para llevar a cabo este trabajo. Del mismo modo, esta tesis está en conocimiento de los coautores, tanto doctores como no doctores y participantes en los artículos. Ninguno de los trabajos reunidos en esta tesis será presentado por ninguno de ellos en otra tesis doctoral, lo que firmamos bajo nuestra responsabilidad.

Santiago de Compostela, 11 de febrero de 2022



Fdo. Mónica Pérez Ríos

Fdo. Alberto Ruano Raviña





## **DECLARACIÓN DE CONFLICTO DE INTERESES**

### **Carga de mortalidad atribuida al consumo de tabaco y a la exposición a radón residencial en América del Sur**

Dña. Alexandra Giraldo Osorio

Declaro no tener ningún conflicto de intereses en relación con la tesis doctoral.

Santiago de Compostela, 11 de febrero de 2022

Fdo. Alexandra Giraldo Osorio



*Hoy agradezco la generosidad, apoyo incondicional y enseñanzas de mi madre y de mi padre, el compartir con mi hermano y la confianza y amor sin límites de mis abuelos.*



## AGRADECIMIENTOS

En mi historia de vida siempre me he trazado ideales y sueños, pensando que por inalcanzables que parezcan, se pueden cumplir, pero para esto, he tenido la oportunidad de conocer personas que me han acompañado y ayudado a lo largo de mi vida hasta este momento y es a ellas a quienes quiero expresar mi gratitud en las siguientes líneas porque este que fue un camino que empezó hace muchos años, ahora es un logro compartido.

A mi tutora y directores, Prof. Dra. Mónica Pérez Ríos y Prof. Dr. Alberto Ruano Raviña por abrirme las puertas en la Universidad de Santiago de Compostela y por todas sus enseñanzas, orientación, ejemplo de excelencia, dedicación, compromiso y paciencia durante mi formación doctoral; sin su ayuda esta tesis no habría sido posible. Hacer un doctorado era un sueño que yo había perseguido durante toda mi vida y el hecho de haber podido aprender de ustedes desde sus dimensiones de investigadores y académicos, pero también el hecho de poder tener la fortuna de conocerlos un poco más allá de lo estrictamente académico durante las jornadas de trabajo compartidas, me permitió crecer y avanzar más de lo que tenía en mis expectativas; es por esto, que lo que me enseñaron tiene un valor incalculable para mí. Así mismo, le agradezco al Grupo de Epidemiología y Salud Pública y al Laboratorio de Radón de Galicia por haber apoyado en

recursos humanos, técnicos y económicos esta tesis, para el logro de sus objetivos.

A Maria Isolina Santiago Pérez, por enseñarme, orientarme y ayudarme en la aplicación de los métodos estadísticos y el manejo del software Stata y a Leonor Varela Lema, por compartir sus conocimientos y por sus aportes en esta tesis; a ambas gracias por su trato afectuoso y cercano en todos los momentos compartidos. Al Coordinador del Doctorado Agustín Montes por ser ejemplo de trabajo permanente, por ser tan diligente ante mis dudas y preguntas en cuanto a asuntos administrativos del Programa y por sus contribuciones académicas relacionadas con los temas de esta tesis. En general, a los profesores del Área de Medicina Preventiva y Salud Pública por su buen trato y conocimiento aportado en mi formación.

A los investigadores que participaron en el desarrollo de esta tesis, por compartir su conocimiento, por toda su responsabilidad, compromiso y por sus respuestas siempre tan oportunas. También, a los participantes en el estudio realizado en Manizales (Colombia), gracias por creer en éste, por su buena disposición y responsabilidad. De manera especial, le agradezco al actual Secretario de Salud del municipio de Manizales, Dr. Carlos Humberto Orozco, por su colaboración en este proyecto y apoyo.

A mis compañeros de doctorado Julia, Nerea, Cristina, Lucía, Andrea y Ramón por su apoyo y por los ánimos en muchos momentos difíciles; por compartir sus vivencias y expectativas frente a este proceso, y por las jornadas en el Departamento de Medicina Preventiva y Salud Pública de la USC.

A la Universidad de Caldas, la institución que me ha formado académicamente, gracias por la oportunidad. De igual forma a los docentes del Departamento de Salud Pública e investigadores del Grupo Promoción de la Salud y Prevención de la Enfermedad (GIPSPE). También a mis colegas de Enfermería y, un agradecimiento especial a Consuelo García Ospina, María Eugenia Pico Merchán y Consuelo Vélez Álvarez por inspirarme en mi formación académica y desarrollo profesional.

A la Fundación Carolina por la beca otorgada para la realización del doctorado y sobretodo por su acompañamiento durante los momentos más difíciles de la pandemia por COVID-19.

A mis padres Gloria Esperanza y Carlos Eduardo y, a mi hermano Juan Camilo, que siempre me han apoyado, me han animado a esforzarme, a dar lo mejor de mí y han sido mis principales motores para emprender este camino del doctorado; más aún, por toda su compañía durante la pandemia. A mi mamá, por siempre confiar en mí

e inspirarme y, a mi papá, por aconsejarme y enseñarme de este camino académico e investigativo, hasta construir juntos este ideal de alcanzar mi formación doctoral. A mis grandes amores: mis abuelos maternos, Edilma y Tiberio por haber sido otros padres para mi... amorosos, generosos, por brindarme los mejores momentos de mi vida y por siempre sentirse orgullosos de mi. A mi abuelo, Gabriel, por inculcarme el amor y la dedicación por el cultivo del intelecto y a mi abuelita Clara por su valentía, enseñanzas y amor. A mi primo Cristian por su compañía y apoyo de siempre. A Carlina y Angélica por su compañía y amor de siempre. A mi familia extensa, muchas gracias por su cariño y apoyo.

A Nelson, por apoyarme incansablemente y animarme en todo el doctorado; por su paciencia, generosidad, amor, tiempo compartido y, lo más importante, por atreverse y decidir estar conmigo en este momento de nuestras vidas.

A mis amigos de siempre, Juliana, Jorge Andrés, Lorena y Jorge Alejandro, por su apoyo incondicional. A mi grupo de amigos “The Ga...”, por su alegría y compañía siempre. A la familia Morales Quiceno por su apoyo y cariño. A Grethel, Diana, Orlando, Miguel, Andrea, Ingrid, Jhonny y Sofi, por los momentos compartidos. Finalmente, un agradecimiento también a todas aquellas personas que quizás no mencioné pero que me acompañaron en este trayecto.

## PRESENTACIÓN

Esta tesis tiene como objetivo estudiar los principales factores de riesgo de cáncer de pulmón: el consumo de tabaco y la exposición a radón residencial.

El consumo de tabaco es el factor de riesgo prevenible que más muertes produce en el mundo (1). Se asocia causalmente con patologías que generan una importante carga de morbilidad y mortalidad a nivel poblacional, como los tumores malignos, las enfermedades cardiometabólicas y las respiratorias (2). En América Latina y el Caribe, el consumo de tabaco es responsable de aproximadamente un millón de muertes al año (3).

El radón es el segundo factor de riesgo en el desarrollo de cáncer de pulmón después del tabaco y el primero en nunca fumadores (4–6). El radón es un gas noble incoloro, inodoro e insípido (7). Numerosos estudios han asociado la exposición ocupacional y domiciliaria al gas radón con un mayor riesgo de desarrollar cáncer de pulmón, atribuyéndose a su exposición entre un 6 y un 18% de los casos (5,8–11).

En 2008 el Convenio Marco de la Organización Mundial de la Salud para el Control del Tabaco, introdujo seis medidas de control conocidas como paquete MPOWER, acrónimo en inglés de las seis

intervenciones que lo forman. Estas intervenciones están orientadas a prevenir y erradicar el consumo de tabaco en la sociedad. La primera intervención del paquete MPOWER es la monitorización que entendida como la vigilancia del consumo de tabaco, se apoya en datos periódicos representativos a nivel nacional sobre los indicadores clave del consumo de tabaco en jóvenes y adultos (1).

No obstante, a día de hoy la monitorización de indicadores como las prevalencias de consumo de tabaco y de la mortalidad atribuida a su consumo es infrecuente en América del Sur; mientras que en países como Estados Unidos y Canadá se han implementado sistemas de vigilancia de la prevalencia de consumo, principalmente a partir de encuestas, como, el *Behavioral Risk Factor Surveillance System (BRFSS)* en Estados Unidos o de estimación periódica de la mortalidad atribuida (12,13).

Con relación al radón, conocer el nivel de exposición a este gas a nivel poblacional es frecuente en Europa y Norteamérica, donde se disponen de mapas que permiten aproximar la exposición a radón en domicilios. Estos mapas son una herramienta útil para definir áreas de riesgo (14). Para reducir el riesgo de cáncer de pulmón asociado a la exposición poblacional a radón lo más importante es determinar la concentración de radón en los domicilios y, en caso de ser éste elevado, mitigarlo (7). Que se sepa, ningún país de América del Sur

dispone de mapas que permitan caracterizar la exposición a radón residencial.

Esta tesis pretende dar respuesta a los siguientes objetivos:

1. Identificar los estudios que hayan estimado la carga de mortalidad asociada al consumo de tabaco y la exposición a radón en América del Sur y evaluar la calidad de las estimaciones.
2. Identificar los estudios que hayan caracterizado la exposición a radón a nivel poblacional en América del Sur, tanto en población general como en poblaciones específicas y las regulaciones o planes gubernamentales implantados.
3. Estimar la prevalencia de consumo de tabaco y su impacto en términos de mortalidad en Colombia. Además de valorar la posibilidad de hacer extensiva la metodología a otros países de América del Sur.
4. Realizar un mapa piloto descriptivo de la exposición a radón residencial en el municipio de Manizales, Colombia, y estimar la mortalidad por cáncer de pulmón atribuible a la exposición a radón.
5. Analizar la evolución del consumo de tabaco en Colombia a partir de la reconstrucción y la proyección de prevalencias.

Esta tesis, pretende ser un referente en el conocimiento científico en relación con el consumo de tabaco y la exposición a radón y su impacto en la carga de mortalidad en América del Sur.

Esta tesis ha sido estructurada en nueve capítulos.

El primer capítulo es la introducción en donde se presenta la contextualización sobre los factores de riesgo que se abordan en todo el documento. Así, sobre el tabaco, se presenta la epidemiología de su consumo en el mundo, en América del Sur y en Colombia; y, sobre el radón residencial, su definición, la medición de la exposición, la utilidad de los mapas de radón y los estudios realizados sobre radón y cáncer de pulmón en el mundo, en América del Sur y en Colombia.

El segundo capítulo presenta la justificación junto con los objetivos principal y específicos de esta tesis doctoral.

En el tercer capítulo se presenta la metodología empleada para el logro de los objetivos de la tesis.

El cuarto capítulo corresponde a los resultados de los seis artículos (cuatro publicados y dos en evaluación) que son el resultado de esta investigación. El primer artículo es una revisión sistemática de la literatura científica publicada sobre mortalidad atribuida al consumo

de tabaco en América del Sur. El segundo artículo corresponde a una revisión sistemática de la literatura científica publicada sobre la exposición a radón residencial en países de América del Sur. El tercer artículo se centra en la estimación de la mortalidad atribuida al consumo de tabaco en Brasil en el año 2016. El cuarto artículo presenta el análisis de la evolución de las tasas de mortalidad por cáncer de pulmón en Colombia en el periodo 1985-2018. El quinto artículo se centra en la estimación de la mortalidad atribuida al consumo de tabaco en Colombia en el periodo 1985-2018. El sexto artículo presenta los resultados de un estudio piloto orientado a la determinación de las concentraciones del gas radón en viviendas del municipio de Manizales, Colombia.

El quinto capítulo se dirige a la discusión de los resultados obtenidos en esta tesis doctoral.

El sexto capítulo resume las conclusiones de este trabajo.

El séptimo capítulo resume las implicaciones de la tesis.

El octavo capítulo presenta las referencias bibliográficas utilizadas.

Por último, el noveno capítulo recoge la información de los anexos.

*Nota: esta es una tesis doctoral en la modalidad de compendio por artículos. Estos artículos han sido publicados recientemente en revistas internacionales como se presenta a continuación.*

El primer y segundo artículo son revisiones sistemáticas. El primero es una revisión sistemática sobre mortalidad atribuida al consumo de tabaco en América del Sur publicado en *Journal of Global Health*, revista de primer cuartil con un factor de impacto de 4,413 ocupando la posición 22/176. La segunda revisión sistemática tiene como objetivo conocer la evidencia sobre la exposición a radón residencial y las normas existentes sobre su control en los países de América del Sur y fue publicada en *International Journal of Environmental Research and Public Health*, revista de segundo cuartil con un factor de impacto de 3,390 ocupando la posición 42/176. Ambas revistas son del área de conocimiento de salud pública, ocupacional y ambiental en *Journal Citation Reports*.

El tercer artículo presenta la estimación de la mortalidad atribuida al consumo de tabaco en Brasil. Este trabajo fue publicado en la Revista Brasileira de Epidemiologia; revista de segundo cuartil, con factor de impacto de 0,687 y ocupa la posición 209/560 de las revistas de salud pública, ocupacional y ambiental en *Scimago Journal Rank*.

En el cuarto artículo se analiza la evolución de la mortalidad por cáncer de pulmón en Colombia en el período 1985-2018, y se encuentra en evaluación en la Revista Panamericana de Salud Pública, revista del cuarto cuartil con un factor de impacto de 0,31 ocupando la posición 145/176 del área de salud pública, ocupacional y ambiental en *Journal Citation Reports*.

En el quinto artículo se presenta la estimación de la mortalidad anual atribuida al consumo de tabaco en Colombia en el periodo 1985-2018. Este trabajo se encuentra en evaluación en la Revista Salud Pública de México, revista del tercer cuartil con un factor de impacto de 0,67 ocupando la posición 108/176 del área de salud pública, ocupacional y ambiental en *Journal Citation Reports*.

En el sexto artículo se presentan los resultados de la medición de la exposición a radón residencial en el municipio de Manizales, Colombia, y fue publicado en *International Journal of Environmental Research and Public Health*, en *Journal Citation Reports*, revista de segundo cuartil con un factor de impacto de 3,390 ocupando la posición 42/176 del área de conocimiento de salud pública, ocupacional y ambiental en *Journal Citation Reports*.

Artículo de la tesis	Título del artículo	Nombre de la revista	Categoría*	Factor de impacto
1º artículo	<i>Smoking-attributable mortality in South America: A systematic review</i>	Journal of Global Health	Q1 (JCR)	4,413
2º artículo	<i>Residential Radon in Central and South America: A Systematic Review</i>	International Journal of Environmental Research and Public Health	Q2 (JCR)	3,390
3º artículo	Mortalidad atribuida al consumo de tabaco en Brasil, 2016	Revista Brasileira de Epidemiologia	Q2 (SJR)	0,687
4º artículo (en evaluación)	Mortalidad por cáncer de pulmón en Colombia, 1985-2018	Revista Panamericana de Salud Pública	Q4 (JCR)	0,31
5º artículo (en evaluación)	Mortalidad atribuida al consumo de tabaco en Colombia, 1985-2018: estimación anual y análisis de tendencia	Revista Salud Pública de México	Q3 (JCR)	0,67
6º artículo	<i>Residential Radon in Manizales, Colombia: Results of a Pilot Study</i>	International Journal of Environmental Research and Public Health	Q2 (JCR)	3,390

**Tabla 1. Compendio de artículos incluidos en la tesis doctoral, revistas en las que se han publicado e indicadores de calidad de la revista.**

\*Categoría según los índices citacionales *Journal Citation Reports (JCR)* o *Scimago Journal Rank (SJR)*.

En lo que respecta a la participación en el desarrollo de los artículos publicados, en todos los artículos la doctoranda fue responsable de la concepción y planificación de los estudios; del análisis e

interpretación de los resultados; de la redacción de la primera versión de los manuscritos y de la edición de las versiones posteriores hasta llegar al documento final.

Además de lo anterior, en específico a las dos revisiones sistemáticas “Smoking-attributable mortality in South America: A systematic review” y “Residential Radon in Central and South America: A Systematic Review”, la doctoranda fue la responsable de realizar la búsqueda bibliográfica inicial y fue una de las revisoras que verificaron que los estudios seleccionados cumplieran con los criterios de inclusión y exclusión. En los artículos “Mortalidad por cáncer de pulmón en Colombia, 1985-2018” y “Mortalidad atribuida al consumo de tabaco en Colombia, 1985-2018: estimación anual y análisis de tendencia”, la doctoranda se encargó de la extracción y procesamiento de todas las bases de datos de defunciones asociadas con el consumo de tabaco del Departamento Administrativo Nacional de Estadística de Colombia, según los requisitos para realizar las estimaciones en ambos. En el artículo “Mortalidad atribuida al consumo de tabaco en Brasil, 2016”, la doctoranda contribuyó en el procesamiento de los datos necesarios para llevar a cabo la estimación. Por último, en el artículo “Residential Radon in Manizales, Colombia: Results of a Pilot Study”, la doctoranda realizó el trabajo de campo que consistió en la distribución y entrega de los detectores de radón, el seguimiento del estado de los detectores durante el tiempo que estuvieron en los

domicilios de los participantes y coordinó la recogida de los detectores.

En ninguno de los artículos incluidos en esta tesis doctoral existe conflicto de interés de la candidata doctoral ni de ninguno de los coautores de los mencionados trabajos. En lo concerniente con el estudio de radón en la ciudad de Manizales (Colombia), este componente de la tesis fue financiado por el Laboratorio de Radón de Galicia y por la Vicerrectoría de Investigaciones y Posgrados de la Universidad de Caldas (Colombia). El estudio de la mortalidad atribuida al consumo de tabaco en Colombia forma parte de un proyecto financiado por el Instituto de Salud Carlos III (nº PI19/00288). Los financiadores no participaron de modo alguno en los estudios.

## **Carga de mortalidad atribuida al consumo de tabaco y a la exposición a radón residencial en América del Sur**

### **RESUMEN**

El consumo de tabaco es el factor de riesgo prevenible que más muertes causa en el mundo. Se ha comprobado que el consumo de tabaco produce afectaciones en prácticamente todos los órganos y sistemas corporales humanos, en tanto está confirmada su asociación causal con enfermedades cardiometabólicas, enfermedades respiratorias y tumores malignos. Con relación a estos últimos, cobra especial relevancia el papel del consumo de tabaco como principal factor de riesgo del cáncer de pulmón. El radón interior (radón 222) es el segundo factor de riesgo en el desarrollo del cáncer de pulmón después del consumo de tabaco, y el primero en personas que nunca han fumado.

En América del Sur, los estudios que dan cuenta de la prevalencia de consumo de tabaco, de la exposición a radón residencial y del impacto de éstos en la mortalidad en la población son escasos. La información de la que se dispone es aislada, obsoleta, y sin periodicidad definida. No hay claridad sobre la evolución de la epidemia tabáquica ni sobre las tendencias en la mortalidad atribuida al consumo de tabaco. Las fuentes de datos empleadas en los estudios disponibles no están suficientemente caracterizadas y la calidad de las pocas estimaciones existentes es variable. En relación con el radón residencial, es

infrecuente disponer de estudios que caractericen su exposición y los estudios realizados incluyen un número limitado de mediciones y no garantizan la representatividad poblacional de las mismas. Ninguno de los países de América del Sur cuenta con una acción pública global dirigida a abordar el problema del radón residencial, ni tampoco con un enfoque legislativo unificado para combatir su presencia.

Los resultados de esta tesis permiten aproximar cual es la carga de mortalidad asociada al consumo de tabaco en Colombia y en Brasil. Además de aproximar cómo ha sido la evolución de la epidemia tabáquica en Colombia a partir del análisis detallado de la mortalidad por cáncer de pulmón.

La carga de mortalidad atribuida al consumo de tabaco en Colombia y en Brasil varía entre el 11 y el 14% de la mortalidad observada, respectivamente. Estas muertes se atribuyen mayoritariamente a la enfermedad pulmonar obstructiva crónica y a la enfermedad cardíaca isquémica.

En Colombia, la tendencia de la mortalidad por cáncer de pulmón y de la mortalidad atribuida al consumo de tabaco entre 1985 y 2018 son decrecientes en la población de 35 a 64 años de ambos sexos. En el grupo de mayor edad, la mortalidad atribuida al consumo de tabaco mostró una tendencia creciente hasta 1995 en las mujeres y hasta 2006

en los hombres, para luego descender o estabilizarse en los años siguientes.

En el marco de esta tesis, se ha valorado por primera vez en un municipio de Colombia la exposición a radón residencial.

Los resultados de esta tesis nos permiten mejorar el conocimiento epidemiológico de los dos principales factores de riesgo del cáncer de pulmón: el consumo de tabaco y la exposición a radón residencial. También conocer la carga de mortalidad por tumores malignos, enfermedades cardiometabólicas y respiratorias asociadas al consumo de tabaco.

Se hace necesario realizar más estudios orientados a actualizar las estimaciones de mortalidad por cáncer de pulmón y el impacto del consumo de tabaco sobre la salud de la población en la mayoría de los países de América del Sur. Los sistemas de vigilancia deben implementarse o fortalecerse utilizando datos estandarizados, comparables, representativos a nivel nacional, y publicados periódicamente. En relación con el radón residencial, se resalta la necesidad de promover el conocimiento de este gas como factor de riesgo para el cáncer de pulmón en América del Sur, tanto por parte de los gestores sanitarios como de la población general. Así mismo, es

ALEXANDRA GIRALDO OSORIO

necesario avanzar con la caracterización del radón interior principalmente en Colombia y otros países de América del Sur.

**Palabras clave:** tabaco, radón, prevalencia, mortalidad, análisis de regresión, tendencias.

## Glosario de abreviaturas

<b><sup>222</sup>Rn:</b>	Radón residencial.
<b>BRFSS:</b>	<i>Behavioral Risk Factor Surveillance System.</i>
<b>CIE:</b>	Clasificación Internacional de Enfermedades.
<b>CMCT OMS:</b>	Convenio Marco de la Organización Mundial de la Salud para el Control del Tabaco.
<b>COVID-19:</b>	Enfermedad del coronavirus 2019.
<b>DANE:</b>	Departamento Administrativo Nacional de Estadística.
<b>ECV:</b>	Encuesta Nacional de Calidad de Vida.
<b>ENAC:</b>	Entidad Nacional de Acreditación.
<b>ENFREC:</b>	Estudio Nacional de Factores de Riesgo de Enfermedades Crónicas.
<b>ENT:</b>	Enfermedades no transmisibles.
<b>EPA:</b>	Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos.
<b>EPOC:</b>	Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica.
<b>EURATOM:</b>	Comunidad Europea de la Energía Atómica.
<b>FAP:</b>	Fracción atribuida poblacional.

- IARC:** Agencia Internacional para la investigación en Cáncer.
- ICRP:** Comisión Internacional de Protección Radiológica.
- IC:** Intervalo de confianza.
- ITP:** Protocolo para la eliminación del comercio ilícito de productos de tabaco.
- JCR:** *Journal Citation Reports.*
- MA:** Mortalidad atribuida.
- MO:** Mortalidad observada.
- MPOWER:** *Monitor* (vigilar el consumo de tabaco y las medidas de prevención); *Protect* (proteger a la población del humo de tabaco); *Offer* (ofrecer ayuda para el abandono del tabaco); *Warn* (advertir de los peligros del tabaco); *Enforce* (hacer cumplir las prohibiciones sobre publicidad); *Raise* (promoción y patrocinio; y aumentar los impuestos al tabaco).
- MSPS:** Ministerio de Salud y Protección Social de Colombia.
- ODS:** Objetivos de Desarrollo Sostenible.
- OMS:** Organización Mundial de la Salud.

<b>OPS:</b>	Organización Panamericana de la Salud.
<b>PRISMA:</b>	<i>Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Metaanalyses.</i>
<b>RIA:</b>	Ruta Integral de Atención en Salud.
<b>RR:</b>	Riesgo relativo.
<b>SIR:</b>	<i>Smoking Impact Ratio.</i>
<b>SJR</b>	<i>Scimago Journal Rank.</i>
<b>UNSCEAR:</b>	Comité Científico de las Naciones Unidas sobre los Efectos de la Radiación Atómica.



## Índice de las publicaciones incluidas en esta tesis

Tesis por compendio de publicaciones indexadas en *Journal Citation Reports* (artículo 41 del Reglamento de Estudios de Doctorado de la Universidad de Santiago de Compostela):

- 1. Giraldo-Osorio A**, Pérez-Ríos M, Rey-Brandariz J, Varela-Lema L, Montes A, Rodríguez-R A, Mourino N, Ruano-Ravina A. Smoking-attributable mortality in South America: A systematic review. *Journal of Global Health* 2021;11:04014. <https://doi.org/10.7189/jogh.11.04014>
- 2. Giraldo-Osorio A**, Ruano-Ravina A, Varela-Lema L, Barros-Dios JM, Pérez-Ríos M. Residential Radon in Central and South America: A Systematic Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 2020;17(12),4550. <https://doi.org/10.3390/ijerph17124550>
- 3. Giraldo-Osorio A**, da Silveira Moreira R, Albuquerque Neto P, Santiago-Pérez MI, Rey J, Mourino N, Montes Martínez A, Ruano-Ravina A, Pérez-Ríos M. Mortalidad atribuida al consumo de tabaco en Brasil, 2016. *Revista Brasileira de Epidemiologia*. 2021; 24: e210007. <http://dx.doi.org/10.1590/1980-549720210007>

- 4. Giraldo-Osorio A**, Ruano-Ravina A, Pérez-Ríos M, Varela-Lema L, Barros-Dios JM, Arias-Ortiz NE. Residential Radon in Manizales, Colombia: Results of a Pilot Study. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 2021;18, 1228.

<https://doi.org/10.3390/ijerph18031228>

Artículos en evaluación:

- 5. Giraldo-Osorio A**, Ruano-Ravina A, Rey Brandariz J, Arias-Ortiz NE, Candal-Pedreira C, Pérez-Ríos M. Mortalidad por cáncer de pulmón en Colombia, 1985-2018.

- 6. Giraldo-Osorio A**, Ruano-Ravina A, Santiago-Pérez MI, Rey-Brandariz J, Arias-Ortiz N, Candal-Pedreira C, Montes Martínez A, Pérez-Ríos M. Mortalidad atribuida al consumo de tabaco en Colombia, 1985-2018: estimación anual y análisis de tendencia.

# ÍNDICE

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN.....	41
1.1 Tabaco y salud.....	43
1.1.1 Estudio epidemiológico del consumo de tabaco: fases de la epidemia tabáquica.....	43
1.1.2 Impacto del consumo de tabaco en la salud: los informes del <i>Surgeon General</i> sobre tabaco y salud .....	48
1.1.3 Convenio Marco de la OMS para el Control del Tabaco (CMCT OMS).....	50
1.1.4 Epidemiología del consumo de tabaco en el mundo .....	57
1.1.5 Epidemiología del consumo de tabaco en América del Sur .....	57
1.1.6 Epidemiología del consumo de tabaco en Colombia.....	58
1.1.7 Leyes del control del consumo de tabaco en Colombia.....	62
1.2 Radón residencial y salud .....	65
1.2.1 ¿Qué es el radón?.....	65
1.2.2 Medición de las concentraciones de radón .....	67
1.2.3 Mapas de radón .....	68
1.2.4 Estudios sobre radón y cáncer de pulmón en el mundo, en América del Sur y en Colombia.....	70
1.2.5 Legislación para el control del radón residencial en América del Sur .....	74
CAPÍTULO 2. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN Y OBJETIVOS .....	79
CAPÍTULO 3. MÉTODOS.....	85

3.1 Revisiones sistemáticas.....	87
3.2 Estimación puntual de MA al consumo de tabaco .....	89
3.3 Análisis de series temporales de la mortalidad .....	91
3.4 Análisis de series temporales de la mortalidad atribuida.....	92
3.5 Estudio trasnsversal sobre la exposición a radón residencial ...	94
3.6 Aspectos éticos de la investigación .....	96
CAPÍTULO 4. RESULTADOS .....	97
CAPÍTULO 5. DISCUSIÓN.....	119
5.1 Discusión de la hipótesis.....	121
5.2 Discusión del método .....	122
5.3 Discusión de los resultados .....	128
5.4 Ventajas.....	142
5.5 Limitaciones.....	144
CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES.....	147
CAPÍTULO 7. IMPLICACIONES .....	153
CAPÍTULO 8. REFERENCIAS .....	161
CAPÍTULO 9. Anexos .....	185
9.1 Anexo 1. Conformación de las Américas y sus subregiones.....	187
9.2 Anexo 2: Estudios y encuestas de consumo de tabaco en adultos en Colombia, 1971-2020 .....	189
9.3 Anexo 3: Aprobación del proyecto por parte del Comité de Bioética de la Universidad de Caldas (Colombia).....	194
9.4 Anexo 4. Aprobación del plan de investigación por la Comisión Académica del Doctorado .....	195

9.5	Anexo 5: Consentimiento informado. Estudio piloto de exposición a radón residencial en Manizales, Colombia.....	196
9.6	Anexo 6: Cuestionario. Estudio piloto de exposición a radón residencial en Manizales, Colombia .....	198
9.7	Anexo 7: Policy Brief. Radón residencial en Manizales, Colombia: resultados de un estudio piloto.....	200
9.8	Anexo 8. Comunicaciones presentadas en congresos nacionales e internacionales.....	201
9.9	Anexo 9. Otras publicaciones en temas relacionados con la tesis. Participación en co-autoría.....	204
9.10	Anexo 10. Permiso de la figura 1 incluida en la tesis (material procedente de la revista <i>Tobacco Control</i> ) .....	205
9.11	Anexo 11. Autorizaciones de las revistas para incluir los artículos publicados en la tesis.....	211
9.12	Anexo 12. Artículos publicados incluidos en la tesis.....	215
9.12.1	Artículo 1. Smoking-attributable mortality in South America: A systematic review.....	215
9.12.2	Artículo 2. Residential Radon in Central and South America: A Systematic Review.....	216
9.12.3	Artículo 3. Mortalidad atribuida al consumo de tabaco en Brasil, 2016 .....	217
9.12.4	Artículo 4: Mortalidad por cáncer de pulmón en Colombia, 1985-2018.....	218
9.12.5	Artículo 5. Mortalidad atribuida al consumo de tabaco en Colombia, 1985 – 2018: estimación anual y análisis de tendencia.....	235
9.12.6	Artículo 6. Residential Radon in Manizales, Colombia: Results of a Pilot Study.....	264



# **CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN**



## INTRODUCCIÓN

Nota aclaratoria: antes de continuar con la lectura de esta tesis, se sugiere que aquellas personas que no estén familiarizadas con la agrupación de países en las subregiones del continente americano se remitan al Anexo 1. Esto, para que puedan tener claridad cuando se haga referencia a las subregiones o al continente como tal en la descripción de diferentes estudios.

### 1.1 Tabaco y salud

#### 1.1.1 Estudio epidemiológico del consumo de tabaco: fases de la epidemia tabáquica

El consumo de tabaco es el factor de riesgo prevenible que más muertes causa en el mundo (1). Desde la década de 1920, ligado al aumento de la mortalidad entre los fumadores, el tabaco se ha convertido en uno de los factores de riesgo para la salud más estudiados (15). Se ha comprobado que el consumo de tabaco causa afectaciones en prácticamente todos los órganos y sistemas corporales humanos (2). Es el factor etiológico responsable de cerca de una cuarta parte de las muertes por cáncer (16). Además el tabaco se sitúa como el único factor de riesgo común de las principales enfermedades no transmisibles (ENT) e impone una considerable carga a las economías nacionales (17), a los hogares, particularmente a los más pobres y vulnerables (18), y al medio ambiente (19).

La caracterización del consumo de tabaco en una población desde el punto de vista de la epidemiología se basa principalmente en el estudio de la prevalencia de su consumo y características relacionadas (consumo per cápita, patrones por sexo, grupos de edad, entre otros), y en la estimación de su impacto en la mortalidad.

La prevalencia de consumo de tabaco es un indicador valioso que permite aproximar la carga sanitaria y económica del consumo del tabaco para la sociedad, y también informa al proceso de elaboración de políticas y fundamenta la necesidad de actuar (20). El control rutinario y periódico de este indicador es necesario para evaluar el impacto de la aplicación del Convenio Marco de la Organización Mundial de la Salud para el Control del Tabaco (CMCT OMS) (20).

Por su parte valorar el impacto que el consumo de tabaco tiene en la mortalidad de la población, permite analizar el progreso de la epidemia tabáquica desde un punto de vista complementario al de la prevalencia (21). El análisis de la carga de mortalidad asociada al consumo de tabaco no se realiza a partir del análisis de los certificados de defunción, si no que se lleva a cabo una estimación basada en la aceptación de diferentes supuestos (22). Los métodos utilizados con mayor frecuencia en la estimación de la MA se pueden clasificar en basados en la prevalencia y no basados en la prevalencia de consumo de tabaco. Mientras que la aplicación de un método basado en la prevalencia está sujeta al conocimiento de la prevalencia del consumo de tabaco en una población determinada, la aplicación de un método

no basado en la prevalencia depende de las tasas de mortalidad por cáncer de pulmón (22). El cáncer de pulmón se erige como un marcador de la evolución de la epidemia tabáquica, debido a que el consumo de tabaco es su factor de riesgo más importante (23).

Desde una perspectiva especialmente epidemiológica, López, Collishaw y Piha propusieron un modelo de evolución de la epidemia tabáquica. Este modelo describe cómo evoluciona la prevalencia de consumo de tabaco y la mortalidad atribuida (MA) en una población de un país desarrollado en un siglo. Los autores definieron cuatro fases en la epidemia tabáquica a nivel poblacional (24).

La fase I, de no más de dos décadas de duración, corresponde al inicio de la epidemia tabáquica en una población. En esta fase la prevalencia de consumo de tabaco en hombres es baja y muy baja en mujeres, al igual que el consumo per cápita. El impacto del tabaco en la morbilidad y mortalidad a lo largo del tiempo aún no es evidente.

La fase II, que se extendería de dos a tres décadas, se caracteriza por marcados incrementos en la prevalencia de consumo en hombres, hasta valores máximos; aumento de la prevalencia en las mujeres; incremento del consumo per cápita y de la mortalidad. En esta etapa aproximadamente el 10% de las muertes en hombres son atribuibles al consumo de tabaco.

En la fase III se observa un descenso en la prevalencia del consumo de tabaco en hombres y una fase de aumento, hasta estabilizarse, en la

prevalencia en mujeres; esto produce un acortamiento de la diferencia en la prevalencia entre hombres y mujeres. Se observa un incremento del consumo per cápita, a pesar del descenso en la prevalencia. Lo más llamativo de esta fase es el aumento de la mortalidad atribuida al consumo de tabaco que pasa del 10% a cerca del 30% de la mortalidad observada en hombres. En las mujeres, la carga de mortalidad atribuida al tabaco es baja (alrededor del 5% de todas las muertes).

Durante la fase IV, la prevalencia de consumo de tabaco empieza a descender lentamente en ambos sexos. La mortalidad asociada al consumo de tabaco alcanza su máximo en hombres y comienza a descender progresivamente, mientras que la MA en mujeres aumenta rápidamente hasta su máximo (20% a 25% de todas las muertes) y después comienza a descender. Este modelo, se ilustra en la figura 1.

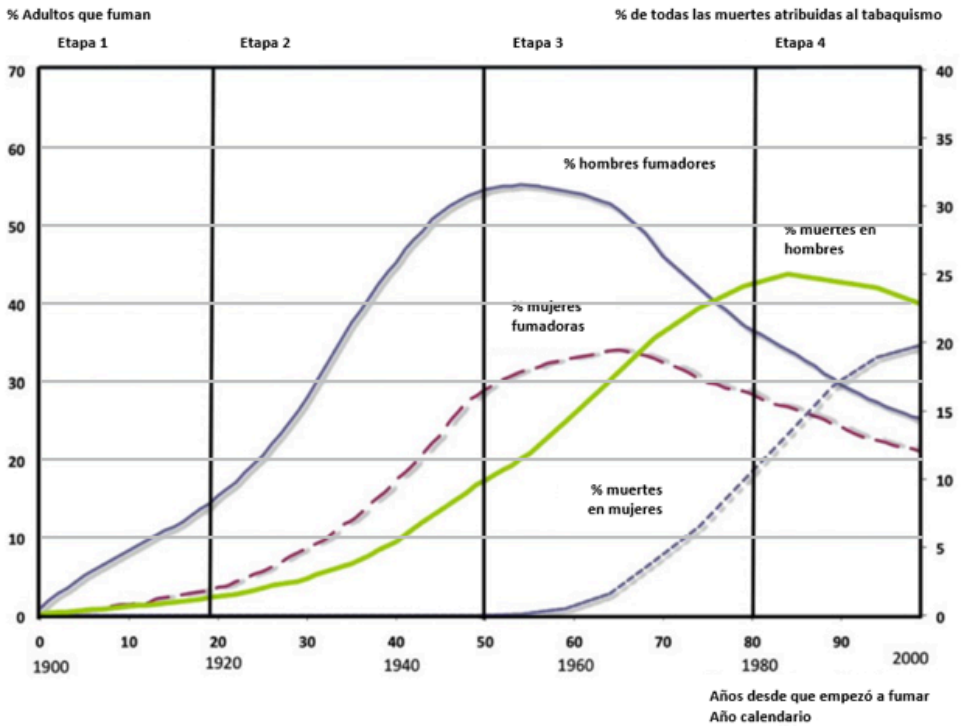


Figura 1. Las cuatro etapas del modelo de la epidemia tabáquica en los países desarrollados. Fuente: Thun y cols. (25).

De acuerdo con este modelo de evolución de epidemia tabáquica, cada país debería disponer de información sobre dos indicadores: la prevalencia de consumo de tabaco y la MA a su consumo para así poder conocer el comportamiento de este factor de riesgo en la población y planificar las diferentes estrategias de intervención.

### **1.1.2 Impacto del consumo de tabaco en la salud: los informes del *Surgeon General* sobre tabaco y salud**

Con el paso del tiempo se ha ido avanzando en el conocimiento del impacto del consumo de tabaco en la salud. Actualmente, el tabaco se asocia causalmente con 22 subgrupos de enfermedades o entidades nosológicas individuales (2).

Para evaluar el impacto del consumo de tabaco en la salud se dispone de múltiples estudios, que diferentes organismos toman como fuente de información para avanzar en el establecimiento de la causalidad en la relación tabaco-mortalidad. Uno de estos estudios son los informes publicados por el *Surgeon General (SG)* de los Estados Unidos, que se sitúan como la fuente principal de evidencia.

El primer informe del *SG* sobre el impacto del tabaco en la salud fue publicado en 1964 y desde entonces hasta el año 2021, se han publicado tres informes monográficos más en los años 1989, 2004 y 2014.

El primer informe confirmó la relación causal con el cáncer de pulmón (en hombres), de labio, de cavidad oral y de laringe (26). Desde entonces el establecimiento de la relación causal entre consumo de tabaco y diferentes enfermedades ha aumentado. En la tabla 2 se resumen las patologías asociadas causalmente con el consumo de tabaco y el año de establecimiento de la relación causal.

Causas de muerte	CIE-9	CIE-10	Año de confirmación
<b>Tumores malignos</b>			
Tráquea-bronquios-pulmón	162	C33-34	1964 (1967: mujeres)
<b>Otros cánceres</b>			
Labio, cavidad oral, faringe	140-149	C00-14	Labio y cavidad oral: 1964. Faringe: 2004
Esófago	150	C15	1982
Estómago	151	C16	2004
Páncreas	157	C25	1982
Laringe	161	C32	1964
Cuello de útero	180	C53	2001
Riñón y pelvis renal	189	C64-65	1982
Vejiga	188	C67	1990
Hígado	155	C22	2014
Colon y recto	153,154	C18-20	2014
Leucemia mieloide aguda	205.0 204-208	C92 C91-95	2001
<b>Enfermedades cardiometabólicas</b>			
Enfermedad isquémica del corazón	410-414, 429.2	I20-25	1979
Otras enfermedades del corazón			
Enfermedades reumáticas del corazón	390-398	I00-02, I05-09	1983
Enfermedades cardiopulmonares y otras formas de enfermedad cardíaca	415-417, 420-429.1, 429.3-429.9	I26-51	1983-1990
Enfermedades cerebrovasculares	430-438	I60-69	1989
Enfermedades de arterias, arteriolas y capilares			
Aterosclerosis	440	I70	1983

Aneurismas y otras	441-448	I71-78	1983
Diabetes mellitus	250	E10-14	2014
<b>Enfermedades respiratorias</b>			
Bronquitis crónica*/EPOC	490-492, 496 490-494,496	J40-44	1984
Influenza, neumonía	480-487	J09-18	1990
Tuberculosis	010-018	A15- A19	2014

**Tabla 2. Causas de mortalidad y año de confirmación de su asociación causal con el consumo de tabaco, según informes del *Surgeon General*. Correspondencia con los códigos de la Clasificación Internacional de Enfermedades 10ª revisión (CIE-10).**

\*La enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) no se reconoció como una entidad clínica diferenciada en una serie de informes desde 1964 hasta 1984 (27). Ésta se conoció con diferentes nombres: bronquitis crónica, enfisema, enfermedad pulmonar obstructiva crónica del pulmón y enfermedad broncopulmonar obstructiva crónica, entre otros (2,28,29).

Fuente: elaboración propia

### **1.1.3 Convenio Marco de la OMS para el Control del Tabaco (CMCT OMS)**

El CMCT OMS entró en vigor en 2005 con el objetivo de promover una respuesta política internacional contra la epidemia tabáquica. Es el primer tratado internacional de salud pública negociado bajo los auspicios de la OMS (30) que contiene medidas para combatir la epidemia tabáquica. En enero de 2021, el tratado había sido adoptado por 181 estados miembros de la OMS, cubriendo así a más del 90% de la población mundial (31).

El CMCT OMS tiene como objetivo proteger a las generaciones presentes y futuras contra las devastadoras consecuencias sanitarias, sociales, ambientales y económicas del consumo de tabaco y de la exposición al humo generado en su combustión. Para ello, establece un marco para que los países miembros implementen medidas de control sobre toda la cadena productiva del tabaco, desde el cultivo de la hoja hasta su consumo final, en el ámbito nacional con el fin de reducir de manera continua y sustancial la prevalencia de su consumo (32).

En 2008 el CMCT OMS introdujo las seis medidas de control conocidas como paquete MPOWER, acrónimo en inglés formado por seis intervenciones. Estas intervenciones están orientadas a que los países pueden adoptar y aplicar políticas integrales de control del tabaco para prevenir la enorme carga resultante del consumo de tabaco y la exposición al humo ambiental de tabaco. Su finalidad es ayudar en la planificación, el establecimiento y la evaluación de alianzas nacionales e internacionales, y al mismo tiempo facilitar el acceso a los recursos financieros destinados a las actividades de control del tabaco (1). Las intervenciones para aplicar en los países son las siguientes:

- M (Monitor): vigilar el consumo y la aplicación de las políticas de control del tabaco.
- P (Protect): proteger a la población de la exposición al humo ambiental de tabaco.

- O (Offer): ofrecer ayuda para abandonar el consumo del tabaco.
- W (Warn): advertir sobre los peligros del tabaco.
- E (Enforce): hacer cumplir las prohibiciones sobre publicidad, promoción y patrocinio del tabaco.
- R (Raise): aumentar los impuestos al tabaco.

El CMCT OMS favoreció el aumento en el porcentaje de la población mundial protegida por al menos una medida eficaz de control del tabaco al más alto nivel de implementación (1). Este porcentaje aumentó del 15% en 2007 a más del 60% en 2018, ya que la mayoría de los países han logrado grandes avances en la implementación de medidas de control del tabaco desde que el tratado entró en vigor (33).

Adicionalmente, en el año 2018, en relación con el CMCT OMS, se introdujo el Protocolo para Eliminar el Comercio Ilícito de Productos de Tabaco, también conocido como Protocolo de Comercio Ilícito (ITP). En enero de 2021, 62 países miembros del CMCT OMS ya lo habían suscrito (31).

En un estudio que analizó las políticas de control del tabaco en el siglo XXI, se indicó que, pese a que se ha progresado en el control del tabaco durante los últimos veinte años, aún existen desafíos y varias medidas que deben implementarse para reducir la prevalencia del consumo de tabaco y la morbilidad y mortalidad atribuibles a éste. Los desafíos se relacionan con aumentar el precio de todos los productos

de tabaco a través de impuestos al tabaco, prohibir el uso de aditivos en los productos de tabaco, implementar el empaquetado genérico para todos los productos de tabaco y prohibir la participación de la industria tabacalera de las iniciativas de responsabilidad social empresarial. Al implementar estas medidas, los gobiernos y los formuladores de políticas de salud pública deben estar preparados para contrarrestar las tácticas de socavamiento de la industria tabacalera (31).

Para América Latina, se publicaron en el año 2021 los resultados de la adaptación y aplicación de cuestionario denominado “*Tobacco Control Scale*” (TCS). Este estudio tuvo como objetivo valorar el nivel de implementación de las políticas de control del tabaco en los países. Está formado por ocho dominios correspondientes a ocho políticas y tiene un puntaje máximo de 100 puntos. Los resultados arrojaron que Panamá, Uruguay y Ecuador son los líderes en políticas de control del tabaco en América Latina; mientras que Guatemala, Bolivia y República Dominicana han implementado un menor número de políticas de control del tabaco. Sin embargo, el control del tabaco en América Latina tiene margen de mejora ya que nueve países tienen un puntaje total inferior a 50 puntos. Los dominios de las políticas que se implementan de manera deficiente son el gasto público en el control y el tratamiento del consumo de tabaco, la interferencia de la industria tabacalera y el comercio ilícito de tabaco (34).

En el año 2020, los resultados de otro estudio realizado en 12 países de América Latina, mostró que las políticas de control de tabaco habían sido más exitosas en Brasil, que redujo la prevalencia de consumo más de la mitad desde 1980, y en Uruguay, cuya prevalencia de fumadores pasó de 40% en 2006 a 21,6% en 2017. Uruguay es actualmente el único país de América Latina que ha implementado el empaquetado neutro (35).

En el año 2017 se aprobó la Estrategia y Plan de Acción para Fortalecer el Control del Tabaco en las Américas 2018-2022 (en adelante Estrategia y Plan de Acción) (36). La Estrategia y Plan de Acción tuvo como objetivo general acelerar la aplicación del CMCT OMS, especialmente de los artículos referidos a las medidas que la OMS considera como “mejores inversiones”, es decir, las más eficaces en relación con su costo y que resultan más factibles de aplicar para prevenir las enfermedades no transmisibles. La Estrategia y Plan de Acción, está alineada con el Plan de Acción Mundial para la Prevención y el Control de las Enfermedades No Transmisibles 2013-2020 (37) y el Plan de Acción para la Prevención y el Control de las Enfermedades No Transmisibles en las Américas 2013-2019 (38), así como con la Agenda 2030 de las Naciones Unidas para el Desarrollo Sostenible (39).

Adicionalmente, en el 2017, se puso en marcha la ejecución del “Proyecto del CMCT OMS 2030”, para fortalecer la aplicación del

CMCT OMS y contribuir al logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) (32,40).

Una evaluación realizada en el año 2020 concluyó que, en las Américas, la aplicación del CMCT OMS sigue avanzando y que se han registrado importantes avances en el Caribe no hispanohablante, América del Sur y América del Norte en los últimos años (41). No obstante, estos avances son variables en función de la aplicación de las líneas estratégicas de acción y objetivos de la Estrategia y Plan de Acción, en cada uno de los países (36).

Preocupa la interferencia de la industria tabacalera ya que se mantiene como uno de los principales obstáculos a vencer, en particular durante la pandemia de COVID-19. La situación actual de pandemia crea una oportunidad y una obligación para redoblar los esfuerzos en el combate contra la epidemia tabáquica y para contribuir a alcanzar las metas de la Agenda 2030 de las Naciones Unidas para el Desarrollo Sostenible en las Américas (41).

En 2019, Romero-Torres y Henríquez-Mendoza (42) publicaron un análisis de los avances en el cumplimiento de las medidas contenidas en el paquete MPOWER del CMCT OMS en Colombia, Costa Rica, Ecuador y Perú. Identificaron que, en general, los cuatro países habían mostrado avances, no homogéneos, en la implementación de cada componente de las medidas MPOWER. Además, que los cuatro países, deben enfrentar desafíos en lo relacionado con desarrollar nuevas generaciones de líderes de control del tabaco; elevar el perfil

de control en los programas de salud; realizar campañas educativas aprovechando las nuevas tecnologías de comunicación; y desarrollar métodos de seguimiento más sofisticados para contrarrestar los esfuerzos de la industria tabacalera (42).

En el caso particular de Colombia, los esfuerzos deben focalizarse en reforzar las medidas con menor grado de avance. Entre ellas resalta la necesidad de actualizar estadísticas de prevalencia de consumo de tabaco y armonizarlas con los estándares internacionales (20); lograr el cumplimiento total de las normas que promueven espacios 100% libres de humo; consolidar la implementación del Programa para la Cesación del Consumo de Tabaco y Atención del Tabaquismo en el marco del Modelo Integral de Atención en Salud; avanzar hacia advertencias fuertes (hace referencia a advertencias gráficas que cubren al menos el 50% del paquete) y empaquetado neutro; lograr el cumplimiento total de las regulaciones a la publicidad indirecta del tabaco; y reforzar las medidas para disminuir la asequibilidad del tabaco (42).

Por otro lado, el país debe realizar un mejoramiento continuo del cumplimiento de los espacios libres de humo en universidades, cafeterías, bares, restaurantes y transporte público; avanzar en relación con la publicidad, la promoción y el patrocinio en los puntos de venta, especialmente de los pequeños comerciantes, haciendo énfasis en controlar la venta al menudeo y la publicidad dirigida a los niños.

Finalmente, Colombia ha de planear la medición de la prevalencia de consumo de tabaco de forma frecuente y con los estándares internacionales recomendados, y generar estrategias de control orientadas a las nuevas propuestas de la industria, como son los sistemas electrónicos de administración con nicotina (42).

### **1.1.4 Epidemiología del consumo de tabaco en el mundo**

Se estima que en todo el mundo unos 942 millones de hombres y 172 millones de mujeres mayores de 15 años fuman a diario (43). Los estudios de base poblacional orientados a estimar la prevalencia de consumo de tabaco y analizar su tendencia son frecuentes en los países desarrollados, donde se han implementado sistemas de vigilancia en los que el consumo de tabaco es uno de los indicadores monitorizados (1). En los países en vías de desarrollo los sistemas de vigilancia orientados a las enfermedades no transmisibles son infrecuentes. La evolución de la prevalencia de consumo de tabaco es desigual en función del nivel de desarrollo, también entre regiones y entre los países de las mismas regiones.

### **1.1.5 Epidemiología del consumo de tabaco en América del Sur**

Según el informe “Atlas del Tabaco: la epidemia en América Latina”, publicado 2018, la prevalencia de consumo de tabaco descendió en América Latina del 21,4% en 1980 a 11,0% en 2015. De igual forma, se observó un descenso en el número de fumadores pasando de 77,3 millones en 1980 a 69,1 millones en 2015 (43). Otro informe concluyó

que la prevalencia de consumo de tabaco no era homogénea en América del Sur e identificó a Chile como el país con la prevalencia de consumo de tabaco más alta (38,7%) y a Ecuador con la más baja (7,4%) (44).

Para la mayoría de los países de América del Sur, no están disponibles series de prevalencia de consumo de tabaco, ya sea para la población general o para grupos específicos. Esto imposibilita conocer cómo es o cómo ha sido la evolución de la epidemia tabáquica (43).

Se estima que, en América Latina y el Caribe, el consumo de tabaco es responsable de aproximadamente un millón de muertes al año (3). En América del Sur, la mayor carga MA al consumo de tabaco está asociada con enfermedades cardiovasculares (45). Este patrón de mortalidad es diferente al de los países europeos, donde en términos de MA, los tumores son el grupo de enfermedades al que más mortalidad se le atribuye asociada al consumo de tabaco (46).

### **1.1.6 Epidemiología del consumo de tabaco en Colombia**

En Colombia se dispone de estimación de prevalencias de consumo de tabaco desde 1971. Específicamente en la población adulta se dispone de 10 estudios entre los que se encuentran como los más representativos, por ser utilizadas para informes de organizaciones internacionales en salud o por contar con varias ediciones, los siguientes:

- El hábito de fumar cigarrillos en América Latina. Una encuesta en ocho ciudades (en Colombia se realizó en la ciudad de Bogotá D.C.): 1971 (47).
- Encuesta Nacional de Salud: 1977-1980 y 2007 (48).
- Encuesta sobre el uso de sustancias que producen dependencias: 1985 y 1987 (49).
- FUNDAFE: 1992 y 1996 (49).
- Estudio Nacional de Factores de Riesgo de Enfermedades Crónicas (ENFREC I) realizada en 1993 y ENFREC II, en 1998 (50).
- Tabaquismo en siete ciudades latinoamericanas (en Colombia se realizó en la ciudad de Bogotá D.C.): el estudio CARMELA 2004 (51).
- Estudio Nacional de Consumo de Sustancias Psicoactivas en Colombia: 2008, 2013 y 2019 (52–54).
- Encuesta Nacional de Calidad de Vida: 2016, 2017, 2018, 2019 y 2020 (55).
- Encuesta Nacional de Salud Mental: 2003 y 2015 (56,57).
- Encuesta Nacional de Salud Bucal IV: 1998 y 2014 (58).

A pesar de haber preguntas sobre el consumo de tabaco en casi todas los estudios y encuestas poblacionales para la salud en Colombia, los grupos de edad a estudio son diferentes, los marcos muestrales empleados en estos estudios no son comparables y hay una enorme variabilidad en cuanto a las preguntas empleadas para caracterizar a la población en función del consumo de tabaco (59). En relación con la edad, no se cuenta con una definición homogénea de “adultos” en los estudios y los rangos varían entre 10 años como la edad mínima establecida en dos de los estudios (49,55) y 80 años, como la edad máxima (55). También, hay estudios que no establecen censura superior de edad (49). Se presenta información detallada de cada estudio o encuesta en el Anexo 2.

Es por ello que los datos que figuran a continuación sobre la prevalencia de consumo de tabaco deben ser valorados teniendo en cuenta que la comparabilidad de las estimaciones es limitada.

Durante la década de los años 80 del pasado siglo el consumo de tabaco en adultos de 18 a 65 años, se incrementó en un 14% con respecto a la década de los 70 (60). A partir de entonces se observa un descenso en la prevalencia de consumo actual, que en global descendió casi 9 puntos porcentuales al pasar de 21,4% al 12,8% entre los años 1993 y 2007, en población de 18 a 69 años (61). Otros estudios también reflejan un descenso en población de 18 a 65 años, en la que la prevalencia pasó del 17,1% al 9,8% entre los años 2008 y 2019 respectivamente (52,53,62). En relación con el sexo, en todos los

estudios la prevalencia de consumo de tabaco fue más alta entre los hombres. El descenso en la prevalencia de consumo de tabaco se ha asociado con la implementación de diferentes leyes que regulan el consumo de tabaco como la Ley 1335 de 2009 (63).

Dado que en Colombia no se cuenta con prevalencias de consumo de tabaco desagregadas en las categorías de fumador, exfumador y nunca fumador actualizadas, no es posible emplear un método basado en prevalencias de consumo de tabaco para estimar la MA a su consumo (61). Por esto desde la década de los 80 se han aplicado en el país métodos independientes de prevalencia y hasta la fecha tres estudios han estimado la MA al consumo de tabaco a nivel nacional para los años 1985, 2004 y 2009 (60,61,64) y uno para la Región Caribe (Colombia), para el periodo 2009-2013 (65). Adicionalmente, dos estudios que aplicaron modelos de simulación, estimaron MA para los años 2013 y 2015 (66,67). Pese a disponer de estos estudios que han realizado estimaciones puntuales, no se dispone del conocimiento de la evolución de la MA al consumo de tabaco. Tampoco se cuenta con estimaciones de MA al consumo de tabaco actualizadas, ni que hayan incluido las cuatro enfermedades con relación causal establecida en el *Surgeon General* del 2014 (referente actual) (2).

### 1.1.7 Leyes del control del consumo de tabaco en Colombia

En Colombia, el Ministerio de Salud y Protección Social (MSPS), es la autoridad rectora de las políticas públicas en salud y punto focal del control de tabaco. El MSPS lidera la implementación de las intervenciones para la prevención y cesación del consumo de tabaco en el país, asumiendo el reto de posicionar, en los diversos ámbitos y escenarios, su control integral como prioridad de salud pública. La tabla 3 incluye las normas de nivel nacional destinadas a regular la publicidad, el etiquetado, la propaganda en televisión, la venta e importación, la creación de espacios libres de humo, la prevención de la exposición al humo del cigarrillo en ámbitos laborales y la prevención en general del consumo de tabaco. La tabla 4, por su parte, resume las principales normas orientadas a la cesación del consumo de tabaco en la población colombiana.

Normas y regulaciones	Tema que regula
Decreto 1188 de 1974	Por el cual se expide en Estatuto Nacional de Estupefacientes. *Si bien el tabaco no es una sustancia estupefaciente este decreto, en los artículos 18°, 19°, 20°, 21° y 57°, establece regulaciones sobre el etiquetado y la publicidad del tabaco.
Decreto 3430 de 1982	Por el cual se reglamentan los artículos 16, 18 y 20 del decreto ley 1188 de 1974 en relación con la propaganda comercial al consumo de alcohol, tabaco y cigarrillo. Establece que se debe hacer conocer al público que el consumo de tales productos es perjudicial y nocivo para la salud.
Resolución 4063 de 1982	Por la cual se reglamenta el decreto número 3430 de 1982 en relación con los anuncios de cigarrillos.

Normas y regulaciones	Tema que regula
Decreto 3446 de 1982	Establece que las etiquetas, envases o empaques de los bienes y servicios que sean nocivos para la salud, deben indicar claramente su nocividad, las condiciones o indicaciones necesarias para su correcta utilización, así como las contradicciones.
Resolución 07559 de 1984	Por medio de la cual se crea el Consejo Nacional de Cigarrillo y Salud.
Resolución 001075 de 1992	Establece que deberán incluirse dentro de las actividades de salud ocupacional, campañas específicas, tendientes a fomentar la prevención y control del tabaquismo.
Resolución 4225 de 1992	Establece el 31 de mayo como el Día Nacional sin Tabaco. Se recomienda la adopción de medidas y prohibición de la publicidad del tabaco. Recomienda asignar lugares específicos para fumadores.
Acuerdo 002 de 1995	Por medio del cual se reglamenta la comercialización en los canales regionales de televisión. Establece que "los anuncios de cigarrillos, tabacos y bebidas alcohólicas se realizarán de conformidad con las disposiciones del Ministerio de Salud, del Consejo Nacional de Estupefacientes y de la Comisión Nacional de Televisión". *La norma define la comercialización en los canales regionales de televisión como "la actividad conexas en el servicio, tendiente a garantizar la emisión de la publicidad a través de los canales de televisión".
Ley 633 de 2000	Se adiciona al artículo 420 del Estatuto Tributario el siguiente párrafo: "la venta e importación de cigarrillos y tabaco elaborado, nacionales y extranjeros, los cuales estarán gravados a la tarifa general..."
Decreto 1607 de 2002	Por el cual se modifica la tabla de clasificación de actividades económicas para el sistema general de riesgos profesionales y se dictan otras disposiciones. Se incluyó el riesgo de las empresas dedicadas al comercio al por menor de bebidas y productos del tabaco en establecimientos especializados, incluidas las cigarrerías. Esta norma está orientada a generar acciones para prevenir la exposición ocupacional a humo de cigarrillo en los trabajadores de las empresas que comercializan productos del tabaco al por menor, como bares, restaurantes, y cigarrerías que contaban en esa fecha con áreas para fumadores.
Ley 788 de 2002	Se grava con la tarifa 7% el tabaco en rama o sin elaborar y los desperdicios de tabaco.

**Tabla 3. Normas y regulaciones de alcance nacional sobre la publicidad y comercialización de productos del tabaco en Colombia**

Normas y regulaciones	Tema que regula
Ley 1109 de 2006	Por medio de la cual se aprueba el Convenio Marco de la Organización Mundial de la Salud para el Control del Tabaco (CMCT OMS). Este convenio insta a cada uno de los países miembros, a elaborar y difundir directrices apropiadas e integradas de basada evidencia científica para promover el abandono del consumo de tabaco y el tratamiento adecuado de la dependencia del tabaco.
Decreto 2871 de 2008	Por medio del cual fue promulgado el CMCT OMS.
Ley 1335 de 2009	Establece las disposiciones por medio de las cuales se previenen daños a la salud de los menores de edad, la población no fumadora y se estipulan políticas públicas para la prevención y el abandono al consumo de tabaco y sus derivados en la población colombiana.
Resolución 1841 de 2013	Adopta el Plan Decenal de Salud Pública 2012-2021. Ésta política plantea las metas y estrategias para atender los problemas y necesidades de salud relacionadas con las enfermedades no transmisibles y sus factores de riesgo, como el tabaquismo. Entre las metas asociadas se encuentran el disminuir la prevalencia y la oferta del tabaco e incrementar los servicios cesación del tabaquismo en el territorio nacional.
Resolución 6045 de 2014	Por la cual se adoptó el Plan Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo 2013-2021. Dentro de sus objetivos se busca favorecer entornos laborales y ocupacionales saludables y calidad de vida de la población trabajadora, para lo cual se deben promover los estilos de vida saludables y el control de factores de riesgo como el tabaquismo.
Resolución 3202 de 2016	Define como obligatoria la implementación de la ruta integral de atención (RIA) de promoción y mantenimiento de la salud, la RIA materno perinatal, la RIA de las enfermedades cardiovasculares y las RIA de cáncer, entre otras. En las mencionadas rutas, se deben identificar los factores de riesgo, entre ellos el tabaco y derivar para su abordaje y atención.

Normas y regulaciones	Tema que regula
Resolución 3280 de 2018	Mediante la cual se adoptan los lineamientos técnicos y operativos de la RIA de Promoción y Mantenimiento de la Salud y la RIA para la población Materno perinatal y se establecen las directrices para su operación. En esta ruta se debe identificar el tabaquismo, brindar un consejo breve y derivar para su atención y control.

**Tabla 4. Normas y regulaciones para la cesación del tabaco en Colombia**

Fuente: tomado y adaptado del documento “Directrices para desarrollar programas para la cesación del consumo de tabaco y atención del tabaquismo” (68).

## 1.2 Radón residencial y salud

### 1.2.1 ¿Qué es el radón?

El radón es un gas incoloro, inodoro e insípido que procede del uranio que contienen las rocas de la corteza terrestre. Al emanar del subsuelo, el radón se acumula en el interior de lugares cerrados, como pueden ser las viviendas y los lugares de trabajo.

El radón es un elemento intermedio en la cadena de descomposición radioactiva del uranio 238 y tiene una vida media de 3,8 días. El radón tiene varios isótopos: el 219, 220 y 222 y de éstos, el más relevante desde un punto de vista epidemiológico, es el radón 222 ( $^{222}\text{Rn}$ ) y a él suele referirse cuando se habla de radón interior. El  $^{222}\text{Rn}$  representa el 80% de todo el radón que existe en el ambiente (69).

En su desintegración emite partículas alfa radioactivas pero, a causa de su vida media, la gran mayoría de radón inhalado es de igual manera exhalado. El problema se origina por sus descendientes, que

también emiten radiación ionizante tipo alfa: el Polonio 218 y el Polonio 214. Éstos además, tienen una vida media mucho más corta, lo que ocasiona que no se desintegran cuando son inhalados emitiendo radiación alfa (69). De este modo, la radiación alfa impacta en las células del epitelio pulmonar, produciendo alteraciones moleculares y finalmente cáncer de pulmón (4,70).

La exposición a radón residencial es la mayor fuente de radiación natural para el ser humano y supone más de la mitad de la radiación que recibirá a lo largo de la vida (71).

En la población general, la mayor parte de la exposición al  $^{222}\text{Rn}$  tiene lugar en espacios cerrados como viviendas o edificios (6).

El  $^{222}\text{Rn}$  es más denso que el aire, por lo que tiende a tener concentraciones más elevadas en los pisos bajos y también en las viviendas con sótano (72). El factor que más influye en su concentración es el sustrato geológico sobre el que se asientan las viviendas. Las viviendas construidas en lugares donde las rocas de la corteza terrestre contienen altas concentraciones de uranio, tienen una mayor probabilidad de experimentar altas concentraciones de radón en interiores, si no están bien aisladas del subsuelo (6). Así, las vías de penetración del radón en las viviendas o edificios son múltiples, pero el factor determinante en la concentración es el contenido en uranio de las rocas del subsuelo.

Sumado a lo anterior, hay factores que influyen sobre las concentraciones de  $^{222}\text{Rn}$  en espacios cerrados, éstos son: el material de construcción, los hábitos de ventilación y, la antigüedad y el diseño arquitectónico de las edificaciones. Con relación a los materiales, se ha descrito que éstos pueden contribuir como mucho, entre un 15% a un 20% a la concentración de radón interior (6).

### **1.2.2 Medición de las concentraciones de radón**

El radón residencial se puede medir de diversas formas. Los sistemas de medición pueden dividirse en: a) mediciones cortas (incluyendo medición en continuo) y, b) mediciones largas. Otra clasificación consiste en dividir los dispositivos de medida en activos o pasivos, siendo los activos los que necesitan una fuente de alimentación eléctrica (medición en continuo) y los pasivos los que no necesitan una fuente de alimentación externa (69). El sistema que se emplea de manera más frecuente es la medición integrada o de trazas con período largo de exposición y, en cuanto al tipo de dispositivo, es el pasivo. Este sistema y tipo de dispositivo, son los más recomendados por la OMS (69,73).

El funcionamiento de los detectores pasivos o de trazas se basa en el recuento de partículas alfa que impactan en una superficie (dispositivos de seguimiento alfa o dispositivos de seguimiento nuclear de estado sólido) (74). Consiste en medir la concentración de radón colocando uno o varios detectores en la vivienda durante al menos tres meses, para posteriormente calcular el promedio anual de

concentración de radón (6,73). Para la medición, se ha recomendado tratar de evitar el período estival (73).

La concentración de radón puede expresarse de diferentes maneras. La más utilizada es el becquerelio por metro cúbico ( $\text{Bq}/\text{m}^3$ ) que es la unidad reconocida por el Sistema Internacional de Unidades y mide la exposición radioactiva. El becquerelio se define como la cantidad de material radioactivo con decaimiento de un núcleo por segundo, lo que equivale a una desintegración nuclear por segundo. El metro cúbico indica el volumen en el que ocurre esa desintegración. Otra unidad de medida que se utiliza es el picocurio, por lo que la concentración de radón se ha expresado en ocasiones como picocurios/litro ( $\text{pCi}/\text{l}$ ;  $1 \text{ pCi}/\text{l} = 37 \text{ Bq}/\text{m}^3$ ) (69).

### **1.2.3 Mapas de radón**

Los mapas de exposición a radón constituyen una herramienta útil para identificar las áreas más propensas a tener concentraciones elevadas de radón. La OMS propone que los países utilicen los mapas de radón para poner en práctica políticas nacionales del radón, ya que la caracterización de la concentración de radón y su distribución geográfica, permiten aproximar acciones de mitigación en las edificaciones existentes y acciones preventivas en las edificaciones nuevas (69).

En consecuencia, pueden emplearse para planificar soluciones constructivas de acuerdo con la zona geográfica (más protección en zonas de más riesgo) (7).

Algunos países tienen a disposición de los ciudadanos y las autoridades mapas para poder identificar las áreas más afectadas por la exposición a radón residencial, en este sentido, destacan fundamentalmente los mapas realizados en Irlanda (75), Reino Unido (76), España (7,77) y Estados Unidos (78).

La OMS, a partir de la aplicación de la Encuesta sobre el Radón dirigida a sus países miembros, ha indicado que, con base en los 56 países que han respondido (más de una cuarta parte de todos los países miembros) (79), la mayoría de los países ha establecido niveles de referencia de radón a nivel nacional, tanto para hogares como para lugares de trabajo; que el 44% ha desarrollado planes de acción nacionales sobre el radón y, que el 39% han incluido al radón en códigos para la construcción de edificaciones nuevas (80). Con lo anterior, se establece que aún hay países que no disponen de información sobre la exposición a radón residencial y tampoco se evidencia que dispongan de mapas de radón.

Que se sepa, ningún país de América del Sur dispone de mapas de exposición de la población al radón en aire interior (o, al menos, no se encuentran disponibles públicamente) e incluso, hay países de los que no se dispone de mediciones de radón residencial, como Bolivia y Uruguay (81). Existen algunos estudios con mediciones de radón en

entornos laborales, principalmente en el sector de la minería en Brasil (82). En Colombia, se identificó un estudio realizado en el sureste de un municipio (Manizales), que incluyó mediciones de radón en el suelo de lugares aledaños a volcanes activos, y mediciones en el aire en 18 edificaciones (entre viviendas, jardines infantiles, escuelas y hospitales) (83,84).

#### **1.2.4 Estudios sobre radón y cáncer de pulmón en el mundo, en América del Sur y en Colombia**

El radón ha sido declarado carcinogénico en humanos por la Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (sigla en inglés: *IARC*) en 1988 y por la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (sigla en inglés: *EPA*) en 1987 (85,86). Es el segundo factor de riesgo de cáncer de pulmón, después del consumo de tabaco, y el primero en los nunca fumadores (4–6). Aunque actualmente está confirmado que el radón causa cáncer de pulmón, existe alguna evidencia que apunta a un vínculo con la EPOC, el cáncer cerebral, el cáncer de estómago o el cáncer de esófago (87–93), pero sin confirmación.

Diferentes estudios han asociado la exposición ocupacional y residencial al radón con un mayor riesgo de desarrollar cáncer de pulmón. Los primeros estudios sobre el efecto del radón sobre la salud se hicieron en cohortes de mineros de diferentes países (94–97).

En la década de los 90 del siglo pasado se avanzó en el conocimiento sobre el impacto que la exposición a radón residencial tenía en el

desarrollo de cáncer de pulmón, principalmente mediante estudios realizados en Norteamérica, Europa y China (4,5,98). Estos estudios, tenían mayoritariamente un diseño de casos y controles. A pesar del diseño común, han sido heterogéneos en su tamaño muestral, en la inclusión de hombres y/o mujeres, en el número de detectores colocados en las viviendas, en el número de viviendas en las que se ha medido, en el tipo de detector utilizado y también en la confirmación diagnóstica de la enfermedad. Destacan los estudios de Darby y cols. en Europa, de Krewski y cols. en Norteamérica y de Lubin y cols. en China (4,5,98).

El estudio de Darby y cols., es un *pooling study* en el que se incluyeron los resultados individuales de 13 estudios de casos y controles realizados en Europa. Incluyó 21.356 sujetos, 7.148 casos y 14.208 controles. Este estudio concluyó que el riesgo de cáncer de pulmón debido a la exposición a radón aumenta de manera lineal y estadísticamente significativa en un 16% (IC95%: 5-31) por cada 100 Bq/m<sup>3</sup> de concentración de radón a la que se esté expuesto (4).

El estudio de Krewski y cols., fue otro *pooling study* que incluyó siete estudios realizados en América del Norte (Estados Unidos y Canadá). Incluyó 8.628 sujetos, 3.662 casos y 4.966 controles. Los resultados son similares a los del estudio europeo, con un aumento lineal y estadísticamente significativo de un 11% (IC95%: 0-28) por cada 100 Bq/m<sup>3</sup> de aumento en la concentración de radón (5).

En el estudio de Lubin y cols., también un *pooling study*, se incluyeron dos estudios realizados en las zonas de Gansu y Shenyang, ambas en China. Incluyó 3.046 sujetos, 1.050 casos y 1.996 controles. Estimó en un 13% (IC95%: 1-36) el aumento de riesgo por cada 100 Bq/m<sup>3</sup> de aumento en la concentración de radón. Al igual que en los estudios europeo y norteamericano, los resultados fueron compatibles con una relación lineal entre la dosis y la respuesta (98).

Los resultados de estos *pooling studies*, fundamentalmente de los estudios de Darby y cols. y Krewski y cols., impulsaron a la OMS a iniciar el *International Radon Project*. Este proyecto culminó con la publicación de un libro de referencia “*WHO Handbook on Indoor Radon. A Public Health Perspective*”, en el año 2009 (6). En este manual se abordan múltiples aspectos relacionados con la exposición a radón, desde métodos de medida, comunicación de riesgos y soluciones constructivas. Lo más destacable, sin embargo, es que establece, que el nivel ideal de concentración de radón en los domicilios no debería sobrepasar los 100 Bq/m<sup>3</sup> y, que en los casos en que no sea posible por las circunstancias concretas del país, el nivel no debería superar los 300 Bq/m<sup>3</sup> (6,69).

En España se dispone de seis estudios realizados sobre radón y cáncer de pulmón (70,99–102); de éstos, dos se restringen a población que nunca ha fumado (70,102). Si bien, la exposición a radón residencial aumenta el riesgo de cáncer de pulmón tanto en fumadores como en

interacción entre la exposición a radón residencial y el consumo de tabaco (99,101). Se ha establecido que aquellas personas grandes fumadoras con elevada exposición a radón podrían tener un riesgo de cáncer de pulmón como mínimo 29 veces superior al de aquellas nunca fumadoras expuestas a concentraciones de radón por debajo de 50 Bq/m<sup>3</sup> (70,101,103).

En América del Sur no se conocen estudios que evalúen el riesgo de cáncer de pulmón en función de la exposición a radón residencial.

En relación con la MA a la exposición a radón residencial, una revisión publicada en el 2018 sobre mortalidad atribuible a radón por cáncer de pulmón indicó que el riesgo atribuible poblacional variaba entre el 4,2% para Japón y hasta el 29,3% para Armenia, con una mediana para los países analizados del 16,5% (104). Los datos difirieron en función de si los estudios se realizaban en zonas de elevada exposición a radón o en zonas de baja exposición.

En España un estudio reciente, estimó que, en 2017, un 3,8% de las muertes por cáncer de pulmón se debían a la exposición a radón residencial en población de 35 años y más (105). Esta es la primera y única investigación que ha tenido en cuenta en sus resultados la altura de la vivienda.

En América del Norte, también se han encontrado estimaciones de MA a la exposición a radón. En específico, en Estados Unidos, se

encontraron cuatro estudios (106–109) y en concreto la EPA, estimó que el radón es responsable de aproximadamente 20.000 muertes por cáncer de pulmón al año (110). También, se encontró un estudio en México (111). En América del Sur, no se encontraron estudios de atribución de mortalidad a la exposición al radón residencial.

### **1.2.5 Legislación para el control del radón residencial en América del Sur**

Diferentes organismos internacionales han legislado con el objetivo de proteger a los ciudadanos de los efectos carcinogénicos del radón. Los límites de riesgo establecidos varían entre organismos. La *EPA*, desde el año 1998, estableció como nivel de acción los 148 Bq/m<sup>3</sup> (112); mientras que la Directiva Europea 2013/59/EURATOM, publicada en el año 2014, fijó el nivel límite para domicilios y lugares cerrados en 300 Bq/m<sup>3</sup> de exposición promedio anual (113); la OMS, en su manual sobre el radón en interiores, publicado en el año 2015, estableció como exposición máxima aconsejable los 100 Bq/m<sup>3</sup> (6).

Es importante señalar que la propuesta de la OMS de fijar el nivel de exposición en los 100 Bq/m<sup>3</sup> se basa en los resultados obtenidos por Darby y cols. en el estudio, que tal como ya se ha indicado previamente en este documento, es la evidencia más sólida que existe sobre radón residencial (4).

Muchos países han establecido legislación para proteger a los ciudadanos de los efectos carcinogénicos del radón. Los que van a la

cabeza son Estados Unidos, Reino Unido e Irlanda. En la propia Unión Europea hay mucha variabilidad en el nivel límite (114).

En Estados Unidos la EPA se encarga de hacer recomendaciones e informar a todo el país en esta materia y aparte, cada estado dispone de sus propias normas y tiene plena capacidad para dictar nueva legislación (110). Además, en los Estados Unidos, los compradores de viviendas tienen derecho a conocer la concentración de radón interior de la vivienda que pretenden comprar (115).

Reino Unido, es uno de los países con más experiencia en la caracterización y el control del radón interior (tanto residencial como laboral), más de cuatro décadas. Destaca que la estrategia nacional de radón que han diseñado se implementa a través de varios medios: el trabajo y las acciones en materia de salud pública, el despliegue de diferentes estrategias de comunicación sobre el radón y los recursos disponibles para consulta por parte de toda la población y, la legislación y regulación implantada (116).

Irlanda, ha desplegado acciones similares a las de los Estados Unidos y Reino Unido. En concreto destaca la promulgación de las normas de construcción en el año 1998 y su aplicación desde entonces y, la publicación de su Estrategia Nacional para el Control del Radón en el 2014 (117).

En América del Sur, por su parte, se observa que ninguna de las regulaciones establecidas, se ajusta a los criterios recomendados por

los organismos internacionales. En la tabla 5 se compilan las regulaciones existentes.

País	Regulación	Año de publicación	Organismo que la dicta	Nivel de actuación para la exposición crónica de radón en viviendas	Regulación de construcción para controlar el nivel de radón
Bolivia	Decreto supremo 19172: Ley de Protección y Seguridad Radiológica	1982	Instituto Boliviano de Ciencia y Tecnología Nuclear (IBTEN)	Concentración anual 400 Bq/m <sup>3</sup>	Adoptar soluciones de remediación si <sup>222</sup> Rn excede de 400 Bq/m <sup>3</sup>
Colombia	Resolución 18-1434: Reglamento de Protección y Seguridad Radiológica	2002	Ministerio de Minas y Energía	Concentración media anual de 400 Bq/m <sup>3</sup>	-
Paraguay	Reglamento nacional de seguridad para la protección contra las radiaciones ionizantes y para la seguridad de las fuentes de radiación	2001	Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social. Comisión Nacional de Energía Atómica	Establece los límites de radón según la Colección de Seguridad No. 115 de OIEA, es decir: 200 - 600 Bq/m <sup>3</sup> (Asumiendo 7000 horas por año en interiores y un factor de equilibrio de 0.4)	-
Perú	Decreto supremo No. 009-97-EM: Reglamento de Seguridad Radiológica	1997	Presidente de la República. Instituto Peruano de Energía Nuclear	Concentración media anual de 200 a 600 Bq/m <sup>3</sup>	-

País	Regulación	Año de publicación	Organismo que la dicta	Nivel de actuación para la exposición crónica de radón en viviendas	Regulación de construcción para controlar el nivel de radón
Uruguay	Resolución 016/2014: Norma UY 100 reglamento básico de protección y seguridad radiológica. Revisión VIII	2018	Autoridad Reguladora Nacional en Radioprotección. Ministerio de Industria, Energía y Minería.	Establece los límites de radón según la publicación de la Comisión Internacional de Radioprotección (ICRP) No 65, del año 1993, es decir: 200 - 600 Bq/m <sup>3</sup> (Asumiendo 7000 horas por año en interiores y un factor de equilibrio de 0.4)	

Tabla 5: Regulaciones, ordenanzas o planes gubernamentales sobre la exposición a radón residencial y la construcción de las viviendas

Fuente: elaboración propia

Con los datos anteriores, es evidente que en América del Sur el control de la exposición a radón es una asignatura pendiente por parte de las autoridades de los diferentes países.



## **CAPÍTULO 2. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN Y OBJETIVOS**



## JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN Y OBJETIVOS

En América del Sur apenas se dispone de información que permita valorar la prevalencia o el impacto en la salud de la población del consumo de tabaco y de la exposición a radón residencial.

El estudio de la epidemiología del consumo de tabaco y de la exposición a radón residencial en América del Sur permitirá avanzar en el cuerpo de conocimiento que sobre este tema hay en un área geográfica en donde viven más de 400 millones de personas.

La ausencia de estudios orientados a estimar la prevalencia de consumo de tabaco a nivel poblacional aplicando cuestionarios estandarizados y comparables a nivel internacional, no hace más que dificultar el análisis del impacto del tabaco en los países que forman América del Sur. Además, ningún país ha caracterizado la presencia de radón a nivel poblacional y hasta la fecha no hay estudios que hayan valorado el impacto de la exposición a radón en el cáncer de pulmón.

Para países como Colombia, la caracterización del consumo de tabaco es infrecuente y se desconoce la prevalencia de exposición poblacional al radón.

En el Plan Decenal para el Control del Cáncer 2012-2021 de Colombia, se establecieron las estrategias para reducir la incidencia y mortalidad por cáncer (118); sin embargo, para priorizar los programas de prevención y control de enfermedades y alcanzar las metas establecidas, los formuladores de políticas necesitan información sólida y actualizada sobre los factores de riesgo implicados y su impacto en la salud (119). En este contexto, la mortalidad es un indicador de efectividad de los esfuerzos realizados en el control del cáncer, y el estudio de su evolución temporal es muy relevante para valorar el impacto de las políticas públicas (120).

Además, se hace necesario actualizar las estimaciones de MA al consumo de tabaco teniendo en cuenta las últimas relaciones causales evidenciadas (2).

Por tanto, los objetivos principales de esta tesis doctoral son analizar la carga de mortalidad atribuida al consumo de tabaco y a la exposición a radón en los países de América del Sur y estimar la mortalidad atribuida a radón residencial en Manizales, Colombia. Se establecieron los siguientes objetivos específicos:

1. Identificar los estudios que hayan estimado la carga de mortalidad asociada al consumo de tabaco en América del Sur y evaluar la calidad de las estimaciones.

## Capítulo 2. Justificación de la Investigación y Objetivos

2. Identificar los estudios que hayan caracterizado la exposición a radón a nivel poblacional en América del Sur, tanto en población general como en poblaciones específicas y las regulaciones o planes gubernamentales con relación al radón en América del Sur.
3. Estimar el impacto del consumo de tabaco en Colombia en términos de mortalidad, empleando el método que mejor se ajuste a los datos disponibles y valorar la posibilidad de hacer extensiva la metodología a los otros países de América del Sur.
4. Realizar un mapa piloto descriptivo de la exposición a radón residencial en el Municipio de Manizales, Colombia, y estimar la mortalidad por cáncer de pulmón atribuible a la exposición a radón.
5. Analizar la evolución del consumo de tabaco en Colombia a partir de la reconstrucción y la proyección de prevalencias empleando el método que mejor se ajuste a los datos disponibles.



## **CAPÍTULO 3. MÉTODOS**



## **Métodos**

Para dar respuesta a los objetivos planteados se realizó esta tesis compuesta por seis estudios, a saber: dos revisiones sistemáticas; una estimación puntual de MA al consumo de tabaco aplicando un método dependiente de prevalencia; un estudio transversal sobre exposición a radón; y, dos análisis de series temporales, uno que analizó la mortalidad por cáncer de pulmón y otro la MA al consumo de tabaco aplicando un método independiente de prevalencia.

### **3.1 Revisiones sistemáticas**

Inicialmente, se abordó el conocimiento disponible en los países de América del Sur respecto a la carga de MA al consumo de tabaco y a la exposición a radón residencial mediante dos revisiones sistemáticas de la literatura.

Las búsquedas de información se realizaron en las bases de datos PubMed (MedLine), Embase, Literatura Latinoamericana y del Caribe en Ciencias de la Salud (LILACS), Biblioteca Virtual en Salud (BVS), y a través de los buscadores Google Académico y Google. Se incluyeron artículos publicados hasta febrero de 2020 para la revisión de exposición a radón residencial y hasta junio de 2020 para los estudios sobre MA al consumo de tabaco. No se fijó límite de idioma.

Las estrategias de búsqueda combinaron términos MeSH y libres, en inglés, español y portugués: “mortality attribut\*” para una de las revisiones y, “radon” para la otra. Se aplicaron las combinaciones con el nombre de la región y de cada uno de los países que forman América del Sur. Además, se revisó la bibliografía de los artículos recuperados. Se incluyeron artículos originales, actas de conferencias y de congresos, y documentación disponible en sitios web institucionales. En la revisión centrada en radón, para identificar las regulaciones o planes gubernamentales se realizó, además, una búsqueda exhaustiva de los sitios web de los ministerios de los países que forman América del Sur, en busca de todos los protocolos y documentos administrativos y jurídicos pertinentes. En la revisión de MA al consumo de tabaco, se excluyeron estudios de simulación y estudios econométricos.

Para ambas revisiones, cuando fue necesario, se estableció contacto con los autores de artículos e informes científicos para determinar la existencia de investigaciones adicionales no publicadas. Se hizo especial hincapié en la exhaustividad de la búsqueda, para asegurar la inclusión de toda la información relevante.

La selección inicial de trabajos se realizó con base en la información contenida en el título o resumen. Para la revisión centrada en radón se incluyeron los estudios que informaron un mínimo de 10 mediciones de radón residencial en un entorno rural o urbano. En cuanto a las

normas y reglamentos estatutarios, se excluyeron las publicaciones de sociedades científicas, grupos de expertos, regiones, municipios o cualquier otra entidad a nivel subnacional. No se incluyeron las normas que rigen la exposición laboral al radón, ni las que valoraron la presencia de radón en jardines de infancia, escuelas, lugares públicos, hospitales u otros entornos no residenciales.

Para la extracción de datos se emplearon tablas en Excel que incluyeron información sobre variables que identificaban cada uno de los estudios, aspectos metodológicos, y resultados de las estimaciones de la MA al consumo de tabaco o de la medición de la concentración de radón residencial, según la respectiva revisión. La información de cada registro fue extraída por dos miembros del equipo de investigación, y las discrepancias en la interpretación de los datos se resolvieron por consenso.

Los métodos y los resultados de las revisiones sistemáticas se reportaron siguiendo los criterios de la lista de verificación “*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews*” (PRISMA) (121).

### **3.2 Estimación puntual de MA al consumo de tabaco**

Una vez revisados los estudios de MA al consumo de tabaco y conociendo que el método empleado con más frecuencia es el dependiente de prevalencias, se aplicó dicho método para estimar la MA al consumo de tabaco en Brasil para el año 2016. Para esto, se

hizo uso de los datos disponibles para este país, el más poblado de América del Sur.

Se estimó la MA según sexo, grupo de edad y tres grupos de enfermedades, así: tumores malignos (cáncer de tráquea-bronquios-pulmón, labio-cavidad oral-faringe, esófago, estómago, colon y recto, hígado, páncreas, laringe, cuello uterino, riñón-pelvis renal, vejiga urinaria, y leucemia mieloide aguda), cardiometabólicas (cardiopatía isquémica, otras enfermedades cardíacas, enfermedad cerebrovascular, aterosclerosis, aneurisma aórtico, otra enfermedad arterial y diabetes mellitus) y respiratorias (influenza-neumonía, EPOC y tuberculosis).

Los datos de la mortalidad observada se obtuvieron del Sistema de Información de Mortalidad del Sistema Único de Salud de Brasil. Los datos de las prevalencias de fumadores (fum), exfumadores (exf) y nunca fumadores (nf), proceden de la Encuesta Nacional de Salud de Brasil del año 2013. Los indicadores del exceso de riesgo de morir (RR: riesgo relativo) que tienen los fum y exf en comparación con los nf, fueron extraídos de 5 estudios de cohortes estadounidenses.

Para estimar la MA al consumo de tabaco en Brasil se aplicó un método dependiente de prevalencia de consumo de tabaco, basado en el cálculo de la fracción atribuida poblacional (FAP) (22). Este método estima la MA como el producto de la mortalidad observada (MO) y la FAP, calculada a partir de la prevalencia y el exceso de

riesgo de morir (RR) que tienen los f y exf en comparación con los nf. La FAP se estimó por medio de la fórmula:

$$([P0+P1RR1+P2RR2]-1)/([P0+P1RR1+P2RR2])$$

Donde p denota la prevalencia de consumo de tabaco y RR el exceso de riesgo que tienen los f (1) y los exf (2) de morir por aquellas enfermedades relacionadas con el consumo de tabaco, tomando como grupo de referencia a los nf (0). Los cálculos se realizaron con Stata 14 (StataCorp College Station, TX, Estados Unidos) y Epidat 4.2.

### 3.3 Análisis de series temporales de la mortalidad

En el plan de investigación se propuso analizar la evolución del consumo de tabaco en Colombia a partir de la reconstrucción y la proyección de prevalencias. Sin embargo, al consultar la infraestructura de datos disponible en el país, se encontró que los datos sobre prevalencia de consumo de tabaco no eran consistentes ni comparables entre sí, ni contaban con la desagregación por grupos de edad y categorías de f, exf y nf necesaria para ejecutar el análisis propuesto. Por ello, se decidió en su lugar, analizar el comportamiento de la mortalidad por cáncer de pulmón como marcador de la evolución de la epidemia tabáquica para un periodo de 34 años (1985-2018).

Se calcularon las tasas brutas y estandarizadas por sexo y grupos de edad. Los datos sobre las muertes por cáncer de pulmón fueron extraídos de las bases de microdatos de defunciones oficiales

publicados por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) de Colombia. Los datos para los denominadores de las tasas se obtuvieron de las retroproyecciones de población publicadas por esta misma entidad (122). Mediante la regresión *joinpoint* se estimó el porcentaje de cambio anual de las tasas y se identificaron puntos de cambio.

Los análisis se realizaron con Stata 16 / IC 16.1 (StataCorp College Station, TX, Estados Unidos) y con *Joinpoint Regression Program*, versión 4.9.0.0 (123).

### **3.4 Análisis de series temporales de la mortalidad atribuida**

Para estimar la MA al consumo de tabaco, se aplicó un método independiente de prevalencias de consumo de tabaco, el método de Peto-López (124). En el proceso de cálculo se diferenciaron dos pasos: 1) estimar la MA al consumo de tabaco por cáncer de pulmón y 2) estimar la MA al resto de las enfermedades con relación causal establecida.

A partir de las tasas anuales de mortalidad por cáncer de pulmón en la población de estudio en el periodo 1985-2018 se estimó para cada año la carga de mortalidad por cáncer de pulmón asociada al consumo de tabaco (X) como:

$$X=(C_{LC} - N^*_{LC})/C_{LC}$$

Donde  $C_{LC}$  denota la tasa de mortalidad por cáncer de pulmón (específica por edad y sexo) en la población de estudio y  $N^*_{LC}$  es la tasa de mortalidad por cáncer de pulmón en nunca fumadores. A partir de  $X$ , se estimó la MA al cáncer de pulmón como el producto de  $X$  por la mortalidad observada (MO) por cáncer de pulmón:

$$MA=MO*X$$

2) Para el resto de las enfermedades con relación causal establecida, se calculó la *Smoking Impact Ratio (SIR)*, que se asume como prevalencia sintética o *proxy* para la prevalencia, por medio de la fórmula:

$$SIR: (C_{LC}-N_{LC})/(S^*_{LC}-N^*_{LC})$$

Donde  $C_{LC}$  denota tasa de mortalidad por cáncer de pulmón en la población de estudio;  $N_{LC}$  es la tasa de mortalidad por cáncer de pulmón en nunca fumadores en la población a estudio.  $S^*_{LC}$  y  $N^*_{LC}$  son las tasas de mortalidad por cáncer de pulmón en nunca fumadores y en fumadores, respectivamente, en la población de referencia (125).

Para Colombia no se dispone de tasas de mortalidad por cáncer de pulmón diferenciadas por consumo de tabaco, por lo que las tasas de mortalidad en nunca fumadores derivan de la población de referencia estadounidense (*Cancer Prevention Study II*) (125).

A continuación, se calculó la FAP para cada una de las patologías asociadas al consumo de tabaco:

$$FAP = SIR (RR-1) / (1+ (SIR (RR-1)))$$

Donde RR hace referencia al exceso de riesgo que tienen los fumadores de morir por las enfermedades asociadas con el consumo de tabaco (126), tomando como grupo de referencia a los nunca fumadores. Por último, se calculó la MA al consumo de tabaco por cada causa por medio de la fórmula:

$$MA= MO*FAP$$

Los análisis se realizaron con Stata 16 / IC 16.1 (StataCorp College Station, TX, Estados Unidos) y con *Joinpoint Regression Program*, versión 4.9.0.0 (123).

### **3.5 Estudio transversal sobre la exposición a radón residencial**

Posterior a la realización de la revisión sistemática sobre la exposición a radón residencial en América del Sur, se realizó un estudio transversal con el objetivo de valorar la exposición residencial a radón en un área geográfica de Colombia. El diseño del estudio garantizó que fuese representativo de las zonas urbana y rural de la ciudad de Manizales, Colombia. Este estudio suponía el paso previo para la estimación de la MA al radón.

Manizales es la capital del departamento de Caldas, y está ubicada en el centro occidente de Colombia, a una altitud promedio de 2.150 metros sobre el nivel del mar sobre la Cordillera central de los Andes. Tiene una población de aproximadamente 434.403 habitantes (127). En su división político-administrativa el área urbana se divide en 12 comunas y el área rural en 7 corregimientos.

Se realizó un muestreo de conveniencia y se seleccionaron 210 viviendas habitadas distribuidas en las 12 comunas y 7 corregimientos en los que se divide la ciudad. En cada vivienda se instaló un detector de radón tipo alfa-track durante 6 meses. Se aplicó un breve cuestionario a los participantes en el que se recopilaron datos sobre las características de las viviendas y los hábitos de los residentes. Los detectores fueron procesados posteriormente en el Laboratorio de Radón de Galicia, laboratorio acreditado por la Entidad Nacional de Acreditación (ENAC).

Se calculó la concentración mínima, máxima, la media geométrica, la desviación estándar geométrica y su intervalo de confianza del 95%; la mediana, y los percentiles 25 a 75 diferenciando área urbana y rural.

Se usó el valor de  $100 \text{ Bq/m}^3$  sugerido por la OMS como punto de corte para diferenciar las viviendas con elevadas concentraciones de radón.

Se realizaron análisis bivariados para valorar la relación de la concentración de radón residencial con el entorno urbano o rural, y con el piso de la vivienda (prueba de Wilcoxon).

A cada participante se le envió finalmente un informe con los resultados. De ser el caso, las mediciones de este laboratorio tendrían validez legal en Colombia por los acuerdos internacionales suscritos entre entidades acreditadas a nivel nacional.

Dado que ninguna vivienda superó el umbral de  $100 \text{ Bq/m}^3$  y que la máxima concentración de radón encontrada fue de  $50 \text{ Bq/m}^3$ , se consideró que no era procedente realizar la estimación de la MA a la exposición a radón residencial.

El análisis se realizó con Microsoft Excel 2018 (Microsoft Corporation, NM, Estados Unidos) y Stata / IC 16.1 (StataCorp College Station, TX, Estados Unidos).

### **3.6 Aspectos éticos de la investigación**

Para realizar las estimaciones de MO y MA se accedió a microdatos de acceso público, tanto en el sistema de estadísticas vitales de Brasil como de Colombia (128,129). Para llevar a cabo la medición de radón residencial en el municipio de Manizales (Colombia), se contó con la aprobación del Comité de Bioética de la Universidad de Caldas (Colombia) (Anexo 3).

## **CAPÍTULO 4. RESULTADOS**



En este capítulo se presentan los resultados de la tesis en función de las publicaciones que la componen. En el primer apartado se describen los principales resultados y en los siguientes se resumen los distintos artículos que constituyen su producción científica.

**Artículo 1.** Giraldo-Osorio A, Pérez-Ríos M, Rey-Brandariz J, Varela-Lema L, Montes A, Rodríguez-R A, Mourino N, Ruano-Ravina A. **Smoking-attributable mortality in South America: A systematic review.** J Glob Health 2021;11:04014. *Revista del primer cuartil, con factor de impacto de 4,413 y ocupando la posición 22/176 de las revistas de salud pública, ocupacional y ambiental en JCR.*

**Artículo 2.** Giraldo Osorio A, Ruano Ravina A, Varela Lema L, Barros Dios JM, Pérez Ríos M. **Residential Radon in Central and South America: A Systematic Review.** International Journal of Environmental Research and Public Health. 2020;17:4550. *Revista del segundo cuartil, con factor de impacto de 3,390 y ocupando la posición 42/176 de las revistas de salud pública, ocupacional y ambiental en JCR.*

**Artículo 3.** Giraldo-Osorio A, da Silveira Moreira R, Albuquerque Neto P, Santiago-Pérez MI, Rey J, Mourino N, Montes Martinez A, Ruano-Ravina A, Pérez-Ríos M. **Mortalidad atribuida al consumo de tabaco en Brasil, 2016.** Rev. Bras. Epidemiol. 2021; 24: e210007. *Revista de segundo cuartil, con factor de impacto de 0,687 y ocupando la posición 209/560 de las revistas de salud pública, ocupacional y ambiental en SJR.*

**Artículo 4. Mortalidad por cáncer de pulmón en Colombia, 1985 – 2018.** *En evaluación* en la Revista Panamericana de Salud Pública, revista en cuarto cuartil, con factor de impacto 1,465 en la posición 145/176 de las revistas de salud pública, ocupacional y ambiental en JCR.

**Artículo 5. Mortalidad atribuida al consumo de tabaco en Colombia, 1985 – 2018: estimación anual y análisis de tendencia.** *En evaluación* en la revista Salud Pública de México, revista del tercer cuartil, factor de impacto 2,028, y ocupa la posición 194/376 de las revistas de salud pública, ocupacional y ambiental en JCR.

**Artículo 6.** Giraldo-Osorio A, Ruano-Ravina A, Pérez-Ríos M, Varela-Lema L, Barros-Dios JM, Arias-Ortiz NE. **Residential Radon in Manizales, Colombia: Results of a Pilot Study.** Int. J. Environ. Res. Public Health 2021, 18, 1228. *Revista del segundo cuartil, con factor de impacto de 3,390 y ocupando la posición 42/176 de las revistas de salud pública, ocupacional y ambiental en JCR.*

El **primer artículo** de la tesis identifica y analiza **estudios que estiman la MA al consumo de tabaco en América del Sur** mostrando una visión general del impacto del consumo de tabaco en la mortalidad. Esta es la primera revisión sistemática de MA al consumo de tabaco en América del Sur. Se incluyeron 17 artículos que cumplieron con los criterios definidos. Hubo estimaciones de MA al consumo de tabaco para todos los países de América del Sur. Argentina es el país con mayor número de estimaciones. La primera estimación de MA al consumo de tabaco en América del Sur, dató de 1981 y fue realizada en Argentina (60). Seis de los 10 países no tienen estimaciones posteriores a 2010. Las estimaciones más recientes son de 2013 para tres de los 10 países: Argentina, Brasil y Colombia (65,130).

La revisión sistemática presentada en el primer artículo señala que el método más usado en América del Sur para estimar la MA al consumo de tabaco fue el método dependiente de prevalencias. La caracterización de las fuentes de datos empleadas para las estimaciones fue muy limitada y, por lo tanto, no permitió un análisis en profundidad de las estimaciones obtenidas y sus posibles limitaciones, en particular en el caso de Bolivia, Ecuador, Perú y Venezuela. Independientemente del país y el momento que abarca la estimación, las estimaciones de MA más altas se registraron para los hombres en todos los casos. La carga de MA vs MO varió entre países, alcanzando una cifra máxima del 20,3% en Argentina en 1986

y mínima en 0,2% en el año 1985 en Perú. La mayor carga de MA al consumo de tabaco se registró para el grupo de enfermedades cardiovasculares (Tabla 6).

**Tabla 6. Metodología aplicada en los estudios de mortalidad atribuida al consumo de tabaco en América del Sur y sus resultados**

Año pub. (Ref.)	Método	Fuente y año de las prevalencias	Fuentes de riesgo	Año de la MO	SG de referencia	Año de atribución	Edad de la estimación	% MA tabaco		Causas <sup>c</sup>		
								% Hombre <sup>s<sub>b</sub></sup>	% Mujer <sup>s<sub>b</sub></sup>	Faltantes	Adicionales	
<b>Argentina</b>												
1992 (49)	DP	Encuestas nacional y locales <sup>d</sup> , 1977, 1981	CPS-II	1981	1989	1981	55-64, ≥65	-	-	18,0	EPOC	-
1992 (60)	IP	No aplica	CPS-II	1985	1964	1985	55-64, ≥65	90,7	9,3	6,8	-	-
1992 (49)	DP	Encuestas nacional y locales <sup>d</sup> , 1982, 1988	CPS-II	1986	1989	1986	55-64, ≥65	-	-	20,3	EPOC	-
1992 (49)	DP	Encuestas nacional y locales <sup>d</sup> , 1990, 1991	CPS-II	1988	1989	1988	55-64, ≥65	-	-	14,8	EPOC	-
2000 (131) y 2003	DP	Encuesta nacional, 1999	CPS-II	2000	1997	2000	35-64, ≥65	71	29	15,7	Cáncer de estómago, LMA	Hipertensión arterial

(132)

2005 (133)	DP	Encuesta nacional, 2004	CPS-II	2003	1997	2003	35-64, ≥ 65	69	31	15,1	-	Hipertensión arterial
2012 (18) y 2015	IP	No aplica	CPS-II	2004	2004	2004	30-44, 45-59, 60-69, 70-79, ≥ 80	-	-	11,8	EPOC	-
(134)												
2016 (135)*	DP	Encuesta nacional, 2005 y 2009	CPS-II	2010	1977	2001-2010	35-64, ≥ 65	77,2	22,8	4,1	Cáncer de cérvix, LMA, aterosclerosis, otra enf arterial	-
2019 (130)	DP	Encuesta nacional, 2013	CPS-II	2013	2014	2013	≥ 35	74,6	25,4	9,8	Cáncer de hígado, cáncer de colon, cáncer de recto, diabetes mellitus, TBC	-

**Bolivia**

2012 (64)	IP	No aplica	CPS-II	2004	2004	2004	30-44, 45-59, 60-69, 70-79, ≥ 80	-	-	3,0	-	TBC, enf respiratorias bajas
--------------	----	-----------	--------	------	------	------	----------------------------------	---	---	-----	---	------------------------------

**Brasil**

1992 (60)	IP	No aplica	CPS-II	1985	1964	1985	55-64, ≥ 65	81,2	18,8	2,2	-	-
--------------	----	-----------	--------	------	------	------	-------------	------	------	-----	---	---

1992 (49) 2002 (136)	DP y Encuesta nacional, 1989	CPS- II	198 5	1992	1985	≥35	-	-	3,2	-	Otras enf cardíacas, enf vasculares; enf respiratorias; todas las demás y causas mal definidas
2009 (137)*	DP Encuesta nacional, 2002-2003	CPS- II	200 3	2004	2003	35-64, ≥65	69,8	30,2	13,6	-	-
2012 (64) y 2015 (134)	IP No aplica	CPS- II	200 4	2004	2004	30-44, 45-59, 60-69, 70-79, ≥80	-	-	10,5	-	TBC, enf respiratorias bajas
2019 (130)	DP Encuesta nacional, 2013	CPS- II	201 2- 201 4	2014	2013	≥35	69,5	30,5	10,8	-	Cáncer de hígado, de cáncer de colon, cáncer de recto, diabetes mellitus, TBC
<b>Chile</b>											
1992 (60)	IP No aplica	CPS- II	198 5	1964	1985	55-64, ≥65	77,8	22,2	4,7	-	-
1991 (138)	IP No aplica	Otros	198 6	1982	1986	≥15	-	-	9,7	-	Hipertensión arterial, TBC, gastritis

2012 (64) y 2015 (134)	IP	No aplica	CPS- II	200 4	2004	2004	30-44, 45-59, 60-69, 70-79, ≥80	-	9,6	-	TBC, enf respiratorias bajas
2008 (139)	IP	No aplica	CPS- II	200 4	2004	2007	20-44, 45-59, 60-74, ≥75	68,6	31,4	9,5	-
2019 (130)	DP	Encuesta nacional, 2009-2010	CPS- II	200 9- 201 1	2014	2009- 2010	≥35	66,3	33,7	11,3	Cáncer de hígado, cáncer de colon, cáncer de recto, diabetes mellitus, TBC
<b>Colombia</b>											
1992 (60)	IP	No aplica	CPS- II	198 5	1964	1985	≥35	64,6	35,4	1,8	-
2012 (64)	IP	No aplica	CPS- II	200 4	2004	2004	30-44, 45-59, 60-69, 70-79, ≥80	-	-	8,3	TBC, enf respiratorias bajas

2019 (65)\* DP Encuesta nacional, 2010 CPS-II 200 9, 201 3 2004 2009-2013 35-64, ≥65 62,3 37,7 - Cáncer de próstata y de mama.

Enf isquémica del corazón, enf reumática del corazón, otras cardíacas y enf cardiopulmonar, ECV, aterosclerosis, aneurisma, influenza-neumonía, EPOC.

**Ecuador**

1992 (49) DP Encuestas nacional y locales<sup>c</sup>, 1954, 1988, 1990 y 1991 CPS-II 198 4-198 8 1989 1984 y 1988 45-54, 55-64, ≥65 - - 10,0 - -

**Paraguay**

2006 (140) DP Encuesta nacional, 2003 CPS-II 199 8-200 0 2004 1998-2000 35-65 65 35 13,4 Hipertensión arterial Cáncer de estómago, LMA

2010 (141) DP Encuesta nacional, 2003-2004 CPS-II 200 1-200 7 2004 2001-2007 35-64 76 24 12,0 Hipertensión arterial Cáncer de estómago, LMA

2012 (64)	IP	No aplica	CPS- II	200 4	2004	2004	30-44, 45-59, 60-69, 70-79, ≥80	6,5	-	-	TBC, enf respiratorias bajas
<b>Perú</b>											
1992 (60)	IP	No aplica	CPS- II	198 5	1964	1985	55-64, ≥65	0,2	-	-	-
2012 (64)	IP	No aplica	CPS- II	200 4	2004	2004	30-44, 45-59, 60-69, 70-79, ≥80	3,5	-	-	TBC, enf respiratorias bajas
<b>Uruguay</b>											
1992 (49)	DP	Encuesta nacional, 1988	CPS- II	198 7	1989	1897	35-64, ≥64	14,1	-	-	Cáncer de cervix, arterioescleros is, otras enf cardiovascular es, neumonías y otras enf pulmonares; enf perinatales
2011 (142)	DP	Encuesta nacional, 2010	CPS- II	200 4	2004	2004	35-64, ≥65	14,8	27,7	72,3	-
2012 (64)y 2015 (134)	IP	No aplica	CPS- II	200 4	2004	2004	30-44, 45-59, 60-69, 70-79, ≥80	13,4	-	-	TBC, enf respiratorias bajas

Venezuela											
1992	IP	No aplica	CPS-II	198	1964	1985	55-64, ≥65	66	34	2,4	-
(60)				5							
2012	IP	No aplica	CPS-II	200	2004	2004	30-44, 45-59, 60-69, 70-79, ≥80	-	-	8,8	-
(64)				4							TBC, enf respiratorias bajas

Síglas y abreviaturas: MO: mortalidad observada; SG: Surgeon General; MA: mortalidad atribuida; DP: dependiente de prevalencias; IP: independiente de prevalencias; CPS-II: *Cancer Prevention Study II*; DHHS: Departamento de Salud y Servicios Sociales de los EE.UU; Enf: enfermedad; LMA: leucemia mieloide aguda; TBC: tuberculosis; ECV: enfermedad cerebrovascular; EPOC: enfermedad pulmonar obstructiva crónica.

<sup>a</sup> El año incluido corresponde al año del informe del Surgeon General que se consideró en los estudios para establecer las enfermedades de las cuales se había confirmado relación causal con el tabaco.

<sup>b</sup> Proporción estimada del total de muertes atribuidas al consumo de tabaco.

<sup>c</sup> Se incluyeron en relación con las causas establecidas por el Surgeon General. Por causas se entiende a las enfermedades con las que se ha establecido relación causal y estas corresponden a entidades nosológicas individuales (ejemplo: cáncer de estómago) o según agrupaciones de códigos CIE-10 utilizados por convención internacional (ejemplo: pulmón se refiere a tráquea, bronquios y pulmón).

<sup>d</sup> Joly, 1977; Álvarez-Herrera, 1981; Zarate en 1982; Gallup, 1988; Hospital de Pediatría, 1988; Maxwell, 1990; Misdorp, 1990c; Hayes, 1990; Costa de Robert, 1990; Catterberg y Asociados, 1991.

<sup>e</sup> Encuesta de tabaquismo en adultos, 1954; Encuesta del Ministerio de Salud, 1988; Encuesta de Quito acerca del comportamiento y las actitudes, 1990; Encuesta de CEIC/IESOP, 1991.

\*La estimación se restringe a una zona concreta del país.

El segundo artículo de esta tesis incluye una **revisión sistemática de la literatura sobre la exposición a radón residencial en los países de América Central y del Sur**. Esta es la primera revisión sistemática que aborda la presencia de radón residencial en América Central y del Sur, e incluyó un total de 31 estudios que habían realizado mediciones de radón. Los resultados indican que ningún país de América Central y del Sur tiene un mapa nacional de exposición al radón residencial. La prevalencia de la exposición al radón residencial fue desigual, tanto entre los diferentes países como dentro de cada país (Tabla 7). Ningún país tiene regulaciones orientadas a evitar la entrada de radón a las viviendas o edificaciones y nueve países no han establecido concentraciones máximas permisibles para el radón residencial. Hay un número limitado de estudios en América Central y del Sur que aporten datos sobre la prevalencia poblacional de exposición.

**Tabla 7. Descripción de los estudios de mediciones de radón en países de América Central y del Sur**

Autores (publicación)	Año medición	Método de detección	Localización	Cobertura	No. áreas <sup>a</sup>	Entorno	No. viviendas	Nivel de radón (Bq/m <sup>3</sup> )			
								Máx	Mín	MED	
Urban M, et al (1985) (143)	1982	Alpha-track	Brasil	Nacional	4	Urbano	320	67	24	114	-
Gómez J C, et al (1990) (144,145)	1983- 1985, 1987- 1988	Alpha-track	Argentina, Buenos Aires	Ciudad Autónoma	1	Urbano	102	-	-	23	-
Gómez J C, et al (1990) (144,145)	1983- 1985	Alpha-track	Argentina, San Rafael	Provincia	1	Urbano y Rural	53	-	-	50,5	-
Gómez J C, et al (1990) (144,145)	1984- 1985	Alpha-track	Argentina, Malargue	Provincia	1	Urbano y Rural	24	-	-	34	-
Loría LG, et al (1993) (146)	-	Alpha-track	Costa Rica	Nacional	25	Urbano	45	30,3	8,1	13,85	-
Stuardo E (1996) (145,147)	1992- 1993	Alpha-track, electretes	Chile, Santiago	Municipio	1	Urbano	119	86	4	24,5	-
Malanca A, et al (1997) (148)	1995- 1996	Alpha-track	Brasil, Natal	Municipio	1	Urbano	24	40	3,2	15,4	11,7
Malanca A, et al (1997) (149)	1995- 1996	Alpha-track	Brasil, Río Grande del Norte y Ceará	Estados	2	Urbano	88	140	3,2	11,9	12,4
De Paula Melo, V (1999) (150)	1997- 1998	Alpha-track	Brasil, Monte Alegre	Municipio	1	Urbano	33	188	27	75	-

De Paula Melo, V (1999) (150)	1997- 1998	Alpha- track	Brasil, Inglés de Souza	Pueblo	1	Rural	35	200	32	116	-	-
Sejón-Bohus L, et al (1999) (151-154)	1993	Alpha- track radiación gamma	Venezuela	Nacional	1	Urbano	36	41	31	36	-	-
Guedes S, et al (1999) (155)	1999	Alpha- track	Brasil, Campinas	Municipio	1	Urbano	15	150,9	6,2	43,98	-	-
UNSCLEAR* (2000) (145)	-	-	Paraguay	-	-	-	51	-	-	28	-	-
Canoba A, et al (2001) (152,153)	2000	Alpha- track	Brasil, Campinas y Presidente Prudente	Municipio	2	-	320	275,73	16,68	81,27	-	-
Canoba A, et al (2001) (152-154)	2000	Electretes	Ecuador, Quito	Municipio	1	-	61	187,78	35,9	94,3	-	-
Canoba A, et al (2001) (152-154)	2000	Alpha- track	Perú, Lima	Municipio	1	-	168	46,43	22,14	64,59	-	-
Salazar S (2002) (83)	2002	Electretes	Colombia, Manizales	Municipio	1	Urbano y rural	18	11,1	166,5	67,71	-	-
Magalhães M, et al (2003) (156)	1996- 1997	Alpha- track	Brasil, Rio de Janeiro	Municipio	1	Urbano	48	200	5	40	-	-
Magalhães M, et al (2003) (156)	1996- 1997	Alpha- track	Brasil, Poços de Caldas	Municipio	1	Urbano y rural	125	985	31	132,5	-	-
Veiga LH, et al (2003) (157)	2000	Alpha- track	Brasil, Poços de Caldas	Municipio	1	Urbano y rural	138	1024	12	96	140,5	-

Paulo SR, et al (2005) (158)	2002	Alpha-track	Brasil, Poços de Caldas	Municipio	1	Urbano	39	193	2	133	117	-
Canoba AC, et al (2006) (152-154,159-161)	1983-2006	Alpha-track, carbón activado, electretes	Argentina	Nacional	14	-	2689	300	-	41,6	-	-
De Oliveira Santos T, et al (2007) (162)	-	Monitor continuo, electretes	Brasil, Belo Horizonte	Municipio	1	Urbano	13	306	12,5	77,49	-	-
Zeeb H (2007) (160)	2005	Alpha track, electretes	Ecuador	Nacional	1	-	-	400	100	-	-	-
Zeeb H (2007) (160)	2005	Alpha-track	Perú	Nacional	1	-	-	600	200	-	-	-
Hadler J, et al (2008) (163)	1996-1997	Alpha-track	Brasil, Campinas	Municipio	1	Urbano	70	286	11,8	80,6	-	-
Santos TO, et al (2009) (164)	-	Monitor continuo, electretes	Brasil, Belo Horizonte	Municipio	1	Urbano	13	2671,4	18,5	148	128,2	-
Thomas Campos, et al (2011) (165)	-	Electretes, radiación gamma	Brasil, Lajes Pintadas	Municipio	1	Urbano y rural	100	3723	20	376	358	-
Campos IFC, et al (2013) (166)	-	Electretes	Brasil, Lages Pintadas	Municipio	1	Urbano y rural	210	2893	15	566	291	288
Pereyra P et al (2015) (167,168)	2014	Alpha-track	Perú, Lima	Provincia	1	Urbano	97	598,25	9,5	183	-	-
Cuadrado C, Carrasco J	2016	Detector electrónico	Ecuador, Riobamba	Municipio	1	Urbano	14	95	2	32	-	-

(2016) (169)

Liza Neciosup RA (2017) (170)	2015-2016	Alpha-track	Perú, Lima (San Martín de Porres)	Distrito	1	Urbano	125	218,9	103	155,6	154,1	155,1
Vega Cabrera BO (2017) (171)	2015-2017	Alpha-track	Perú, Lima (San Luis)	Distrito	1	Urbano	84	124	44	68	56	-
Loayza Cabrera MJ (2018) (172)	2017-2018	Alpha-track	Ecuador, Cuenca	Municipio	1	Urbano	47	201,11	1,11	35	-	-

Siglas y abreviaturas: MA: media aritmética, MG: media geométrica, MED: mediana. – sin información.

\*Áreas: división político-administrativa o jurisdicción en la que se realizaron las mediciones (i.e departamentos, municipios, provincias, etc).

•UNSCEAR: *United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation*.

En el tercer artículo se estima la MA al consumo de tabaco en Brasil en 2016. Fue el país para el que se dispuso de datos sobre consumo de tabaco con la desagregación necesaria para aplicar el método dependiente de prevalencias, por lo que se decidió realizar un estudio que actualizara las estimaciones para este país. Así, los resultados del tercer artículo de esta tesis **actualizan la estimación de la mortalidad atribuida al consumo de tabaco en Brasil** en población de 35 y más años para el año 2016. Se estimó que, en ese año, el consumo de tabaco causó 163.831 muertes en Brasil lo que supone aproximadamente 450 muertes al día, el 12,5% de la mortalidad total del país y el 14% de las muertes que suceden en población de 35 y más años. La MA al consumo de tabaco es más alta en hombres (67%) y globalmente 4 de cada 10 muertes atribuidas (62.791) suceden antes de los 65 años. El 42% de la MA se asocia a enfermedades cardiometabólicas, seguidas de respiratorias (34%) y tumores (24%), sin diferencias por sexo. Las dos causas de muerte que producen una mayor carga de mortalidad son la EPOC y el cáncer de pulmón, que causan 1 de cada 3 muertes atribuidas al consumo de tabaco.

A diferencia de lo que ocurre en Brasil, en Colombia no se dispuso de datos del consumo de tabaco en fumadores, exfumadores y nunca fumadores. Por esta razón, se decidió emplear el método independiente de prevalencias de Peto-López que utiliza la mortalidad por cáncer de pulmón como sustituto del consumo de tabaco. Previo a

la aplicación de este método, se consideró necesario analizar la tendencia de la mortalidad por cáncer de pulmón en Colombia.

El cuarto artículo analiza la **evolución de la mortalidad por cáncer de pulmón en Colombia en el período 1985-2018 en población de 35 años y más** e identifica cambios en su tendencia. Los principales resultados indican que en Colombia se registraron 105.553 muertes por cáncer de pulmón en la población de 35 y más años. Las tasas de mortalidad por cáncer de pulmón muestran, desde 2005, una tendencia decreciente tanto en hombres como en mujeres, con independencia del grupo de edad. El descenso en las tasas de mortalidad en los hombres de 35 a 64 años se observó en 1985 y en las mujeres del mismo grupo de edad en 1991. Es en el grupo de mayores de 64 años en donde el descenso en las tasas de mortalidad no se empezó a observar hasta inicios de este siglo. Destaca que éste es el primer estudio que analiza a nivel nacional la tendencia de la mortalidad por cáncer de pulmón durante más de 30 años y que utiliza la regresión *joinpoint* para realizar dicho análisis.

El quinto artículo presenta las **estimaciones de la mortalidad anual atribuida al consumo de tabaco en Colombia** en población de 35 y más años para el periodo 1985-2018. Los principales resultados indican que el tabaco causó 514.741 muertes en Colombia en población mayor de 34 años en el periodo 1985-2018. La tendencia de las tasas de MA al consumo de tabaco es decreciente en el grupo de

35-64 años; en el de 65 y más años es creciente, excepto en el periodo 2006-2011 en hombres. El grupo de enfermedades con mayor MA al consumo de tabaco fue el de respiratorias; las enfermedades con mayor MA fueron EPOC, cardiopatía isquémica y cáncer de pulmón, con independencia del sexo. La MA fue más alta en hombres y aproximadamente 2 de cada 10 muertes atribuidas sucedieron antes de los 65 años.

El sexto artículo de la tesis describe la distribución de la **exposición a radón residencial en el municipio de Manizales, Colombia**. Así mismo, estima la exposición de la población y establece el porcentaje de viviendas que superan los niveles de referencia. Para esto, se midió la concentración de radón en un total de 202 viviendas. De manera global, los resultados de este estudio indican que los niveles de concentración de  $^{222}\text{Rn}$  en Manizales fueron bajos ya que ninguna vivienda superó los  $100 \text{ Bq/m}^3$  (media geométrica de concentración de radón de  $8,5 \text{ Bq/m}^3$  y un valor máximo de  $50 \text{ Bq/m}^3$ ). Destaca que esta investigación es pionera en Colombia debido a que la exposición al radón en interiores, tanto residencial como ocupacional, no ha sido estudiada previamente.

Dado que los resultados de las mediciones indican bajos niveles de exposición a radón residencial en Manizales, se consideró que no tiene utilidad estimar la MA, pues se espera sea tendiente a cero. Por esta misma razón, tampoco fue posible elaborar un mapa de radón, dado

que se obtendría un mapa plano no informativo, en tanto no se detectaron áreas de riesgo.

# **CAPÍTULO 5. DISCUSIÓN**



### **5.1 Discusión de la hipótesis**

El consumo de tabaco y la exposición a radón interior son los principales factores de riesgo para el desarrollo del cáncer de pulmón y, tanto el consumo de tabaco como la exposición al radón residencial se pueden prevenir, mitigar o remediar. Hasta la fecha no se conoce cuál es el impacto real de estos dos carcinógenos en la morbilidad y la mortalidad en la población de América del Sur y, en específico, en Colombia. También está confirmada la asociación causal del consumo de tabaco con otros tumores malignos y con las enfermedades cardiometabólicas y respiratorias. La mayoría de éstas son enfermedades crónicas no transmisibles que generan una elevada carga al sistema de salud en países de bajos y medianos ingresos y en donde no es frecuente contar con sistemas de vigilancia que permitan la monitorización de factores de riesgo de manera permanente y con los estándares internacionales que permitan valorar su impacto. Por tanto, debido a falta de información sobre la prevalencia de estos factores de riesgo y su impacto en la mortalidad en América del Sur, se consideró necesario llevar a cabo este aspecto dentro de esta tesis doctoral.

Por otro lado, en América del Sur es prácticamente desconocida la presencia de radón interior en los países que la integran. Los mapas de exposición poblacional son muy escasos, y de escaso tamaño muestral. Son necesarios estudios que caractericen la presencia de gas radón y también analizar si la presencia de gas radón en el ámbito residencial o laboral es considerada dentro de la legislación de los diversos países. Por estas razones se ha abordado este tema en la tesis doctoral.

## **5.2 Discusión del método**

En la revisión sistemática de la literatura sobre MA al consumo de tabaco en América del Sur, la identificación de los estudios conllevó un trabajo de búsqueda exhaustivo, no sólo en las bases de datos de literatura médica, sino también en motores de búsqueda generales como Google, ya que no todos los estudios habían sido publicados en revistas indizadas. De igual forma, si bien se dispuso de estimaciones de MA al consumo de tabaco para todos los países de América del Sur, muchas de estas estimaciones fueron publicadas en informes de organismos oficiales, lo que también dificultó su identificación (49,60,64). Posteriormente, al analizar y evaluar la calidad de los estudios incluidos en la revisión, la heterogeneidad metodológica de los mismos limitó la comparación de resultados.

Los estudios de estimación de MA al consumo de tabaco en América del Sur no siempre tuvieron en cuenta el sexo (49,64,134,136,138) y los grupos de edad analizados fueron heterogéneos. El no disponer de estimación de MA por edad y sexo repercute negativamente en la posibilidad de contar con una fuente de referencia que permita evaluar políticas de salud en esta materia.

En relación con las prevalencias de consumo de tabaco empleadas en las estimaciones que aplicaron el método dependiente de prevalencias en Bolivia, Ecuador, Perú y Venezuela, no fue posible caracterizar todas las fuentes de datos por lo cual las comparaciones con otros estudios fueron limitadas (49). Se observó que disponer de datos seriados de prevalencia de consumo de tabaco para la población general o para grupos específicos es infrecuente en la mayoría de los países de América Latina y el Caribe (43).

Con respecto a las causas de muerte analizadas, se ha comprobado que, con el paso del tiempo, se agregaron gradualmente más causas en los estudios de estimación de MA al consumo de tabaco, un desarrollo en línea con los avances del *Surgeon General* en la asociación y confirmación de la relación causal entre otras enfermedades y el consumo de tabaco (2). Sin embargo, a pesar de que se encontraron estudios publicados durante el período 2014-2019 (65,130), ninguno de ellos ha analizado la MA al consumo de tabaco para las 22 causas confirmadas en el Informe del *Surgeon General* de 2014 (2).

Con respecto a la caracterización de las fuentes de datos, ésta fue muy limitada en algunas de las estimaciones de MA que procedieron de informes regionales, como fue el caso de Bolivia, Ecuador, Perú y Venezuela, lo que no permitió realizar un análisis en profundidad de las estimaciones obtenidas y sus posibles limitaciones (49).

En la revisión sistemática de exposición a radón residencial en América del Sur, la identificación de los estudios conllevó un trabajo de búsqueda exhaustivo, no sólo en las bases de datos de literatura médica, sino también en motores de búsqueda generales como Google, ya que no todos los estudios fueron publicados en revistas indizadas. Sumado a esto, para poder identificar la legislación y las regulaciones existentes en América del Sur para el control del radón residencial, la búsqueda fue difícil debido a la necesidad de acceder a las páginas web de los organismos oficiales con responsabilidad en cada uno de los países.

Posteriormente, se encontró que los estudios realizados sobre el radón residencial en América del Sur, además de escasos, fueron extremadamente heterogéneos en el número de mediciones de radón por estudio, en la metodología de medición y, en las áreas consideradas para realizar la medición (rurales y urbanas). Además, hubo mucha divergencia en la forma en cómo los autores de los estudios presentaron los resultados, lo que limitó la comparación directa entre éstos.

Para la estimación de la MA al consumo de tabaco en Brasil en el año 2016, entre las fuentes de datos necesarias para la aplicación del método dependiente de prevalencias, se requirió del conocimiento de las prevalencias de consumo de tabaco. Éstas procedieron de la Encuesta Nacional de Salud realizada por el Instituto Brasileño de Geografía y Estadística en 2013, no obstante debe tenerse en cuenta que derivan de información autodeclarada (128).

En la estimación de la MA al consumo de tabaco, es importante considerar que la cercanía temporal entre el año de la estimación de prevalencias de consumo y el de la mortalidad observada (2016) no garantizan una precedencia temporal correcta de la exposición frente al efecto, y que, en este sentido, las latencias para que se produzcan las diferentes causas analizadas, son distintas. No obstante, en nuestro estudio, se siguieron las recomendaciones internacionales en cuanto a los grupos de edad a analizar y en cuanto a no censurar en un límite superior (46,130). Estos riesgos procedentes de cohortes estadounidenses también se usan en los estudios de MA al tabaco en Europa.

Los riesgos relativos empleados para realizar las estimaciones de MA, se extrapolaron de poblaciones norteamericanas (126). A pesar de que la situación ideal sería aquella en la que los riesgos aplicados para estimar la MA en una población procedieran de un estudio de cohortes realizado sobre esa población esto es del todo infrecuente, ya que el

costo asociado a este tipo de diseños hace que su realización sea minoritaria y limitada por lo general, a países concretos o colectivos específicos (173).

En cuanto a las causas de mortalidad analizadas, no fue posible comparar los resultados obtenidos para la totalidad de las causas, debido a que ninguno de los estudios previos realizados en Brasil (49,60,64,130,134,137), había incluido las 22 causas establecidas por el *Surgeon General* (2). Es por esto, que a la fecha los investigadores en este campo deberían de considerar todas las causas en sus estudios y agruparlas en tres categorías: tumores malignos, enfermedades cardiometabólicas y enfermedades respiratorias (2). Sin embargo, a pesar de que América del Sur se dispone de estudios de MA publicados durante el período 2014-2019 (65,130), ninguno de ellos analizó la MA al consumo de tabaco con las 22 causas confirmadas en el último informe (2).

Con respecto a los estudios de mortalidad por cáncer de pulmón y de MA al consumo de tabaco realizados para Colombia en el periodo 1985-2018, hay asuntos metodológicos en común a considerar al momento de interpretar los resultados obtenidos en dichos estudios: 1) en cuanto a la fuente de mortalidad: es necesario tener en cuenta que hubo un deterioro en el sistema de clasificación de las defunciones entre 1990 y 1997 (174); en 1998 hubo cambios en la cobertura del registro de mortalidad, debidos a los ajustes implantados en ese año

por el DANE (174); y, en los años próximos al cambio de CIE-9 a CIE-10 (1998), podrían estar afectados por la inexperiencia en los sistemas de registro y clasificación con los nuevos criterios, que pudieron haber derivado en un subregistro temporal a expensas de la mala clasificación (174). También para el año 2000, la codificación de la causa básica de mortalidad por tumores como de “otros sitios y los no especificados” fue muy frecuente en Colombia (175), lo que podría derivar en un subregistro de la mortalidad por cáncer de pulmón. 2) en cuanto al análisis de las tendencias: se aplicaron modelos de regresión *joinpoint*, el cual se considera el método estándar de análisis de cambios de tendencia, porque consigue un mejor ajuste comparado con modelos lineales (120).

En relación específicamente con el estudio de la atribución de mortalidad al consumo de tabaco en Colombia, se consideraron los mismos aspectos respecto a la fuente de procedencia de los riesgos relativos que en el estudio realizado para Brasil. Además, al haber empleado el método independiente de prevalencias de consumo de tabaco para poder realizar la estimación de MA en Colombia, se precisó disponer de tasas de mortalidad de referencia por cáncer de pulmón que estuvieran desagregadas según el hábito tabáquico; no obstante, las tasas de referencia de las que se dispone también provienen de un estudio de cohortes realizado en Estados Unidos, el CPS-II (125) porque en América del Sur no se cuenta con este tipo de información.

El método independiente de prevalencias de consumo de tabaco, fue aplicado originalmente en países desarrollados, especialmente en Europa Occidental y Norteamérica (176,177), y en países de ingresos medios y bajos (125,178,179). Desde la década de los 80 se han aplicado en Colombia métodos independientes de prevalencia (60,61).

En el estudio sobre la exposición al radón residencial en Manizales, se empleó una metodología que ya ha sido validada en estudios internacionales (77), en tanto, reproducible en otras ciudades y se incluyó el uso de detectores alfa-track, los cuales son los dispositivos recomendados según los lineamientos internacionales (69); además, este tipo de detectores de trazas son más baratos que otros tipos de detectores y extremadamente confiables si se usan de manera apropiada (69). En el contexto de América del Sur, este estudio realizado en el municipio de Manizales, fue el quinto estudio con el mayor número de mediciones de radón residencial ( $n = 202$ ) (143,152,159,166).

### **5.3 Discusión de los resultados**

Para empezar, es importante señalar que las dos revisiones sistemáticas que hacen parte de los resultados de esta tesis son las primeras que se han realizado para América del Sur sobre estos temas en concreto.

En la revisión sistemática cuyo objetivo fue identificar los estudios que estimaron la MA al consumo de tabaco en América del Sur, se encontró que en la mayoría de los estudios emplearon el método basado en la prevalencia de consumo de tabaco; no obstante, otros estudios han indicado que no hay consenso sobre el método de elección para estimarla (22).

El uso del método dependiente de prevalencias de consumo de tabaco es frecuente en los Estados Unidos y en Europa, donde los datos de prevalencia del consumo de tabaco están disponibles regularmente y se extraen de estudios de salud nacionales que se realizan de acuerdo con las pautas internacionales. Sin embargo, esto no es igual en América del Sur, donde la disponibilidad de datos de prevalencia es limitada (43), o los grupos de edad para los que se dispone de datos difieren de los establecidos por consenso internacional.

En cuanto a la definición de los indicadores de prevalencia, en algunos estudios incluidos, la definición de la prevalencia de no fumadores citada por algunas encuestas no distingue a los exfumadores (22); esto podría lugar a una subestimación de la MA.

Con respecto a los grupos de edad, dos estudios establecieron la censura superior de edad en 64 años (140,141), lo que hace imposible disponer de estimaciones de MA en el resto de la población mayor a dicha edad.

La periodicidad de las estimaciones de MA es muy variable, por lo que no se encontró una estandarización en la estimación de este indicador en América del Sur, lo que limita poder conocer la evolución de la epidemia tabáquica en los países analizados y establecer comparaciones (25).

En 6 países de América del Sur no hay estimaciones posteriores a 2010. Las estimaciones de MA más recientes son de 2013 para Argentina, Brasil y Colombia (65,130).

Los países en donde se han realizado más estimaciones de MA al consumo de tabaco son: Argentina, Brasil y Chile. En estos tres países las políticas de control del consumo de tabaco se han implementado progresivamente desde 1980 (130,180).

Brasil y Uruguay, son los líderes regionales en el control del tabaco (33,130,180). Por su parte, Argentina y Chile han implementado al menos cuatro de las cinco medidas MPOWER al más alto nivel (180). Es de destacar que, luego de la publicación del CMCT OMS en 2003 y la posterior implementación del paquete MPOWER, no ha habido un aumento en la publicación de estudios que realicen estimaciones de MA.

El grupo de enfermedades al que se atribuye la mayor carga de mortalidad son las enfermedades cardiovasculares. Este patrón de mortalidad es diferente al de los países europeos, donde en términos

de mortalidad atribuible -global y en hombres- los tumores superan a las enfermedades cardiovasculares cuando se analiza la carga de MA al consumo de tabaco (181). Estas diferencias pueden deberse a diferentes factores. Por una parte, insuficiente control de los principales factores de riesgo que, además del tabaco, influyen en la generación de enfermedades cardiovasculares como la hipertensión, la hipercolesterolemia y el sedentarismo. Además también influye la necesidad de mejora en la atención temprana de procesos agudos, como infarto y enfermedades cerebrovasculares (182).

En la revisión sistemática sobre la exposición a radón residencial en América del Sur, destaca que se cuenta con un número limitado de mediciones (el número de viviendas en las que se midió en radón, osciló entre 13 y 2.689). También, que el nivel de actuación en todos aquellos países que han fijado un umbral reglamentario está por encima de  $300 \text{ Bq/m}^3$ , el máximo recomendado por la OMS (69). Además, la falta de legislación o disposiciones legales dirigidas a prevenir o bloquear la filtración de radón en los hogares en los países de América del Sur es evidente.

Brasil ha sido el país en el que se han realizado más mediciones para valorar la exposición a radón residencial; esto puede deberse a que en el periodo comprendido entre 1990 y 1994 fue el país coordinador regional para América Latina en el marco del programa de investigación “Radón en el Medio Humano” (183). Debe tenerse en

cuenta que Brasil es el país más poblado y más grande de América del Sur.

El estudio más representativo que se ha realizado en América del Sur, es el de Canoba y cols. (2002), esto se debe a que fue el que realizó mediciones en un mayor número de países de América del Sur (seis países) y a que el número de mediciones fue elevado en comparación con los otros estudios identificados (153,184).

En relación con la legislación relacionada con los niveles de acción recomendados, países de Europa cuentan con una legislación que rige los niveles de acción recomendados. A diferencia de países de América del Sur como Paraguay, Perú y Uruguay, en donde han establecido niveles máximos de la concentración de radón residencial de hasta  $600 \text{ Bq/m}^3$ , cifra equivalente al doble de lo recomendado en Europa (113), cuatro veces lo recomendado en Estados Unidos (86), y seis veces el nivel ideal sugerido por la OMS (69). Los resultados anteriores no están en consonancia con las indicaciones y recomendaciones emitidas por instituciones internacionales como la ICRP, la Comunidad Europea de Energía Atómica (EURATOM) y UNSCEAR, en el sentido de que corresponde al Estado dictar normas, tomar medidas y realizar evaluaciones con respecto a las radiaciones ionizantes y de otro tipo (184,185).

En cuanto al estudio de mortalidad por cáncer de pulmón en Colombia para el periodo 1985-2018, como antecedentes se encontró que tres

estudios en Colombia han realizado el análisis de la mortalidad por cáncer de pulmón para periodos diferentes: 1960-1987, 1980-2009 y 1998-2018 (61,186). En el primero se evidenció un aumento de las tasas en hombres de todos los grupos de edad y en mujeres de 45 a 64 años. También, se encontró que las tasas de mortalidad de los hombres eran superiores a las de las mujeres, especialmente entre los grupos de más edad. Esto se debe a que la prevalencia de consumo de tabaco en hombres siempre fue más alta que en las mujeres (49). En nuestro estudio se siguen observando tasas de mortalidad por cáncer de pulmón más altas entre los hombres, si bien en el grupo de edad de 35 a 64 años la diferencia por sexo ha disminuido con el tiempo. En el segundo y tercer periodo de tiempo analizados en los otros estudios, mostraron una tendencia decreciente en hombres y en mujeres; si bien, el primero de ellos sólo observó el descenso cuando restringió el análisis a población de 40 años y más (61,186). Las diferencias en los resultados se pueden explicar por varias razones. Una de ellas es que en nuestro estudio para el cálculo de las tasas se utilizaron poblaciones corregidas mediante retroproyección publicadas por el DANE en octubre del 2020 (122); y, se excluyeron las muertes con edad desconocida y sexo indeterminado. Además, se fijó un límite inferior de 35 años en la edad de la mortalidad ya que edades previas son difíciles de relacionar con la exposición a factores de riesgo o conductas modificables, y entra en conflicto respecto al criterio de causalidad de precedencia temporal (187).

Excepto en los hombres de 35 a 64 años, en los que la tendencia es decreciente en todo el periodo, la evolución de las tasas estandarizadas es similar en hombres y mujeres, independiente del grupo de edad. Así se observa una tendencia creciente acompañada de un descenso posterior en las tasas de mortalidad. En las mujeres de 35 a 64 años, las tasas empezaron a disminuir a comienzos de los años 90, y en el grupo de edad de 65 y más años el cambio de tendencia se observa a mediados de la primera década del 2000, es decir, más de una década después. En los hombres, la mitad de la primera década del siglo XXI marca el punto de inflexión para los dos grupos de edad. Estos datos van en línea con los de un estudio realizado en el país en el periodo 1998-2007, en el que se encontró que entre los hombres de 25 a 64 años con mayor nivel de estudios, la mortalidad prematura por cáncer de pulmón descendía anualmente un 3,4% (188).

Destaca el aumento que se observa en la tasa de mortalidad por cáncer de pulmón en las mujeres mayores de 64 años hasta inicios del siglo XXI y en las menores de 65 hasta 1991. Esto podría deberse a la exposición al humo de combustibles sólidos (189). En Colombia, en el año 2012, 2,1 millones de personas en situación de pobreza extrema fueron clasificadas como expuestas a la contaminación por uso de combustibles sólidos para cocinar. Los grupos de mayor exposición son las mujeres mayores de 30 años de etnia indígena que residen en la zona rural (190). Adicionalmente, otro estudio publicado en el 2008 planteó que en Colombia el 39% de la población mayor de 40 años

residente en las cinco principales ciudades había cocinado con leña durante más de 10 años antes de llegar a la ciudad (191). El uso de combustibles fósiles ha disminuido (192), y esto puede haber propiciado el descenso en las tasas de mortalidad por cáncer de pulmón en las mujeres. Esto se ha objetivado también en otros países de América Latina, como México (193).

La disminución en la prevalencia de consumo de tabaco en Colombia puede explicar la disminución de las tasas de mortalidad que se observan en los últimos años analizados en este estudio, especialmente entre los hombres. En Colombia se dispone de prevalencias de consumo de tabaco desde 1971; aunque, la definición de fumador y los marcos muestrales no son comparables en todas las encuestas. Durante la década de los 80 del siglo pasado el consumo de tabaco en adultos se incrementó en un 14% con respecto a años anteriores (60).

En todos los estudios la prevalencia de consumo de tabaco fue más alta entre los hombres, lo que explica en gran medida las diferencias en la magnitud de la mortalidad según sexo.

El estudio detallado de la mortalidad por causas específicas es una línea de investigación prioritaria en Colombia debido a varios aspectos. Uno de ellos es el aumento que se espera en la incidencia del cáncer debido al envejecimiento poblacional que ocasionará a su vez un impacto sobre la mortalidad (186). Destaca que la evolución de las tasas de mortalidad por cáncer de pulmón en Colombia difiere a lo

observado en Europa y Norteamérica, donde el cáncer de pulmón en mujeres está aumentando (25).

En lo que concierne a la MA al consumo de tabaco Colombia para el periodo 1985-2018 destacan varios aspectos. Se compararon los resultados de las estimaciones de MA al consumo de tabaco en años puntuales ya que en Colombia no se dispone de la estimación de tendencias de MA al consumo de tabaco de manera previa. En comparación con una estimación de MA al consumo de tabaco realizada en 1985, las tasas de mortalidad por cáncer de pulmón fueron mayores en el presente estudio (60). Para el 2004, los resultados de nuestro estudio apuntan a una mayor carga de la MA con respecto a las reportadas en ese año, excepto para cáncer de pulmón en hombres (64). Tal diferencia se podría explicar por el factor de corrección que aplicaron a los RR.

También se identificó un estudio realizado para el periodo 2009-2013, no obstante, los resultados de esta investigación no son, en estricto rigor, comparables debido a diferentes aspectos: restringieron a 12 neoplasias; adicionaron los cánceres de mama y de próstata, que no están causalmente asociados con el consumo de tabaco; y la cobertura de la estimación de MA al consumo de tabaco fue una subregión de Colombia (65).

En otro estudio en el cual calcularon la MA al consumo de tabaco, para el año 2009 se reportaron 13.759 muertes, cifra inferior a las

18.285 muertes para ese año en nuestra investigación (dato no mostrado). Los resultados son consistentes en términos de la mayor MA al consumo de tabaco en hombres y a la mayor carga en los grupos de más edad. En cuanto a las causas analizadas, la MA en nuestro estudio es ligeramente mayor para EPOC y cardiopatía isquémica, y menor para cáncer de pulmón y enfermedad cerebrovascular. Aunque se aplicó el mismo método, hay diferencias en la edad a partir de la que se estima la MA (30 años) y las causas de muerte (61).

Para el año 2015, nuestro estudio estimó más de 23.000 muertes atribuidas al consumo de tabaco en comparación con las 32.088 reportadas para el mismo año por otro estudio (67). Esta diferencia puede deberse a que se trata de un estudio que empleó un modelo de microsimulación de Monte Carlo. Además, la fuente de datos de mortalidad y las causas de mortalidad analizadas fueron diferentes (194).

En Europa, la tendencia en la MA al consumo de tabaco es decreciente en hombres y creciente en mujeres (195,196). En Colombia la tendencia en los hombres y mujeres de 35-64 años es decreciente y a partir de 64 en los hombres es creciente hasta el año 2006 y en las mujeres hasta 1996. La estabilización en las mujeres de 65 y más años podría deberse a la disminución de la prevalencia de consumo de tabaco, pero también a la disminución en la exposición al humo de biomasa (192). En Brasil la estimación de la MA mostró una tendencia a la baja tanto en hombres como mujeres en el periodo 1990-2017; sin

embargo, la disminución fue mayor para las mujeres (197), similar a lo encontrado en este estudio para las mujeres de 35 a 64 años.

En nuestro estudio se analizaron las muertes a partir de los 35 años de edad y no se fijó un límite de edad máximo (lo que difiere de otros estudios (25,176)). La población colombiana ha experimentado un rápido aumento de la proporción de personas mayores desde 1985, y las enfermedades crónicas se han consolidado como principal causa de muerte en el país (186). Además, para el periodo 1985-2010, la esperanza de vida al nacer aumentó de 68 a 74 años (198). En este sentido, la discrepancia entre el aumento absoluto en el número de muertes en comparación con el descenso en las tasas de MA al consumo de tabaco se podría explicar por la transición demográfica y epidemiológica que ha presentado el país. Así según se evidencia en un informe para el periodo 1951-2020, el crecimiento de la población se ha dado en especial en el segmento de 15 a 59 años (bono demográfico) y en el de 60 y más años en el que se ha más que duplicado (198).

La tendencia en la MA al consumo de tabaco tiene un comportamiento diferente en función de la edad. En la población de 65 y más años la tendencia es creciente, lo que podría reflejar los efectos de la exposición acumulada al consumo de tabaco en décadas previas a las medidas del control del consumo de tabaco vigentes (68). En la población más joven muestra una tendencia decreciente, que podría

explicarse en gran medida por las intervenciones poblacionales orientadas a evitar el consumo de tabaco (68); esta tendencia es mucho más notoria en las mujeres, reflejo de la histórica menor prevalencia de consumo de tabaco en comparación con los hombres (49).

En América del Sur la mayor carga de MA al tabaco está asociada con enfermedades cardiovasculares (45). Lo mismo se observó en Colombia, hasta el año 1997 momento en que las enfermedades respiratorias pasaron a ocupar el primer lugar. Este cambio en la carga de mortalidad asociada por grandes grupos de enfermedad también se ha observado en Brasil (130,197,199). Esto podría deberse a una disminución en la mortalidad por enfermedad cardíaca isquémica secundaria a la disponibilidad de diferentes recursos terapéuticos (200). Este patrón de mortalidad es diferente al de los países europeos, donde en términos de MA, los tumores superan a las enfermedades cardiovasculares (46). Esto puede deberse a la necesidad de mejoras en Colombia en la atención temprana de procesos agudos, como infarto y enfermedades cerebrovasculares (182).

Al analizar la MA por causas de muerte, en este estudio llama la atención que en las mujeres la MA por cáncer de pulmón es la mitad que en los hombres; no obstante, la MA por cardiopatía es mayor. Esto podría estar relacionado con las inequidades de género que explican una mayor mortalidad cardiovascular en las mujeres por una

atención sanitaria deficiente en comparación con la ofrecida a los hombres, sobre todo en algunas regiones del país (201,202)

Por último, en cuanto a la investigación de radón residencial realizada en el municipio de Manizales (Colombia), destaca que esta investigación es pionera en Colombia por varias razones. La principal es el hecho de que la exposición al radón en interiores, tanto residencial como ocupacional, no había sido estudiada previamente.

La exposición al  $^{222}\text{Rn}$  residencial es baja en el municipio de Manizales según los niveles de referencia de la OMS ( $100 \text{ Bq/m}^3$ , idealmente), dado que la concentración más alta encontrada en este estudio fue de  $50 \text{ Bq/m}^3$ . Se debe tener en cuenta que las rocas con concentraciones relevantes de uranio en la superficie terrestre son en su mayoría graníticas, basálticas y areniscas (203) y este tipo de rocas están presentes en algunas zonas de Manizales.

Un factor que podría contribuir a estas concentraciones bajas de radón podría ser que el área objeto de nuestro estudio, Manizales, se encuentra cerca del volcán Nevado del Ruíz. Este es un volcán activo, que entró en erupción en 1985 con abundante material de escombros expulsado (rocas metamórficas y pizarra). Aunque los lahares resultantes destruyeron puentes y viviendas, no llegaron a Manizales, pero las cenizas de la explosión cubrieron un área de  $400 \text{ km}^2$  y las cenizas más finas alcanzaron distancias de  $550 \text{ km}$  del volcán. Hay varios volcanes activos en esta área, y es posible que haya habido

otras erupciones con nubes de ceniza explosivas en los últimos 2-3 siglos. Sin embargo, no existen registros y esta información no se puede verificar. Se ha reconocido en algunos estudios que las capas de ceniza volcánica reducen considerablemente la exhalación de radón desde la roca subyacente hacia la superficie (204,205). Sin embargo, la asociación entre áreas volcánicas y radón no está bien establecida. Un ejemplo paradigmático es el de las Islas Canarias en España, donde las dos islas centrales, las más pobladas, presentan niveles elevados de radón mientras que los niveles de radón son muy bajos en el resto de islas del archipiélago (204). Las islas que forman el estado de Hawái, también presentan concentraciones muy bajas de radón (205).

En comparación con otras concentraciones de radón obtenidas en América Central y del Sur, el nivel más alto de radón residencial se encontró en Lages Pintadas, en Brasil ( $358 \text{ Bq/m}^3$ ) (165), seguido de Lima, Perú, donde fue de  $155,6 \text{ Bq/m}^3$  (170). En América Central y del Sur, entre los pocos estudios que presentan los resultados en media geométrica de radón residencial, la media geométrica más baja de concentración de radón se encontró en Natal, Brasil ( $11,7 \text{ Bq/m}^3$ ) (148), pero la obtenida para Manizales es incluso más baja que esta.

La mayor concentración de  $^{222}\text{Rn}$  en las viviendas localizadas bajo rasante se puede relacionar con que el  $^{222}\text{Rn}$  es el gas más pesado de

los gases inertes, con una densidad de 9,7 g/L a 0°C y ocho veces más pesado que el aire (72).

En cuanto a los materiales de construcción utilizados en las diferentes viviendas, no se encontraron diferencias importantes que pudieran influir en los niveles de concentración de radón. Esto concuerda con los resultados obtenidos en muchos otros estudios que detallan que los materiales de construcción de las viviendas son la fuente menos importante de procedencia del radón emanado en la mayoría de los casos, ya que agrega como máximo un 15-20% a los niveles totales de radón en interiores (7,69).

#### **5.4 Ventajas**

Como ventajas, cabe destacar el diseño de la revisión sistemática per se, que empleó una estrategia de búsqueda exhaustiva, lo que permitió la inclusión de todos los estudios disponibles. También el haber realizado la búsqueda sistemática en páginas web gubernamentales es una ventaja. Este diseño se aplicó de manera exitosa para compilar, sintetizar y analizar el conocimiento existente sobre la MA al consumo de tabaco y sobre la exposición a gas radón en los países de América del Sur. Una fortaleza adicional de este diseño reside en su reproducibilidad. Además, estas son las primeras revisiones sistemáticas disponibles en la literatura sobre estos factores de riesgo en América del Sur.

La evidencia generada a partir de la revisión sistemática sobre MA al consumo de tabaco en América del Sur orientó el proceso investigativo hacia la actualización de las estimaciones en dos países de América del Sur, mediante la aplicación de dos métodos diferentes en función de la mejor evidencia disponible en cada uno. Estas nuevas estimaciones incorporaron por primera vez las cuatro nuevas enfermedades causalmente asociadas al tabaco publicadas por el informe del *Surgeon General* del 2014.

Para el caso de Colombia, se elaboró un análisis de tendencias de MA de consumo de tabaco que abarcó 34 años, el periodo de tiempo más largo analizado en este tema en América del Sur. Para este análisis se aplicaron métodos de estimación internacionalmente aceptados como la mejor técnica para este tipo de estudios. Una ventaja adicional es que el análisis de tendencias se aplicó en Colombia tanto a la MA al consumo de tabaco como a la mortalidad por cáncer de pulmón. Los resultados de estos estudios pueden ser usados como línea base previa a la pandemia por SARS-CoV-2/COVID-19 a considerar en análisis futuros sobre el impacto de la pandemia en la mortalidad.

En Brasil, para la estimación de la mortalidad atribuida al consumo de tabaco realizada para el 2016, se contó con los microdatos de la encuesta de la cual derivaron las prevalencias de consumo de tabaco desagregados por grupos quinquenales lo que permitió estimar las

prevalencias en los mismos grupos de edad que los riesgos empleados en el cálculo de la MA.

En cuanto al radón, destaca que el estudio piloto realizado en Manizales, Colombia, es de gran relevancia debido a las siguientes razones: i) el número de mediciones realizadas fue alto en el contexto de América del Sur; ii) se utilizaron detectores tipo alfa-track recomendados por guías internacionales; iii) la distribución, colocación, seguimiento, y recuperación de los detectores fue llevada a cabo directamente por la doctoranda y otro investigador, lo que mejoró la confiabilidad de la información; iv) la escasa pérdida de detectores; y v) su procesamiento en el Laboratorio de Radón de Galicia, acreditado por la Entidad Nacional de Acreditación de España.

## **5.5 Limitaciones**

El escaso número de investigaciones disponibles en América del Sur sobre MA al consumo de tabaco y sobre exposición a radón, así como la heterogeneidad metodológica de los estudios, limitaron la comparación de resultados. En los estudios de MA al consumo de tabaco, hubo dificultades para identificar las fuentes de datos empleadas, lo que limitó la evaluación de la calidad de los estudios en países como Ecuador, Perú y Venezuela.

Disponer de datos seriados de prevalencia de consumo de tabaco, ya sea para la población general o para grupos específicos, es infrecuente en la mayoría de los países de América Latina y el Caribe, lo que dificulta la caracterización de este factor de riesgo (43).

En la estimación de la MA al consumo de tabaco en Brasil, otras limitaciones son: el uso de prevalencias de consumo de tabaco temporalmente concurrentes con la MO, y que la prevalencia se estima a partir de datos autodeclarados; la extrapolación de riesgos de mortalidad procedentes del seguimiento de una cohorte estadounidense (CPS II) y no ajustados por confusores.

En la estimación de la MA al consumo de tabaco en Colombia, las limitaciones son: la extrapolación de riesgos de mortalidad procedentes del seguimiento de una cohorte estadounidense (CPS II) y no ajustados por confusores. No se dispone de tasas de mortalidad por cáncer de pulmón en fumadores y nunca fumadores, lo que obligó a la utilización de datos que proceden del CPS II (125). También, se sitúan como limitaciones en Colombia, la calidad de los datos de mortalidad. Se ha descrito previamente el deterioro en el sistema de clasificación de las defunciones entre 1990 y 1997 (174). En 1998 hubo cambios en la cobertura del registro de mortalidad debido a los ajustes implantados en ese año por el DANE (174). Además los años próximos a 1998, año de cambio de CIE-9 a CIE-10 podrían estar afectados por la inexperiencia en los sistemas de registro y

clasificación con los nuevos criterios que pudo haber derivado en un subregistro temporal a expensas de la mala clasificación (174). También para el año 2000 la codificación de la causa básica de mortalidad por tumores como de “otros sitios y los no especificados” fue muy frecuente en Colombia (175), lo que podría derivar en un subregistro de la mortalidad por cáncer de pulmón.

En relación con la revisión sobre radón residencial en América del Sur, a pesar del rigor de la búsqueda de documentos regulatorios en un amplio número de sitios web, cabe la posibilidad que existan documentos legales que no hayan sido recuperados. Además, siempre es posible que dichas normas y reglamentos estén en fase de redacción.

Es importante resaltar que la evidencia disponible sobre exposición a radón, además de escasa, es extremadamente heterogénea en el número de mediciones de radón por estudio, metodología de medición y escenarios considerados (áreas rurales, urbanas, propensas al radón) (206).

El estudio de radón residencial en Manizales, dado que se trata de un estudio piloto, tiene ciertas limitaciones. Una desventaja es la escasez de muestras recogidas en el medio rural en relación a su superficie (407,02 km<sup>2</sup>, 92,08% del municipio) (207,208). Dado que se utilizó un muestreo por conveniencia, los resultados no pueden extrapolarse a ciudades vecinas.

## **CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES**



1. Si bien hay estimaciones de consumo de tabaco para todos los países de América del Sur en diferentes momentos, éstas no están actualizadas. Por ello, las fuentes de datos empleadas para estimar la mortalidad atribuida no están suficientemente caracterizadas lo que limita la evaluación de la calidad de las estimaciones.
2. El número de estudios sobre exposición a radón en América del Sur es escaso. Los estudios realizados incluyen un número muy limitado de mediciones sin representatividad de la exposición a radón a escala nacional. No hay estudios que evalúen la mortalidad atribuida a radón en América del Sur.
3. Ninguno de los países de América del Sur cuenta con una acción de salud pública global dirigida a abordar el problema del radón residencial ni presenta un mapa nacional de exposición al radón residencial o un enfoque legislativo unificado para combatir la presencia de radón en las viviendas.
4. La disponibilidad de datos sobre prevalencia de consumo de tabaco es heterogénea en América del Sur. Mientras en Brasil fue posible realizar estimaciones de mortalidad atribuida al consumo de tabaco basadas en el método dependiente de prevalencias de consumo, en Colombia fue necesario aplicar el método independiente ante la carencia de datos. Para conocer cómo había sido la evolución de la epidemia tabáquica en

Colombia, se utilizó como *proxy* la mortalidad por cáncer de pulmón.

5. En Brasil, el país con mayor población de América del Sur, el 14% de las muertes ocurridas en población de 35 y más años durante 2016 se atribuyen al consumo de tabaco. El impacto del tabaco en la mortalidad es mayor en hombres. Una de cada 3 muertes atribuidas al tabaco se debe a EPOC o cáncer de pulmón. La mayor carga de mortalidad atribuida es por enfermedades cardiometabólicas y respiratorias.
6. En Colombia, se registraron 105.553 muertes por cáncer de pulmón en población de 35 años y más en el periodo 1985-2018. Desde 2005, la tendencia de las tasas de mortalidad por cáncer de pulmón es decreciente, con independencia de la edad y del sexo. Para el mismo periodo, se atribuyen al consumo de tabaco 514.741 muertes, lo que representa el 10,9% de la mortalidad por todas las causas en la población de 35 y más años. La mayor carga de mortalidad atribuida es por enfermedades respiratorias y cardiometabólicas. La tendencia de mortalidad atribuida al consumo de tabaco parece favorable, ya que en el grupo de 35 a 64 años es decreciente o estable.
7. Con relación a la exposición a gas radón residencial en el municipio de Manizales (Colombia), se concluye que ninguna vivienda superó el nivel de referencia de  $^{222}\text{Rn}$  residencial

establecido por la OMS. Dados los bajos niveles de exposición a radón residencial en Manizales, la mortalidad atribuida a este factor de riesgo puede considerarse marginal frente a otros factores.



## **CAPÍTULO 7. IMPLICACIONES**



A pesar de las diferencias metodológicas entre los estudios publicados sobre MA al consumo de tabaco en los países de América del Sur, la mayoría de estos países muestran que la mayor carga de MA está asociada con enfermedades cardiometabólicas. En muchos casos, las estimaciones disponibles son obsoletas, lo que significa que es necesario realizar más estudios para actualizar el impacto del consumo de tabaco en la mayoría de los países de América del Sur.

Los sistemas de vigilancia deben fortalecerse o implementarse utilizando datos estandarizados, comparables y representativos a nivel nacional, publicados periódicamente sobre el consumo de tabaco y su impacto en la población. Es fundamental que las administraciones públicas, los profesionales sanitarios y la ciudadanía conozcan el impacto del tabaco en la mortalidad, ya que ello ayudaría a reforzar las medidas necesarias para reducir sus efectos sobre la salud. Las estimaciones de MA también ayudarían con la toma de decisiones dirigidas a evaluar y mejorar el impacto de las políticas de control del consumo de tabaco (30,209).

Es sabido que los países de América del Sur han tenido otras prioridades en salud, pero ahora ha llegado el momento de abordar el problema del radón residencial y en los entornos laborales. Se debe mejorar el conocimiento sobre la exposición a este factor de riesgo, dada su asociación con el cáncer de pulmón y la conocida interacción que presenta con el consumo de tabaco. Es fundamental concienciar a

las administraciones públicas, a los profesionales sanitarios y a la población en general sobre el problema del radón residencial, para que se puedan implantar las medidas necesarias para reducir sus efectos sobre la salud, mediante disposiciones legales. La caracterización del radón residencial y ocupacional permitirá la realización de estudios orientados a estimar la MA a este factor de riesgo.

Brasil, junto con Uruguay y Panamá, ha sido líder continental en el control del tabaco; y ha implementado progresivamente políticas de control del tabaco desde 1980. Estas políticas se han traducido en un importante descenso de las prevalencias de consumo, aunque aún no se reflejan en un descenso de la mortalidad atribuida. Para valorar este descenso de la MA es necesario estimar, aplicando la misma metodología, la evolución de la MA en Brasil –y en general en todos los países de América del Sur– y realizar estimaciones de manera periódica para poder valorar y fortalecer el impacto de las estrategias y políticas de control del consumo de tabaco.

Para sostener la tendencia descendente en la mortalidad por cáncer de pulmón en Colombia, es necesario proseguir con los esfuerzos dirigidos a prevenir esta neoplasia. Aunque la tendencia en la MA al consumo de tabaco en Colombia es descendente, aun así, el consumo de tabaco sigue siendo un factor de riesgo muy importante en Colombia; por esto, se pone de manifiesto la necesidad de potenciar medidas de prevención primaria para evitar el inicio del consumo de

tabaco y secundarias para su cesación, y vigilar otros factores de riesgo como la exposición al radón residencial y ocupacional. Es fundamental disponer de una monitorización de la carga de MA al consumo de tabaco actualizada con la mejor evidencia disponible. Destaca la urgente necesidad de la puesta en marcha de programas y estrategias que incluyan el enfoque de género especialmente en las mujeres de contextos desfavorables. Actuar en dicho sentido es importante porque la Encuesta Nacional de Tabaquismo en Jóvenes del 2018, reveló una alta prevalencia de consumo de productos de tabaco (24%) en las mujeres de 13 a 15 años. Es necesario también fortalecer las medidas MPOWER en Colombia e implementar las que faltan, además de vigilar la prevalencia de consumo de tabaco en los adultos a nivel poblacional.

En este estudio se estimó la MA al consumo de tabaco hasta el año 2018 y se pretende que sea tomado como referencia para futuras estimaciones que permitan valorar el impacto del COVID-19 en la tendencia de la MA al consumo de tabaco.

Para reducir el riesgo de desarrollar cáncer de pulmón debido a la exposición al radón, lo más importante es establecer si existen niveles

de concentración elevados en los hogares y, de ser así, tomar medidas para reducirlos; por lo tanto, cuanto mayor sea el número de mediciones realizadas, más precisos serán los resultados (7). La experiencia adquirida en el estudio de radón residencial en Manizales permitirá a los investigadores ampliar las áreas incluidas en este estudio y plantear un "mapeo de etapas" en el futuro. Esto permitirá avanzar en el conocimiento de la exposición a este factor de riesgo en la población colombiana. Sería conveniente hacer mediciones *ad hoc* en aquellos puntos donde exista una mayor probabilidad de alta exposición para población general y para trabajadores.

Es recomendable producir materiales informativos para que los ciudadanos tengan acceso a las concentraciones estimadas de radón en sus municipios. Para desarrollar dicha información en Colombia, es necesario primero actualizar el nivel de referencia del radón interior y determinar su concentración en el aire de los hogares y lugares de trabajo (5,8–11).

El aprendizaje logrado con los métodos para estimar mortalidad atribuida al tabaco podrá ser aplicado al estudio otros factores de riesgo como la obesidad, el consumo de alcohol, el sedentarismo, la exposición a humo ambiental de tabaco. Además, permitirá a futuro proyectar el uso de los datos del Registro Poblacional de Cáncer de Manizales (Colombia) para una línea de investigación de incidencia

del cáncer atribuida a diferentes factores de riesgo y con ello optimizar el uso de los datos disponibles en dicho registro.



## **CAPÍTULO 8. REFERENCIAS**



1. World Health Organization. WHO report on the global tobacco epidemic, 2008: the MPOWER package. Geneva: WHO Library Cataloguing-in-Publication Data; 2008. 342 p.
2. U.S. Department of Health and Human Services National Center for Chronic Disease Prevention and Health Promotion Office on Smoking and Health. The Health Consequences of Smoking—50 Years of Progress: A Report of the Surgeon General. The Health Consequences of Smoking-50 Years of Progress: A Report of the Surgeon General. Atlanta, GA: National Library of Medicine Cataloging in Publication; 2014. 944 p.
3. Institute for Health Metrics and Evaluation (IHME). GDB Compare Data Visualization [Internet]. Seattle; WA: IHME; University of Washington. 2016 [cited 2019 Nov 26]. Available from: <https://vizhub.healthdata.org/gbd-compare/>
4. Darby S, Hill D, Auvinen A, Barros-Dios JM, Baysson H, Bochicchio F, et al. Radon in homes and risk of lung cancer: collaborative analysis of individual data from 13 European case-control studies. *BMJ*. 2005;330(7485):223.
5. Krewski D, Lubin JH, Zielinski JM, Alavanja M, Catalan VS, Field RW, et al. A combined analysis of North American case-control studies of residential radon and lung cancer. *J Toxicol Env Heal A*. 2006;69(7):533–97.
6. World Health Organization. WHO Handbook on Indoor Radon: A Public Health Perspective. Francia: WHO Library Cataloguing-in-Publication Data; 2009. 95 p.
7. Ruano-Raviña A, Quindós-Poncela L, Sainz Fernández C, Barros-Dios JM. Radón interior y salud pública en España. Tiempo para la acción. *Gac Sanit*. 2014;28(6):439–41.
8. Veloso B, Nogueira JR, Cardoso MF. Lung cancer and indoor radon exposure in the north of Portugal - An ecological study. *Cancer Epidemiol*. 2012;36(1):e26-32.
9. Vacquier B, Rogel A, Leuraud K, Caer S, Acker A, Laurier D. Radon-associated lung cancer risk among French uranium miners: Modifying factors of the exposure-risk relationship. *Radiat Env Biophys*. 2009;48(1):1–9.

10. Turner MC, Krewski D, Chen Y, Pope C A, Gapstur S, Thun MJ. Radon and lung cancer in the American Cancer Society Cohort. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev.* 2011;20(3):438–48.
11. Darby S, Hill D, Deo H, Auvinen A, Barros-Dios JM, Baysson H, et al. Residential radon and lung cancer - Detailed results of a collaborative analysis of individual data on 7148 persons with lung cancer and 14 208 persons without lung cancer from 13 epidemiologic studies in Europe. *Scand J Work Env Heal.* 2006;32(1):1–84.
12. Centers for Disease Control and Prevention. Overview: Behavioral Risk Factor Surveillance System (BRFSS). Atlanta, GA: CDC; 2021.
13. Ontario Public Health Standards. 5A Smoking Attributable Mortality [Internet]. Association of Public Health Epidemiologists in Ontario (APHEO). [cited 2022 Jan 15]. Available from: <http://core.apheo.ca/index.php?pid=253#description>
14. Barbosa-Lorenzo R, Ruano-Ravina A, Cerdeira-Caramés S, Raíces-Aldrey M, Barros-Dios JM. Residential radon and lung cancer: a cohort study in Galicia, Spain. *Cad Saúde Pública.* 2017;33(6):e00189415.
15. Davey Smith G, Egger M. The first reports on smoking and lung cancer: why are they consistently ignored? *Bull World Heal Organ.* 2005;83(10):799–800.
16. Boffetta P, Tubiana M, Hill C, Boniol M, Aurengo A, Masse R, et al. The causes of cancer in France. *Ann Oncol.* 2009;20(3):550–5.
17. Goodchild M, Nargis N, Tursan D'Espaignet E. Global economic cost of smoking-attributable diseases. *Tob Control.* 2018;27(1):58–64.
18. WHO Tobacco Free Initiative. Tobacco and poverty: a vicious circle. Geneva: World Health Organization; 2004. 16 p.
19. World Health Organization. Tobacco and its environmental impact: an overview. Geneva: WHO; 2017. 72 p.
20. Organización Mundial de la Salud. CMCT de la OMS.

- Compendio de indicadores (1.<sup>a</sup> edición). Ginebra: OMS; 2015. 143 p.
21. Peto R, Lopez AD, Boreham J, Thun M, Heath C, Doll R. Mortality from smoking worldwide. *Br Med Bull.* 1996;52(1):12–21.
  22. Pérez-Ríos M, Montes A. Methodologies used to estimate tobacco-attributable mortality: a review. *BMC Public Health.* 2008;88(22):1–11.
  23. Pérez-Ríos M, Leistikow B, Montes A. El cáncer de pulmón como marcador de tabaquismo: relación con la mortalidad por cáncer no pulmonar. *Gac Sanit.* 2009;23(3):224–7.
  24. Lopez AD, Collishaw NE, Piha T. A descriptive model of the cigarette epidemic in developed countries. *Tob Control.* 1994;3(3):242–7.
  25. Thun M, Peto R, Boreham J, Lopez AD. Stages of the cigarette epidemic on entering its second century. *Tob Control.* 2012;21(2):96–101.
  26. U.S. Department of Health Education and Welfare. Smoking and Health: report of the advisory committee to the Surgeon General of the public health service. Washington, D.C.: Superintendent of documents, U.S. Government Printing Office; 1964. 386 p.
  27. Samet JM. The Surgeon Generals' reports and respiratory diseases. From 1964 to 2014. *Ann Am Thorac Soc.* 2014;11(2):141–8.
  28. Samet JM. Los riesgos del tabaquismo activo y pasivo. *Salud Pública Méx.* 2002;44(supl. 1):s144–60.
  29. Fletcher CM, Gilson JG, Hugh-Jones P, Scadding JG. Terminology, Definitions, and Classification of Chronic Pulmonary Emphysema and Related Conditions: A Report of the Conclusions of a Ciba Guest Symposium. *Thorax.* 1959;14(4):286–99.
  30. Organización Mundial de la Salud. Convenio Marco de la OMS para el Control del Tabaco. Ginebra: Catalogación por la Biblioteca de la OMS; 2003.
  31. Peruga A, López MJ, Martínez C, Fernández E. Tobacco

- control policies in the 21st century: achievements and open challenges. *Mol Oncol*. 2021;15(3):744–52.
32. Defensoría del Pueblo. Informe de seguimiento al cumplimiento del Convenio Marco de la OMS para el control del tabaco en Colombia. Bogotá D.C.: Defensoría del Pueblo de Colombia; 2017. 96 p.
  33. World Health Organization. WHO report on the global tobacco epidemic, 2019: offer help to quit tobacco use. Luxembourg: WHO Library Cataloguing-in-Publication Data; 2019. 109 p.
  34. Feliu A, Martinez C, Peruga A, Joossens L, Bianco E, Cornejo M, et al. Tool to monitor tobacco control policy implementation: the Tobacco Control Scale in Latin America. Adaptation process and pilot study. *Tob Control*. 2021;In press.
  35. Pichon-Riviere A, Alcaraz A, Palacios A, Rodríguez B, Reynales-Shigematsu LM, Pinto M, et al. The health and economic burden of smoking in 12 Latin American countries and the potential effect of increasing tobacco taxes: an economic modelling study. *Lancet Glob Heal*. 2020;8(10):e1282–94.
  36. Organización Panamericana de la Salud. Estrategia y plan de acción para fortalecer el control del tabaco en la Región de las Américas 2018-2022. Washington, D.C: OPS; 2019. 48 p.
  37. World Health Organization. Global action plan for the prevention and control of noncommunicable diseases 2013-2020. World Health Organization. Geneva: WHO Library Cataloguing-in-Publication Data; 2013. 55 p.
  38. Organización Panamericana de la Salud. Plan de acción para la prevención y el control de las enfermedades no transmisibles en las Américas 2013-2019. Washington, D.C: OPS; 2013. 64 p.
  39. Naciones Unidas. Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. In: Documento A/RES/70/1. Nueva York: Naciones Unidas; 2015. p. 40.
  40. Organización Mundial de la Salud. FCTC 2030: fortalecer la aplicación del CMCT de la OMS para lograr los Objetivos de Desarrollo Sostenible [Internet]. Convenio Marco de la OMS para el Control del Tabaco. OMS; 2020 [cited 2022 Feb 3].

- Available from:  
<http://www.who.int/fctc/implementation/fctc2030/criteria/es/>
41. Sandoval RC, Bacelar Gomes A, Roche M, Parra N, Armada F. Avances en el control del tabaco en la Región de las Américas 2020. *Rev Panam Salud Publica*. 2021;45:e94.
  42. Romero-Torres S, Henríquez-Mendoza G. Diferencias evitables en el cumplimiento de las medidas para el control del tabaco: Colombia, Costa Rica, Ecuador y Perú, 2017. *Rev Colomb Cancerol*. 2019;23(1):18–27.
  43. Drope J, Schluger NW. *The Tobacco Atlas*. Six editio. American Cancer Society, editor. Atlanta: American Cancer Society, Inc; 2018. 1–58 p.
  44. Organización Panamericana de la Salud. Informe sobre el control del tabaco en la Región de las Américas, 2018. Washington, DC: OPS; 2018. 176 p.
  45. Giraldo-Osorio A, Pérez-Ríos M, Rey-Brandariz J, Varela-Lema L, Montes A, Rodríguez-R A, et al. Smoking-attributable mortality in South America: A systematic review. *J Glob Heal*. 2021;11:04014.
  46. Rey J, Pérez-Ríos M, Santiago-Pérez MI, Galán I, Schiaffino A, Varela-Lema L, et al. Smoking-attributable mortality in the autonomous communities of Spain, 2017. *Rev Esp Cardiol (Engl Ed)*. 2022;75(2):150–8.
  47. Joly DJ. El habito de fumar cigarrillos en América Latina. Una encuesta en ocho ciudades. *Boletin de la Oficina Sanitaria Panamericana*. 1975.
  48. Rodríguez J, Ruiz F, Peñaloza E, Eslava J, Gómez LC, Sánchez H, et al. Encuesta Nacional de Salud 2007. Resultados nacionales. 1ra ed. Bogotá D.C: Fundación Cultural Javeriana de Artes Gráficas JAVEGRAF; 2009. 343 p.
  49. Organización Panamericana de la Salud. Tabaco o salud: situación en las Américas. Washington, D.C: Catalogación por la Biblioteca de la OPS; 1992. 416 p.
  50. Ministerio de Salud. Tomo II: Tabaquismo. In: II Estudio nacional de factores de riesgo de enfermedades crónicas - ENFREC II. Bogotá: MINSALUD; 1999.

51. Champagne BM, Sebríe EM, Schargrotsky H, Pramparo P, Boissonnet C, Wilson E. Tobacco smoking in seven Latin American cities: the CARMELA study. *Tob Control*. 2010;19(6):457–62.
52. Ministerio de Protección Social, Ministerio del Interior y de Justicia, Dirección General de Estupefacientes. Estudio Nacional de Consumo de Sustancias Psicoactivas en Colombia 2008: informe final. Bogotá D.C: Editora Guadalupe S.A; 2008. 149 p.
53. Ministerio de Justicia y del Derecho, Ministerio de Salud y Protección Social. Estudio nacional de Consumo de Sustancias Psicoactivas en Colombia, 2013: Informe final. Bogotá D.C; 2014. 182 p.
54. Ministerio de Justicia y del Derecho. Estudio Nacional de Consumo de Sustancias Psicoactivas. Colombia 2019. Bogotá D.C.; 2019. 164 p.
55. Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas. Encuesta Nacional de Calidad de Vida - ECV- | Datos Abiertos Colombia [Internet]. [cited 2022 Feb 2]. Available from: <https://www.datos.gov.co/Estad-sticas-Nacionales/Encuesta-Nacional-de-Calidad-de-Vida-ECV-/mz9y-3x9k>
56. Ministerio de la Protección Social. Estudio Nacional de Salud Mental Colombia 2003. Ministerio de la Protección Social. Bogotá D.C; 2003. 57 p.
57. Gómez-Restrepo C. La Encuesta Nacional de Salud Mental-ENSM 2015. *Rev Colomb Psiquiat*. 2016;45(S1):1.
58. Ministerio de Salud y Protección Social. IV Estudio Nacional de Salud Bucal. Bogotá D.C: MINSALUD; 2014. 381 p.
59. Ministerio de Salud y Protección Social. Sistema Nacional de Estudios y Encuestas Poblacionales para la Salud. Conceptualización y guía metodológica. Bogotá D.C: Imprenta Nacional de Colombia; 2013. 1–238 p.
60. Departamento de Salud y Servicios Sociales de los Estados Unidos de América. Tabaquismo y salud en las Américas. Washington, DC: Departamento de Salud y Servicios Sociales (DHHS) de los Estados Unidos de América, Servicio de Salud

- Pública, Centros para el Control de Enfermedades, Centro Nacional para la Prevención de Enfermedades Crónicas y Promoción de la Salud, Oficina de Tabaquí; 1992. 429 p.
61. Ministerio de Salud y Protección Social, Organización Panamericana de la Salud, Pontificia Universidad Javeriana. Resúmenes de política: intervenciones poblacionales de factores de riesgo de enfermedades crónicas no transmisibles. Bogotá D.C; 2010. (Convenio de Cooperación Técnica). Report No.: 485/10 Carta de Acuerdo COL/LOA/1100040.001.
  62. Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas. Encuesta nacional de Consumo de Sustancias Psicoactivas (ENCSPA). Bogotá D.C.; 2020.
  63. Congreso de la República. Ley 1335 de 2009. Bogotá D.C.: República de Colombia; 2009. 6 p.
  64. World Health Organization. Who Global Report: Mortality attributable to tobacco. WHO. Geneva: WHO Library Cataloguing-in-Publication Data; 2012. 396 p.
  65. Herrera-Pamplona K, Cogollo-Milanes Z, Alvis-Estrada RL. Mortalidad por cáncer asociado al consumo de cigarrillo en el Caribe Colombiano, 2009-2013. *Rev Fac Nac Salud Pública*. 2019;37(2):116–24.
  66. Pichón-Riviere A, Bardach A, Caporale J, Alcaraz A, Augustovski F, Caccavo F, et al. Carga de enfermedad atribuible al tabaquismo en Colombia. Documento Técnico No. 9. Documento Técnico IECS N° 9. Buenos Aires, Argentina: IECS - Instituto de Efectividad Clínica y Sanitaria; 2013. 49 p.
  67. Instituto de Efectividad Clínica y Sanitaria. El tabaquismo en Colombia. Buenos Aires, Argentina; 2017. 6 p.
  68. Ministerio de Salud y Protección Social. Directrices para desarrollar programas para la cesación del consumo de tabaco y atención del tabaquismo. Bogotá D.C.: Ministerio de Salud y Protección Social; 2020. 67 p.
  69. Organización Mundial de la Salud. Manual de la OMS sobre el radón en interiores: una perspectiva de salud pública. Ginebra: Organización Mundial de la Salud; 2015. 100 p.
  70. Lorenzo-Gonzalez M, Ruano-Ravina A, Torres-Duran M,

- Kelsey KT, Provencio M, Parente-Lamelas I, et al. Lung cancer risk and residential radon exposure: A pooling of case-control studies in northwestern Spain. *Env Res.* 2020;189:109968.
71. Ruano-Ravina A, Wakeford R. The Increasing Exposure of the Global Population to Ionizing Radiation. *Epidemiology.* 2020;31(2):155–9.
  72. Barros-Dios JM, Ruano-Ravina A, Gastelu-Iturri J, Figueiras A. Factors underlying residential radon concentration: Results from Galicia, Spain. *Env Res.* 2007;103(2):185–90.
  73. Consejo de Seguridad Nuclear. GSG-11.4 Metodología para la evaluación de la exposición al radón en los lugares de trabajo. Madrid: CNS; 2012. 34 p.
  74. Ruano-Ravina A, Castro-Bernárdez M, Sande-Meijide M, Vargas A, Barros-Dios JM. Short- versus long-term radon detectors: a comparative study in Galicia, NW Spain. *J Env Radioact.* 2008;99(7):1121–6.
  75. Geological Survey Ireland. Radon [Internet]. 2022 [cited 2022 Jan 31]. Available from: <https://www.gsi.ie/en-ie/programmes-and-projects/tellus/research/Pages/Radon.aspx>
  76. UK Health Security Agency. UKradon - UK maps of radon [Internet]. [cited 2022 Jan 31]. Available from: <https://www.ukradon.org/information/ukmaps>
  77. Lorenzo-González MM, Ruano-Ravina A, Peón JJ, Piñeiro M, Barros-Dios JM, Pineiro M, et al. Residential radon in Galicia: a cross-sectional study in a radon-prone area. *J Radiol Prot.* 2017;37(3):728–41.
  78. United State Environmental Protection Agency. EPA Map of Radon Zones [Internet]. EPA Map of Radon Zones including State Radon Information and Contacts. 2020 [cited 2021 Jan 12]. p. 2. Available from: <https://www.epa.gov/radon/epa-map-radon-zones>
  79. World Health Organization. Survey on national radon regulations [Internet]. [cited 2022 Feb 6]. Available from: <https://extranet.who.int/dataformv3/index.php/622466>
  80. World Health Organization. More countries act against exposure to radon and associated cancer risks [Internet]. 2021

- [cited 2022 Feb 6]. Available from: <https://www.who.int/news/item/04-02-2021-more-countries-act-against-exposure-to-radon-and-associated-cancer-risks>
81. Zielinski JM, Canoba AC, Shilnikova NS, Veiga LHS. Working towards Residential Radon Survey in South America. In: 12th International Congress of the International Radiation Protection Association. Buenos Aires; 2008. p. 1–10.
  82. Secretaria de Estado de Saúde. Projeto planalto poços de caldas. Pesquisa Câncer e Radiação Natural 2004 a 2009. Minas Gerais, Brasil: Secretaria de Estado de Saúde de Minas Gerais; 2009. 96 p.
  83. Salazar S. Mapa Geoquímico del gas Radón para Suroriente del Municipio de Manizales. Grado, Universidad de Caldas, Colombia; 2002.
  84. Salazar S, Hincapie W, Garzon G. El gas radón: una amenaza radiactiva natural. *Boletín Geol.* 2004;26(42):87–93.
  85. International Agency for Research on Cancer, World Health Organization. IARC Monographs on the identification of carcinogenic hazards to humans [Internet]. Agents Classified by the IARC Monographs, Volumes 1–124. 2019 [cited 2019 Nov 25]. p. 1. Available from: <https://monographs.iarc.fr/agents-classified-by-the-iarc/>
  86. United State Environmental Protection Agency. Radon reference manual. Washington D.C.: EPA; 1987. 139 p.
  87. Ruano-Ravina A, Cameselle-Lago C, Torres-Durán M, Pando-Sandoval A, Dacal-Quintas R, Valdés-Cuadrado L, et al. Indoor radon exposure and COPD, synergic association? A multicentric, hospital-based case-control study in a radon-prone area. *Arch Bronconeumol.* 2020;57(10):630–6.
  88. Turner MC, Krewski D, Chen Y, Arden C, Gapstur SM, Thun MJ. Radon and nonrespiratory mortality in the American Cancer Society cohort. *Am J Epidemiol.* 2012;176(9):808–14.
  89. Ruano-Ravina A, Aragonés N, Kelsey KT, Pérez-Ríos M, Piñeiro-Lamas M, López-Abente G, et al. Residential radon exposure and brain cancer: an ecological study in a radon prone area (Galicia, Spain). *Sci Rep.* 2017;7:3595.

90. Messier KP, Serre ML. Lung and stomach cancer associations with groundwater radon in North Carolina, USA. *Int J Epidemiol.* 2017;46(2):676–85.
91. Barbosa-Lorenzo R, Barros-Dios JM, Ruano-Ravina A. Radon and stomach cancer. *Int J Epidemiol.* 2017;46(2):767–8.
92. Ruano-Ravina A, Aragonés N, Pérez-Ríos M, López-Abente G, Barros-Dios JM. Residential radon exposure and esophageal cancer. An ecological study from an area with high indoor radon concentration (Galicia, Spain). *Int J Radiat Biol.* 2014;90(4):299–305.
93. Barbosa-Lorenzo R, Barros-Dios JM, Raíces Aldrey M, Cerdeira Caramés S, Ruano-Ravina A. Residential radon and cancers other than lung cancer: a cohort study in Galicia, a Spanish radon-prone area. *Eur J Epidemiol.* 2016;31(4):437–41.
94. Darby SC, Whitely E, Howe GR, Hutchings SJ, Kusiak RA, Lubin JH, et al. Radon and cancers other than lung cancer in underground miners: a collaborative analysis of 11 studies. *J Natl Cancer Inst.* 1995;87(5):378–84.
95. Kreuzer M, Fenske N, Schnelzer M, Walsh L. Lung cancer risk at low radon exposure rates in German uranium miners. *Br J Cancer.* 2015;113(9):1367–9.
96. Hunter N, Muirhead CR, Tomasek L, Kreuzer M, Laurier D, Leuraud K, et al. Joint analysis of three European nested case-control studies of lung cancer among radon exposed miners: Exposure restricted to below 300 WLM. *Heal Phys.* 2013;104(3):282–92.
97. Rage E, Caër-Lorho S, Laurier D. Low radon exposure and mortality among Jouac uranium miners: an update of the French cohort (1946-2007). *J Radiol Prot.* 2018;38(1):92–108.
98. Lubin JH, Wang ZY, Boice JD, Xu ZY, Blot WJ, De Wang L, et al. Risk of lung cancer and residential radon in China: Pooled results of two studies. *Int J Cancer.* 2004;109(1):132–7.
99. Barros-Dios JM, Barreiro MA, Ruano-Ravina A, Figueiras A. Exposure to residential radon and lung cancer in Spain: A population-based: Case-control study. *Am J Epidemiol.*

- 2002;156(6):548–55.
100. Iglesias Oliva L, Alonso Valle H, Artal Simón JA, Gómez Ruiz SR, García-Castrillo Riesgo LG. Falta de asociación entre las concentraciones de radón en el domicilio y el cáncer de pulmón en Cantabria. *Arch Bronconeumol.* 2007;43(12):696.
  101. Barros-Dios JM, Ruano-Ravina A, Pérez-Ríos M, Castro-Bernárdez M, Abal-Arca J, Tojo-Castro M, et al. Residential radon exposure, histologic types, and lung cancer risk. A case-control study in Galicia, Spain. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev.* 2012;21(6):951–8.
  102. Torres-Durán M, Ruano-Ravina A, Parente-Lamelas I, Leiro-Fernández V, Abal-Arca J, Montero-Martínez C, et al. Lung cancer in never-smokers: A case-control study in a radon-prone area (Galicia, Spain). *Eur Respir J.* 2014 Oct 1;44(4):994–1001.
  103. Pérez Ríos M, García Talavera M, García Gómez M, González Muñoz S, Rey-Brandariz J, Barros Dios JM, et al. Mortalidad atribuible a la exposición a radón residencial en España. *Informes, estudios e investigación, 2021.* Madrid: Ministerio de Sanidad; 2021. 1–60 p.
  104. Gaskin J, Coyle D, Whyte J, Krewski D. Global estimate of lung cancer mortality attributable to residential radon. *Env Heal Perspect.* 2018;126(5):057009.
  105. Ruano-Ravina A, Varela Lema L, García Talavera M, García Gómez M, González Muñoz S, Santiago-Pérez MI, et al. Lung cancer mortality attributable to residential radon exposure in Spain and its regions. *Env Res.* 2021;199:111372.
  106. Puskin JS, Yang Y. A retrospective look at Rn-induced lung cancer mortality from the viewpoint of a relative risk model. *Heal Phys.* 1988;54(6):635–43.
  107. Lubin JH, Boice JD. Estimating Rn-induced lung cancer in the United States. *Heal Phys.* 1989;57(3):417–27.
  108. Pawel DJ, Puskin JS. The U.S. Environmental Protection Agency’s assessment of risks from indoor radon. *Heal Phys.* 2004;87(1):68–74.
  109. Cao X, MacNaughton P, Laurent JC, Allen JG. Radon-induced lung cancer deaths may be overestimated due to failure to

- account for confounding by exposure to diesel engine exhaust in BEIR VI miner studies. *PLoS One*. 2017;12(9):e0184298.
110. Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades. Protéjase y proteja a su familia contra el radón [Internet]. Especiales CDC - Especiales en Salud Ambiental. [cited 2022 Feb 4]. Available from: <https://www.cdc.gov/spanish/nceh/especiales/radon/index.html>
  111. Ángeles A, Espinosa G. Lung Cancer Mortality from Exposure to Indoor Radon (222Rn) in Mexico. *Adv Res*. 2015;5(3):1–9.
  112. United States Environmental Protection Agency. A Citizen's Guide to Radon. The Guide to Protecting Yourself and Your Family from Radon Indoor Air Quality (IAQ). Washington, D.C: EPA; 2012. 16 p.
  113. Council Directive. Council Directive 2013/59/Euratom. Vol. 17, Official Journal of the European Union. Council Directive; 2014. 73 p.
  114. Ruano-Ravina A, Kelsey KT, Fernández-Villar A, Barros-Dios JM. Action levels for indoor radon: different risks for the same lung carcinogen? *Eur Respir J*. 2017;50(5):1701609.
  115. United States Environmental Protection Agency. Home Buyer's and Seller's Guide to Radon Indoor Air Quality (IAQ). Washington D.C: EPA; 2018. 39 p.
  116. Public Health England. UK National Radon Action Plan. Protecting and improving the nation's health. London: PHE publications; 2018. 31 p.
  117. Fuente M, Long S, Fenton D, Hung LC, Goggins J, Foley M. Review of recent radon research in Ireland, OPTI-SDS project and its impact on the National Radon Control Strategy. *Appl Radiat Isot*. 2020;163:109210.
  118. Ministerio de Salud y Protección Social, Instituto Nacional de Cancerología. Plan Decenal para el control del cáncer en Colombia 2012-2021. Bogotá D.C; 2012. 1–124 p.
  119. Valencia O, Lopes G, Sánchez P, Acuña L, Uribe D, González J. Incidence and prevalence of cancer in Colombia: the methodology used matters. *J Glob Oncol*. 2017;4:1–7.
  120. Puig X, Ginebra J, Gispert R. Analysis of mortality time trend

- using generalized linear models. *Gac Sanit.* 2005;19(6):481–5.
121. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ.* 2021;372:n71.
  122. Departamento Administrativo Nacional de Estadística. Estimaciones de población con base en la conciliación de los censos. Revisión y ajuste de las retroproyecciones de población para el periodo 1985-2017, y mejoramiento de las consultas de información demográfica y poblaciona [Internet]. Proyecciones de la población. Bogotá D.C; 2020 [cited 2020 Nov 6]. p. 2. Available from: <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/proyecciones-de-poblacion>
  123. National Cancer Institute. Joinpoint Trend Analysis Software. U.S. Department of Health & Human Services; 2020. p. 1.
  124. Ezzati M, Lopez AD, Rodgers AA, Murray CJL. Chapter 11 Smoking and Oral Tobacco Use. In: Comparative quantification of health risks: global and regional burden of disease attributable to selected major risk factors. Geneva: World Health Organization; 2004. p. 2258.
  125. Ezzati M, Lopez AD. Estimates of global mortality attributable to smoking in 2000. *Lancet.* 2003;362(9387):847–52.
  126. Thun MJ, Carter BD, Feskanich D, Freedman ND, Prentice R, Lopez AD, et al. 50-Year trends in smoking-related mortality in the United States. *N Engl J Med.* 2013;368(4):351–64.
  127. Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas. Censo Nacional de Población y Vivienda 2018. Colombia [Internet]. Resultados CNPV - 2018. 2019 [cited 2020 Oct 13]. Available from: <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/censo-nacional-de-poblacion-y-vivienda-2018>
  128. Ministério da Saúde, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa Nacional de Saúde (PNS). Rio de Janeiro; 2013.
  129. Departamento Administrativo Nacional de Estadística. Estadísticas Vitales - EEVV. Datos Abiertos Colombia

- [Internet]. 2019 [cited 2021 Jan 15]. Available from: <https://www.datos.gov.co/widgets/kk5w-ugzm>
130. Acosta LD, Molinatti F, Peláez E. Comparison of mortality attributable to tobacco in selected Latin American countries. *Población y Salud en Mesoamérica*. 2019;16(2):1–20.
  131. Pitarque R, Perel P, Sánchez G. Mortalidad anual atribuible al tabaco en Argentina, año 2000: proyecto financiado por el Programa Vigi+A. Buenos Aires; 2000.
  132. Conte Grand M, Perel P, Pitarque R, Sánchez G. Estimación del costo económico en Argentina de la mortalidad atribuible al tabaco en adultos. Buenos Aires; 2003.
  133. Conte Grand M. Estimación actualizada del costo económico en Argentina de la mortalidad atribuible al tabaco en Adultos. Buenos Aires; 2005.
  134. Palloni A, Novak B, Pinto-Aguirre G. The enduring effects of smoking in Latin America. *Am J Public Health*. 2015;105(6):1246–53.
  135. Barrenechea GG, Cali RS. Smoking-attributable mortality in Tucumán, Argentina 2001-2010. *Med (Buenos Aires)*. 2016;76(5):287–93.
  136. Organización Panamericana de la Salud. La salud en las Américas, Edición de 2002, Volumen I. Publicación Científica y Técnica;587. Washington, D.C.: Catalogación por la Biblioteca de la OPS; 2002. 640 p.
  137. Correa PC, Barreto SM, Passos VM. Smoking-attributable mortality and years of potential life lost in 16 Brazilian capitals, 2003: A prevalence-based study. *BMC Public Health*. 2009;9:206.
  138. Médina Lois E, Kaempffer A. Tabaquismo y salud en Chile. *Bol Sanit Panam*. 1991;111(2):112–21.
  139. Bedregal P, Margozzini P, González C, Aguilera X, González C, Rajs D, et al. Informe final estudio de carga de enfermedad y carga atribuible. Santiago de Chile; 2008.
  140. San Martín V, Gamarra de Cáceres G. Mortalidad atribuible al consumo de tabaco durante los años 1998, 1999 y 2000 en Paraguay. *Mem Inst Investig Cienc Salud*. 2006;4(1):15–9.

141. Sánchez C, San Martín V. Mortalidad atribuible al tabaquismo durante los años 2001-2007 en Paraguay. *Rev Parag Epidemiol.* 2010;1(1):27–32.
142. Sandoya E, Bianco E. Mortalidad por tabaquismo y por humo de segunda mano en Uruguay. *Rev Urug Cardiol.* 2011;26:201–6.
143. Urban M, Binns DAC, Estrada JJ, Karlsruhe K, Sicherheit H. Radon measurements in mines and dwellings. Germany; 1985.
144. Gomez JC, Oliveira AA, Arnaud MI, Ciallella HB. Radon in dwellings in Argentina. In: International conference on high levels of natural radiation. Ramsar: International Atomic Energy Agency; 1990. p. 391–7.
145. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. UNSCEAR 2000 report - Vol. I: Sources and effects of ionizing radiation Annex B exposures from natural radiation sources. New York; 2000. 156 p.
146. Loría LG, Jiménez-Dam R, Gallardo M. Estudio preliminar de la contaminación por gas radón en recintos habitacionales en Costa Rica. *Rev Tecnol en Marcha.* 1993;12(1):19–27.
147. Stuardo E. Natural Radiation Measurements in Chile. *Radiat Prot Dosim.* 1996;67(2):129–33.
148. Malanca A, De Azevedo LL, Repetti M, Gaidolfi L. Background airborne radioactivity in an equatorial Brazilian town. *J Radioanal Nucl Chem.* 1997;221(1–2):189–91.
149. Malanca A, Gaidolfi L. Environmental Radon in Some Brazilian Towns and Mines. *Radiat Prot Dosim.* 1997;69(3):211–6.
150. De Paula Melo V. Avaliação da concentração do  $^{222}\text{Rn}$  nos ambientes internos e externos em residências do município de Monte Alegre, PA . [Rio de Janeiro ]: Universidade Federal do Rio de Janeiro ; 1999.
151. Sajó-Bohus L, Pálfalvi J, Urbani F, Castro D, Greaves ED, Liendo JA. Environmental gamma and radon dosimetry in Venezuela. *Radiat Meas.* 1999;31(1):283–6.
152. Canoba A, López FO, Arnaud MI, Oliveira AA, Neman RS, Hadler JC, et al. Indoor radon measurements and

- methodologies in Latin American countries. *Radiat Meas.* 2001;34(1–6):483–6.
153. Canoba A, López FO, Arnaud MI, Oliveira AA, Neman RS, Hadler JC, et al. Indoor radon measurements in six Latin American countries. *Geofísica Int.* 2002;41(4):453–7.
  154. Da Costa Dantas R, Navoni JA, Souza de Alencar FL, Da Costa Xavier LA, Souza do Amaral V. Natural radioactivity in Brazil: a systematic review. Vol. 27, *Environmental Science and Pollution Research*. Springer; 2020. p. 143–57.
  155. Guedes S, Hadler N, Iunes PJ, Navia L, Neman R, Paulo S, et al. Indoor radon and radon daughters survey at Campinas-Brazil using CR-39: first results. *Radiat Meas.* 1999;31(1–6):287–90.
  156. Magalhães MH, Amaral ECS, Sachett I, Rochedo ERR. Radon-222 in Brazil: An outline of indoor and outdoor measurements. *J Env Radioact.* 2003;67(2):131–43.
  157. Veiga LHS, Koifman S, Melo VP, Sachet I, Amaral ECS. Preliminary indoor radon risk assessment at the Poços de Caldas Plateau, MG - Brazil. *J Environ Radioact.* 2003;70(3):161–76.
  158. Paulo SR, Neman R, Hadler Neto JC, Iunes PJ, Guedes S, Balan AMOA, et al. Radon surveys in Brazil using CR-39. In: *Radiation Measurements*. 2005. p. 657–60.
  159. Canoba AC, López OF. Mediciones de radón 222 en el interior de viviendas de la República Argentina. In: *Primer Congreso Americano del International Radiation Protection Association (IRPA)*. Acapulco, México.; International Radiation Protection Association (IRPA); 2006. p. 10.
  160. Zeeb H. International radon project: survey on radon guidelines programmes and activities. Final report. WHO/HSE/RA. Geneva: World Health Organization; 2007.
  161. Canoba AC, Arnaud MI, López FO, Oliveria AA. Mediciones de gas radón en el interior de viviendas de la República Argentina. In: *4 Congreso Regional en Seguridad Radiológica y Nuclear*. Cuba: Autoridad Regulatoria Nuclear; 1998. p. 6.
  162. De Oliveira Santos T, Rocha Z. Indoor radon measurements in

- dwellings and other buildings in the metropolitan region of Belo Horizonte, Brazil. In: International Nuclear Atlantic Conference - INAC. Santos, SP, Brazil, : Associação Brasileira de Energia Nuclear- ABEN; 2007. p. 6.
163. Hadler JC, Neman RS, Iunes PJ, Pereira OLS, Paulo SR. Indoor radon and radon progeny survey at Campinas-Brazil using CR-39: Final results. *Radiat Meas.* 2008;43(Suppl. 1):S440–4.
  164. Santos TO, Rocha Z, Barreto AA, De Souza LAC, Miguel RA, De Oliveira AH. Indoor radon distribution in metropolitan region of Belo Horizonte, Brasil. 2009.
  165. Campos T, Petta R, Pastura V. Residential radon and the risk of malignity: the case of lages pintadas city, northeastern Brazil. In: 4th International Conference on Medical Geology, Italy . 2011.
  166. Campos T, Petta R, Malanca A, Pastura V, Sichel S, Motoki A. O Gás Radônio E a Radiação Natural Em Terrenos Metagraníticos E Pegma-Títicos: O Caso Do Município De Lages Pintadas (Rio Grande Do Norte, Brasil). *Geologia.* 2013;26(02):45–52.
  167. Pereyra P, López ME, Vilcapoma L. Concentration Measurements of Radon 222 Indoors in Lima – Peru. *Int J Phys.* 2015;3(4):165–9.
  168. Pereyra PE, López ME, Vilcapoma PL, Pérez BA, Rojas JJ. Mediciones de la concentración de radón 222 en residencias de Lima y Callao – Perú. In: X Congreso Regional Latinoamericano IRPA de Protección y Seguridad Radiológica: Radioprotección: Nuevos Desafíos para un Mundo en Evolución. Buenos Aires: Sociedad Argentina de Radioprotección; 2015. p. 11.
  169. Carrasco J, Cudrado C. Medición de la concentración de 222 Rn en residencias y lugares de trabajo en la ciudad de Riobamba. In: XVI International Symposium on Solid State Dosimetry. Chiapas, México; 2016. p. 14.
  170. Liza Neciosup RA. Mapeo de los niveles de Radón 222 en el distrito de San Martín de Porres (Lima-Perú) en el periodo 2015-2016. [Lima, Perú]: Grado, Pontificia Universidad

- Católica del Perú; 2017.
171. Vega Cabrera BO. Monitoreo de la concentración de la actividad de Rn-222 en el distrito de San Luis-Lima durante los años 2015-2016. [Lima, Perú]: Pontificia Universidad Católica del Perú; 2017.
  172. Loayza Cabrera MJ. Elaboración de un mapa radiológico de los niveles de radon presentes en las viviendas de las parroquias urbanas de la ciudad de Cuenca - Ecuador en el Periodo 2017 - 2018. Grado, Universidad Politécnica Salesiana, Ecuador; 2018.
  173. Pérez Ríos M. Análisis metodológico de la atribución de la carga de mortalidad debida al consumo de tabaco. [Santiago de Compostela]: Universidad de Santiago de Compostela; 2009.
  174. Gómez-Arias RD, Pereyra-Zamora P, Agudelo-Londoño SM. Mortalidad evitable y políticas en salud. Colombia, 1985-2002. *Colomb Med.* 2009;40:373–86.
  175. Ochoa FL, Montoya V LP. Mortalidad por cáncer en Colombia en el año 2000: Cuando aumentar no es mejorar. *Rev CES Med.* 2003;17(1):7–22.
  176. Peto R, Lopez AD, Boreham J, Thun M, Heath C Jr. Mortality from tobacco in developed countries: indirect estimation from national vital statistics. *Lancet.* 1992;339(8804):1268–78.
  177. World Health Organization. Mortality from smoking in developed countries, 1950-2000. *Tob Control.* 1995;4(1):102–4.
  178. Ezzati M, Lopez AD. Regional, disease specific patterns of smoking-attributable mortality in 2000. *Tob Control.* 2004;13:388–95.
  179. Pampel FC. Global Patterns and Determinants of Sex Differences in Smoking. *Int J Comp Sociol.* 2006;47(6):466–87.
  180. Blanco A, Sandoval RC, Martínez-López L, de Betânia Caixeta R. Diez años del Convenio Marco de la OMS para el Control del Tabaco: avances en las Américas. *Salud Publica Mex.* 2017;59(SI):S117–25.
  181. Pérez-Ríos M, Schiaffino A, Montes A, Fernández E, López

- MJ, Martínez-Sánchez JM, et al. Mortalidad atribuible al consumo de tabaco en España 2016. *Arch Bronconeumol*. 2020;56(9):559–63.
182. Marmot M, Bell R. Social determinants and non-communicable diseases: time for integrated action. *BMJ*. 2019;364:1251.
183. Binns DAC, Figueiredo N, Melo VP, Gouvea VA. Radon-222 measurements in a uranium-prospecting area in Brazil. *J Env Radioact*. 1998;38(2):249–54.
184. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. Effects of Ionizing Radiation. Annex E - Sources-to-effects assessment for radon in homes and workplaces. UNSCEAR 2006 Report Vol. II. New York: United Nations; 2009. p. 142.
185. Espinosa-García GC, Ángeles-Carranza A. Radon intramuros y Salud Pública. Primera. Ciudad de México: Universidad Nacional Autónoma de México; 2018. 271 p.
186. Hernandez G. Epidemiología del cáncer en Colombia: una transición que debemos conocer. *Med*. 2021;43(1):64–73.
187. Rey-Brandariz J, Pérez-Ríos M, Santiago-Pérez MI, Varela-Lema L, Giraldo-Osorio A, Mourino N, et al. Mortalidad atribuida al consumo de tabaco en España: Revisión sistemática. *Adicciones*. 2021;En prensa:1619.
188. De Vries E, Arroyave I, Pardo C, Wiesner C, Murillo R, Forman D, et al. Trends in inequalities in premature cancer mortality by educational level in Colombia, 1998-2007. *J Epidemiol Community Heal* . 2015;69(5):408–15.
189. International Agency for Research on Cancer. Air Pollution and Cancer. Air pollution and cancer, IARC scientific publications NO. 161. 2013. 240–251 p.
190. Soto-Moreno JA, Ballester-Díez F. Contaminación del aire de interiores en hogares en situación de pobreza extrema en Colombia. *Rev Salud Pública*. 2013;15(1):80–9.
191. Caballero A, Torres-Duque CA, Jaramillo C, Bolívar F, Sanabria F, Osorio P, et al. Prevalence of COPD in five Colombian cities situated at low, medium, and high altitude (PREPOCOL study). *Chest*. 2008;133(2):343–9.

192. Consorcio Estrategia Rural Sostenible. Contrato UPME a 2019-12-19, Informe Final: Plan de Sustitución Progresiva de Leña. Unidad de Planeación Minero Energética, editor. Bogotá D.C: Ministerio de Minas y Energía; 2019. 355 p.
193. Hernández-Garduño E, Ocaña-Servín HL. Lung cancer mortality trends in Mexico, 1999-2014. *Salud Pública Méx.* 2018;60(3):366–9.
194. Peña E, Osorio D, Gamboa Ó, Caporale J, Augustovski F, Alcaraz A, et al. Carga de enfermedad atribuible al uso de tabaco en Colombia y potenciales beneficios sanitarios y económicos del aumento del precio del cigarrillo mediante impuestos. *Rev Colomb Cancerol.* 2019;23(4):135–43.
195. Ribassin-Majed L, Hill C. Trends in tobacco-attributable mortality in France. *Eur J Public Health.* 2015;25(5):824–8.
196. Pérez-Ríos M, Santiago-Pérez MI, Cerdeira-Caramés S, Alonso B, Seoane B, Malvar-Pintos A, et al. Mortality attributable to tobacco consumption in Galicia (Spain): 1980-2007. *Med Clin.* 2011;137(6):247–53.
197. Malta DC, Flor LS, MacHado ÍE, Felisbino-Mendes MS, Brant LCC, Ribeiro ALP, et al. Trends in prevalence and mortality burden attributable to smoking, Brazil and federated units, 1990 and 2017. *Popul Heal Metr.* 2020;18(Suppl 1):24.
198. Ministerio de Salud y Protección Social. Envejecimiento demográfico. Colombia 1951-2020. Dinámica demográfica y estructuras poblacionales. Bogotá D.C: Imprenta Nacional de Colombia; 2013. 48 p.
199. Giraldo-Osorio A, Da Silveira Moreira R, Albuquerque Neto P, Santiago-Pérez M, Rey J, Mourino N, et al. Mortality attributed to tobacco consumption in Brazil, 2016. *Rev Bras Epidemiol.* 2021;24:E210007.
200. Ciapponi A, Alcaraz A, Calderón M, Matta MG, Chaparro M, Soto N, et al. Carga de enfermedad de la insuficiencia cardiaca en América Latina: revisión sistemática y metanálisis. *Rev Esp Cardiol.* 2016;69(11):1051–60.
201. Pérez-Flórez M, Achcar JA. Desigualdades socioeconómicas en la mortalidad por enfermedades cardiovasculares: Región

- Pacífico de Colombia, 2002-2015. *Ciênc Saúde Coletiva*. 2021;26(3):5201–14.
202. Martínez-Espitia E, Méndez-Muñoz PC, Paba-Rojas CE, Rodríguez-Perdomo J, Silva-Hernández LM. Mortalidad por enfermedad isquémica cardíaca según variables sociodemográficas en Bogotá, Colombia. *Rev Salud Bosque*. 2010;10(1):1–14.
203. Consejo de Seguridad Nuclear. Protección frente a la inmisión de gas radón en edificios. Colección Informes Técnicos 24.2010. Madrid; 2010.
204. García-Talavera San Miguel M, Martín Matarranz JL, Gil de Mingo R, García Cadierno JP, Suárez Mahou E. El mapa predictivo de exposición al radón en España. Madrid: Consejo de Seguridad Nuclear; 2013. 102 p.
205. Reimer GM, Szarzi SL. Indoor radon risk potential of Hawaii. *J Radioanal Nucl Chem*. 2005;264(2):365–9.
206. Park JH, Lee CM, Lee HY, Kang DR. Estimation of seasonal correction factors for indoor radon concentrations in Korea. *Int J Env Res Public Heal*. 2018;15(10):2251.
207. Alexander WG, Devocelle LL. Mapping indoor radon potential using geology and soil permeability. *Int Radon Symp*. 1997;4.1-4.16.
208. Miles JCH, Appleton JD. Mapping variation in radon potential both between and within geological units. *J Radiol Prot*. 2005;25(3):257–76.
209. GBD 2015 Tobacco Collaborators. Smoking prevalence and attributable disease burden in 195 countries and territories, 1990-2015: A systematic analysis from the Global Burden of Disease Study 2015. *Lancet*. 2017;389:1885–906.
210. Amos A, Greaves L, Nichter M, Bloch M. Women and tobacco: a call for including gender in tobacco control research, policy and practice. *Tob Control*. 2012;21(2):236–43.
211. Ministerio de Salud y Protección Social, Universidad del Valle. Encuesta Nacional Tabaquismo en Jóvenes (ENTJ) [Internet]. Boletín de Prensa No 182. Bogotá D.C; 2018 [cited 2021 Oct 17]. Available from:

<https://www.minsalud.gov.co/Paginas/Panorama-de-la-salud-de-los-escolares-en-Colombia.aspx>

212. World Health Organization. WHO report on the global tobacco epidemic 2021: addressing new and emerging products. Eight. Switzerland; 2021. 1–210 p.
213. Lorenzo-González M, Ruano-Ravina A, Torres-Durán M, Provencio-Pulla M, Kelsey K, Parente-Lamelas I, et al. Lung cancer risk and do-it-yourself activities. A neglected risk factor for lung cancer. *Env Res.* 2019;179(Pt B):108812.

## **CAPÍTULO 9. ANEXOS**



## 9.1 Anexo 1. Conformación de las Américas y sus subregiones

Se incluye esta sección para que el lector de este documento que no esté familiarizado con la agrupación de países en el continente americano tenga claridad respecto de los países a los se hace referencia cuando se mencionan cada una de las subregiones de las Américas y del continente en su conjunto.

Así, América del Sur se forma por Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Ecuador, Guyana, Paraguay, Perú, Surinam, Uruguay y Venezuela.

A América Central pertenecen Guatemala, Honduras, El Salvador, Nicaragua, Costa Rica, y Panamá.

América del Norte está conformada por Canadá, Estados Unidos, y México.

América Latina es la denominación que agrupa a la totalidad de los países de habla latina (hispanoparlantes y lusoparlantes) del continente, es decir, la totalidad de los países de América Central y del Sur y un país de América del Norte: México.

La subregión de El Caribe está conformada por las islas de Antigua y Barbuda, Bahamas, Barbados, Cuba, Dominica, Haití, Jamaica, República Dominicana, Granada, San Cristóbal y Nieves,

San Vicente y las Granadinas, Santa Lucía y Trinidad y Tobago. De éstas, pertenecen al Caribe no hispanohablante los territorios de Antigua y Barbuda, Bahamas, Barbados, Dominica, Granada, Haití, Jamaica, San Cristóbal y Nieves, San Vicente y las Granadinas, Santa Lucía y Trinidad y Tobago.

Finalmente, la expresión “las Américas” hace referencia a 35 países que forman el continente: Antigua y Barbuda, Argentina, Bahamas, Barbados, Belice, Bolivia, Brasil, Canadá, Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba, Dominica, Ecuador, El Salvador, Estados Unidos, Granada, Guatemala, Guyana, Haití, Honduras, Jamaica, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, República Dominicana, San Cristóbal y Nieves, San Vicente y las Granadinas, Santa Lucía, Surinam, Trinidad y Tobago, Uruguay y Venezuela.

**9.2 Anexo 2: Estudios y encuestas de consumo de tabaco en adultos en Colombia, 1971-2020**

Estudio / Encuesta *	Responsable	Ediciones	Ámbito	Edad	Fumadores			Consumo	
					Actual	Ocasional	Pasado	Nunca	Alguna vez
El hábito de fumar cigarrillos en América Latina. Una encuesta en ocho ciudades	Organización Panamericana de la Salud	1971	Municipal: Bogotá	15 a 74	X		X	X	
Estudio Nacional de Salud	Instituto Nacional de Salud, Ministerio de Salud y ASCOFAME	1977-1980	Nacional: 5 ciudades	≥15	X		X		
Encuesta sobre el uso de sustancias que producen dependencias	Velázquez de Pabón (Universidad de Antioquia)	1985	Municipal: Medellín (excepto estrato socioeconómico bajo)	≥10					X
FUNDAFE	-	1987	Nacional: 4 ciudades más grandes	12 a 64					X
		1992 y 1996	Nacional	12 a 60					X



ENSAB IV	Ministerio de Salud y Protección Social	2014	Nacional	12 a 79	X	X	X				
----------	-----------------------------------------	------	----------	------------	---	---	---	--	--	--	--

Fuente: elaboración propia

\*Definiciones:

A continuación, se presenta la descripción de las categorías de fumadores y de consumo, y se especifica el nombre de la encuesta de donde derivó la información.

- **El hábito de fumar cigarrillos en América Latina. Una encuesta en ocho ciudades**

Fumador actual: 100 o más cigarrillos en la vida.

- **Estudio CARMELA 7 ciudades de América Latina**

Fumadores actuales: son aquellas personas que han fumado 100 cigarrillos, 20 cigarros o 20 pipas en su vida diaria u ocasionalmente y que actualmente fuman cigarrillos, cigarros o pipas.

Exfumadores: son aquellos que han fumado al menos 100 cigarrillos, 20 puros o 20 pipas en su vida pero que no han fumado en los últimos 12 meses.

Nunca fumadores: son aquellos que nunca han fumado o que han fumado <100 cigarrillos, 20 puros o 20 pipas en su vida.

- **Estudio Nacional de Salud 1977-1980**

Fumador actual: son aquellos que han fumado cien o más cigarrillos en la vida y fuma actualmente

Exfumador: son aquellos que dejaron de fumar en el último año.

- **Estudio Nacional de Factores de Riesgo de Enfermedades Crónicas I y II**

Fumador actual: 100 o más cigarrillos en la vida

- **Estudio Nacional de Salud 2007:**

Fumador actual: Corresponde a aquellos que alguna vez en su vida han fumado, han fumado por lo menos 100 cigarrillos o cinco paquetes durante toda su vida y fuman a diario o algunos días.

Exfumador: Corresponde a aquellos que alguna vez en su vida han fumado, han fumado por lo menos 100 cigarrillos o cinco paquetes durante toda su vida y ya no fuman.

- **Estudio Nacional de consumo de sustancias psicoactivas en Colombia**

Consumo alguna vez en la vida: La persona declara que ha usado determinada sustancia una o más veces en cualquier período de su vida.

Consumo en el último año o consumo reciente: la persona declara haber usado determinada sustancia una o más veces durante los últimos 12 meses.

Consumo en el último mes o consumo actual: la persona declara haber usado determinada sustancia una o más veces durante los últimos 30 días.

### 9.3 Anexo 3: Aprobación del proyecto por parte del Comité de Bioética de la Universidad de Caldas (Colombia)



UNIVERSIDAD DE CALDAS  
FACULTAD DE CIENCIAS PARA LA SALUD  
COMITÉ DE BIOÉTICA

FECHA	20 de Marzo de 2020
CONSECUTIVO	CBCS-011

Nombre del Investigador	Nelson Enrique Arias Ortiz
Facultad	Ciencias para la Salud.
Grupo de Investigación	Promoción de la salud y Prevención de la enfermedad
Proyecto de Investigación	Exposición y mortalidad atribuida a radón en Manizales, Colombia

<b>EVALUACIÓN:</b> Se considera una investigación con <b>RIESGO MÍNIMO</b> , de acuerdo a la Resolución 8430 de 1993 del Ministerio de Salud.
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<b>CONSIDERACIONES:</b> Se debe tener en cuenta el manejo, anonimización y custodia de los datos. Los investigadores deben tener en cuenta que si existen cambios en la formulación del proyecto o el consentimiento informado esto debe ser informado a este Comité. El Comité podrá solicitar información posterior sobre el desarrollo del proyecto y los cambios de acuerdo a las recomendaciones solicitadas.
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

ACTA No 004 de 2020
SE APRUEBA ( x )
SE APRUEBA CON RECOMENDACIONES ( )
NO SE APRUEBA ( )

NATALIA GARCIA RESTREPO  
Presidente

## 9.4 Anexo 4. Aprobación del plan de investigación por la Comisión Académica del Doctorado

### Resolución do CAPD sobre o plan de investigación

secretaria.virtual@usc.es <secretaria.virtual@usc.es>

Sáb 04/01/2020 21:00

**Para:** Giraldo Osorio Alexandra <alexandra.giraldo.osorio@usc.es>

Á atención de Alexandra Giraldo Osorio.

Comunícolle que con data 18/12/2019 a Comisión Académica do Programa de Doutoramento en [E2041V01] Programa de Doutoramento en Epidemioloxía e Saúde Pública acordou resolver favorablemente o plan de investigación do alumno Alexandra Giraldo Osorio, con DNI AO142961.

O/A SECRETARIO/A DA COMISIÓN ACADÉMICA DO PROGRAMA DE DOUTORAMENTO.

## 9.5 Anexo 5: Consentimiento informado. Estudio piloto de exposición a radón residencial en Manizales, Colombia



HOJA DE INFORMACIÓN A LOS VOLUNTARIOS PARTICIPANTES EN EL PROYECTO (MAYORES DE EDAD)
<b>Título:</b> Exposición a radón residencial en Manizales, Colombia
<b>Propósito/s:</b> Este estudio pretende conocer el grado de exposición a un gas que está presente en el interior de cualquier vivienda, denominado gas radón. Este gas se origina naturalmente desde el suelo (corteza terrestre) y se ha comprobado que puede causar cáncer de pulmón cuando se presenta en cantidades elevadas. La exposición a este gas puede prevenirse y para ello es necesario saber cuál es la concentración de ese gas en algunas viviendas de Manizales para conocer su distribución a nivel del Municipio.
<b>Objetivos:</b> Determinar la exposición a gas radón en aire interior domiciliario en Manizales
<b>¿A qué se somete la persona si acepta participar en el estudio?</b> Si usted acepta participar en el estudio, solamente deberá autorizar la instalación de un pequeño dispositivo capaz de detectar la cantidad de gas radón presente en el aire al interior de su vivienda. El dispositivo deberá instalarse en la habitación principal y dejarse en el mismo lugar durante un período de 3 meses. Posteriormente, el dispositivo será recogido por los investigadores y enviado al laboratorio de Radón de Galicia (España) para su lectura. El dispositivo es totalmente inocuo.
<b>Beneficio/s directo/s o indirecto/s:</b> Por su participación en el estudio usted podrá conocer la concentración de gas radón al interior de su vivienda y recibirá recomendaciones para disminuir la exposición a esta sustancia y, de este modo, cuidar su salud y la de su familia. Los resultados de esta investigación servirán también para que las autoridades ambientales y de salud del municipio adelanten acciones para prevenir la exposición a este gas en el Municipio de Manizales, tanto en la zona urbana como en la zona rural, en caso de ser éstas necesarias.
<b>En caso de tratarse de un estudio sobre procedimiento diagnóstico o administrar un tratamiento, sus posibles beneficios y qué otras alternativas existen:</b> Este estudio no implica procedimientos diagnósticos ni tratamientos médicos sobre ninguna persona en particular.
<b>Carácter absolutamente voluntario de la participación:</b> Es usted quien decide voluntariamente si desea hacer parte de esta investigación. Así mismo, usted tiene derecho a retirarse de ella en cualquier momento, contactando a los investigadores responsables e informando su decisión.
<b>No afectación en caso de no participar o de retirarse en cualquier momento:</b> Si usted decide no participar o retirarse de la investigación esto no acarreará ninguna medida ni perjuicio en su contra.
<b>No necesidad de dar ninguna información/justificación para retirarse:</b> En caso de decidir retirarse, simplemente debe manifestar su decisión ante los investigadores sin dar ninguna explicación o sin informar las razones de su decisión.
<b>Confidencialidad en el manejo de toda la información recolectada:</b> Toda la información personal y de su vivienda será manejada de manera confidencial y solo será conocida por los investigadores. Ninguna persona ajena al proyecto podrá conocer su información personal.
<b>Anonimidad en el manejo de toda la información recolectada:</b> Los datos de las mediciones serán codificados y se manejarán de manera anonimizada, es decir, no contendrán información que permita la identificación de personas o la ubicación de viviendas en particular.
<b>Persona/s y datos de contacto a la/s que se puede contactar en caso de alguna duda o dificultad:</b> En caso de requerir información sobre la investigación puede contactar al <b>Dr. Nelson Enrique Arias Ortiz</b> , en el Instituto de Investigaciones en Salud de la Universidad de Caldas, ubicado en la Carrera 25 N° 48-57 Sede Versalles Universidad de Caldas. Teléfono 8783060 extensión 31255, correo electrónico: <a href="mailto:nelson.arias@ucaldas.edu.co">nelson.arias@ucaldas.edu.co</a>



<b>FORMATO PARA LA FIRMA DEL CONSENTIMIENTO INFORMADO</b>		
<b>Institución/es a nombre de o en la/s cual/es se presenta o realiza el proyecto:</b>		
Universidad de Caldas – Instituto de Investigaciones en Salud Universidad Santiago de Compostela (España) - Grupo de Epidemiología y Salud Pública y Departamento de Medicina Preventiva y Salud Pública		
<b>Nombre del proyecto:</b>		
Exposición y mortalidad atribuida a radón residencial en Manizales, Colombia		
<b>Nombre del investigador responsable:</b>		
Nelson Enrique Arias Ortiz, médico, doctor en Salud Pública, profesor del Departamento de Salud Pública de la Universidad de Caldas Alexandra Giraldo Osorio, enfermera, estudiante del Doctorado en Salud Pública de la Universidad de Santiago de Compostela y profesora del Departamento de Salud Pública de la Universidad de Caldas (en comisión de estudios)		
<b>Por favor, marque con una X el espacio correspondiente con relación a cada una de las siguientes afirmaciones:</b>		
Confirmando que he leído y entiendo la Hoja de Información del proyecto, que he tenido la oportunidad de realizar todas las preguntas y formular todas las dudas sobre el mismo que he considerado necesarias, las cuales me han sido respondidas de manera satisfactoria:		
No <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/>		
Confirmando que mi participación o la de mi representado es voluntaria, que no se ha ejercido ninguna presión para participar en el programa y que me puedo retirar o a mi representado del mismo en cualquier momento, sin que ello tenga ninguna implicación negativa para mí. En caso de retirarme, también estoy en libertad de dar o no dar explicaciones sobre los motivos para ello:		
No <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/>		
Entiendo que la información que se recolecte sobre mí o mi representado será de carácter confidencial, se manejará de manera anónima y sólo podrá ser consultada por personas responsables debidamente autorizadas para ello:		
No <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/>		
Acepto que los resultados obtenidos sean utilizados para publicaciones de carácter científico y para su difusión general, en beneficio de la ciencia y de la sociedad, conservando la anonimidad:		
No <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/>		
Acepto participar, por voluntad propia, en el programa arriba mencionado:		
No <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/>		
	Nombre completo de:	Fecha (Día/Mes/Año)
	Firma	
Participante	_____	_____
Testigo:	_____	_____
Responsable:	_____	_____
Quien diligencia:	_____	
<b>Observaciones:</b>		

## 9.6 Anexo 6: Cuestionario. Estudio piloto de exposición a radón residencial en Manizales, Colombia



Código cuestionario<sup>1</sup>           M Z L

<sup>1</sup> A rellenar por el laboratorio

Exposición a radón residencial en Manizales, Colombia

Persona de contacto			
Nombre			Primer apellido
Segundo apellido			
Dirección			Apartamento
CP	<input type="text"/>	Municipio	Área Urbana <input type="checkbox"/> Rural <input type="checkbox"/>
Nombre de Comuna o Corregimiento		Nombre de barrio o vereda	
Teléfono fijo			Celular
Correo electrónico			
Datos del detector			
Código del detector (introducir el código que aparece en el bote de plástico): <input type="text"/>			
Fecha de colocación	<input type="text"/>	de <input type="text"/>	de <input type="text"/>
Fecha de retirada	<input type="text"/>	de <input type="text"/>	de <input type="text"/>
Datos y características de la vivienda de colocación			
Municipio en el que fue colocado		CP	<input type="text"/>
		Lugar	
Tipo de vivienda	Casa <input type="checkbox"/>	Apartamento <input type="checkbox"/>	Cuarto(s) en inquilinato <input type="checkbox"/>
	Vivienda indígena <input type="checkbox"/>	Cuarto(s) en otro tipo de estructura <input type="checkbox"/>	
	Otra vivienda (carpa, vagón, embarcación, cueva, refugio natural, etc.) <input type="checkbox"/>		
Antigüedad de la vivienda	<input type="text"/> años	Número de personas que habitan en la vivienda	
Tipo de habitación o lugar en el que estuvo colocado el detector	Dormitorio <input type="checkbox"/> Sala <input type="checkbox"/> Comedor <input type="checkbox"/>		
	Otro (especificar cuál*): <input type="text"/>		
Altura de piso en la que estuvo colocado el detector (-1 por debajo del nivel de la calle y 0 nivel de la calle)		Nº de pisos de la vivienda	
¿Aire acondicionado?	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	¿Estuvo conectado durante la medición?	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> A veces <input type="checkbox"/>
Descripción del tipo de construcción	Material de las paredes: Piedra <input type="checkbox"/> Ladrillo <input type="checkbox"/> Bahareque <input type="checkbox"/> Otros: <input type="text"/>		
	Material del piso: Tierra <input type="checkbox"/> Cemento <input type="checkbox"/> Madera <input type="checkbox"/> Otros: <input type="text"/>		
Nº años de permanencia en la casa	<input type="text"/> años	Tiempo de permanencia fuera de la residencia habitual cada año (vacaciones, fines de semana, trabajo,...)	
Tiene cocina de leña	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Utilización (veces por semana)	<input type="text"/> Durante <input type="text"/> años
¿Observaciones?	<input type="text"/>		



Código cuestionario<sup>1</sup>

																		M	Z	L
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	---	---	---

<sup>1</sup> A rellenar por el laboratorio

Exposición a radón residencial en Manizales, Colombia

Datos de la persona y hábitos			
Sexo: Hombre	<input type="checkbox"/>	Mujer	<input type="checkbox"/>
Edad	_____	Profesión	_____
Ocupación que ha desarrollado durante un mayor número de años:	_____	Nº años:	_____
¿Padece alguna enfermedad respiratoria?	Sí <input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>
¿Cuál?	_____		
¿Antecedentes familiares con cáncer de pulmón?	Sí <input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>
¿Fuma actualmente?:	Sí <input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>
En caso afirmativo, ¿con qué frecuencia?	_____		
Diario	<input type="checkbox"/>	Varias veces por semana	<input type="checkbox"/>
		Esporádico	<input type="checkbox"/>
Nº de cigarrillos diarios:	_____		
¿Fue fumador?	Sí <input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>
Tiempo sin fumar:	_____	Edad de inicio:	___ años
		Edad de finalización:	_____
<u>Humo de tabaco ambiental</u>			
Piense en la semana pasada (desde el lunes hasta el domingo) ¿cuántos días estuvo expuesto al humo de tabaco en su casa?			
___ días	Nunca	<input type="checkbox"/>	
Piense en la semana pasada (desde el lunes hasta el domingo) ¿cuántos días estuvo expuesto al humo de tabaco en su trabajo?			
___ días	Nunca	<input type="checkbox"/>	No trabajo fuera de mi casa <input type="checkbox"/>
Piense en la semana pasada (desde el lunes hasta el domingo) ¿cuántos días estuvo expuesto al humo de tabaco en lugares de ocio (bares, restaurantes, cafeterías)?			
___ días	Nunca	<input type="checkbox"/>	No fui a lugares de ocio <input type="checkbox"/>
Encuestador responsable: _____			

Marcar los espacios en blanco, con una cruz, con un dato o con texto libre (\*)

Le informamos que todos los datos que nos pueda facilitar así como el resultado obtenido en su vivienda serán totalmente secretos y sólo se usarán agregados con otros sin posibilidad de identificación, tal como las normas legales establecen.

### **9.7 Anexo 7: Policy Brief. Radón residencial en Manizales, Colombia: resultados de un estudio piloto**

Se diseñó un Policy Brief con los resultados del estudio realizado en Manizales sobre la exposición a radón residencial y se señalaron las claves para la acción. Posteriormente, el 8 de diciembre de 2020, se envió al Secretario de Salud del municipio de Manizales, Colombia. Se diseñó para ser un producto en formato pdf y este incluyó infografías y otros recursos visuales, por esa razón nuestro interés fue que se difundiera por diferentes medios virtuales. En el ayuntamiento del municipio, lo subieron en su página web, ya que es un tema novedoso y de mucha relevancia para el municipio. El enlace para acceder es el siguiente: <http://manizallessalud.net/informacion-de-interes/documentos-de-interes/>

También, se envió al Instituto Nacional de Cancerología ESE y actualmente se encuentra publicado en la página web del Sistema de Información de Cáncer en Colombia “Infocancer”: <https://www.infocancer.co>

## 9.8 Anexo 8. Comunicaciones presentadas en congresos nacionales e internacionales

Comunicaciones asociadas a la tesis:

1. **Giraldo-Osorio A**, Rodríguez Rojas A, Rey J, Mourino N, Santiago-Pérez MI, Ruano-Ravina A, Varela Lema L, Montes A, Pérez-Ríos M. Mortalidad atribuida al consumo de tabaco en América del Sur: revisión sistemática. I Congreso Virtual de la Sociedad Española de Epidemiología (SEE) y da Associação Portuguesa de Epidemiologia (APE). Congreso virtual. 21/10/2020-30/10/2020. Video.
2. **Giraldo-Osorio A**, Pérez-Ríos M, Rey J, Mourino N, Santiago-Pérez S, Montes A, Albuquerque P, Da Silveira R, Ruano-Ravina A. Mortalidad atribuida al consumo de tabaco en Brasil, 2016. I Congreso Virtual de la Sociedad Española de Epidemiología (SEE) y da Associação Portuguesa de Epidemiologia (APE). Congreso virtual. 21/10/2020- 30/10/2020. Video.
3. **Giraldo-Osorio A**, Ruano-Raviña A, Varela-Lema L, Barros-Dios JM, Pérez-Ríos M. Radón residencial en américa central y del sur: una revisión sistemática. I Congreso Virtual de la Sociedad Española de Epidemiología (SEE) y da Associação Portuguesa de Epidemiologia (APE). Congreso virtual. 21/10/2020- 30/10/2020. Oral.
4. **Giraldo-Osorio A**, Ruano-Ravina A, Pérez-Ríos M, Varela-Lema L, Barros-Dios JM, Arias-Ortiz NE. Radón residencial en Manizales, Colombia: estudio piloto. IX Congreso Nacional y VI Congreso Internacional de Salud Pública. Congreso online. 12/05/2021-13/05/2021. Oral.
5. **Giraldo-Osorio A**, Pérez-Ríos M, De Bernardo Gisbert LM, Penabad Villar M, Varela-Lema L, Rey-Brandariz J, Mourino N, Candal-Pedreira C, Ruano-Ravina A. Mortalidad atribuida a la exposición al radón: una revisión sistemática. XXXIX Reunión

Anual de la Sociedad Española de Epidemiología (SEE), XVI Congreso da Associação Portuguesa de Epidemiologia (APE), XIX Congreso de la Sociedad Española de Salud Pública y Administración Sanitaria (SESPAS). León, España. 7/09/2021-10/09/2021. Póster.

6. **Giraldo-Osorio A**, Pérez-Ríos M, Rey-Brandariz J, Candal-Pedreira C, Santiago-Pérez MI, Ruano-Ravina A. Evolución de la mortalidad por cáncer de pulmón en Colombia, 1985 a 2018. XI Congreso de Prevención y Control del Tabaquismo del CNPT. Comité Nacional para la Prevención del Tabaquismo. Virtual. 29/09/2021-07/10/2021. Póster.

Otras comunicaciones. Participación en co-autoría:

7. Rey-Brandariz J, Pérez-Ríos M, Santiago-Pérez MI, **Giraldo-Osorio A**, Mourino N, Candal Pedreira C, Ruano-Ravina A. Influencia del método de cálculo en la estimación de la mortalidad atribuida al consumo de tabaco. XXXIX Reunión Anual de la Sociedad Española de Epidemiología (SEE), XVI Congresso da Associação Portuguesa de Epidemiologia (APE) y IX Congreso de la Sociedad Española de Salud Pública y Administración. SEE, APE, SESPAS, Universidad de León. 07/09/2021- 10/09/2021. Oral.
8. Rey-Brandariz J, Pérez-Ríos M, Santiago-Pérez MI, Galán I, **Giraldo-Osorio A**, Mourino N, Schiaffino A, Naveira G, Ruano-Ravina A. et al. Mortalidad atribuida al consumo de tabaco en las Comunidades Autónomas de España-2017. XXXIX Reunión Anual de la Sociedad Española de Epidemiología (SEE), XVI Congresso da Associação Portuguesa de Epidemiologia (APE) y IX Congreso de la Sociedad Española de Salud Pública y Administración. SEE, APE, SESPAS, Universidad de León. 07/09/2021- 10/09/2021. Póster.

9. Santiago-Pérez MI, López-Vizcaino ME, Montes A, Schiaffino A, Varela-Lema L, **Giraldo-Osorio A**, Rey-Brandariz J, Mompart A, Pérez-Ríos M. Modelo de áreas pequeñas para estimar prevalencias de consumo de tabaco en España. XXXIX Reunión Anual de la Sociedad Española de Epidemiología (SEE), XVI Congresso da Associação Portuguesa de Epidemiologia (APE) y IX Congreso de la Sociedad Española de Salud Pública y Administración. SEE, APE, SESPAS, Universidad de León. 07/09/2021- 10/09/2021. Póster.
10. Candal-Pedreira C, Pérez-Ríos M, Santiago-Pérez MI, Rey-Brandariz J, **Giraldo-Osorio A**, Ruano-Ravina A. Evolución de la prevalencia de consumo de cigarrillos electrónicos en el periodo 2014-2018 y consumo de IQOS en 2018 en Galicia. XI Congreso de Prevención y Control del Tabaquismo del CNPT. Comité Nacional para la Prevención del Tabaquismo. Virtual. 29/09/2021-07/10/2021. Póster.
11. Torres Pérez A, Mouriño Castro N, Pérez-Ríos M, Rey-Brandariz J, Candal-Pedreira C, **Giraldo-Osorio A**. Consumo de tabaco en el embarazo y efecto en la tensión arterial en infancia y adolescencia: revisión sistemática y metaanálisis. XI Congreso de Prevención y Control del Tabaquismo del CNPT. Comité Nacional para la Prevención del Tabaquismo. Virtual. 29/09/2021-07/10/2021. Póster.

### 9.9 Anexo 9. Otras publicaciones en temas relacionados con la tesis. Participación en co-autoría

1. Casal Mouriño A, Ruano Ravina A, Lorenzo-González M, Rodríguez Martínez Á, **Giraldo-Osorio A**, Varela-Lema L, Pereiro-Brea T, Barros Dios JM, Valdés Cuadrado L, Pérez Ríos M. Epidemiology of stage III lung cancer: frequency, diagnostic characteristics, and survival. *Translational Lung Cancer Research*. 2021. 10: 506.
2. Rey-Brandariz J, Pérez-Ríos M, Santiago-Pérez MI, Varela-Lema L, **Giraldo-Osorio A**, Mourino N, Ruano-Ravina A. Mortalidad atribuida al consumo de tabaco en España: Revisión sistemática. *Adicciones*. 2021. 0(0):1619.
3. Vázquez-Cancela O, Pérez-Ríos M, Santiago-Pérez MI, Rey-Brandariz J, **Giraldo-Osorio A**, Candal-Pedreira C y Malvar Pintos A. Evolución de la prevalencia de consumo de cigarrillos electrónicos en el periodo 2014-2018 y consumo de IQOS en 2018 en Galicia. *Rev Esp Salud Publica*. 2021 6;95:e202110130.
4. Rey J, Pérez-Ríos M, Santiago-Pérez MI, Galán I, Schiaffino A, Varela-Lema L, Naveira G, Montes A, López-Vizcaíno ME, **Giraldo-Osorio A**, Mourino N, Mompert A, Ruano-Ravina A. Smoking-attributable mortality in the autonomous communities of Spain, 2017. *Rev Esp Cardiol (Engl Ed)*. 2022 Feb;75(2):150-158. doi: 10.1016/j.rec.2020.10.023.

**9.10 Anexo 10. Permiso de la figura 1 incluida en la tesis  
(material procedente de la revista *Tobacco Control*)**

BMJ PUBLISHING GROUP LTD. LICENSE  
TERMS AND CONDITIONS

Feb 09, 2022

---

---

This Agreement between Ms. Alexandra Giraldo-Osorio ("You") and BMJ Publishing Group Ltd. ("BMJ Publishing Group Ltd.") consists of your license details and the terms and conditions provided by BMJ Publishing Group Ltd. and Copyright Clearance Center.

License Number 5244820691745

License date Feb 09, 2022

Licensed Content Publisher BMJ Publishing Group Ltd.

Licensed Content Publication Tobacco Control

Licensed Content Title Stages of the cigarette epidemic on entering its second century

Licensed Content Author Michael Thun,Richard Peto,Jillian Boreham,Alan D Lopez

Licensed Content Date Mar 1, 2012

Licensed Content Volume 21

Licensed Content Issue 2

Type of Use Dissertation/Thesis

Requestor type Individual

## ALEXANDRA GIRALDO OSORIO

Format	Print and electronic
Portion	Figure/table/extract
Number of figure/table/extracts	1
Description of figure/table/extracts	Figure 1
Will you be translating?	Yes
Number of languages	1
Languages	English, Spanish
Circulation/distribution	100
Order reference number	TOBCON01
Title	Carga de mortalidad atribuida al consumo de tabaco y a la exposición a radón residencial en América del Sur
Institution name	Universidad de Santiago de Compostela
Expected presentation date	Feb 2022
Order reference number	TOBCON01
Portions	Figure 1

Specific Languages	English, Spanish
	Ms. Alexandra Giraldo-Osorio Fernando III O'Santo 18
Requestor Location	Santiago de Compostela, A Coruña 15701 Spain Attn: Ms. Alexandra Giraldo-Osorio
Publisher Tax ID	GB674738491
Customer VAT ID	CO1053783969
Total	0.00 EUR

Terms and Conditions

**BMJ Terms and Conditions for Permissions**

When you submit your order you are subject to the terms and conditions set out below. You will also have agreed to the Copyright Clearance Center's ("CCC") terms and conditions regarding billing and payment <https://s100.copyright.com/App/PaymentTermsAndConditions.jsp>. CCC are acting as BMJ Publishing Group Limited's ("BMJs") agent.

Subject to the terms set out herein, BMJ hereby grants to you (the Licensee) a non-exclusive, non-transferable licence to re-use material as detailed in your request for this/those purpose(s) only and in accordance with the following conditions:

- 1) **Scope of Licence:** Use of the Licensed Material(s) is restricted to the ways specified by you during the order process and any additional use(s) outside of those specified in that request, require a further grant of permission.
- 2) **Acknowledgement:** In all cases, due acknowledgement to the original publication with permission from BMJ should be stated adjacent to the reproduced Licensed Material. The format of such acknowledgement should read as follows:  
"Reproduced from [publication title, author(s), volume number, page numbers, copyright notice year] with permission from BMJ Publishing Group Ltd."
- 3) **Third Party Material:** BMJ acknowledges to the best of its knowledge, it has the rights to licence your reuse of the Licensed Material, subject always to the caveat that images/diagrams, tables and other illustrative material included within, which have a separate copyright notice, are presumed as excluded from the licence. Therefore, you should ensure that the Licensed Material you are requesting is original to BMJ and does not carry the copyright of another entity (as credited in the published version). If the credit line on any part of the material you have requested in any way indicates that it was reprinted or adapted

by BMJ with permission from another source, then you should seek permission from that source directly to re-use the Licensed Material, as this is outside of the licence granted herein.

4) **Altering/Modifying Material:** The text of any material for which a licence is granted may not be altered in any way without the prior express permission of BMJ. If adaptation of the material has been approved via [bmj.permissions@bmj.com](mailto:bmj.permissions@bmj.com) you must include the disclaimer: "Adapted by permission from BMJ Publishing Group Limited. [publication title, author, volume number, page numbers, copyright notice year]"

5) **Reservation of Rights:** BMJ reserves all rights not specifically granted in the combination of (i) the licence details provided by you and accepted in the course of this licensing transaction, (ii) these terms and conditions and (iii) CCC's Billing and Payment Terms and Conditions.

6) **Timing of Use:** First use of the Licensed Material must take place within 12 months of the grant of permission.

7) **Creation of Contract and Termination:** Once you have submitted an order via RightsLink and this is received by CCC, and subject to you completing accurate details of your proposed use, this is when a binding contract is in effect and our acceptance occurs. As you are ordering rights from a periodical, to the fullest extent permitted by law, you will have no right to cancel the contract from this point other than for BMJ's material breach or fraudulent misrepresentation or as otherwise permitted under a statutory right. Payment must be made in accordance with CCC's Billing and Payment Terms and conditions. In the event that you breach any material condition of these terms and condition or any of CCC's Billing and Payment Terms and Conditions, the license is automatically terminated upon written notice from BMJ or CCC or as otherwise provided for in CCC's Billing and Payment Terms and Conditions, where these apply. Continued use of materials where a licence has been terminated, as well as any use of the Licensed Materials beyond the scope of an unrevoked licence, may constitute intellectual property rights infringement and BMJ reserves the right to take any and all action to protect its intellectual property rights in the Licensed Materials.

8) **Warranties:** BMJ makes no express or implied representations or warranties with respect to the Licensed Material and to the fullest extent permitted by law this is provided on an "as is" basis. For the avoidance of doubt BMJ does not warrant that the Licensed Material is accurate or fit for any particular purpose.

9) **Limitation of Liability:** To the fullest extent permitted by law, BMJ disclaims all liability for any indirect, consequential or incidental damages (including without limitation, damages for loss of profits, information or interruption) arising out of the use or inability to use the Licensed Material or the inability to obtain additional rights to use the Licensed Material. To the fullest extent permitted by law, the maximum aggregate liability of BMJ for any claims, costs, proceedings and demands for direct losses caused by BMJ's breaches of its obligations herein shall be limited to twice the amount paid by you to CCC for the licence granted herein.

10) **Indemnity:** You hereby indemnify and hold harmless BMJ and their respective officers, directors, employees and agents, from and against any and all claims, costs, proceeding or demands arising out of your unauthorised use of the Licensed Material.

11) **No Transfer of License:** This licence is personal to you, and may not be assigned or transferred by you without prior written consent from BMJ or its authorised agent(s). BMJ may assign or transfer any of its rights and obligations under this Agreement, upon written notice to you.

12) **No Amendment Except in Writing:** This licence may not be amended except in a writing signed by both parties (or, in the case of BMJ, by CCC on BMJ's behalf).

13) **Objection to Contrary terms:** BMJ hereby objects to any terms contained in any purchase order, acknowledgment, check endorsement or other writing prepared by you, which terms are inconsistent with these terms and conditions or CCC's Billing and Payment Terms and Conditions. These terms and conditions, together with CCC's Billing and Payment Terms and Conditions (which to the extent they are consistent are incorporated herein), comprise the entire agreement between you and BMJ (and CCC) and the Licensee concerning this licensing transaction. In the event of any conflict between your obligations established by these terms and conditions and those established by CCC's Billing and Payment Terms and Conditions, these terms and conditions shall control.

14) **Revocation:** BMJ or CCC may, within 30 days of issuance of this licence, deny the permissions described in this licence at their sole discretion, for any reason or no reason, with a full refund payable to you should you have not been able to exercise your rights in full. Notice of such denial will be made using the contact information provided by you. Failure to receive such notice from BMJ or CCC will not, to the fullest extent permitted by law alter or invalidate the denial. For the fullest extent permitted by law in no event will BMJ or CCC be responsible or liable for any costs, expenses or damage incurred by you as a result of a denial of your permission request, other than a refund of the amount(s) paid by you to BMJ and/or CCC for denied permissions.

15) **Restrictions to the license:**

15.1) **Promotion:** BMJ will not give permission to reproduce in full or in part any Licensed Material for use in the promotion of the following:

- a) non-medical products that are harmful or potentially harmful to health
- b) medical products that do not have a product license granted by the Medicines and Healthcare products Regulatory Agency (MHRA) or its international equivalents. Marketing of the product may start only after data sheets have been released to members of the medical profession and must conform to the marketing authorization contained in the product license.

16) **Translation:** This permission is granted for non-exclusive world English language rights only unless explicitly stated in your licence. If translation rights are granted, a professional translator should be employed and it must be a true reproduction, accurately conveying the original meaning and of the same quality.

17) **STM Permissions Guidelines:** For content reuse in journals that qualify for permission under the STM Permissions Guidelines (which may be updated from time to time) the terms and conditions of the Guidelines supersede those in this licence. [https://www.stm-  
assoc.org/intellectual-property/permissions/permissions-guidelines/](https://www.stm-<br/>assoc.org/intellectual-property/permissions/permissions-guidelines/)

18) **General:** Neither party shall be liable for failure, default or delay in performing its obligations under this Licence, caused by a Force Majeure event which shall include any act of God, war, or threatened war, act or threatened act of terrorism, riot, strike, lockout, individual action, fire, flood, drought, tempest or other event beyond the reasonable control of either party.

18.1) In the event that any provision of this Agreement is held to be invalid, the remainder of the provisions shall continue in full force and effect.

18.2) There shall be no right whatsoever for any third party to enforce the terms and conditions of this Agreement. The Parties hereby expressly wish to exclude the operation of the Contracts (Rights of Third Parties) Act 1999 and any other legislation which has

this effect and is binding on this agreement.

18.3) To the fullest extent permitted by law, this Licence will be governed by the laws of England and shall be governed and construed in accordance with the laws of England.

Any action arising out of or relating to this agreement shall be brought in courts situated in England save where it is necessary for BMJ for enforcement to bring proceedings to bring an action in an alternative jurisdiction.

V1.1

Questions? [customercare@copyright.com](mailto:customercare@copyright.com) or +1-855-239-3415 (toll free in the US) or +1-978-646-2777.

---

---

## 9.11 Anexo 11. Autorizaciones de las revistas para incluir los artículos publicados en la tesis

- **Autorización de *Journal of Global Health***

----- Forwarded message -----

From: **Rachael Atherton** <[Rachael.Atherton@jogh.org](mailto:Rachael.Atherton@jogh.org)>

Date: Tue, Jan 25, 2022 at 9:57 AM

Subject: Re: Request for authorization to use a published article

To: Giraldo Osorio Alexandra <[alexandra.giraldo.osorio@usc.es](mailto:alexandra.giraldo.osorio@usc.es)>

Dear Alexandra - thank you very much for your email. It is absolutely fine to include the paper in your thesis.

With best wishes  
Rachael

- **Autorización de *International Journal of Environmental Research and Public Health***



Ada Wang <ada.wang@mdpi.com>

Mar 25/01/2022 2:49

Para: Giraldo Osorio Alexandra

CC: ijerph@mdpi.com

Dear Mrs. Giraldo-Osorio,

Thank you for your message. All articles published by MDPI are made immediately available worldwide under an open access license. This means:

everyone has free and unlimited access to the full-text of all articles published in MDPI journals;  
everyone is free to re-use the published material if proper accreditation/citation of the original publication is given;

For details of the license used, please see <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>.

Hope it is helpful for you.

Have a nice day!

Kind regards,  
Ada Wang  
Section Managing Editor

- **Autorización de la *Revista Brasileira de Epidemiologia***

DocuSign Envelope ID: F1DB063A-B2AE-4186-B355-6A51A592EE3B



Rio de Janeiro, 01 de fevereiro de 2022.

Alexandra Giraldo Osorio  
Universidad de Santiago de Compostela - España

Vimos informar nossa concordância para a reprodução do artigo “Mortalidad atribuida al consumo de tabaco en Brasil, 2016”, publicado na Revista Brasileira de Epidemiologia (Rev. bras. epidemiol. 24 • 2021 • <https://doi.org/10.1590/1980-549720210007>).

O referido artigo será utilizado como tese para o doutorado em Epidemiologia e Saúde Pública na Universidade de Santiago de Compostela (Espanha).

Informamos que é necessário constar a referência da origem da publicação.

DocuSigned by:

CFD4FAB910854E9...

Thiago Barreto Bacellar Pereira  
Secretário Executivo

Associação Brasileira de Saúde Coletiva – ABRASCO  
CNPJ: 00.665.448/0001-24

0(55) (21) 2560-8699 - 2560-8403

E-mail: [abrasco@abrasco.org.br](mailto:abrasco@abrasco.org.br) Home page: [www.abrasco.org.br](http://www.abrasco.org.br)

Av. Brasil, 4365. Prédio CEPI-DSS, Campus da Fiocruz, Manguinhos. CEP 21040-900. Rio de Janeiro, RJ.



**9.12 Anexo 12. Artículos publicados incluidos en la tesis**

**9.12.1 Artículo 1. Smoking-attributable mortality in South America: A systematic review**

<https://doi.org/10.7189/jogh.11.04014>

**9.12.2 Artículo 2. Residential Radon in Central and South America: A Systematic Review**

<https://doi.org/10.3390/ijerph17124550>

**9.12.3 Artículo 3. Mortalidad atribuida al consumo de tabaco en Brasil, 2016**

<http://dx.doi.org/10.1590/1980-549720210007>

**9.12.4 Artículo 4: Mortalidad por cáncer de pulmón en Colombia, 1985-2018**

Alexandra Giraldo-Osorio,<sup>(1,2,3)</sup> Alberto Ruano-Ravina,<sup>\*(1,4)</sup> Julia Rey-Brandariz,<sup>(1)</sup> Nelson Arias-Ortiz,<sup>(2,5)</sup> Cristina Candal-Pedreira,<sup>(1)</sup> Mónica Pérez-Ríos<sup>(1,4)</sup>

Este artículo forma parte de la tesis doctoral de Alexandra Giraldo Osorio.

### **Afiliaciones de los autores:**

- (1) Departamento de Medicina Preventiva y Salud Pública, Universidad de Santiago de Compostela, España.
- (2) Grupo de Investigación Promoción de la Salud y Prevención de la Enfermedad (GIPSPPE), Departamento de Salud Pública, Universidad de Caldas, Colombia.
- (3) Becaria de la Fundación Carolina (C.2021), España.
- (4) CIBER de Epidemiología y Salud Pública CIBERESP, España.
- (5) Registro Poblacional de Cáncer de Manizales, Instituto de Investigaciones en Salud, Universidad de Caldas, Colombia.

**Autor de correspondencia:** Alberto Ruano-Ravina. Departamento de Medicina Preventiva y Salud Pública, Facultad de Medicina, Universidad de Santiago de Compostela. San Francisco, s/n, 15782, Santiago de Compostela, España. Correo: alberto.ruano@usc.es

**Financiamiento:** ninguno

**Conflicto de intereses:** Todos los autores declaran no tener conflictos de intereses.

ALEXANDRA GIRALDO OSORIO

Mortalidad por cáncer de pulmón en Colombia, 1985-2018\*

Lung Cancer Mortality in Colombia, 1985-2018\*

---

\* Los resultados de este trabajo fueron presentados en el XI Congreso de Prevención y Control del Tabaquismo de España - Virtual, del 29 de septiembre al 7 de octubre de 2021.

### Resumen

**Objetivo:** analizar la evolución de la mortalidad por cáncer de pulmón en Colombia en el período 1985-2018 en población de 35 años y más e identificar cambios en la tendencia.

**Material y métodos:** análisis de series temporales de mortalidad. Se calcularon las tasas específicas y estandarizadas por sexo y grupos de edad. Mediante la regresión *joinpoint* se estimó el porcentaje de cambio anual de las tasas y se identificaron puntos de cambio.

**Resultados:** en 1985-2018 se registraron 105.553 muertes por cáncer de pulmón en población de 35 años y más. Las tasas estandarizadas muestran una tendencia decreciente, excepto en mayores de 64 años en el periodo 1985-2005.

**Conclusiones:** la tendencia de las tasas de mortalidad por cáncer de pulmón es decreciente en Colombia. Es necesario potenciar medidas de prevención primaria y secundaria sobre el consumo de tabaco y vigilar otros factores de riesgo como el radón residencial o la ocupación.

**Palabras clave:**

Cáncer de pulmón; tabaco; mortalidad; análisis de regresión; registros de mortalidad; Colombia.

### Abstract

**Objective:** to analyze the evolution of lung cancer mortality in Colombia in the period from 1985-2018 in the population aged 35 years and over and to identify changes in trends.

**Material and methods:** analysis of mortality time series. Specific and standardized rates were calculated by sex and age groups. Through *joinpoint* regression, the percentage of annual change in rates was estimated and change points were identified.

**Results:** from 1985-2018, 105,553 deaths from lung cancer were registered in the population aged 35 years and over. The standardized rates show a decreasing trend, except in those over 64 years of age in the period 1985-2005.

**Conclusions:** the trend of lung cancer mortality rates is decreasing in Colombia. It is necessary to promote primary and secondary prevention measures on tobacco consumption and monitor other risk factors such as residential radon or occupation.

**Key words:**

Lung cancer; tobacco; mortality; regression analysis; mortality registries; Colombia.

## Introducción

Según datos de GLOBOCAN del año 2020, el cáncer de pulmón es el segundo más frecuente en el mundo (11,4%), después del cáncer de mama femenino (11,7% del total de casos). En cuanto a mortalidad, el cáncer de pulmón es la principal causa de muerte por cáncer (18% del total). En las mujeres, este se ubica en el tercer lugar en incidencia (8,4%), después del cáncer de mama (24,5%) y del colorrectal (9,4%); y en segundo lugar en mortalidad por cáncer (13,7%), después del cáncer de mama (15,5%). En los hombres, el cáncer de pulmón es el primero en incidencia (14,3%) y mortalidad (21,5%) (1).

En Suramérica la tasa de incidencia de cáncer de pulmón estandarizada por edad en 2020 fue de 17,8 casos por 100.000 habitantes para hombres y de 10,3 para mujeres. En Colombia en 2020, fue el quinto cáncer con más incidencia (6,1%) y lo anteceden desde el primero hasta el cuarto lugar, mama (13,7%), próstata (12,8%), colorrectal (9,5%) y estómago (7,3%). En mortalidad, el cáncer de pulmón ocupa la segunda causa por cáncer (11,1%). Se estima que anualmente se presentan en Colombia cerca de 9,2 muertes por 100.000 habitantes, similar a lo encontrado con otros países de la región, como, Brasil, Chile, Paraguay y Venezuela (1).

El cáncer de pulmón es un marcador de la evolución de la epidemia tabáquica, debido a que el consumo de tabaco es su factor de riesgo más importante (2). En este sentido, el control del tabaquismo es una de las acciones de política pública en salud más costo efectivas para reducir sustancialmente el riesgo de padecer esta enfermedad (3). El radón es el primer factor de riesgo para cáncer de pulmón en nunca fumadores y el segundo en fumadores (4).

En el Plan Decenal para el Control del Cáncer 2012-2021 de Colombia, se establecieron las estrategias para reducir la incidencia y mortalidad por cáncer (5); sin embargo, para priorizar los programas de prevención y control de enfermedades y alcanzar las metas establecidas, los formuladores de políticas necesitan información sólida y actualizada (6). En este contexto, la mortalidad es un indicador de efectividad de los esfuerzos realizados en el control del cáncer, y el estudio de su evolución temporal es muy relevante para valorar el impacto de las políticas públicas (7). El objetivo de este estudio es analizar la

evolución de la mortalidad por cáncer de pulmón en Colombia en el periodo 1985-2018 en población de 35 años y más e identificar cambios en su tendencia.

### Material y métodos

Análisis de series temporales en el periodo 1985-2018. Las defunciones por cáncer de pulmón en la población colombiana de 35 años y más según sexo se obtuvieron para cada año del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) de Colombia. Para identificar las defunciones se utilizaron los códigos 162 y C33-34 de la 9ª y 10ª ediciones de la Clasificación Internacional de Enfermedades (CIE), para los periodos 1985-1997 y 1998-2018 respectivamente. Los códigos se armonizaron según las pautas recomendadas por Anderson y colaboradores (Ratio de comparabilidad: 0,98) (8). Se excluyeron 624 casos (0,6% del total de muertes por cáncer de pulmón), 1 por sexo indeterminado y 623 por edad desconocida. Las poblaciones son las retroproyecciones de población construidas por el DANE mediante modelos de conciliación intercensal (9).

Se calcularon tasas de mortalidad específicas por edad (35 a 64 años y 65 años y más) y estandarizadas por edad en ambos sexos. Las tasas se estandarizaron aplicando el método directo y se utilizó como estándar la población mundial de la Organización Mundial (OMS) de la Salud 2000 a 2025 (10). Para valorar la tendencia de las tasas estandarizadas anuales se ajustaron modelos de regresión *joinpoint* (11), fijando un máximo de 3 puntos de cambio y un nivel de significación del 5%. En cada periodo identificado en la regresión se estimó el porcentaje de cambio anual (PCA) con sus intervalos de confianza del 95% (IC 95%) y el valor de p. Para la selección del modelo con el mejor ajuste se utilizó la prueba de permutaciones indicada por defecto en el programa. El análisis se realizó con Stata 16 y con *Joinpoint Regression Program*, versión 4.9.0.0 (11).

### Resultados

En el periodo 1985-2018 se registraron 105.553 muertes por cáncer de pulmón en Colombia en población de 35 años y más; la mayoría en hombres (60,8%) y en el grupo de 65 años y más (65,4%) (Figura 1). En los 34 años estudiados, se registraron 36.510 (34,6%) muertes en la población de 35 a 64 años.

Las tasas específicas de mortalidad por cáncer de pulmón aumentan con la edad, especialmente en hombres. En el grupo de 35 a 64 años las tasas son más altas en los hombres que en las mujeres en todos los años de la serie. Por otro lado, en el grupo de 65 años y más, las diferencias entre sexos son más evidentes. Las tasas también son más altas en hombres y la diferencia máxima entre sexos se observa en 1994, cuando en los hombres se producen 107,10 muertes por cáncer de pulmón por 100.000 habitantes y en las mujeres 46,90 (Figura 1).

En el grupo de edad de 35 a 64 años las tasas estandarizadas de mortalidad muestran una evolución diferente en hombres y en mujeres. En los hombres de 35-64 años, se identifican 2 periodos con tendencia decreciente: el primero desde 1985 hasta 2005 con un PCA de -0,5% (IC 95% -0,8 a -0,2), y el segundo 2005-2018 con un PCA que quintuplica al del periodo anterior. En las mujeres del mismo grupo de edad, también se diferencian 2 periodos, pero con tendencias opuestas. En el primer periodo (1985-1991) se observa una tendencia creciente, mientras que a partir de 1991 la tendencia pasa a ser decreciente con un PCA de -1,3 (IC95% -1,6 a -1,1). En el grupo de 65 y más años, las tasas muestran un patrón similar en su evolución en ambos sexos, aunque con algunas diferencias en los PCA. Así, tanto en hombres como en mujeres se observa un primer periodo con una tendencia creciente de las tasas estandarizadas hasta los años 2005 y 2004, respectivamente. Las mujeres muestran un PCA en este primer periodo que es casi el doble que el que se observa en los hombres. Posteriormente, se observa un segundo periodo con una tendencia decreciente y con PCA similares en ambos sexos (Cuadro I y Figura 2).

## Discusión

En Colombia las tasas de mortalidad por cáncer de pulmón muestran, desde 2005, una tendencia decreciente tanto en hombres como en mujeres, con independencia del grupo de edad. El descenso en las tasas de mortalidad en los hombres de 35 a 64 años se observó en 1985 y en las mujeres del mismo grupo de edad en 1991. Es en el grupo de mayores de 64 años en donde el descenso en las tasas de mortalidad no se empezó a observar hasta inicios de este siglo. Que sepamos, éste es el primer estudio que analiza a nivel nacional la tendencia de la mortalidad por cáncer de pulmón en Colombia en más de 30 años y que utiliza la regresión *joinpoint* para realizar dicho análisis.

Un estudio previo que valoró la evolución de las tasas de mortalidad por cáncer de pulmón en Colombia (1960-1987), evidenció un aumento de las tasas en hombres de todos los grupos de edad y en mujeres de 45 a 64 años. Como en este estudio, observaron que las tasas de mortalidad de los hombres eran superiores a las de las mujeres, especialmente entre los grupos de más edad. Esto se debe a que la prevalencia de consumo de tabaco en hombres siempre fue más alta que en las mujeres (12). En nuestro estudio se siguen observando tasas de mortalidad por cáncer de pulmón más altas entre los hombres, si bien en el grupo de edad de 35 a 64 años la diferencia por sexo ha disminuido con el tiempo. Otros dos estudios han analizado la evolución de mortalidad por cáncer de pulmón en Colombia incluyendo un periodo más similar al de nuestro estudio, uno en 1980-2009 y otro para 1998-2018, ya mostraron una tendencia decreciente en hombres y en mujeres; si bien, el primero de ellos sólo observó el descenso cuando restringió el análisis a población de 40 años y más (13,14). Las diferencias en los resultados se pueden explicar por varias razones. Una de ellas es que en nuestro estudio para el cálculo de las tasas se utilizaron poblaciones corregidas mediante retroproyección publicadas por el DANE en noviembre del 2020; y, se excluyeron las muertes con edad desconocida y sexo indeterminado. Además, se fijó un límite inferior de 35 años en la edad de la mortalidad ya que edades previas son difíciles de relacionar con la exposición a factores de riesgo o conductas modificables, y entra en conflicto respecto al criterio de causalidad de precedencia temporal (15).

Excepto en los hombres de 35 a 64 años, en los que la tendencia es decreciente en todo el periodo, la evolución de las tasas estandarizadas es similar en hombres y mujeres, independiente del grupo de edad. Así se observa una tendencia creciente acompañada de un descenso posterior en las tasas de mortalidad. En las mujeres de 35 a 64 años las tasas empezaron a disminuir a comienzos de los 90s, y en el grupo de edad de 65 y más años el cambio de tendencia se observa a mediados de la década del 2000, es decir, más de una década después. En los hombres, la mitad de la primera década del siglo XXI marca el punto de inflexión para los dos grupos de edad. Estos datos van en línea con los de un estudio realizado en el país en el periodo 1998-2007, en el que se encontró que entre los hombres de 25 a 64 años con mayor nivel de estudios, la mortalidad prematura por cáncer de pulmón descendía anualmente un 3,4% (16).

Destaca el aumento que se observa en la tasa de mortalidad por cáncer de pulmón en las mujeres mayores de 64 años hasta inicios del siglo XXI y en las menores de 65 hasta 1991. Esto podría deberse a la exposición al humo de combustibles sólidos (17). En Colombia, en el año 2012, 2,1 millones de personas en situación de pobreza extrema fueron clasificadas como expuestas a la contaminación por uso de combustibles sólidos para cocinar. Los grupos de mayor afectación son las mujeres mayores de 30 años de etnia indígena que residen en la zona rural (18). Adicionalmente, otro estudio publicado en el 2008 planteó que en Colombia el 39% de la población mayor de 40 años residente en las cinco principales ciudades había cocinado con leña durante más de 10 años antes de llegar a la ciudad (19). El uso ha disminuido (20), y esto puede haber propiciado el descenso en las tasas de mortalidad por cáncer de pulmón en las mujeres. Esto se ha objetivado también en otros países de Latinoamérica, como México (21).

La disminución en la prevalencia de consumo de tabaco en Colombia puede explicar la disminución de las tasas de mortalidad que se observan en los últimos años analizados en este estudio, especialmente entre los hombres. En Colombia disponemos de prevalencias de consumo de tabaco desde 1971; aunque, la definición de fumador y los marcos muestrales no son comparables en todas las encuestas. Durante la década de los 80s el consumo de tabaco en adultos se incrementó en un 14% con respecto a años anteriores (22), a partir de entonces se observa un descenso en la prevalencia de consumo actual, que en global descendió casi 9 puntos porcentuales al pasar de 21,4%, 18,9% a 12,8% para los años 1993, 1998 y 2007, respectivamente, en población de 18 a 69 años (13) y descendió 7 puntos porcentuales al pasar de 17,06%, 12,95% a 9,8% para los años 2008, 2013 y 2019 respectivamente, en población de 18 a 65 años (23–25). En todos los estudios la prevalencia de consumo de tabaco fue más alta entre los hombres, lo que explica en gran medida las diferencias en la magnitud de la mortalidad según sexo. El descenso en la prevalencia de consumo de tabaco se ha asociado con la implementación de las leyes sobre el tabaco como la Ley 1335 de 2009 (26), o la ejecución del Proyecto del Convenio Marco para el Control de Tabaco 2030 desde el año 2017 (27).

El estudio detallado de la mortalidad por causas específicas es una línea de investigación prioritaria en Colombia debido a varios aspectos. Uno de ellos es el aumento que se espera en la incidencia del cáncer debido al envejecimiento poblacional que ocasionará a su vez un impacto sobre la mortalidad (14). Destaca que la evolución de las tasas de

mortalidad por cáncer de pulmón en Colombia difiere a lo observado en Europa y Norteamérica, donde el cáncer de pulmón en mujeres está aumentando. Esta diferencia puede deberse a que Norteamérica, y en especial Europa, tienen una mayor proporción de población de adultos mayores y que la evolución de la epidemia tabáquica ha sido diferente; así, se ubican en fases más avanzadas (hombres en la fase IV y mujeres en la fase III tardía) (28). Es por ello que Colombia debe hacer un esfuerzo orientado a la prevención primaria para evitar el inicio del consumo de tabaco y secundaria para su cesación con el fin de mantener la tendencia decreciente en las tasas de mortalidad por cáncer de pulmón. Destaca la urgente necesidad de la puesta en marcha de programas y estrategias que incluyan el enfoque de género especialmente en las mujeres de contextos desfavorables (29). Actuar en dicho sentido es importante porque la Encuesta Nacional de Tabaquismo en Jóvenes del 2018, reveló una alta prevalencia de consumo de productos de tabaco (24%) en las mujeres de 13 a 15 años (30). Es necesario también fortalecer las medidas MPOWER en Colombia e implementar las que faltan (31), además de vigilar la prevalencia de consumo de tabaco en los adultos a nivel poblacional.

Las principales limitaciones de este estudio están relacionadas con el registro de mortalidad. Se debe tener en cuenta al interpretar los datos de este estudio el deterioro en el sistema de clasificación de las defunciones entre 1990 y 1997 (32). En 1998 hubo cambios en la cobertura del registro de mortalidad debidos a los ajustes implantados en ese año por el DANE (32). Además los años próximos al cambio de CIE-9 a CIE-10 podrían estar afectados por la inexperiencia de los sistemas de registro y clasificación con los nuevos criterios que pudo haber derivado en un subregistro temporal a expensas de la mala clasificación (32). También para el año 2000 la codificación de la causa básica de mortalidad por tumores como de “otros sitios y los no especificados” fue muy frecuente en Colombia (33), lo que podría derivar en un subregistro de la mortalidad por cáncer de pulmón.

La principal fortaleza de este estudio radica en el largo período estudiado, 34 años. El uso como referencia de la población de la OMS significa que los datos analizados pueden hacerse comparables con otros países. Además establece una línea base del análisis de las tasas de mortalidad por cáncer de pulmón previa a la pandemia por SARS-CoV-2/COVID-19, lo que permitirá estimar el impacto en la mortalidad por esta causa (34). El uso de modelos de regresión *joinpoint* consigue un mejor ajuste comparados con modelos

lineales (7) y además es en la actualidad el método estándar de análisis de cambios de tendencia.

Como conclusión, en el periodo 1985-2018 se registraron 105.553 muertes por cáncer de pulmón en Colombia en población de 35 años y más. Desde 2005, la tendencia de las tasas de mortalidad es decreciente, con independencia de la edad y del sexo. Para sostener esta tendencia, es necesario proseguir con los esfuerzos dirigidos a prevenir esta neoplasia. Se pone de manifiesto la necesidad de potenciar medidas de prevención primaria para evitar el inicio del consumo de tabaco y secundaria para su cesación y vigilar otros factores de riesgo como la exposición al radón residencial y la ocupación.

### Referencias bibliográficas

1. Sung H, Ferlay J, Siegel RL, Laversanne M, Soerjomataram I, Jemal A, et al. Global cancer statistics 2020: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries. *CA Cancer J Clin.* 2021;0(0):1-41.
2. Pérez-Ríos M, Leistikow B, Montes A. El cáncer de pulmón como marcador de tabaquismo: relación con la mortalidad por cáncer no pulmonar. *Gac Sanit.* 2009;23(3):224-7.
3. U.S. Department of Health and Human Services, National Center for Chronic Disease Prevention and Health Promotion (US) Office on Smoking and Health. The Health Consequences of Smoking—50 Years of Progress: A Report of the Surgeon General [Internet]. The Health Consequences of Smoking-50 Years of Progress: A Report of the Surgeon General. Atlanta; 2014.
4. Ruano-Ravina A, Varela Lema L, García Talavera M, García Gómez M, González Muñoz S, Santiago-Pérez MI, et al. Lung cancer mortality attributable to residential radon exposure in Spain and its regions. *Environ Res.* 2021;199:111372.
5. Ministerio de Salud y Protección Social, Instituto Nacional de Cancerología. Plan Decenal para el control del cáncer en Colombia 2012-2021. Bogotá D.C; 2012. 1-124 p.
6. Valencia O, Lopes G, Sánchez P, Acuña L, Uribe D, González J. Incidence and Prevalence of Cancer in Colombia: The Methodology Used Matters. *J Glob Oncol.* 2017;4:1-7.
7. Puig X, Ginebra J, Gispert R. Analysis of mortality time trend using generalized linear models. *Gac Sanit.* 2005;19(6):481-5.
8. Anderson RN, Miniño AM, Hoyert DL, Rosenberg HM. National Vital Statistics Reports: Comparability of Cause of Death Between ICD-9 and ICD-10\_Preliminary Estimates. United States; 2001.
9. Departamento Administrativo Nacional de Estadística. Proyecciones de población. Censo nacional de población y vivienda 2018 Colombia. 2018. p. 1.
10. Ahmad OB, Boschi-Pinto C, Lopez Christopher AD, Murray JL, Lozano R, Inoue M. Age standardization of rates: a new who standard. *GPE Discussion Paper Series: No.31.* Geneva; 2001.
11. National Cancer Institute. Joinpoint Trend Analysis Software. U.S. Department of Health & Human Services; 2020. p. 1.
12. Organización Panamericana de la Salud. Tabaco o salud: situación en las Américas.

- Washington, D.C: Catalogación por la Biblioteca de la OPS; 1992. 416 p.
13. Ministerio de Salud y Protección Social, Organización Panamericana de la Salud, Pontificia Universidad Javeriana. Resúmenes de política: intervenciones poblacionales de factores de riesgo de enfermedades crónicas no transmisibles. Bogotá D.C; 2010. (Convenio de Cooperación Técnica). Report No.: 485/10 Carta de Acuerdo COL/LOA/1100040.001.
  14. Hernandez G. Epidemiología del cáncer en Colombia: una transición que debemos conocer. *Med.* 2021;43(1):64-73.
  15. Rey-Brandariz J, Pérez-Ríos M, Santiago-Pérez MI, Varela-Lema L, Giraldo-Osorio A, Mourino N, et al. Mortalidad atribuida al consumo de tabaco en España: Revisión sistemática. *Adicciones.* 2021;En prensa:1619.
  16. De Vries E, Arroyave I, Pardo C, Wiesner C, Murillo R, Forman D, et al. Trends in inequalities in premature cancer mortality by educational level in Colombia, 1998-2007. *J Epidemiol Community Health.* 2015;69(5):408-15.
  17. International Agency for Research on Cancer. Air Pollution and Cancer [Internet]. K. Straif, A. Cohen JS, editor. Air pollution and cancer, IARC scientific publications NO. 161. Geneva: International Agency for Research on Cancer; 2013. 240-251 p.
  18. Soto-Moreno JA, Ballester-Díez F. Contaminación del aire de interiores en hogares en situación de pobreza extrema en Colombia. *Rev Salud Pública.* 2013;15(1):80-9.
  19. Caballero A, Torres-Duque CA, Jaramillo C, Bolívar F, Sanabria F, Osorio P, et al. Prevalence of COPD in five Colombian cities situated at low, medium, and high altitude (PREPOCOL study). *Chest.* 2008;133(2):343-9.
  20. Consorcio Estrategia Rural Sostenible. Contrato UPME a 2019-12-19, Informe Final: Plan de Sustitución Progresiva de Leña. Unidad de Planeación Minero Energética, editor. Bogotá D.C: Ministerio de Minas y Energía; 2019. 1-355 p.
  21. Hernández-Garduño E, Ocaña-Servín HL. Lung cancer mortality trends in Mexico, 1999-2014. *Salud Pública de México.* 2018;60(3):366-9.
  22. Departamento de Salud y Servicios Sociales de los Estados Unidos de América. Tabaquismo y salud en las Américas. Atlanta, Georgia: Departamento de Salud y Servicios Sociales (DHHS) de los Estados Unidos de América, Servicio de Salud Pública, Centros para el Control de Enfermedades, Centro Nacional para la Prevención de Enfermedades Crónicas y Promoción de la Salud, Oficina de Tabaquismo; 1992.
  23. Ministerio de Protección Social, Dirección General de Estupefacientes. Estudio Nacional de Consumo de Sustancias Psicoactivas en Colombia 2008: informe final. Bogotá D.C: Editora

- Guadalupe S.A; 2008. 1-149 p.
24. Ministerio de Justicia y del Derecho, Ministerio de Salud y Protección Social. Estudio nacional de consumo de sustancias psicoactivas en Colombia, 2013: Informe final. Bogotá D.C ; 2014. 1-182 p.
  25. Ministerio de Justicia y del Derecho. Encuesta Nacional de Consumo de Sustancias Psicoactivas (ENCSPA), Resultados 2019. Bogotá D.C.; 2020.
  26. Congreso de la República. Ley 1335 de 2009. Bogotá D.C.: República de Colombia; 2009. 6 p.
  27. Defensoría del Pueblo. Informe de seguimiento al cumplimiento del Convenio Marco de la OMS para el control del tabaco en Colombia. Bogotá D.C.; 2017.
  28. Thun M, Peto R, Boreham J, Lopez AD. Stages of the cigarette epidemic on entering its second century. *Tob Control*. 2012;21(2):96-101.
  29. Amos A, Greaves L, Nichter M, Bloch M. Women and tobacco: a call for including gender in tobacco control research, policy and practice. *Tob Control*. 2012;21(2):236-43.
  30. Ministerio de Salud y Protección Social, Universidad del Valle. Encuesta Nacional Tabaquismo en Jóvenes (ENTJ). Boletín de Prensa No 182. Bogotá D.C; 2018.
  31. Romero-Torres S, Henríquez-Mendoza G. Diferencias evitables en el cumplimiento de las medidas para el control del tabaco: Colombia, Costa Rica, Ecuador y Perú, 2017. *Rev Colomb Cancerol*. 2019;23(4):135-43.
  32. Gómez-Arias RD, Pereyra-Zamora P, Agudelo-Londoño SM. Mortalidad evitable y políticas en salud. Colombia, 1985-2002. *Colomb Med*. 2009;40:373-86.
  33. Ochoa FL, Montoya V LP. Mortalidad por cáncer en Colombia en el año 2000: Cuando aumentar no es mejorar. *Rev CES Med*. 2003;17(1):7-22.
  34. Ocaña LEB, Collazos P, Ardila EKG, García LS, Millán E, Mera P, et al. Mortality from respiratory infections and chronic non-communicable diseases before the COVID-19 pandemic in Cali, Colombia. *Colomb Med*. 2020;51(2):1-10.

Cuadro I. Evolución de la mortalidad por cáncer de pulmón en hombres y mujeres en Colombia: año de cambio de tendencia y porcentaje de cambio anual. Regresión *joinpoint*

Grupo de edad	Hombres			Mujeres			
	Periodo	Año de cambio	PCA (IC95%)	Periodo	Año de cambio	PCA (IC95%)	
35 a 64 años	1985-2005	2005	-0,5 (-0,8 a -0,2)*	1985-1991	1991	1,0 (-2,2 a 4,3)	0,535
	2005-2018		-2,6 (-3,2 a -2,1)*	1991-2018		-1,3 (-1,6 a -1,1)*	<0,001
65 años y más	1985-2005	2005	1,4 (1,0 a 1,7)*	1985-2004	2004	2,6 (2,2 a 3,0)*	<0,001
	2005-2018		-1,1 (-1,6 a -0,7)*	2004-2018		-0,7 (-1,2 a -0,3)*	0,001

PCA: porcentaje de cambio anual; IC: intervalo de confianza. \*Significativamente diferente de cero (p<0,05)

Figura 1. Tasas específicas de mortalidad por cáncer de pulmón según sexo y grupo de edad. Colombia, 1985-2018

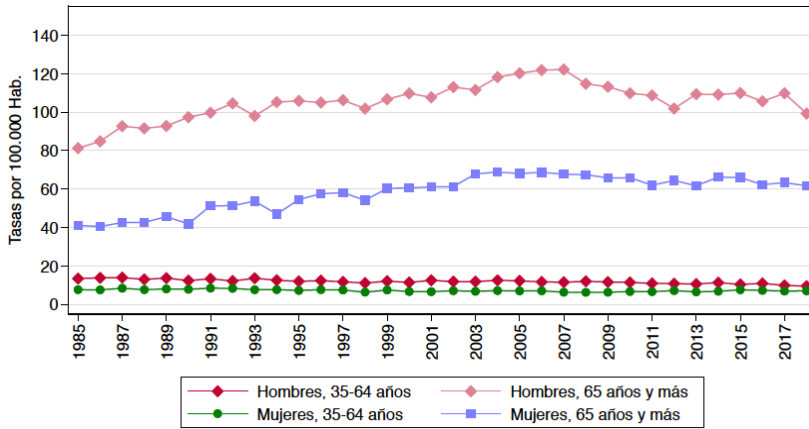
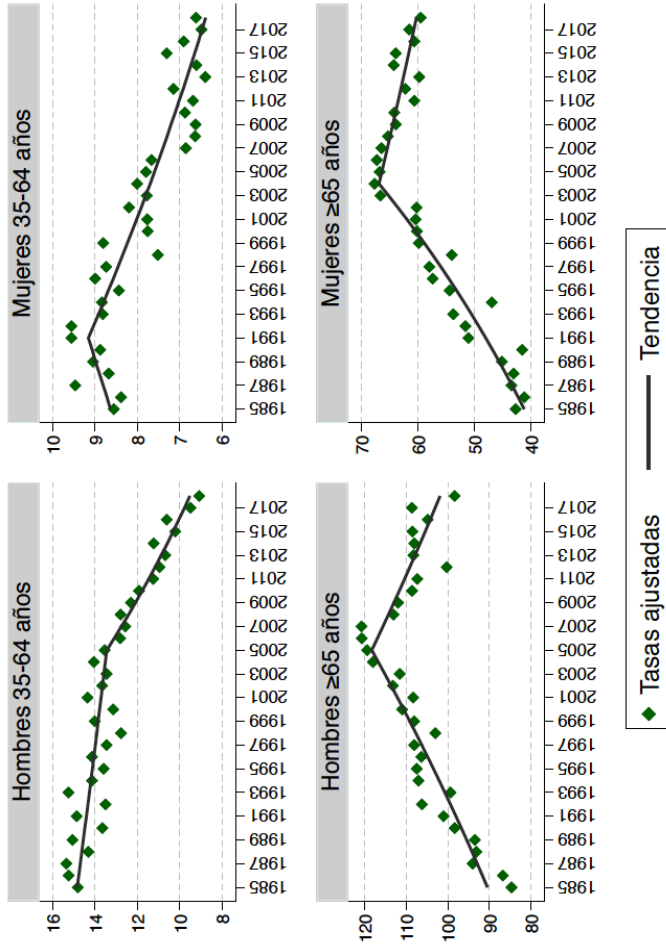


Figura 2. Tendencia de tasas estandarizadas de mortalidad por cáncer de pulmón según sexo y grupos de edad en Colombia, 1985-2018 (tasas por 100.000 hab., población estándar de la OMS); regresión *joinpoint*



**9.12.5 Artículo 5. Mortalidad atribuida al consumo de tabaco en Colombia, 1985 – 2018: estimación anual y análisis de tendencia**

Alexandra Giraldo-Osorio,<sup>(1,2,3)</sup> Alberto Ruano-Ravina\*,<sup>(1,4,5)</sup> María Isolina Santiago-Pérez,<sup>(6)</sup> Julia Rey-Brandariz,<sup>(1)</sup> Nelson Arias-Ortiz,<sup>(2,7)</sup> Cristina Candal-Pedreira,<sup>(1,5)</sup> Agustín Montes Martínez,<sup>(1,4)</sup> Mónica Pérez-Ríos<sup>(1,4,5)</sup>

Este artículo forma parte de la tesis doctoral de Alexandra Giraldo Osorio.

**Afiliaciones de los autores:**

- (1) Departamento de Medicina Preventiva y Salud Pública, Universidad de Santiago de Compostela, España.
- (2) Grupo de Investigación Promoción de la Salud y Prevención de la Enfermedad (GIPSPE), Departamento de Salud Pública, Universidad de Caldas, Colombia.
- (3) Becaria de la Fundación Carolina (C.2021), España.
- (4) CIBER de Epidemiología y Salud Pública, Centro de Investigación Biomédica en Red Epidemiología y Salud Pública, España.
- (5) Grupo de Epidemiología, Salud Pública y Evaluación de Servicios de Salud del Instituto de Investigación Sanitaria (IDIS), Universidad de Santiago de Compostela, Santiago de Compostela, A Coruña, España.
- (6) Servicio de Epidemiología, Dirección General de Salud Pública, Xunta de Galicia, España
- (7) Registro Poblacional de Cáncer de Manizales, Instituto de Investigaciones en Salud, Universidad de Caldas, Colombia.

**Autor de correspondencia:** Alberto Ruano-Raviña. Departamento de Medicina Preventiva y Salud Pública, Facultad de Medicina, Universidad de Santiago de Compostela. San Francisco, s/n, 15782, Santiago de Compostela, España. Correo: alberto.ruano@usc.es

**Financiamiento:** Este proyecto ha sido financiado por el Instituto de Salud Carlos III (nº PI19/00288). Los financiadores no participaron de modo alguno en el estudio.

**Conflicto de intereses:** Todos los autores declaran no tener conflictos de intereses.

ALEXANDRA GIRALDO OSORIO

**Mortalidad atribuida al consumo de tabaco en Colombia, 1985-2018: estimación anual y análisis de tendencia**

**Smoking-attributable mortality in Colombia, 1985-2018: annual estimate and trend analysis**

### Resumen

**Objetivo:** estimar la mortalidad anual atribuida al consumo de tabaco en Colombia en población de 35 y más años para el periodo 1985-2018.

**Material y métodos:** se estimó la mortalidad atribuida (MA) al consumo de tabaco aplicando un método independiente de prevalencias propuesto por Peto-López. Se analizaron las tendencias de las tasas de MA por sexo, grupos de edad y causas de muerte relacionadas con el consumo de tabaco mediante regresión *joinpoint*.

**Resultados:** el tabaco causó 514.741 muertes en Colombia en población mayor de 34 años en el periodo 1985-2018. La tendencia de las tasas de MA al consumo de tabaco es decreciente en el grupo de 35-64 años; en el de 65 y más años es creciente, excepto en el periodo 2006-2011 en hombres.

**Conclusiones:** se atribuye un 11% de toda la mortalidad observada durante el período. Debe actualizarse la MA de forma periódica adaptándola a la mejor evidencia disponible.

**Palabras clave:** mortalidad, tabaco, cáncer, enfermedades cardiovasculares, enfermedad pulmonar obstructiva crónica, tendencias.

### Abstract

**Objective:** to estimate the annual attributable mortality to tobacco consumption in Colombia in the population aged 35 and over for the period 1985-2018.

**Material and methods:** the attributable mortality (AM) to tobacco consumption was estimated using a prevalence-independent method proposed by Peto-Lopez. Trends in AM rates according to sex, age group and causes of death related to tobacco consumption were analyzed using joinpoint regression.

**Results:** tobacco caused 514,741 deaths in Colombia in the population over 34 years of aged in the period 1985-2018. The trend rates of AM to tobacco consumption is decreasing in the group of 35-64 years. In the group of 65 and over, a growing trend is observed, except in the period 2006-2011 in men.

**Conclusions:** 11% of all mortality observed during the period is attributed. The MA should be updated periodically, adapting it to the best available evidence.

ALEXANDRA GIRALDO OSORIO

**Key words:** mortality, tobacco, neoplasms, cardiovascular diseases, pulmonary disease, chronic obstructive, trends.

### Introducción

El consumo de tabaco provoca daños en casi todos los órganos del cuerpo (1) y está considerado como el factor de riesgo prevenible que más muertes causa en el mundo (2). Aproximadamente 8 millones de personas fallecen en el mundo cada año por enfermedades asociadas al consumo de tabaco; de estas defunciones, 7 millones se deben al consumo activo (3). El consumo de tabaco se asocia causalmente con patologías que producen una importante carga de mortalidad a nivel poblacional, como tumores malignos, enfermedades cardiovasculares o respiratorias (4).

En Colombia cuatro estudios estimaron la mortalidad atribuida (MA) al consumo de tabaco, tres a nivel nacional para los años 1985, 2004 y 2009 (5-7) y uno para la Región Caribe para el periodo 2009-2013 (8). Adicionalmente, dos estudios que aplicaron modelos de simulación, estimaron MA para los años 2013 y 2015 (9,10).

Los gestores sanitarios necesitan información sólida y actualizada para priorizar programas de prevención y control de enfermedades. Se hace necesario actualizar las estimaciones de MA al consumo de tabaco teniendo en cuenta las últimas relaciones causales evidenciadas: cáncer de colon y recto, cáncer de células hepáticas, diabetes mellitus y tuberculosis (1). Además de estimaciones puntuales, es importante disponer de la evolución de la MA aplicando una metodología común ya que permite, entre otros aspectos, evaluar el impacto de las políticas de salud pública implementadas para reducir la prevalencia de consumo (11). El objetivo de este estudio es estimar la mortalidad anual atribuida al consumo de tabaco en Colombia en población de 35 y más años para el periodo 1985-2018 identificando la presencia de cambios en la evolución de la misma, utilizando para ello la mejor evidencia disponible.

### Material y métodos

La MA al consumo de tabaco se estimó con un método independiente de prevalencia de consumo de tabaco propuesto por Peto-López (12-14).

**Fuentes de datos:** la mortalidad observada (MO) por sexo, grupo de edad y causa de muerte relacionada causalmente con el consumo de tabaco en la población de 35 y más años para cada año del período 1985-2018, se obtuvo del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) de Colombia. Las defunciones estuvieron codificadas hasta 1996 según la 9ª edición de la Clasificación Internacional de Enfermedades (CIE) y desde el año 1997, según la CIE-10; los códigos fueron armonizados (15). Se excluyeron del análisis las muertes con edad desconocida (n=21.638, suponen el 0,79% del total de defunciones por las causas analizadas) y con sexo indeterminado (n=1). En el cuadro I se presentan las causas de muerte analizadas (1).

Las poblaciones, se obtuvieron del DANE y corresponden a las retroproyecciones de población corregidas mediante modelos de conciliación intercensal publicadas en noviembre de 2020 (16).

Las tasas de mortalidad por cáncer de pulmón en la población de referencia para fumadores y nunca fumadores procedieron del *Cancer Prevention Study II* (CPS-II) y se asumieron como constantes a lo largo del período (17); y los riesgos relativos (RR), del seguimiento de 5 cohortes estadounidenses (18).

**Análisis:** se estimó la MA anual según sexo, grupo de edad: 35-64 y 65 y más y causas de muerte asociadas al consumo de tabaco en tres categorías, para cada año del periodo 1985-2018. Se calcularon las tasas brutas de MA por sexo y las estandarizadas mediante el método directo con la población estándar de la Organización Mundial de la Salud (OMS) 2000-2025 (19).

Para valorar la evolución de la MA, se aplicó un modelo de regresión *joinpoint* (20), en el que se analizó la tendencia de las tasas estandarizadas de MA en función del sexo y grupo de edad y grupos de causas de muerte, fijando un máximo de 3 puntos de corte (*joinpoints*) y un nivel de significación del 5%. Para la selección del modelo con el mejor ajuste se utilizó la prueba de permutaciones. Se identificó el año de cambio de la tendencia, el porcentaje de cambio anual (PCA), sus intervalos de confianza del 95% (IC95%) y el valor de p. Los cálculos se realizaron con Stata 16 y con *Joinpoint Regression Program*, versión 4.9.0.0 (20).

## Resultados

En el periodo 1985-2018 el tabaco causó en Colombia 514.741 muertes entre la población de 35 y más años, lo que supone el 18,8% de las muertes ocurridas durante ese periodo por las causas analizadas (el 18,7% en los hombres y el 18,9% en las mujeres). Con respecto a la mortalidad por todas las causas, la MA al consumo de tabaco representa el 10,9% en todo el periodo, y oscila entre el 6,3% en 1985 y el 11,4% en 2018.

Las estimaciones de MA en función del sexo, grupos de edad y grupos de causas de muerte se presentan en el Cuadro II, considerando 9 periodos (8 cuatrienios y 1 bienio). Del total de la MA al consumo de tabaco, el 51,1% se produjo en hombres. El 18,3% de las muertes sucedieron antes de los 65 años, el 60,5% en hombres. En global, al grupo de enfermedades respiratorias se le atribuye una mayor carga de mortalidad, 42,4% (88,9% por EPOC); seguido de las enfermedades cardiometabólicas en un 38,9% (57,8% por cardiopatía isquémica) y los tumores malignos en un 18,7% (59,3% por cáncer de pulmón). En los hombres, se conserva el mismo orden con 43,8%, 34,7% 21,6%, respectivamente; en las mujeres, cambia el orden encabezado por el grupo de las cardiometabólicas (43,3%), seguidas de las respiratorias (41,0%) y los tumores (15,8%).

Las tres enfermedades con mayor carga de MA al consumo de tabaco son la EPOC (37,7%), la cardiopatía isquémica (22,5%) y el cáncer de pulmón (11,1%). Por sexo, estas enfermedades representaron el 39,0%, 20,2% y el 14,3% de la MA en hombres, y el 34,8%, 24,9% y 7,8% en mujeres, respectivamente. En la figura 1 se observa que las enfermedades respiratorias superaron en carga de MA a las enfermedades cardiometabólicas, tanto en hombres (desde 1995) como en mujeres (desde 2009), y se sitúan como el grupo de causas con mayor atribución de mortalidad al consumo de tabaco.

Las tendencias en las tasas estandarizadas anuales de MA por todas las causas varían principalmente en función del grupo de edad. En el grupo de 35 a 64 años, con independencia del sexo, se observa una tendencia decreciente; en los hombres el descenso es más marcado entre el año 2004 y el 2018 (PCA de -3,6% [IC95% -4,3 a -2,8]) y en las mujeres desde 1996 hasta el 2011 (PCA de -6,8% [IC95% -8,2 a -5,4]). En las mujeres se observa una estabilización entre el 2011 y el 2018. En el grupo de 65 y más años la tendencia en hombres es creciente hasta 2005 y en el periodo 2006-2011 es decreciente (PCA de -4,5% [IC95% -8,6 a -0,2]). En el grupo de 65 y más años en mujeres es creciente hasta el año 1996 y después se estabiliza (PCA de 0,2% [IC95% -0,4 a 0,8]) (Cuadro III y figura 2).

### Discusión

En Colombia, durante el periodo 1985-2018 se atribuyeron al consumo de tabaco más de 500.000 muertes, con un valor mínimo en el año 1985 cuando se estimaron 6.388 muertes hasta un máximo de 23.422 en 2018. El grupo de enfermedades con mayor MA al consumo de tabaco fue el de respiratorias; las enfermedades con mayor MA fueron EPOC, cardiopatía isquémica y cáncer de pulmón, con independencia del sexo. La MA fue más alta en hombres y aproximadamente 2 de cada 10 muertes atribuidas sucedieron antes de los 65 años.

Se aplicó un método independiente de prevalencia porque en Colombia no se cuenta con prevalencias del consumo de tabaco en las categorías necesarias para aplicar el método dependiente (7). Este método independiente fue aplicado originalmente en países desarrollados, especialmente en Europa Occidental y Norteamérica (12,21,22), y en países de ingresos medios y bajos (17,23,24). Desde la década de los 80 se ha aplicado en Colombia métodos independientes de prevalencia (5,7).

A pesar de que en este trabajo se ha utilizado una metodología similar respecto a otros estudios en Colombia, es necesario tener en cuenta algunas consideraciones

al comparar los resultados: las tasas de mortalidad por cáncer de pulmón utilizadas en este estudio fueron calculadas usando retroproyecciones de población corregidas a partir de datos del censo más reciente; en este estudio no se aplicaron factores de corrección de los RR empleados; los grupos de edad analizados no coinciden con algunos de los estudios previos; se añadieron cuatro causas de muerte asociadas a tabaco que no fueron consideradas en los trabajos anteriores y se excluyeron las defunciones con edad desconocida.

Así, en comparación con el estudio realizado en 1985, las tasas de mortalidad por cáncer de pulmón fueron mayores en el presente estudio; por lo tanto, la MA también fue mayor para este año puntual (5). Para el 2004, los resultados de nuestro estudio apuntan a una mayor carga de la MA con respecto a las reportadas en ese año, excepto para cáncer de pulmón en hombres (6). Tal diferencia se podría explicar por el factor de corrección que aplicaron a los RR.

Los resultados de esta investigación no son, en estricto rigor, comparables con los del estudio realizado para el 2009-2013 por diferencias en la fuente de RR; restringieron a 12 neoplasias; adicionaron los cánceres de mama y de próstata, que no están causalmente asociados con el consumo de tabaco; y la cobertura es regional no nacional (8). En la estimación realizada para el año 2009 se reportaron 13.759 MA al consumo de tabaco, cifra inferior a las 18.285 MA para ese año en esta investigación (dato no mostrado). Los resultados son consistentes en términos de la mayor MA al consumo de tabaco en hombres y a la mayor carga en los grupos de más edad. En cuanto a las causas analizadas, la MA en nuestro estudio es ligeramente mayor para EPOC y cardiopatía isquémica, y menor para cáncer de pulmón y enfermedad cerebrovascular. Aunque se aplicó el mismo método, hay diferencias en la edad a partir de la que se estima la MA y las causas de muerte (7).

Para el año 2015, nuestro estudio estimó más de 23.000 MA al consumo de tabaco en comparación con las 32.000 reportadas para el mismo año por otro estudio (10). Esta diferencia puede deberse a que, además de que se trata de un estudio de

simulación, la fuente de datos de mortalidad y las causas de mortalidad analizadas fue diferente.

Este estudio analiza las muertes a partir de los 35 años de edad y no se fijó un límite de edad máximo (lo que difiere de otros estudios (12,25)). La población colombiana ha experimentado un rápido aumento de la proporción de personas mayores desde 1985, y las enfermedades crónicas se han consolidado como principal causa de muerte en el país (26). Además, para el periodo 1985-2010, la esperanza de vida al nacer aumentó de 68 a 74 años (27).

En este sentido, la discrepancia entre el aumento absoluto en el número de muertes en comparación con el descenso en las tasas de MA al consumo de tabaco se podría explicar por la transición demográfica y epidemiológica que ha presentado el país. Así según se evidencia en un informe para el periodo 1951-2020, en el cual el crecimiento de la población se ha dado en especial en el segmento de 15 a 59 años (bono demográfico) y en el de 60 y más años en el que se ha más que duplicado (27).

La tendencia en la MA al consumo de tabaco tiene un comportamiento diferente en función de la edad. En la población de 65 y más años la tendencia es al alza, lo que podría reflejar los efectos de la exposición acumulada al consumo de tabaco en décadas previas a las medidas del control del tabaquismo vigentes (28). En la población más joven muestra una tendencia a la baja, que podría explicarse en gran medida por las intervenciones poblacionales orientadas a evitar el consumo de tabaco (28); esta tendencia es mucho más notoria en las mujeres, reflejo de la histórica menor prevalencia de consumo de tabaco en comparación con los hombres (29).

En Suramérica la mayor carga de MA al tabaco está asociada con enfermedades cardiovasculares (30). Lo mismo se observó en Colombia, hasta el año 1997 momento en que las enfermedades respiratorias pasaron a ocupar el primer lugar.

Este cambio en la carga de mortalidad asociada también se ha observado en Brasil (31-33). Esto podría deberse a una disminución en la mortalidad por enfermedad cardíaca isquémica secundaria a la disponibilidad de diferentes recursos terapéuticos (34). Este patrón de mortalidad es diferente al de los países europeos, donde en términos de MA, los tumores superan a las enfermedades cardiovasculares (35). Esto puede deberse a la necesidad de mejoras en Colombia en la atención temprana de procesos agudos, como infarto y enfermedades cerebrovasculares (36).

En Europa, la tendencia en la MA al consumo de tabaco es decreciente en hombres y creciente en mujeres (37,38). En Colombia la tendencia en los hombres y mujeres de 35-64 años es decreciente y a partir de 64 en los hombres es creciente hasta el año 2006 y en las mujeres hasta 1996. La estabilización en las mujeres de 65 y más años podría deberse a la disminución de la prevalencia de consumo de tabaco (39), pero también a la disminución en la exposición al humo de biomasa. En Brasil la estimación de la MA mostró una tendencia a la baja tanto en hombres como mujeres en el periodo 1990-2017; sin embargo, la disminución fue mayor para las mujeres (33), similar a lo encontrado en este estudio para las mujeres de 35 a 64 años.

Al analizar la MA por causas de muerte, en este estudio llama la atención en las mujeres que la MA por cáncer de pulmón es la mitad que los hombres; no obstante, la MA por cardiopatía es mayor. Esto podría estar relacionado con las inequidades de género que explican una mayor mortalidad cardiovascular en las mujeres dado por una atención sanitaria deficiente en comparación con la ofrecida a los hombres, sobre todo en algunas regiones del país (40,41).

En este estudio se calcularon las estimaciones de MA hasta el año 2018 y se pretende que sea tomado como referencia para futuras estimaciones que permitan valorar el impacto del COVID-19 en la tendencia de la MA al consumo de tabaco.

Las principales limitaciones de este estudio están relacionadas con que en Colombia no se dispone de estimaciones de RR ni de tasas de mortalidad por cáncer de pulmón en fumadores y nunca fumadores lo que obliga a la utilización de datos que proceden del seguimiento de una cohorte Estadounidense (CPS-II) que difiere de la Colombiana en la evolución de la epidemia tabáquica (25). Hasta la fecha, estos datos son la mejor evidencia disponible.

Las fortalezas de este estudio radican en que se ha estimado la MA aplicando la mejor evidencia disponible y una metodología común.

Como conclusión, en el periodo 1985-2018 se atribuyeron al consumo de tabaco 514.741 muertes, lo que representa el 10,9% de la mortalidad por todas las causas en la población de 35 y más años para el periodo de estudio. La mayor carga de MA fue por enfermedades respiratorias y cardiovasculares. La tendencia de MA al consumo de tabaco parece favorable, ya que en el grupo de 35 a 64 años es decreciente o estable. Aun así, el tabaquismo sigue siendo un factor de riesgo muy importante en Colombia, y por esto se deben potenciar medidas de prevención primaria y secundaria orientadas a disminuir las prevalencias de consumo de tabaco. Es vital disponer de una monitorización de la carga de MA al consumo de tabaco actualizada con la mejor evidencia disponible.

**Referencias bibliográficas**

1. U.S. Department of Health and Human Services, National Center for Chronic Disease Prevention and Health Promotion (US) Office on Smoking and Health. The Health Consequences of Smoking—50 Years of Progress: A Report of the Surgeon General. The Health Consequences of Smoking-50 Years of Progress: A Report of the Surgeon General. Atlanta; 2014.
2. World Health Organization. WHO report on the global tobacco epidemic, 2008: the MPOWER package. Geneva: WHO Library Cataloguing-in-Publication Data; 2008.
3. Organización Mundial de la Salud. Tabaco: datos y cifras [Internet]. 2019 [cited 2020 May 29]. Available from: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/tobacco>
4. Centers of Disease Control and Prevention. Surgeon General's Reports on Smoking and Tobacco Use [Internet]. Office on Smoking and Health, National Center for Chronic Disease Prevention and Health Promotion. 2020 [cited 2020 May 7]. p. 1. Available from: [https://www.cdc.gov/tobacco/data\\_statistics/sgr/index.htm](https://www.cdc.gov/tobacco/data_statistics/sgr/index.htm)
5. Departamento de Salud y Servicios Sociales de los Estados Unidos de América. Tabaquismo y salud en las Américas. Atlanta, Georgia: Departamento de Salud y Servicios Sociales (DHHS) de los Estados Unidos de América, Servicio de Salud Pública, Centros para el Control de Enfermedades, Centro Nacional para la Prevención de Enfermedades Crónicas y Promoción de la Salud, Oficina de Tabaquismo; 1992.
6. World Health Organization. Who Global Report: Mortality attributable to tobacco. WHO. Geneva: WHO Library Cataloguing-in-Publication Data; 2012. 396 p.
7. Ministerio de Salud y Protección Social, Organización Panamericana de la Salud, Pontificia Universidad Javeriana. Resúmenes de política:

- intervenciones poblacionales de factores de riesgo de enfermedades crónicas no transmisibles. Bogotá D.C; 2010. (Convenio de Cooperación Técnica). Report No.: 485/10 Carta de Acuerdo COL/LOA/1100040.001.
8. Herrera-Pamplona K, Cogollo-Milanés Z, Alvis-Estrada RL. Mortalidad por cáncer asociado al consumo de cigarrillo en el Caribe Colombiano, 2009-2013. *Rev Fac Nac Salud Pública*. 2019;37(2):116-24.
  9. Pichón-Riviere A, Bardach A, Caporale J, Alcaraz A, Augustovski F, Caccavo F, et al. Carga de enfermedad atribuible al tabaquismo en Colombia. Documento Técnico No. 9. Documento Técnico IECS N° 9. Buenos Aires, Argentina: IECS - Instituto de Efectividad Clínica y Sanitaria; 2013 Nov.
  10. Instituto de Efectividad Clínica y Sanitaria. El tabaquismo en Colombia. Buenos Aires, Argentina; 2017 Jun.
  11. Pérez-Ríos M, Montes A. Methodologies used to estimate tobacco-attributable mortality: a review. *BMC Public Health*. 2008;88(22):1-11.
  12. Peto R, Lopez AD, Boreham J, Thun M, Heath Jr C, Heath C. Mortality from tobacco in developed countries: indirect estimation from national vital statistics. *Lancet*. 1992 May 23;339(8804):1268-78.
  13. Wramner B, Pellmer K. Tobacco-related mortality following the Peto-Lopez epidemiological model used in international public health comparison. *Cent Eur J Public Heal*. 2002 Dec;10(4):142-5.
  14. Ezzati M, Lopez AD, Rodgers AA, Murray CJL. Chapter 11 Smoking and Oral Tobacco Use. In: *Comparative quantification of health risks : global and regional burden of disease attributable to selected major risk factors*. Geneva: World Health Organization; 2004. p. 1-2258.
  15. Anderson RN, Miniño AM, Hoyert DL, Rosenberg HM. National Vital Statistics Reports: Comparability of Cause of Death Between ICD-9 and ICD-10\_Preliminary Estimates. 2001 May.

16. Departamento Administrativo Nacional de Estadística. Proyecciones de población [Internet]. Proyecciones de la población . 2018 [cited 2021 Jul 6]. p. 1. Available from: <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/proyecciones-de-poblacion>
17. Ezzati M, Lopez AD. Estimates of global mortality attributable to smoking in 2000. *Lancet*. 2003 Sep 13;362(9387):847–52.
18. Thun MJ, Carter BD, Feskanich D, Freedman ND, Prentice R, Lopez AD, et al. 50-Year trends in smoking-related mortality in the United States. *N Engl J Med*. 2013 Jan 24;368(4):351–64.
19. Ahmad OB, Boschi-Pinto C, Lopez Christopher AD, Murray JL, Lozano R, Inoue M. Age standardization of rates: a new who standard . World Health Organization. 2001.
20. National Cancer Institute. Joinpoint Trend Analysis Software. U.S. Department of Health & Human Services; 2020. p. 1.
21. World Health Organization. Mortality from smoking in developed countries, 1950-2000. *Tob Control*. 1995;4(1):102–4.
22. Peto R, Lopez A, Boreham J, Thun M. Mortality from smoking in developed countries. Vol. 4, *Tobacco Control*. Population 673290 300245; 2006. 102 p.
23. Ezzati M, Lopez AD. Regional, disease specific patterns of smoking-attributable mortality in 2000. *Tob Control*. 2004;13:388–95.
24. Pampel FC. Global Patterns and Determinants of Sex Differences in Smoking. *Int J Comp Sociol* . 2006 Dec;47(6):466–87.
25. Thun M, Peto R, Boreham J, Lopez AD. Stages of the cigarette epidemic on entering its second century. *Tob Control*. 2012 Mar 1;21(2):96–101.
26. Hernandez G. Epidemiología del cáncer en Colombia: una transición que debemos conocer. *Med*. 2021;43(1):64–73.
27. Ministerio de Salud y Protección Social. Envejecimiento demográfico.

- Colombia 1951-2020. Dinámica demográfica y estructuras poblacionales. Bogotá D.C: Imprenta Nacional de Colombia; 2013. 48 p.
28. Ministerio de Salud. Directrices para desarrollar programas para la cesación del consumo de tabaco y atención del tabaquismo. Bogotá D.C.; 2020.
  29. Organización Panamericana de la Salud. Tabaco o salud: situación en las Américas. Washington, D.C: Catalogación por la Biblioteca de la OPS; 1992. 416 p.
  30. Giraldo-Osorio A, Pérez-Ríos M, Rey-Brandariz J, Varela-Lema L, Montes A, Rodríguez-R A, et al. Smoking-attributable mortality in South America: A systematic review. *J Glob Health*. 2021;11.
  31. Acosta LD, Molinatti F, Peláez E. Comparison of mortality attributable to tobacco in selected Latin American countries. *Población y Salud en Mesoamérica*. 2019 Dec 17;16(2):1-20.
  32. Giraldo-Osorio A, Da Silveira Moreira R, Albuquerque Neto P, Santiago-Pérez M, Rey J, Mourino N, et al. Mortality attributed to tobacco consumption in Brazil, 2016. *Rev Bras Epidemiol*. 2020 Jan 1;24:1-10.
  33. Malta DC, Flor LS, MacHado ÍE, Felisbino-Mendes MS, Brant LCC, Ribeiro ALP, et al. Trends in prevalence and mortality burden attributable to smoking, Brazil and federated units, 1990 and 2017. *Popul Health Metr*. 2020 Sep 30;18(Suppl 1).
  34. Ciapponi A, Alcaraz A, Calderón M, Matta MG, Chaparro M, Soto N, et al. Carga de enfermedad de la insuficiencia cardiaca en América Latina: revisión sistemática y metanálisis. *Rev Esp Cardiol*. 2016;69(11):1051-60.
  35. Rey J, Pérez-Ríos M, Santiago-Pérez MI, Galán I, Schiaffino A, Varela-Lema L, et al. Smoking-attributable mortality in the autonomous communities of Spain, 2017. *Rev Esp Cardiol (Engl Ed)*. 2021 Mar;S1885-5857(21):00029-3.
  36. Marmot M, Bell R. Social determinants and non-communicable diseases: time for integrated action. *BMJ*. 2019;364:l251.

37. Ribassin-Majed L, Hill C. Trends in tobacco-attributable mortality in France. *Eur J Public Health*. 2015;25(5):824-8.
38. Pérez-Ríos M, Santiago-Pérez MI, Cerdeira-Caramés S, Alonso B, Seoane B, Malvar-Pintos A, et al. Mortality attributable to tobacco consumption in Galicia (Spain): 1980-2007. *Med Clin*. 2011;137(6):247-53.
39. Consorcio Estrategia Rural Sostenible. Contrato UPME a 2019-12-19, Informe Final: Plan de Sustitución Progresiva de Leña. Unidad de Planeación Minero Energética, editor. Bogotá D.C: Ministerio de Minas y Energía; 2019. 1-355 p.
40. Pérez-Flórez M, Achcar JA. Desigualdades socioeconómicas en la mortalidad por enfermedades cardiovasculares: Región Pacífico de Colombia, 2002-2015. *Cien Saude Colet*. 2021 Nov 15;26(3):5201-14.
41. Martínez-Espitia E, Méndez-Muñoz PC, Paba-Rojas CE, Rodríguez-Perdomo J, Silva-Hernández LM. Mortalidad por enfermedad isquémica cardiaca según variables sociodemográficas en Bogotá, Colombia. *Rev salud bosque*. 2010;10(1):1-14.

**Cuadro I: Causas de muerte asociadas causalmente al consumo de tabaco. Códigos según la 9ª y 10ª revisión de la Clasificación Internacional de Enfermedades (CIE-9 y CIE-10) y razón de comparabilidad**

Grupo	Causas de muerte	CIE-9	CIE-10	Razón de comparabilidad*	
<b>Tumores malignos</b>	Labio, cavidad oral, faringe	140-149	C00-14	0,9603	
	Esófago	150	C15	0,9965	
	Estómago	151	C16	1,0063	
	Colon y recto	153,154	C18-20		
			C18-C21**	0,9993**	
	Hígado	155	C22	0,9634	
	Páncreas	157	C25	0,9980	
	Laringe	161	C32	1,0047	
	Tráquea, bronquios, pulmón	162	C33-34	0,9837	
	Cuello uterino	180	C33	0,9871	
	Riñón y pelvis renal	189	C64-65	1,000	
	Vejiga urinaria	188	C67	0,9968	
	Leucemia mielóide aguda	205,0	C92,0		
		204-208**	C91-95**	1,0085**	
	<b>Enfermedades cardiometaabólicas</b>	Diabetes mellitus	250	E10-14	1,0082
		Enfermedades reumáticas del corazón (Fiebre reumática aguda y cardiopatías reumáticas crónicas)	390-398	I00-02, I05-09	
		Cardiopatía isquémica	410-414, 429,2	I20-25	0,8208**
		Enfermedades cardíacas, pulmonares y de la circulación pulmonar y otras	415-417, 420-429,1, 429,3-429,9	I26-51	0,9990
		430-438	I60-69	0,9716	
Enfermedad cerebrovascular		440	I70	1,0588	
Enfermedades de arterias, arteriolas y capilares				0,9637	
Aterosclerosis					
Otras enfermedades del sistema circulatorio		441-448	I71-78	0,9456	
Influenza, neumonía		480-487	J09-18	0,6982	
<b>Enfermedades respiratorias</b>	Enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC)	490-492, 496	J40-44		
		490-494, 496**	J40-147**	1,0478**	

Tuberculosis	010-018	A15-19 A16-A19**	0,8547**
Fuente: Las causas incluídas son aquellas con asociación causal establecida con el consumo de tabaco de acuerdo con el Centro para el Control y la Prevención de Enfermedades (1).			
*La razón de comparabilidad se basa en codificar las mismas muertes anteriores a 1998 tanto en la CIE-9 como en la CIE-10 como en la CIE-9. Una razón de comparabilidad de 1 indica que se asignaron el mismo número de muertes a una determinada causa usando ambas clasificaciones. Si es menor de 1, la CIE-10 asigna menos muertes a una categoría que la CIE-9 y una razón de comparabilidad mayor de 1 indica que la CIE-10 clasifica más muertes en una categoría que la CIE-9 (15).			
**Las razones de comparabilidad se encontraron para agrupaciones específicas de códigos, no desagregados según como las enfermedades o agrupaciones de enfermedades objeto de este estudio (15).			

Cuadro II. Mortalidad atribuible al consumo de tabaco según periodo, sexo, grupo de edad, grupo de enfermedades y causa con mayor mortalidad atribuible. Colombia, 1985-2018

Sexo, grupo de edad, grupo de enfermedades y causas con más muertes atribuibles al consumo de tabaco	MA por período									
	1985-1988	1989-1992	1993-1996	1997-2000	2001-2004	2005-2008	2009-2012	2013-2016	2017-2018	
<b>Hombres 35-64 años</b>										
Tumores malignos*	1499	1479	1608	1503	1807	1849	1771	1973	894	
<i>Cáncer de pulmón</i>	1014	1029	1124	1063	1307	1344	1295	1432	649	
Enfermedades cardiometabólicas§	3342	3257	3379	2853	3220	3111	2745	2899	1332	
<i>Cardiopatía isquémica</i>	1814	1793	1920	1603	1824	1856	1697	1823	846	
Enfermedades respiratorias¶	1311	1449	1597	2013	2118	2203	2185	2416	1186	
<i>EPOC</i>	851	974	1109	1213	1230	1209	1156	1131	495	
<b>Hombres 65 y más años</b>										
Tumores malignos*	2299	3064	3727	4334	5287	6422	6159	7170	3795	
<i>Cáncer de pulmón</i>	1434	1912	2334	2755	3389	4166	4079	4715	2489	
Enfermedades cardiometabólicas§	4221	5517	6501	6838	8113	9796	8570	10126	5325	
<i>Cardiopatía isquémica</i>	1981	2611	3427	3764	4619	5840	5446	6698	3567	
Enfermedades respiratorias¶	3994	5547	7766	10566	12670	15364	15179	17922	9547	
<i>EPOC</i>	3756	5238	7376	10051	12022	14507	14433	16893	8961	
<b>Mujeres 35-64 años</b>										
Tumores malignos*	994	1239	1256	1160	1187	1116	1049	1252	640	
<i>Cáncer de pulmón</i>	427	554	544	535	563	570	565	672	339	
Enfermedades cardiometabólicas§	2538	2952	2649	2304	2062	1824	1525	1646	796	
<i>Cardiopatía isquémica</i>	1326	1586	1466	1239	1116	1046	907	1003	492	
Enfermedades respiratorias¶	911	1093	1097	1262	1160	980	921	1077	591	
<i>EPOC</i>	555	701	762	817	743	579	491	498	254	
<b>Mujeres 65 y más años</b>										

Tumores malignos*	980	1528	2244	2932	3959	4724	4815	5646	3063
Cáncer de pulmón	431	694	1021	1394	1901	2354	2521	2959	1623
Enfermedades cardiometabólicas§	3428	5314	7655	9004	11716	13971	13930	16511	9131
Cardiopatía isquémica	1586	2483	3944	4779	6399	7936	8502	10732	6051
Enfermedades respiratorias¶	2272	3854	6270	8813	11285	14130	15664	20122	11680
EPOC	2131	3576	5745	8183	10415	12895	14328	18213	10510
Total de MA	27789	36293	45749	53582	64584	75490	74513	88760	47980
MA en personas de 35-64 años	10595	11469	11586	11095	11554	11083	10196	11263	5439
MA en personas de 65 y más años	17194	24824	34163	42487	53030	64407	64317	77497	42541
Total de MO por las causas analizadas	221980	240256	269814	291452	324983	361515	370072	424057	234654
MO en personas de 35-64 años	72616	75524	80382	83425	85920	88510	88282	94291	50356
MO en personas de 65 y más años	149364	164732	189432	208027	239063	273005	281790	329766	184298
%MA de las causas analizadas	12.5	15.1	17.0	18.4	19.9	20.9	20.1	20.9	20.4
Total de MO por las causas analizadas en hombres	113044	123117	138126	149371	166081	186489	190876	218801	120716
%MA de las causas analizadas en hombres	14.7	16.5	17.8	18.8	20.0	20.8	19.2	19.4	18.3
Total de MO por las causas analizadas en mujeres	108936	117139	131688	142081	158902	175026	179196	205256	113938
%MA de las causas analizadas en mujeres	10.2	13.6	16.1	17.9	19.7	21.0	21.2	22.5	22.7
Total de MO en personas de 35 y más por todas las causas	398281	428013	471732	498801	560403	609840	645911	728399	401902
%MA de todas las causas en 35 y más años	7.0	8.5	9.7	10.7	11.5	12.4	11.5	12.2	11.9
MO en personas de 35-64 años	159941	171616	181822	187592	199761	195200	199917	207361	110694
%MA de MO en personas de 35-64 años	6,6	6,7	6,4	5,9	5,8	5,7	5,1	5,4	4,9
MO en personas de 65 y más años	238340	256397	289910	311209	360642	414640	445994	521038	291208
%MA de MO en personas de 65 y más años	7,2	9,7	11,8	13,7	14,7	15,5	14,4	14,9	14,6
Total de MO por todas las causas todas las edades	605317	640814	680617	717101	764802	772693	793033	855647	464467
% MA de MO por todas las causas todas las edades	4,6	5,7	6,7	7,5	8,4	9,8	9,4	10,4	10,3

MA: mortalidad atribuida; MO: mortalidad observada; %MA: porcentaje que supone la mortalidad atribuida sobre la mortalidad observada.

EPOC: Enfermedad pulmonar obstructiva crónica. \*Tumores malignos: incluye cáncer de tráquea-bronquios-pulmón, labio-cavidad oral-faringe, esófago, estómago, colon y recto, hígado, páncreas, laringe, cuello uterino, riñón-pelvis renal, vejiga urinaria, y leucemia mieloide aguda. §Enfermedades cardiometabólicas: incluye cardiopatía isquémica, enfermedad reumática del corazón, enfermedades cardiopulmonares, otras formas de enfermedad cardíaca, enfermedad cerebrovascular, aterosclerosis, aneurisma aórtico, otras enfermedades arteriales y diabetes mellitus.

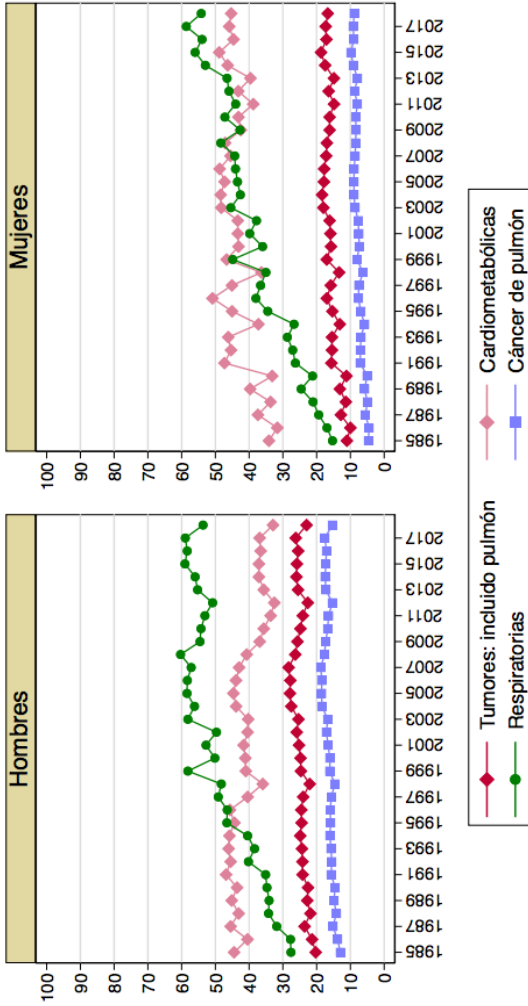
¶Enfermedades respiratorias: incluye influenza-neumonía, enfermedad pulmonar obstructiva crónica y tuberculosis.

Cuadro III. Evolución de la mortalidad atribuida al consumo de tabaco por todas las causas en Colombia (1985-2018) según sexo y grupo de edad. Resultados de la regresión *joinpoint*

Grupo de edad	Hombres			Mujeres				
	Período	Año de cambio	PCA (IC95%)	p-valor	Período	Año de cambio	PCA (IC95%)	p-valor
35 a 64 años	1985 a 2004	2004	-1,6 (-2,1 a -1,1)*	<0,001	1985 a 1996	1996	-0,8 (-2,9 a 1,4)	0,448
	2004 a 2018		-3,6 (-4,3 a -2,8)*	<0,001	1996 a 2011	2011	-6,8 (-8,2 a -5,4)*	<0,001
	-	-	-	-	2011 a 2018		-0,2 (-4,4 a 4,2)	0,935
65 años y más	1985 a 1992	1992	6,2 (4,2 a 8,1)*	<0,001	1985 a 1996	1996	8,3 (6,4 a 10,3)*	<0,001
	1992 a 2006	2006	1,6 (0,9 a 2,3)*	<0,001	1996 a 2018		0,2 (-0,4 a 0,8)	0,52
	2006 a 2011	2011	-4,5 (-8,6 a -0,2)*	0,039	-	-	-	-
	2011 a 2018		0,1 (-1,7 a 2,0)	0,896	-	-	-	-

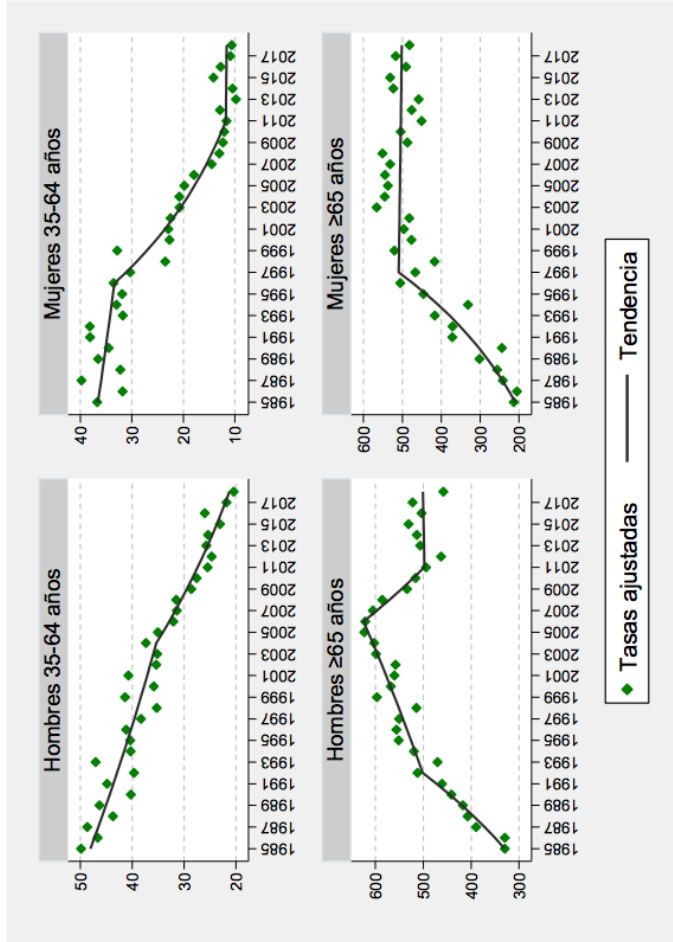
PCA: porcentaje de cambio anual; IC: intervalo de confianza. \*Significativamente diferente de cero (p<0,05)

Figura 1. Tasas brutas de mortalidad (por 100.000) atribuida al consumo de tabaco según sexo y causas de muerte. Colombia, 1985-2018



Tumores malignos: incluye cáncer de tráquea-bronquios-pulmón, labio-cavidad oral-faringe, esófago, estómago, colon y recto, hígado, páncreas, laringe, cuello uterino, riñón-pelvis renal, vejiga urinaria, y leucemia mielóide aguda.  
 Enfermedades cardiometabólicas: incluye cardiopatía isquémica, enfermedad reumática del corazón, enfermedades cardiopulmonares, otras formas de enfermedad cardíaca, enfermedad cerebrovascular, aterosclerosis, aneurisma aórtico, otras enfermedades arteriales y diabetes mellitus.  
 Enfermedades respiratorias: incluye influenza-neumonía, enfermedad pulmonar obstructiva crónica y tuberculosis.

Figura 2: Tendencia de las tasas estandarizadas de mortalidad atribuida al consumo de tabaco por todas las causas según sexo y grupos de edad. Colombia, 1985-2018



Anexo 1. Tasas brutas anuales (por 100.000) de mortalidad atribuida (MA) al consumo de tabaco para cáncer de pulmón y grupos de enfermedades según sexo. Colombia, 1985-2018

Año	Hombres			Mujeres		
	Cáncer de pulmón	Tumores (incluido pulmón) *	Cardiometabólicas <sup>§</sup> Respiratorias <sup>§</sup>	Cáncer de pulmón	Tumores (incluido pulmón) *	Cardiometabólicas <sup>§</sup> Respiratorias <sup>§</sup>
1985	13.0	20.3	44.5	4.7	11.0	34.1
1986	13.8	21.4	40.5	4.5	10.0	31.6
1987	15.2	23.6	45.5	5.6	12.8	37.4
1988	14.1	21.8	43.1	5.0	11.4	33.7
1989	14.9	22.8	45.2	5.8	13.1	39.7
1990	14.5	22.6	43.6	5.0	11.2	33.2
1991	15.7	24.2	46.8	7.1	15.6	47.3
1992	15.5	24.2	45.5	7.0	15.5	45.4
1993	15.7	24.4	46.1	6.9	15.5	46.2
1994	16.1	24.9	45.8	5.8	13.2	37.3
1995	15.9	24.5	44.4	6.9	15.3	45.1
1996	16.0	24.5	45.7	7.6	17.0	50.9
1997	15.6	24.0	40.4	7.5	15.8	45.1
1998	14.6	22.1	36.0	6.3	13.4	36.4
1999	16.1	24.7	41.0	8.0	17.0	46.7
2000	16.1	24.8	41.1	7.4	15.8	43.1
2001	16.6	25.2	41.6	7.5	15.9	43.4
2002	17.1	25.9	40.5	7.7	16.2	43.4
2003	16.7	25.4	40.3	8.6	18.0	48.3
2004	18.4	27.5	43.9	9.0	18.4	48.4
2005	18.6	27.9	44.7	8.9	17.8	47.3
2006	18.5	27.8	43.9	8.9	17.8	48.7

<b>2007</b>	18.8	28.3	43.0	57.2	8.6	17.2	45.5	44.3
<b>2008</b>	17.7	26.3	40.7	60.3	8.5	17.0	47.1	48.4
<b>2009</b>	17.3	25.7	36.9	54.6	8.3	16.2	42.5	42.7
<b>2010</b>	16.7	24.8	35.7	54.3	8.4	16.2	43.2	47.2
<b>2011</b>	16.5	24.1	33.6	53.1	7.9	14.9	38.8	44.0
<b>2012</b>	15.3	22.6	32.5	50.8	8.8	16.4	43.2	46.0
<b>2013</b>	17.3	25.5	35.7	55.3	7.9	14.9	39.6	46.5
<b>2014</b>	17.5	26.0	37.1	56.0	9.1	17.5	46.4	53.0
<b>2015</b>	17.3	25.9	37.1	59.0	9.8	18.7	48.9	56.0
<b>2016</b>	17.1	25.5	36.6	58.4	9.0	17.1	44.6	54.0
<b>2017</b>	17.6	26.2	36.9	58.9	9.2	17.3	45.9	58.6
<b>2018</b>	15.3	23.0	32.9	53.7	8.9	16.7	45.3	54.2

\*Tumores malignos: incluye cáncer de tráquea-bronquios-pulmón, labio-cavidad oral-faringe, esófago, estómago, colon y recto, hígado, páncreas, laringe, cuello uterino, riñón-pelvis renal, vejiga urinaria, y leucemia mielóide aguda.

‡Enfermedades cardiometaabólicas: incluye cardiopatía isquémica, enfermedad reumática del corazón, enfermedades cardiopulmonares, otras formas de

enfermedad cardíaca, enfermedad cerebrovascular, aterosclerosis, aneurisma aórtico, otras enfermedades arteriales y diabetes mellitus.

§Enfermedades respiratorias: incluye influenza-neumonía, enfermedad pulmonar obstructiva crónica y tuberculosis.

ALEXANDRA GIRALDO OSORIO

**9.12.6 Artículo 6. Residential Radon in Manizales,  
Colombia: Results of a Pilot Study**

<https://doi.org/10.3390/ijerph18031228>



El consumo de tabaco es el factor de riesgo prevenible que más muertes causa en el mundo. Tiene especial relevancia su papel como principal factor de riesgo del cáncer de pulmón. El radón es el segundo factor de riesgo en el desarrollo de este cáncer después del consumo de tabaco, y el primero en nunca fumadores. En América del Sur, los estudios de la prevalencia de consumo de tabaco, de la exposición al radón residencial y del impacto de éstos en la mortalidad en la población son escasos. Los resultados de esta tesis permiten aproximar cuál es la carga de mortalidad asociada al consumo de tabaco en Colombia y en Brasil; aproximar cómo ha sido la evolución de la epidemia tabáquica en Colombia y, disponer por primera vez de datos sobre la prevalencia de exposición a radón residencial en un municipio de Colombia.