

## Variaciones hipotéticas en la incidencia y la fracción atribuible poblacional de cánceres hepático, colorrectal y de mama, como efectos de la reducción teórica del índice de masa corporal en Colombia, 2016 - 2050

Hypothetical variations in the incidence and the population attributable fraction of liver, colorectal and breast cancers, resulting from theoretical reductions of the Body Mass Index in Colombia, 2016 – 2050.

Variações hipotéticas em incidência e a fração atribuível à população de cânceres de fígado, colorretal e de mama, como efeitos da redução teórica do Índice de Massa Corporal na Colômbia, 2016 - 2050

*Martha Patricia Rojas-Hurtado*<sup>1</sup>; *Oscar Fernando Herrán Falla*<sup>2</sup>; *Miguel Zamir Torres-Ibargüen*<sup>3</sup>; *Gustavo Alfonso Díaz-Muñoz*<sup>4</sup>; *Esther de Vries*<sup>5</sup>.

<sup>1</sup> Magíster en Epidemiología. Instituto Nacional de Cancerología ESE, Bogotá, Colombia. mrojas@cancer.gov.co. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9141-3182>

<sup>2</sup> Magíster en Epidemiología. Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia. herran@uis.edu.co. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2509-8636>

<sup>3</sup> Magíster en Salud Pública. Instituto Nacional de Cancerología ESE, Bogotá, Colombia. mztorres@cancer.gov.co. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3116-3104>

<sup>4</sup> Magíster en Epidemiología Clínica. Universidad El Bosque, Bogotá, Colombia. diazgustavo@unbosque.edu.co. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9216-7873>

<sup>5</sup> Doctora en Ciencias de la Salud. Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia. estherdevries@javeriana.edu.co. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5560-2258>.

Recibido: 11/05/2020. Aprobado: 25/04/2021. Publicado: 03/05/2021

---

Rojas-Hurtado MP, Herrán OF, Torres-Ibargüen MZ, Díaz-Muñoz GA, de Vries E. Variaciones hipotéticas en la incidencia y la fracción atribuible poblacional de cánceres hepático, colorrectal y de mama, como efectos de la reducción teórica del índice de masa corporal en Colombia, 2016 - 2050. Rev. Fac. Nac. Salud Pública. 2021;39(2):e342008. DOI: <https://doi.org/10.17533/udea.rfnsp.e342008>

---

## Resumen

**Objetivo:** Estimar el impacto potencial de la disminución teórica del índice de masa corporal, sobre la incidencia y la fracción atribuible poblacional de cánceres hepático, colorrectal y de mama, en el contexto colombiano, 2016-2050.

**Metodología:** Se efectuó un estudio de macrosimulación, bajo tres escenarios de distribuciones futuras del índice de masa corporal: el primero o de “Referencia” (sin intervenir el factor de riesgo), y dos de intervención: el segundo, consistente en la reducción gradual, acumulada en los primeros diez años, del 10 % de la diferencia entre los valores medios esperados e ideales del índice de masa corporal, y sostenerla hasta el 2050; y el tercero, correspondiente a lograr “Toda la población con índice de masa corporal ideal” a partir del 2017. **Resultados:** Se estimó, bajo el tercer escenario, que las proporciones de

cánceres que podrían evitarse oscilarían, en las mujeres, entre 8,0 % (cáncer colorrectal) y 16,7 % (cáncer hepático), y en los hombres, entre 10,4 % (cáncer colorrectal) y 12,2 % (cáncer hepático). Bajo el segundo escenario, los casos evitables proyectados corresponderían aproximadamente a 4009 cánceres de mama (en mujeres), 2086 cánceres colorrectales y 728 cánceres hepáticos; y bajo el tercer escenario, a 48 410 cánceres de mama, 25 089 cánceres colorrectales y 8648 cánceres hepáticos. **Conclusión:** Intervenir para disminuir el exceso de peso en la población colombiana contribuiría especialmente a evitar, en ambos sexos, el cáncer hepático, y en las mujeres, los casos nuevos de cáncer de mama.

-----**Palabras clave:** Índice de masa corporal, neoplasias, obesidad, simulación.

## Abstract

**Objective:** To estimate the effect of a theoretical decrease impact of the body mass index on the incidence and the population attributable fraction of liver, colorectal and breast cancers in Colombian, 2016-2050. **Methodology:** A macro-simulation study was performed under three scenarios of future distributions of the body mass index: the first or of “Reference” (without intervening on the risk factor) and two interventions scenarios: the second consisting of a gradual reduction, accumulated over the first ten years, of 10 % of the difference between the expected and ideal mean values of the body mass index and sustaining these until 2050; and the third corresponding to achieve “Complete population with ideal Body Mass Index” as of 2017. **Results:** It was estimated that the proportions of cancers that could be

avoided under the third scenario, would range between 8,0 % (colorectal cancer) and 16,7 % (liver cancer) among women and between 10,4 % (colorectal cancer) and 12,2 % (liver cancer) among men. The avoidable number of cases projected under the second scenario would correspond to approximately 4009 breast cancers (in women), 2086 colorectal cancers and 728 liver cancers, and under the third scenario to 48 410 breast cancers, 25 089 colorectal cancers and 8648 liver cancers. **Conclusion:** Interventions to reduce excess weight in the Colombian population, would especially contribute to avoid liver cancer in both sexes and the new cases of breast cancer (in women).

-----**Keywords:** Body mass index, neoplasms, obesity, simulation.

## Resumo

**Objetivo:** Estimar o impacto da redução teórica do índice de massa corporal, em incidência e a fração atribuível da população de cânceres de fígado, colorretal e de mama, no contexto colombiano, 2016-2050. **Metodologia:** Foi realizado um estudo de macro-simulação, sob três cenários de distribuições futuras do índice de massa corporal: o primeiro ou de “Referência” (sem intervir o fator de risco) e duas de intervenção: a segunda, consistindo na redução gradual, acumulou nos primeiros dez anos, do 10 % da diferença entre os valores médios esperados e ideais do índice de massa corporal e sustentando-o até 2050; e a terceira, correspondendo ao alcançar “Toda a população com Índice de Massa Corporal ideal” a partir do 2017. **Resultados:** Estimou-se que as proporções de cânceres que poderiam ser

evitadas no terceiro cenário variariam em mulheres entre 8,0 % (câncer colorretal) e 16,7 % (câncer de fígado) e em homens entre 10,4 % (câncer colorretal) e 12,2 % (câncer de fígado). Os casos evitáveis projetados sob a segundo cenário corresponderiam a aproximadamente 4009 cânceres de mama (em mulheres), 2086 cânceres colorretais e 728 cânceres de fígado e, sob a terceiro cenário, a 48 410 cânceres de mama, 25 089 cânceres colorretais e 8648 cânceres de fígado. **Conclusão:** Intervir para reduzir o excesso de peso na população colombiana, contribuiria especialmente para evitar o câncer de fígado em ambos os sexos e novos casos de câncer de mama (em mulheres).

-----**Palavras-chave:** Índice de massa corporal, neoplasias, obesidade, simulação.

## Introducción

Según la base de datos de 2018 del Observatorio Global de Cáncer, Globocan, en ese año se presentaron en el planeta 18 millones de casos nuevos de cáncer y 9,5 millones de muertes por esta causa. Entre los principales cánceres para los seres humanos se encuentran los de mama, los colorrectales y los del hígado, que a nivel mundial ocupan las posiciones 1.º, 4.º y 7.º de la incidencia y 2.º, 3.º y 4.º de la mortalidad por neoplasias malignas [1]. El cáncer es un conglomerado de muchas enfermedades, con múltiples causas. La etiología del cáncer abarca diversidad de factores de riesgo, algunos de ellos atribuibles al comportamiento de los individuos y, por ende, son considerados como modificables, destacándose entre estos el fumar tabaco, el consumo nocivo de bebidas alcohólicas, el bajo consumo de frutas y verduras, el exceso de peso, la inactividad física y la exposición a radiación solar [2].

Para la Agencia Internacional de Investigación sobre el Cáncer (International Agency for Research on Cancer, IARC), el exceso de peso (medido con el índice de masa corporal (IMC)  $\geq 25 \text{ kg / m}^2$ ) es un factor de riesgo común para los cánceres de hígado, colorrectal y de mama (en mujeres posmenopáusicas) [3]. En Colombia, el exceso de peso aumentó en todos los grupos etarios entre 2010 y 2015 [4]. La última Encuesta Nacional de la Situación Nutricional (ENSIN 2015) informó que las prevalencias de exceso de peso por grupos etarios son del orden del 6,3 % en menores de 5 años, el 24,4 % en escolares (5 a 12 años), el 17,9 % en adolescentes (13 a 17 años) y el 56,5 % en adultos (18 a 64 años). En estos últimos, el exceso es mayor en las mujeres, los afrodescendientes, en sujetos con índice de riqueza medio y en las regiones con menor desarrollo humano y estructural [4].

Para explicar la relación entre la obesidad y el riesgo de cáncer, se han propuesto tres vías principales, las cuales pueden superponerse:

1. *La resistencia a la insulina / vía IGF*. Tanto la resistencia a la insulina, característica en las personas obesas, como la hiperinsulinemia se han asociado con niveles sanguíneos elevados de concentraciones libres del factor de crecimiento insulínico tipo 1 (*insulin-like growth factor-1*, IGF-1) biodisponible. Los dos últimos posiblemente ejercen efectos anti-apoptóticos y proliferativos celulares, que pueden promover el crecimiento tumoral. Esta vía parece ser en especial relevante para los cánceres colorrectal y de páncreas, y potencialmente, para el cáncer de próstata [5,6].
2. *La vía inflamatoria*. La inflamación subclínica crónica, estrechamente relacionada con la obesidad, se evidencia por concentraciones elevadas de citocinas proinflamatorias y proteínas de fase aguda, que in-

cluyen el factor de necrosis tumoral-alfa (*tumor necrosis factor-alpha*, TNF- $\alpha$ ), la interleucina-6 (IL-6) y la proteína C reactiva (PCR). La inflamación es relevante en la progresión del tumor. Esta vía es particularmente importante para el cáncer colorrectal, cuyo riesgo es más alto en pacientes con enfermedad inflamatoria intestinal, en quienes se ha visto reducción del riesgo con el consumo de aspirina [5,6].

3. *La vía de las hormonas sexuales*. Tanto la síntesis reducida de progesterona ovárica, antes de la menopausia (ocasionada por el hiperandrogenismo ovárico, inducido por la obesidad), como los niveles más altos de estradiol biodisponible y testosterona, después de la menopausia (como efecto de la obesidad), posiblemente reducen la apoptosis y aumentan la proliferación celular, lo cual puede promover el desarrollo de tumores. Esta vía es particularmente relevante para los cánceres de mama y el endometrio [5].

Con el fin de estimar el impacto que a nivel poblacional podría ejercer la eliminación de la exposición a un factor causal sobre la carga de la enfermedad, internacionalmente se ha usado la medida epidemiológica conocida como *fracción atribuible poblacional* (FAP), útil para orientar a los tomadores de decisiones en la planificación de intervenciones en salud pública [7-10]. Si bien existen, en la literatura científica, diversas definiciones de la FAP, las siguientes llaman la atención por su simplicidad: “la proporción de la enfermedad en la población objetivo que no habría ocurrido en ausencia del factor”, que es similar a “la proporción de la ocurrencia de la enfermedad que potencialmente podría ser eliminada si la exposición al factor de riesgo fuera prevenida” [11, p. 1186].

Se estima que, en 2012, la FAP de cáncer debida al IMC alto en siete países seleccionados (cada uno representando una región del mundo) fue mayor en las mujeres, obteniéndose proporciones superiores para las regiones de Norteamérica (Estados Unidos, 9,5 %), el Medio Oriente (Arabia Saudita, 9,2 %), Suramérica (Argentina, 8,9 %) y Europa (Reino Unido, 8,2 %). Proporciones inferiores se reportaron para las regiones del este asiático (China, 3,0 %), África subsahariana (Ghana, 2,0 %) y el sur asiático (India, 1,2 %). En los hombres, los estimados de las FAP oscilaron entre 4,5 % (Argentina) y 0,2 % (India) [12].

Desde la perspectiva computacional, el *software* Prevent —de acceso libre— ha sido utilizado, en algunos países europeos, en Australia y en Colombia, para la simulación dinámica de la incidencia futura de cáncer en general, o de cánceres específicos, o de los costos en salud, como efecto de la intervención hipotética de uno o varios factores de exposición, entre otros, el tabaquismo, el consumo de alcohol, el nivel educativo, el consumo de frutas y vegetales, la actividad física y el peso corporal

[13-17]. En Colombia, la estimación de la FAP de cáncer colorrectal, como medida del impacto potencial de la reducción teórica de la exposición a carnes procesadas y rojas, el tabaquismo, el consumo de alcohol, el exceso de peso y el estilo de vida sedentario, ya fue descrita [18,19].

El objetivo de este estudio fue estimar el impacto potencial de la disminución teórica del IMC, sobre la incidencia y la FAP de cánceres hepático, colorrectal y de mama, en el contexto colombiano, 2016-2050.

## Metodología

Estudio de macrosimulación, bajo diferentes escenarios hipotéticos, de la disminución del IMC como variable continua.

Para conocer el impacto de la intervención teórica del IMC sobre la incidencia y la FAP de tres cánceres seleccionados, se realizaron simulaciones basadas en los datos que se describen en las “entradas”, las cuales produjeron proyecciones de la incidencia de cada cáncer (salidas) en términos de números de casos nuevos y tasas específicas. Seguidamente, las “salidas” fueron utilizadas para el cálculo de la FAP, que fue entendida en este estudio como la proporción de casos de cada cáncer que podría evitarse si toda la población colombiana tuviera el IMC ideal.

### Entradas para la simulación y fuentes de los datos

Para realizar la macrosimulación, fueron utilizados datos provenientes de diferentes fuentes oficiales, principalmente nacionales. La simulación utilizó como “entradas”, 1) datos de proyecciones de la población por edad y sexo; 2) patrones esperados y valores ideales del IMC por sexo y edad; 3) escenarios hipotéticos de la disminución del IMC; 4) estimados de la incidencia de cada cáncer por sexo y grupo de edad, y 5) funciones de riesgo para la relación entre el IMC y el desarrollo de cada cáncer.

1. *Proyecciones de población por edad y sexo.* Se utilizaron las proyecciones nacionales de población por sexo y edades simples (de 0 a 80 años y más), efectuadas para el 2016 por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) [20]. Además, fueron utilizadas las proyecciones de población por sexo y grupos etarios quinquenales (0 a 100 años y más), realizadas para el periodo 2017-2050 por la Comisión Económica para América Latina y el Caribe [21].
2. *Patrones esperados y valores ideales del IMC por sexo y edad.* Los valores medios esperados del IMC, con sus desviaciones estándar (DE) por sexo y edades simples (de 0 a 75 años), fueron proyectados para cada año del periodo 2016-2050, a partir de ecuacio-

nes de regresión lineal, construidas con datos reales del IMC reportados por las ENSIN para los años 2005 y 2010 [22].

Los valores ideales del IMC para niños y adolescentes según sexo y edades simples (de 0 a 17 años) se obtuvieron empleando modelos de regresión lineal basados en los patrones de crecimiento publicados por la Organización Mundial de la Salud en 2006 y en 2007, que fueron adoptados por Colombia en 2010 [23,24].

Para la población adulta (de 18 a 75 años), el valor ideal del IMC (21,7 kg / m<sup>2</sup>) correspondió al promedio de los valores mínimo (18,5 kg / m<sup>2</sup>) y máximo (24,9 kg / m<sup>2</sup>) de la categoría “normal” del estado nutricional para sujetos entre 18 y 64 años; el valor ideal de la DE fue de 1 kg / m<sup>2</sup> [24,25].

3. *Escenarios hipotéticos de la disminución del IMC.* Fueron considerados dos escenarios: el primero supuso la “Reducción acumulada del 10 % de la diferencia del índice de masa corporal”, por comparación de los valores medios esperados e ideales según sexo y edad simple, durante los primeros 10 años (2016-2026), y luego, manteniendo constante esta reducción hasta el 2050. El segundo escenario consideró “Toda la población con índice de masa corporal ideal” desde el año 2017 hasta el 2050.
4. *Estimados de la incidencia de cáncer por sexo y grupo de edad.* Se emplearon los estimados nacionales de la incidencia de cada cáncer (tasas crudas y ajustadas por edad —TAE—) por sexo y grupos etarios quinquenales (de 0 a 70 años y más), publicados por el Instituto Nacional de Cancerología ESE de Colombia para el periodo 2007-2011. La metodología utilizada se basó en los datos de incidencia reportados por los registros poblacionales de cáncer de las ciudades de Bucaramanga, Cali, Manizales y Pasto, además de los datos de mortalidad proporcionados por el DANE [26].
5. *Funciones de riesgo para la relación entre el IMC y el desarrollo de cada cáncer.* Se construyeron funciones de riesgo lineales para cada cáncer, utilizando medidas de asociación (riesgo relativo —RR— o *Hazard Ratio* —HR—) reportadas por grandes metaanálisis o estudios epidemiológicos con mayores niveles de evidencia [27-29].

La elección de la evidencia con mayor relevancia epidemiológica partió de una revisión narrativa, efectuada por una asistente de investigación entrenada en búsqueda de literatura científica en salud, bajo la supervisión del investigador principal del estudio.

La búsqueda se enfocó en artículos referentes a estudios epidemiológicos observacionales, revisiones sistemáticas o metaanálisis, que informaran medidas de asociación para la relación entre cada cáncer de interés y el estado nutricional, este último determinado con base

en tres categorías del IMC: normal, sobrepeso u obesidad. La búsqueda no se limitó por fecha de publicación ni por idioma, y se realizó en las bases de datos PubMed, MEDLINE, Cochrane de Revisiones Sistemáticas y en el buscador de Google.

De todos los artículos obtenidos, se revisaron los títulos y los resúmenes, y solo en aquellos que informaban medidas de asociación para cada cáncer y cada una de las tres categorías del IMC, se dio lectura a los textos completos. La información de estos últimos fue resumida y registrada en instrumentos adaptados de los parámetros establecidos por las declaraciones STROBE y PRISMA,<sup>\*</sup> según el tipo de estudio; y cuando se trató de revisiones sistemáticas, su calidad fue evaluada utilizando

la herramienta Ameasurement Tool to Assess Systematic Reviews (AMSTAR).

Finalmente, el grupo investigador seleccionó por consenso aquellos metaanálisis, revisiones sistemáticas o estudios con mayores niveles de evidencia y tamaños de la muestra, y de ser posible, con participación de población colombiana o latinoamericana.

El intercepto y la pendiente obtenidos en cada regresión lineal fueron los insumos ingresados al programa Prevent, para generar las simulaciones para cada cáncer (véase Tabla 1).

### Estudio de macrosimulación

Para proyectar la incidencia en Colombia de cánceres hepático, colorrectal y de mama, bajo distintos escena-

**Tabla 1.** Funciones de riesgo para cánceres colorrectal, hepático y de la mama, según nivel de exceso de peso y fuerza de la asociación.

| Nivel de exceso de peso según índice de masa corporal                | Medida de asociación          |                               | Función de riesgo   |                       |
|--|-------------------------------|-------------------------------|---------------------|-----------------------|
|  | Hombres                       | Mujeres                       | Hombres             | Mujeres               |
| Cáncer colorrectal   |                               |                               |                     |                       |
| Sobrepeso ( $\geq 25,0$ a $29,9$ kg / m <sup>2</sup> )               | 1,16 <sup>a</sup> (1,07-1,27) | 1,03 <sup>a</sup> (0,96-1,10) | $y = 0,2x + 0,7867$ | $y = 0,035x + 0,9633$ |
| Obesidad ( $\geq 30,0$ kg / m <sup>2</sup> )                         | 1,40 <sup>a</sup> (1,33-1,47) | 1,07 <sup>a</sup> (0,97-1,18) |                     |                       |
| Cáncer hepático  |                               |                               |                     |                       |
| Sobrepeso (punto de corte: $25,0$ kg / m <sup>2</sup> )              | 1,02 <sup>a</sup> (1,02-1,03) |                               | $y = 0,6x + 0,33$   |                       |
| Obesidad grado 1 (punto de corte: $30,0$ kg / m <sup>2</sup> )       | 1,35 <sup>a</sup> (1,24-1,47) |                               |                     |                       |
| Obesidad grado 2 o más (punto de corte: $35,0$ kg / m <sup>2</sup> ) | 2,22 <sup>a</sup> (1,74-2,83) |                               |                     |                       |
| Cáncer de mama <sup>b</sup>  |                               |                               |                     |                       |
| Sobrepeso ( $\geq 25,0$ a $< 30,0$ kg / m <sup>2</sup> )             |                               | 1,17 <sup>c</sup> (1,06-1,29) |                     |                       |
| Obesidad grado 1 ( $\geq 30,0$ a $< 35,0$ kg / m <sup>2</sup> )      | No aplica                     | 1,37 <sup>c</sup> (1,23-1,53) | No aplica           | $y = 0,205x + 0,9633$ |
| Obesidad grado 2 + 3 ( $\geq 35,0$ kg / m <sup>2</sup> )             |                               | 1,58 <sup>c</sup> (1,40-1,79) |                     |                       |

<sup>a</sup> Riesgo relativo (RR) e intervalo de confianza del 95 %.

<sup>b</sup> En mujeres postmenopáusicas.

<sup>c</sup> Razón de peligros (Hazard Ratio, HR) e intervalo de confianza del 95 %.

Fuentes: [12-14].

rios de distribución poblacional del IMC por sexo y por edad en el periodo 2016-2050, se utilizó el *software* de simulación Prevent v3.01, ya empleado por otros estudios de simulación europeos.

Inicialmente, los datos correspondientes a las “entradas” para la simulación fueron consolidados en un archivo elaborado en el programa Access® 2007, conformado por hojas independientes, una por tipo de entrada, exceptuando los estimados de la incidencia

de cáncer por sexo y grupo de edad, que se registraron en hojas separadas para cada cáncer seleccionado. Luego, en ese archivo se incluyó una hoja con las características generales de la simulación, en la cual se especificaron el horizonte de la proyección de 34 años (entre 2016 y 2050), el año cero (correspondiente al 2016), el factor de riesgo y las enfermedades a modelar. Además, se añadió otra hoja, en la que se registraron dos variables epidemiológicas de tiempo a incorporar en las

\* La declaración STROBE corresponde a los estándares mínimos exigidos para la comunicación adecuada de estudios observacionales, analíticos (transversales, cohortes, y casos y controles). La declaración PRISMA corresponde a las pautas de chequeo para evaluar la calidad del reporte de revisiones sistemáticas, tanto de ensayos clínicos aleatorizados como de otros tipos de diseños.

simulaciones, siendo estas el “tiempo LAT” (entendido como el tiempo transcurrido entre el momento en el que inicia la intervención sobre la exposición al factor de riesgo y el momento en el que aparece el efecto, sin que este periodo de cambio en la exposición se traduzca en un cambio notable en la incidencia —que en nuestro estudio tuvo una asignación de 3 años—) y el “tiempo LAG” (correspondiente al periodo transcurrido desde el final del LAT hasta la obtención del efecto total en términos del RR, que es lo mismo que el tiempo de duración del efecto de la intervención sobre el factor de riesgo —designado con valor de 20 años en nuestras simulaciones—) [13,19,30].

Prevent v3.01 leyó el archivo elaborado en Access® 2007 y generó simulaciones con las proyecciones de la incidencia esperada para cada cáncer según los escenarios propuestos. La descripción detallada de los cálculos matemáticos realizados por el *software* Prevent v3.01 está descrita en una publicación previa [13]. Cuando la intervención del factor de riesgo fue nula para el año cero (correspondiente al 2016), Prevent estimó la incidencia de cada cáncer en el escenario de “Referencia” “real” (modelos línea de base), soportado en la tendencia histórica de la distribución del IMC por sexo y edad observada en Colombia [22]. Adicionalmente, Prevent proyectó la incidencia futura de cada cáncer basado en la disminución de la diferencia entre los valores medios del IMC esperados e ideales según sexo y edad, es decir, según escenario de intervención del IMC.

Las “salidas” de las simulaciones para cada cáncer correspondieron a: 1) números de casos incidentes (es decir, los casos esperados) y 2) tasas específicas por sexo y edad para cada uno de los tres escenarios propuestos, que posteriormente el equipo investigador convirtió a TAE mediante el método directo para la estandarización de tasas (utilizando la distribución porcentual de la población mundial por grupos de edad, propuesta por Mitsu Segi [31]), expresadas por 100 000 años-persona.

A partir de los números de casos incidentes proyectados para cada cáncer y escenario de simulación, el grupo investigador: 1) calculó diferencias entre la incidencia futura sin intervención del IMC (escenario de “Referencia”) y la incidencia futura para cada escenario de intervención, las cuales correspondieron a los casos evitables; y 2) utilizó los casos incidentes proyectados para los escenarios de “Referencia” y de “Toda la población con índice de masa corporal ideal”, para calcular la FAP, por medio de la aplicación de la fórmula [7,9,32]:

$$FAP = (I_t - I_0) / I_t$$

(proporción de casos de cada cáncer que podría evitarse si toda la población colombiana tuviera el IMC ideal).

Los cálculos efectuados por el equipo investigador fueron realizados con los programas informáticos: Prevent, autor: Jan Barendregt, Róterdam (Países Bajos), versión 3.01; Microsoft office - Access® 2007 y Micro-

soft office - Excel® 2010, licencia del Instituto Nacional de Cancerología ESE.

### Aspectos éticos

Este estudio se clasificó en la categoría de “Investigación sin riesgo”, según la Resolución 8430 de 1993 del Ministerio de Salud de Colombia [33]. El mismo fue aprobado por el Comité de Ética en Investigación del Instituto Nacional de Cancerología ESE, mediante el Acta 20 del 7 de octubre de 2015, y recibió renovación anual del aval técnico-científico, según consta en las actas 25 del 27 de septiembre de 2017 y 40 del 31 de octubre de 2018.

Los datos obtenidos a partir de las fuentes de información mencionadas y que no eran de carácter público fueron manejados bajo estrictos criterios de confidencialidad.

## Resultados

La comparación de los valores medios del IMC obtenidos por la población colombiana en 2005 y 2010 [22] evidenció cambios ascendentes en ambos sexos y en la mayoría de los grupos de edad, particularmente notorios en el subgrupo de 28 a 32 años (hombres, 0,89 kg / m<sup>2</sup>, y mujeres, 0,77 kg / m<sup>2</sup>), en contraste con reducciones leves observadas en las mujeres de 5 a 17 años (-0,11 kg / m<sup>2</sup>), en los hombres de 43 a 49 años (hombres -0,03 kg / m<sup>2</sup>) y en el subgrupo de 50 a 64 años (mujeres -0,21 kg / m<sup>2</sup> y hombres -0,05 kg / m<sup>2</sup>) (véase Tabla 2).

En 2010, la distribución de los valores medios del IMC permitió identificar el predominio del sobrepeso (IMC  $\geq 25,0$  kg / m<sup>2</sup> a  $< 30,0$  kg / m<sup>2</sup>) en los adultos de ambos sexos a partir de los 28 años, observándose los valores más altos en las mujeres de 50 a 64 años (27,82 kg / m<sup>2</sup>) y en los hombres de 38 a 42 años (26,22 kg / m<sup>2</sup>).

Desde la perspectiva del efecto, los estimados nacionales de la incidencia de cánceres hepático, colorrectal y de mama para el periodo 2007-2011, en hombres y mujeres de 15 años en adelante, correspondieron a: 1) totales de casos anuales: 541 y 597 cánceres hepáticos, 2401 y 2784 cánceres colorrectales, y 7627 cánceres de mama (solo mujeres); y 2) TAE (por 100 000 habitantes) anuales: 2,8 y 2,6 para el cáncer hepático, 12,2 y 12,3 para el cáncer colorrectal, y 33,8 para el cáncer de mama (solo mujeres) [26].

*Variación del IMC en el escenario de “Referencia”.* Para el periodo 2016-2050 se simuló variaciones ascendentes en los valores medios del IMC, en ambos sexos y para la mayoría de los grupos etarios, excepto en los hombres de 43 años en adelante y en las mujeres de 5 a 17 años y de 50 a 75 años, en quienes se proyectó un comportamiento levemente descendente. Las variacio-

**Tabla 2.** Distribución del índice de masa corporal según sexo y edad, bajo el escenario de "Referencia". Colombia, 2005-2050.

| Grupo etario | Hombres                                       |       |                      |  |       |       |                   | Mujeres                                       |       |                      |  |       |       |                   |
|--------------|---|-------|----------------------|--|-------|-------|-------------------|---|-------|----------------------|--|-------|-------|-------------------|
|              | IMC promedio observado (kg / m <sup>2</sup> ) |       |                      | IMC promedio esperado (kg / m <sup>2</sup> ) |       |       |                   | IMC promedio observado (kg / m <sup>2</sup> ) |       |                      | IMC promedio esperado (kg / m <sup>2</sup> ) |       |       |                   |
|              | 2005  | 2010  | Variación quinquenal | 2016   | 2026  | 2050  | Variación decenal | 2005  | 2010  | Variación quinquenal | 2016   | 2026  | 2050  | Variación decenal |
| 0-4          | 15,97   | 16,44 | 0,47                 | 17,04  | 17,94 | 20,20 | 0,93              | 15,76   | 16,09 | 0,33                 | 16,50  | 17,15 | 18,73 | 0,66              |
| 5-17         | 17,58   | 17,74 | 0,16                 | 17,90  | 18,25 | 19,02 | 0,33              | 18,37   | 18,26 | -0,11                | 18,12  | 17,91 | 17,38 | -0,22             |
| 18-22        | 21,90   | 22,46 | 0,56                 | 23,10  | 24,20 | 26,80 | 1,09              | 22,77   | 22,96 | 0,19                 | 23,20  | 23,52 | 24,38 | 0,35              |
| 23-27        | 23,85   | 24,29 | 0,44                 | 24,80  | 25,65 | 27,07 | 0,85              | 23,82   | 24,41 | 0,59                 | 25,10  | 26,25 | 29,03 | 1,16              |
| 28-32        | 24,61   | 25,50 | 0,89                 | 26,50  | 28,30 | 32,50 | 1,76              | 25,04   | 25,82 | 0,77                 | 26,70  | 28,27 | 31,97 | 1,55              |
| 33-37        | 25,45   | 25,83 | 0,38                 | 26,20  | 27,04 | 28,86 | 0,78              | 25,97   | 26,41 | 0,44                 | 26,90  | 27,82 | 29,93 | 0,89              |
| 38-42        | 25,81   | 26,22 | 0,41                 | 26,70  | 27,52 | 29,49 | 0,82              | 26,81   | 26,83 | 0,02                 | 26,80  | 26,87 | 26,95 | 0,04              |
| 43-49        | 26,01   | 25,98 | -0,03                | 25,94  | 25,88 | 25,72 | -0,06             | 27,56   | 27,70 | 0,14                 | 27,86  | 28,13 | 28,79 | 0,27              |
| 50-64*       | 25,67   | 25,62 | -0,05                | 25,50  | 25,46 | 25,22 | -0,08             | 28,03   | 27,82 | -0,21                | 27,60  | 27,15 | 26,14 | -0,43             |
| 18-64        | 24,76   | 25,13 | 0,37                 | 25,53  | 26,29 | 28,04 | 0,74              | 25,72   | 25,99 | 0,28                 | 26,31  | 26,86 | 28,17 | 0,55              |

IMC: Índice de masa corporal.

\* Por requerimiento del programa Prevent, el IMC promedio esperado (kg / m<sup>2</sup>) debe calcularse hasta los 75 años. Para ello, el programa repite por defecto el dato correspondiente a los 64 años en las edades simples entre los 65 y los 75 años.

Fuentes: IMC promedio observado en los años 2005 y 2010, por sexo: [8-10]. IMC promedio esperado para los años 2016, 2026 y 2050, por sexo: elaboración propia del estudio.

nes decenales más altas correspondieron a los adultos de 28 a 32 años, con estimados de 1,76 kg / m<sup>2</sup> en hombres y 1,55 kg / m<sup>2</sup> en mujeres (véase Tabla 2).

Según nuestras simulaciones, en 2050 habrá en Colombia predominio del sobrepeso (IMC  $\geq$  25,0 kg / m<sup>2</sup> a  $<$  30,0 kg / m<sup>2</sup>) en los hombres a partir de los 18 años, y en las mujeres, desde los 23 años, y aparición de la obesidad ( $\geq$  30,0 kg / m<sup>2</sup>) en los adultos de ambos sexos de 28 a 32 años. En los menores de 5 años también se destacarán el sobrepeso en las niñas (IMC  $\geq$  17,19 kg / m<sup>2</sup> a  $<$  19,12 kg / m<sup>2</sup>) y la obesidad en los niños ( $\geq$  19,26 kg / m<sup>2</sup>) (véase Tabla 2).

*Incidencia absoluta y TAE (por 100 000 habitantes) de cánceres de mama, colorrectal y hepático, según escenario de simulación del IMC, sexo y edad.* Las proyecciones realizadas para el periodo 2016-2050 indican que la incidencia más alta de cada cáncer ocurrirá en el escenario de "Referencia", en el siguiente orden decreciente: 404 444 cánceres de mama en mujeres, 274 637 cánceres colorrectales en ambos sexos (índice de masculinidad = 0,87) y 59 575 cánceres hepáticos en ambos sexos (índice de masculinidad = 0,92) (véase Tabla 3).

Bajo el escenario de "Toda la población con índice de masa corporal ideal" desde 2017, se proyectó para el 2050 la incidencia absoluta de 11 470 cánceres de mama

en mujeres, 8680 cánceres colorrectales en ambos sexos (índice de masculinidad = 0,86) y 1754 cánceres hepáticos en ambos sexos (índice de masculinidad = 1,02).

Según nuestras simulaciones, el grupo de edad de 70 años y más registrará, en ambos sexos, la incidencia absoluta más alta para los tres cánceres de interés, tanto en 2016 (línea de base) como en 2050 (final). Igualmente, para este mismo grupo de edad se proyectaron las reducciones de casos totales más sobresalientes bajo el escenario de "Toda la población con índice de masa corporal ideal" desde 2017, destacándose el impacto que ejercería esta intervención en la disminución del cáncer de mama en las mujeres con estas edades (véase Figura 1).

Respecto a las TAE por 100 000 habitantes, proyectadas para cada cáncer bajo el escenario de "Referencia" entre 2016 y 2050, nuestras simulaciones arrojaron valores anuales constantes, correspondientes, en los hombres, a 12,2 para cáncer colorrectal y 2,5 para cáncer hepático, y en las mujeres, a 33,8 para cáncer de mama, 12,4 para cáncer colorrectal y 2,5 para cáncer hepático (véase Figura 2).

Las TAE más bajas fueron simuladas en el escenario de "Toda la población con índice de masa corporal ideal" desde 2017 y obtenidas para el año 2039, con base en el

**Tabla 3.** Incidencia absoluta de cánceres de hígado, colorrectal y de la mama, proyectados según sexo y escenarios de simulación del índice de masa corporal. Colombia, 2016-2050.

| Escenario de modelamiento  | Cáncer de hígado |                  |                  | Cáncer colorrectal |                   |                     | Cáncer de mama      |
|--|------------------|------------------|------------------|--------------------|-------------------|---------------------|---------------------|
|  | Hombres          | Mujeres          | Ambos sexos      | Hombres            | Mujeres           | Ambos sexos         | Mujeres             |
| “Referencia” (sin intervención del índice de masa corporal)  | 28 598<br>(1078) | 30 977<br>(1147) | 59 575<br>(2225) | 127 503<br>(4729)  | 147 134<br>(5309) | 274 637<br>(10 038) | 404 444<br>(13 987) |
| Intervención “Reducción acumulada del 10 % de la diferencia del índice de masa corporal” entre 2016-2026, sostenida hasta 2050 | 28 310<br>(1058) | 30 537<br>(1118) | 58 847<br>(2176) | 126 392<br>(4654)  | 146 159<br>(5245) | 272 551<br>(9899)   | 400 435<br>(13 731) |
| Intervención “Toda la población con índice de masa corporal ideal” desde 2017 hasta 2050                                       | 25 110<br>(886)  | 25 817<br>(868)  | 50 927<br>(1754) | 114 200<br>(4000)  | 135 348<br>(4680) | 249 548<br>(8680)   | 356 034<br>(11 470) |

Los números entre paréntesis son específicos para el año 2050. Los demás números fueron calculados para el período que se indica.

tiempo LAG (es decir, 20 años después de sucedido el tiempo LAT de 3 años, contado este último entre 2016 y 2019), momento a partir del cual permanecieron estables hasta el año 2050. Estas fueron: para el cáncer de mama, 28,0; para el cáncer colorrectal, 10,4 en hombres y 11,1 en mujeres, y para el cáncer hepático, 2,1 en hombres y 1,8 en mujeres.

*Valores absolutos y relativos de casos evitables de cánceres de mama, colorrectal y hepático, según sexo y escenario de simulación del IMC.* Nuestras simulaciones arrojaron los siguientes totales de casos evitables, bajo el escenario de “Reducción acumulada del 10 % de la diferencia del índice de masa corporal” entre 2016-2026, sostenida hasta 2050: 4009 cánceres de mama (en mujeres), 2086 cánceres colorrectales (1111 en hombres) y 728 cánceres hepáticos (440 en mujeres) (véase Tabla 4).

La mayor evitación se simuló bajo el escenario de “Toda la población con índice de masa corporal ideal” entre 2017 y 2050, obteniéndose valores máximos de 48 410 cánceres de mama (en mujeres), 25 089 cánceres colorrectales (13 303 en hombres) y 8648 cánceres hepáticos (5160 en mujeres).

Adicionalmente, los valores relativos de casos evitables proyectados bajo el escenario de “Reducción acumulada del 10 % de la diferencia del índice de masa corporal”, en las mujeres variaron entre 0,7 % (cáncer colorrectal) y 1,4 % (cáncer hepático), y en los hombres, entre 0,9 % (cáncer colorrectal) y 1,0 % (cáncer hepático) (véase Tabla 4).

*EAP de cánceres de mama, colorrectal y hepático, según sexo.* La proporción simulada de cáncer que podría evitarse bajo el escenario de “Toda la población con índice de masa corporal ideal” entre 2017 y 2050 osciló,

en las mujeres, entre 8,0 % (cáncer colorrectal) y 16,7 % (cáncer hepático), y en los hombres, entre 10,4 % (cáncer colorrectal) y 12,2 % (cáncer hepático) (véase Tabla 4).

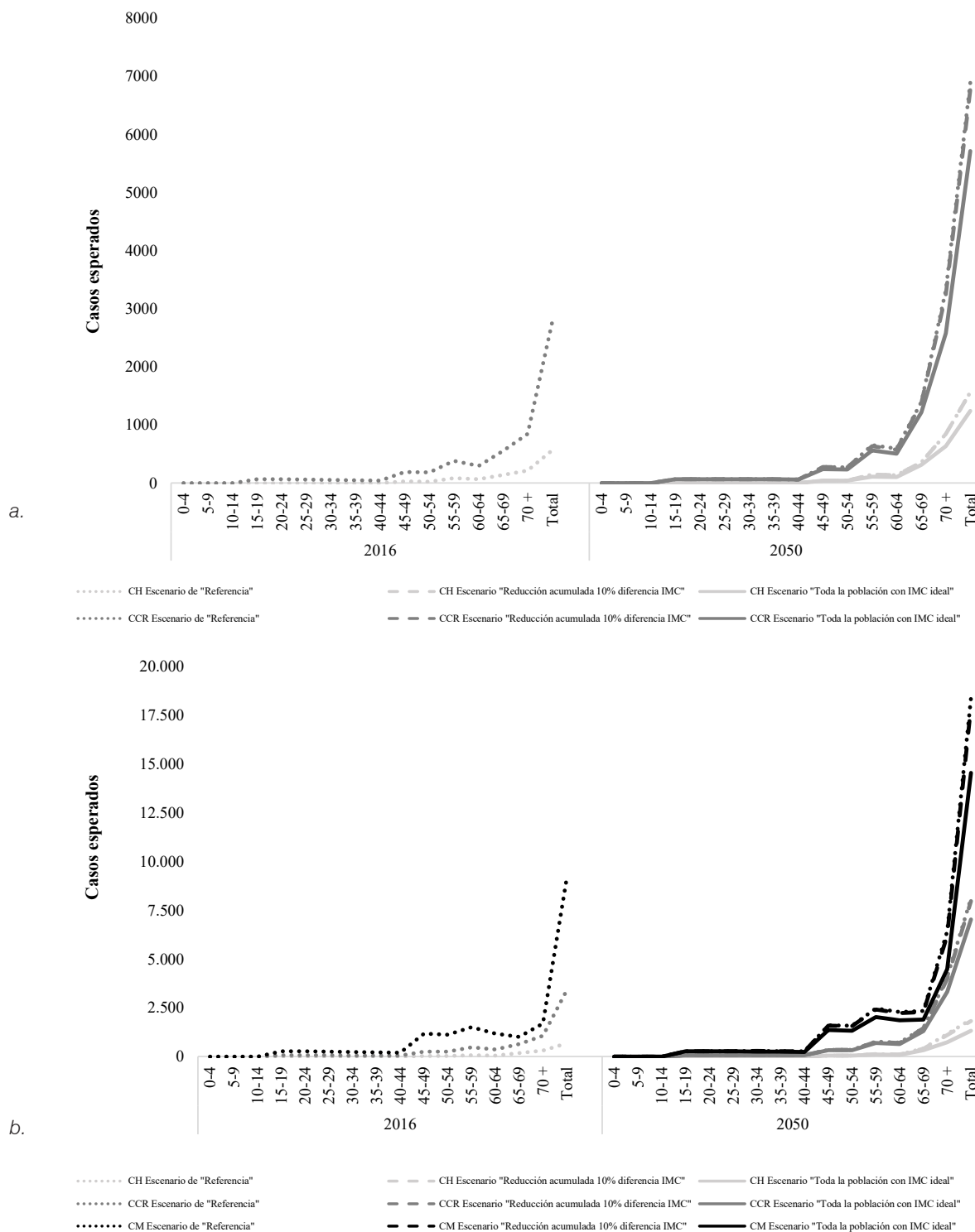
## Discusión

Los resultados de este estudio de simulación están soportados en distintos escenarios hipotéticos de cambios en el comportamiento del IMC en la población colombiana, por sexo y edad para el periodo 2016-2050. En el escenario de “Referencia” —sustentado en datos primarios y estudios previos—, las variaciones de los valores medios por sexo y edad fueron principalmente ascendentes, alcanzando en 2050 cifras clasificables como “exceso de peso”, tanto en los menores de 5 años de ambos sexos como en los adultos hombres a partir de los 18 años, y en las mujeres, desde los 23 años. Este aspecto se consideró relevante, debido a que, en Colombia, la población adulta de 18 a 75 años es la que padece el total de la incidencia nacional de cáncer hepático y no menos del 97 % de la incidencia de cánceres de mama y colorrectal [26].

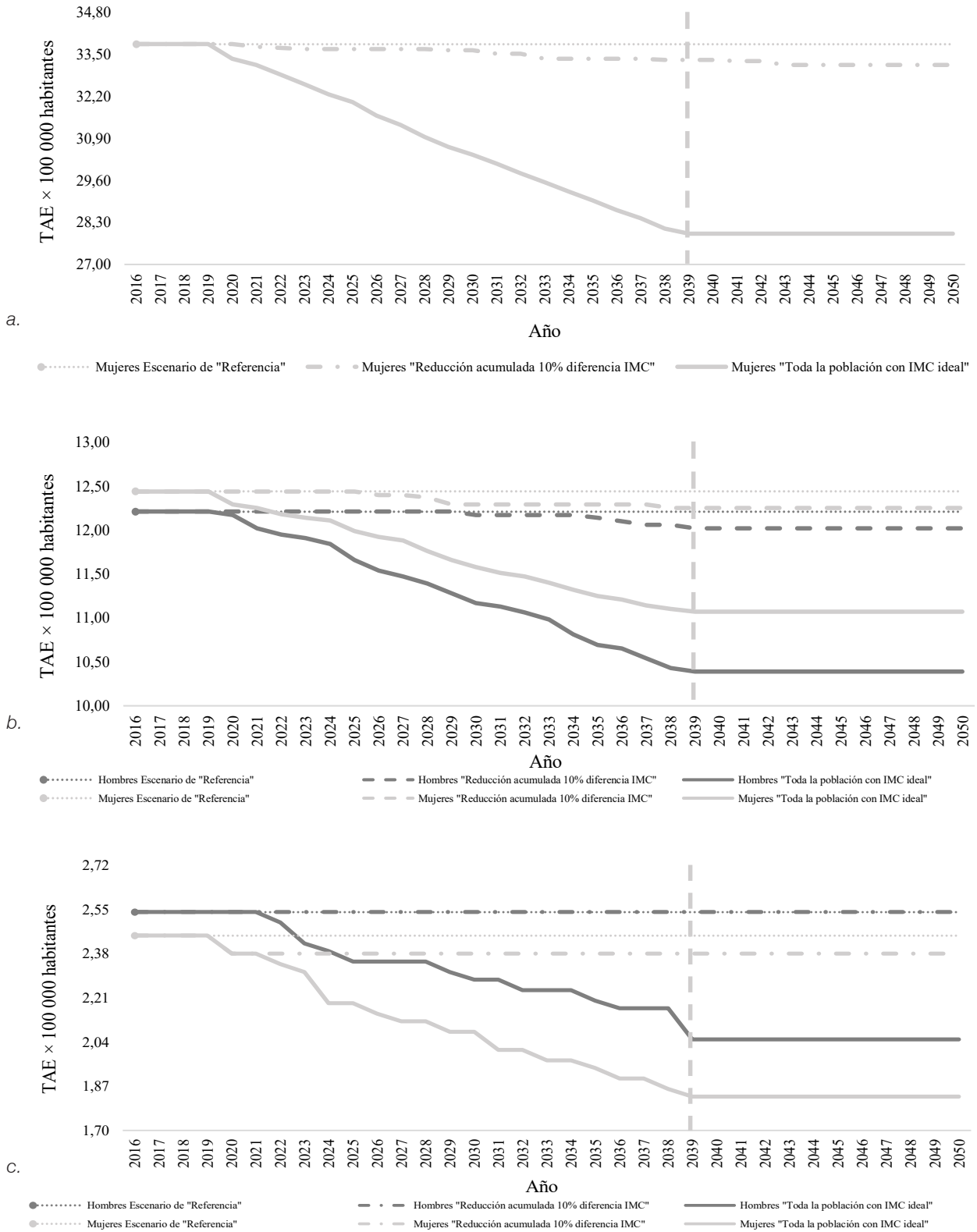
Al comparar los hallazgos de este trabajo contra los de un estudio realizado por la Non-communicable Disease Risk Factor Collaboration (NCD-RisC), que estimó la tendencia de los valores medios del IMC en 200 países del mundo de 1975 a 2016, se encontró que los valores proyectados por nuestras simulaciones para los adultos colombianos de 18 a 64 años en 2016 (hombres, 25,5 kg / m<sup>2</sup>; mujeres, 26,3 kg / m<sup>2</sup>) eran superiores a los reportados para la población mundial mayor de 20 años en el mismo año (hombres, 24,5 kg / m<sup>2</sup>, IC 95 %: 24,3-24,6, y mujeres, 24,8 kg / m<sup>2</sup>; IC 95 %: 24,6-25,0). No obstante, nuestros resultados fueron levemente inferiores a

† De acuerdo con la publicación referenciada.





**Figura 1** Casos esperados de cánceres de hígado, colorrectal y de la mama, según sexo, edad y escenarios de simulación del índice de masa corporal. Colombia, 2016-2050. a. Hombres; b. mujeres. CH: Cáncer hepático; CCR: Cáncer colorrectal; CM: Cáncer de mama; IMC: Índice de masa corporal.



**Figura 2** Variación anual de las tasas ajustadas por edad de cánceres (a) de la mama, (b) colorrectal y (c) del hígado, proyectadas según sexo y escenario de simulación del IMC. Colombia, 2016-2050. TAE: Tasas ajustadas por edad; IMC: Índice de masa corporal. Las líneas verticales, punteadas, enmarcan los cambios presentados en el riesgo de desarrollar cáncer durante el tiempo LAG de 20 años, en los tres escenarios de modelamiento (sin y con intervención del IMC).

**Tabla 4.** Número de casos esperados y evitables de cánceres hepático, colorrectal y de la mama, según sexo y escenario de simulación del índice de masa corporal. Colombia, 2016-2050.

| Cáncer      | Sexo        | Casos esperados bajo el escenario de "Referencia" | Casos evitables bajo el escenario de intervención "Reducción acumulada del 10 % de la diferencia del índice de masa corporal" entre 2016-2026, sostenida hasta 2050 |     | Casos evitables bajo el escenario de intervención " Toda la población con índice de masa corporal ideal" desde 2017 hasta 2050 |         |
|-------------|-------------|---|---|-----|--|---------|
|             |             | (0 casos evitados)                                | Número  | %   | Número   | FAP (%) |
| Hepático    | Hombres     | 28 598 (1078)                                     | 288 (20)  | 1,0 | 3488 (192)   | 12,2    |
|             | Mujeres     | 30 977 (1147)                                     | 440 (29)  | 1,4 | 5160 (279)   | 16,7    |
|             | Ambos sexos | 59 575 (2225)                                     | 728 (49)  | 1,2 | 8648 (471)   | 14,5    |
| Colorrectal | Hombres     | 127 503 (4729)                                    | 1111 (75)   | 0,9 | 13 303 (729)   | 10,4    |
|             | Mujeres     | 147 134 (5309)                                    | 975 (64)  | 0,7 | 11 786 (629)   | 8,0     |
|             | Ambos sexos | 274 637 (10 038)                                  | 2086 (139)  | 0,8 | 25 089 (1358)  | 9,1     |
| Mama        | Mujeres     | 404 444 (13 987)                                  | 4009 (256)  | 1,0 | 48 410 (2517)  | 12,0    |

FAP: Fracción atribuible poblacional.

Los números entre paréntesis son específicos para el año 2050. Los demás números y porcentajes fueron calculados para el período que se indica.

los informados por sexo para las regiones de Latinoamérica Central (incluida Colombia), † del Sur, Andina y el Caribe [34]. Las discrepancias entre los hallazgos mencionados podrían explicarse, en parte, por diferencias en las distribuciones etarias que utilizaron ambos estudios, a la vez que por los distintos criterios aplicados para la inclusión de los datos (peso y estatura medidos en Colombia vs. datos medidos y autorreportados en algunos de los 2416 trabajos que integraron el gran estudio de la NCD-RisC).

Con respecto a las fracciones de cáncer que entre 2017 y 2050 podrían atribuirse, en la población colombiana, a la diferencia entre los valores medios esperados e ideales del IMC por sexo y edad —y que, por lo tanto, son evitables al eliminar dicha diferencia—, nuestras simulaciones proyectaron, para las mujeres, valores de FAP del orden de 16,7, 12,0 y 8,0 % para cánceres hepático, de mama y colorrectal, y para los hombres, de 12,2 y 10,4 % para cánceres hepático y colorrectal.

Comparativamente, las FAP obtenidas en este estudio de simulación son más altas que las reportadas por el estudio de carga mundial de cáncer atribuible a diabetes e IMC alto (por separado y en conjunto), que utilizó datos de 175 países obtenidos para el periodo 1980-2002, e informó valores de FAP para el IMC alto ( $\geq 25,0$  kg / m<sup>2</sup>), en mujeres, de 13,5 % (IC 95 %: 7,8-19,4), 6,9 % (IC 95 %: 4,4-9,4) y 7,0 % (IC 95 %: 5,0-9,1) para cánceres hepático, de mama y colorrectal, y en hombres, de 10,1 % (IC 95 %: 5,7-14,7) y 5,8 % (IC 95 %: 4,2-7,4) para cánceres hepático y colorrectal [35]. Las diferencias identificadas entre los resultados de ambos estudios podrían deberse a

una mayor prevalencia de exceso de peso en Colombia, o a una mayor incidencia de los cánceres mencionados también en nuestro país, o a la inclusión en nuestras simulaciones de RR probablemente más altos.

Desde la perspectiva teórica, se debe aclarar que ninguna intervención hipotética del exceso de peso podría reducir a "0" la incidencia de cualquiera de los cánceres de interés o elevar a 100 % las FAP respectivas, por tratarse de enfermedades multicausales, en las que cobran importancia otros factores de riesgo para su generación, lo cual no fue abordado en esta investigación. Los mayores números de casos evitables bajo el escenario de "Toda la población con índice de masa corporal ideal" entre 2017 y 2050 correspondieron a 48 410 cánceres de mama en mujeres y a 25 089 cánceres colorrectales en ambos sexos, lo cual se explica por la alta incidencia de estas enfermedades bajo el escenario de "Referencia". Se considera que estos resultados son relevantes para el control del cáncer en el ámbito nacional, debido a que, en Colombia, el cáncer de mama ocupa el primer lugar de la incidencia de cáncer en mujeres (TAE por 100 000 habitantes: 33,8), a la vez que el cáncer colorrectal, el tercer lugar en mujeres (12,3) y el cuarto en hombres (12,2) [26].

El incremento del IMC en la población colombiana entre 2010 y 2015 [4] y, por ende, lo proyectado en esta simulación matemática concuerdan con los principales impulsores de la epidemia de obesidad a nivel mundial: la globalización de los sistemas alimentarios, que promueven la producción, comercialización y sobreingesta pasiva de productos alimenticios más procesados —mu-

chos de ellos hipercalóricos y de pobre valor nutricional—, y la urbanización y la disminución de la actividad física, consecuencia de la modernización de los estilos de vida [35-38]. Aunque, en Colombia, la obesidad fue definida como una prioridad de salud pública desde 2009 [39], en nuestro territorio aún no se han implementado todas las recomendaciones propuestas por la Organización Panamericana de la Salud para prevenir esta enfermedad, entre ellas, las referentes a la “restricción de la comercialización de alimentos y bebidas malsanos a los niños”, la reglamentación del suministro o venta de alimentos en el entorno escolar y el establecimiento de “políticas impositivas para limitar el consumo de alimentos malsanos”, estos últimos correspondientes a productos procesados y ultraprocesados, que contienen cantidades elevadas de sodio, azúcares libres, grasas totales, grasas saturadas y ácidos grasos trans [40].

Paradójicamente, cabe resaltar que Colombia se encuentra experimentando una transición alimentaria: en el periodo 2010-2015, evidenció, tanto en niños como en adultos, una tendencia a la disminución en el consumo de pan, tubérculos, azúcar, alimentos fritos y alimentos *light* —lo cual podría interpretarse como una tendencia hacia la “dieta saludable”—, pero también hacia la reducción en la ingesta de leche, carne, atún, vísceras (no compensada por el aumento leve en la frecuencia / día del consumo de huevos, pollo o gallina), al igual que de frutas, lo cual ha sido explicado hipotéticamente como un asunto de desigualdades e inequidades sociales, que ha llevado a la reducción en el gasto de alimentos (siendo los proteicos los más costosos) en los estratos socioeconómicos medio y bajo [41].

Este estudio reconoce como sus principales limitaciones: 1) el haber realizado todas las simulaciones asumiendo un comportamiento lineal del IMC (que se proyectó para Colombia en el periodo 2016-2050, a partir de datos reales disponibles para los años 2005 y 2010) y el haber usado funciones lineales para establecer la relación entre el aumento por unidad de IMC y el riesgo para cada cáncer de interés (por requerimiento del *software* Prevent), esto último considerando que un estudio similar efectuado en Brasil utilizó una función *log-logit* “para representar cada valor de RR en unidades de IMC” [42]; 2) el haber utilizado medidas de asociación (RR o HR) reportadas por grandes metaanálisis de estudios observacionales efectuados principalmente en países desarrollados [27-29], cuya magnitud del efecto podría ser diferente para Colombia y por subgrupos de población; 3) el haber incluido tiempos LAT de 3 años y LAG de 20 años, iguales o similares a los empleados en otros estudios de simulación europeos que también usaron el *software* Prevent, pero con distintos factores de riesgo [13,18], esto debido a la carencia de información

sobre el periodo de latencia que debe transcurrir entre la determinación del IMC alto y la incidencia de cáncer en cualquier contexto; no obstante, recientemente identificamos varios estudios que asignaron a dicho periodo de latencia un valor de 10 años [25,35,42], uno de los cuales sugirió que este podría ser diferente según el nivel de IMC [42]; y 4) el considerar que las proyecciones obtenidas por el presente estudio son posibles en un mundo en el que los cambios del IMC son predecibles en el tiempo, sin tomar en cuenta la evolución de los patrones de la dieta a escala global.

## Conclusión

Intervenir para disminuir el exceso de peso (IMC  $\geq$  25,0 kg / m<sup>2</sup>) en la población colombiana contribuiría especialmente a reducir el riesgo de cáncer hepático en ambos sexos y el número de casos de cáncer de mama (en mujeres). Para ello, se requiere del compromiso y la participación activa del Estado, de todos los sectores económicos, la sociedad civil y los medios de comunicación, en la realización de acciones multinivel que promuevan y sustenten la alimentación saludable y el aumento de la actividad física regular y adecuada en el ámbito nacional.

## Agradecimientos

Al doctor Jan J. Barendregt (*in memoriam*), antiguo miembro del Departamento de Salud Pública del Erasmus MC, Centro Médico Universitario (en Róterdam, Países Bajos), director y propietario del sitio web EpiGear, quien desarrolló el *software* Prevent y facilitó su uso libre de costo en este trabajo de investigación.

Al Instituto Colombiano de Bienestar Familiar, por el suministro de las bases de datos con los valores medios del IMC reportados para Colombia por las ENSIN 2005 y 2010.

## Financiación

Este artículo corresponde a uno de los productos del estudio “Incidencia proyectada de cánceres prevenibles bajo variaciones hipotéticas en la prevalencia de sus factores de riesgo, Colombia, 2016-2050”, financiado por el Instituto Nacional de Cancerología ESE, con recursos de inversión de la Nación entre 2016 y 2018 (rubros presupuestales 41030110020 (2016) y C190103001 - 15 (2017 y 2018)) y recursos de funcionamiento entre 2016 y 2019. Además, fue cofinanciado y coejecutado por la Pontificia Universidad Javeriana (Convenio PPTA\_7602, código de ética médica del proyecto 2016 / 157), la Universidad Industrial de Santander y la Universidad El Bosque, que aportaron tiempo / profesor como

contrapartida durante las fases de diseño, ejecución y cierre de este.

## Conflicto de interés

Los autores declaramos no tener conflictos de intereses.

## Declaración de responsabilidad

Se declara que los puntos de vista expresados en este artículo son responsabilidad de los autores y no de las instituciones para las que estos trabajan.

## Contribución de los autores

Martha Patricia Rojas-Hurtado verificó la calidad de los datos y de los análisis estadísticos de este componente del estudio, realizó la interpretación de los datos relacionados, elaboró la primera versión del manuscrito y aprobó la versión final que se publica.

Oscar Fernando Herrán verificó la pertinencia de los análisis estadísticos de este componente del estudio, revisó críticamente el manuscrito y aprobó la versión final que se publica.

Miguel Zamir Torres-Ibargüen lideró la ejecución del estudio, lideró el control de calidad de los datos y el análisis estadístico del estudio, revisó críticamente el manuscrito, aprobó la versión final que se publica y se hace responsable por todos los aspectos del estudio.

Gustavo Alfonso Díaz-Muñoz revisó críticamente el manuscrito y aprobó la versión final que se publica.

Esther de Vries concibió la idea y el proyecto de investigación, verificó la calidad de los datos y de los análisis estadísticos del estudio, revisó críticamente el manuscrito, aprobó la versión final que se publica y se hace responsable por todos los aspectos del estudio.

## Referencias

1. Ferlay J, Ervik M, Lam F, et al. Global Cancer Observatory: Cancer Today. Mundial y Colombia. Lyon: International Agency for Research on Cancer [internet]; 2018 [citado 13 jun. 2019]. Disponible en: <https://gco.iarc.fr/today/data/factsheets/populations/900-world-fact-sheets.pdf>
2. Wild CP, Weiderpass E, Stewart BW, editors. World cancer report: Cancer research for cancer prevention [internet]. Lyon: International Agency for Research on Cancer; 2020 [citado 13 jun. 2019]. Disponible en: <http://publications.iarc.fr/586>
3. Lauby-Secretan B, Scoccianti C, Loomis D, et al. Body fatness and cancer — Viewpoint of the IARC Working Group. *N Engl J Med*. 2016;375(8):794-8. DOI: <https://www.nejm.org/doi/pdf/10.1056/NEJMSr1606602>
4. Colombia, Ministerio de Salud y Protección Social (MSPS), Departamento Administrativo para la Prosperidad Social (DPS), Instituto Colombiano de Bienestar Familiar (ICBF), Instituto Nacional de Salud (INS), Universidad Nacional de Colombia. Encuesta Nacional de la Situación Nutricional ENSIN 2015. Bogotá: MSPS [internet]; 2020 [citado 2020 abr. 3]. Disponible en: <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/ED/GCFL/libro-ensin-2015.pdf>
5. Pischon T, Nimpitsch K. Obesity and risk of cancer: An introductory overview. En: Pischon T, Nimpitsch K, editors. Obesity and cancer. Recent results in cancer research. Volume 208. Geneva: Springer, Cham.; 2016. pp. 10-11. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-3-319-42542-9\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-319-42542-9_1)
6. Stone TW, McPherson M, Darlington LG. Obesity and cancer: Existing and new hypotheses for a causal connection. *EBioMedicine*. 2018;30:14-28. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ebiom.2018.02.022>
7. Rockhill B, Newman B, Weinberg C. Use and misuse of population attributable fractions. *Am J Public Health*. 1998;88(1):15-19. DOI: <https://doi.org/10.2105/ajph.88.1.15>
8. Northridge ME. Annotation: Public health methods — Attributable risk as a link between causality and public health action. *Am J Public Health*. 1995;85(9):1202-4. DOI: <https://dx.doi.org/10.2105%2Fajph.85.9.1202>
9. Llorca J, Fariñas-Álvarez C, Delgado-Rodríguez M. Fracción atribuible poblacional: cálculo e interpretación. *Gac Sanit*. 2001;15(1):61-67. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0213-9111\(01\)71519-1](https://doi.org/10.1016/S0213-9111(01)71519-1)
10. Greenland S, Rothman KJ, Lash TL. Measures of effect and measures of association. En: Rothman KJ, Greenland S, Lash T, editors. *Modern epidemiology*. 3rd ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2008. pp. 51-70.
11. Greenland S, Robins JM. Conceptual problems in the definition and interpretation of attributable fractions. *Am J Epidemiol*. 1988;128(6):1185-97. DOI: <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.aje.a115073>
12. Arnold M, Leitzmann M, Freisling H, et al. Obesity and cancer: An update of the global impact. *Cancer Epidemiol*. 2016;41:8-15. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.canep.2016.01.003>
13. Soerjomataram I, De Vries E, Engholm G, et al. Impact of a smoking and alcohol intervention programme on lung and breast cancer incidence in Denmark: An example of dynamic modelling with Prevent. *Eur J Cancer*. 2010;46(14):2617-24. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ejca.2010.07.051>
14. Menvielle G, Soerjomataram I, De Vries E, et al. Scenarios of future lung cancer incidence by educational level: Modelling study in Denmark. *Eur J Cancer*. 2010;46(14):2625-32. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ejca.2010.07.027>
15. Soerjomataram I, Oomen D, Lemmens V, et al. Increased consumption of fruit and vegetables and future cancer incidence in selected European countries. *Eur J Cancer* [Internet]. 2010;46(14):2563-80. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ejca.2010.07.026>
16. De Vries E, Soerjomataram I, Lemmens VEPP, et al. Lifestyle changes and reduction of colon cancer incidence in Europe: A scenario study of physical activity promotion and weight reduction. *Eur J Cancer*. 2010;46(14):2605-16. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ejca.2010.07.040>
17. Wilson LF, Baade PD, Green AC, et al. The impact of changing the prevalence of overweight/obesity and physical inactivity in Australia: An estimate of the proportion of potentially avoidable cancers 2013-2037. *Int J Cancer*. 2019;144(9):2088-98. DOI: <https://doi.org/10.1002/ijc.31943>

18. De Vries E, Quintero DC, Henríquez-Mendoza G, Herrán OF. Population attributable fractions for colorectal cancer and red and processed meats in Colombia - a macro-simulation study. *Colomb. Med.* [internet]. 2017 [citado 2018 feb. 2]; 48(2):64-69. Disponible en: <http://colombiamedica.univalle.edu.co/index.php/comedica/article/view/2458/3361>
19. De Vries E, Torres MZ, Rojas MP, et al. Theoretical reduction of the incidence of colorectal cancer in Colombia from reduction in the population exposure to tobacco, alcohol, excess weight and sedentary lifestyle: A modelling study. *BMJ Open.* 2020;10(10):e037388. DOI: <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2020-037388>
20. Colombia, Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). Estimaciones de población 1985-2005 y proyecciones de población 2005-2020 nacional y departamental desagregado por área, sexo y grupos quinquenales de edad. [internet]; 2011 may. [citado 2018 feb. 2]. Disponible en: [https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/poblacion/seriesp85\\_20/EstimacionesProyecciones1985\\_020.xls](https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/poblacion/seriesp85_20/EstimacionesProyecciones1985_020.xls)
21. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Observatorio Demográfico 2013. Proyecciones de población. Santiago de Chile: Naciones Unidas; 2014.
22. Colombia, Ministerio de la Protección Social (MPS), Instituto Colombiano de Bienestar Familiar (ICBF), Instituto Nacional de Salud (INS), et al. Encuesta nacional de la situación nutricional en Colombia 2010 - ENSIN. Bogotá: ICBF; 2011.
23. Colombia, Ministerio de la Protección Social (MSPS). Resolución 2121, por la cual se adoptan los patrones de crecimiento publicados por la Organización Mundial de la Salud-OMS en el 2006 y 2007 para los niños, niñas y adolescentes de 0 a 18 años de edad y se dictan otras disposiciones (2010 jun. 9).
24. Colombia, Ministerio de Salud y Protección Social (MSPS). Resolución 2465, por la cual se adoptan los indicadores antropométricos, patrones de referencia y puntos de corte para la clasificación antropométrica del estado nutricional de niñas, niños y adolescentes menores de 18 años de edad (2016 jun. 14).
25. Arnold M, Pandeya N, Byrnes G, et al. Global burden of cancer attributable to high body-mass index in 2012: A population-based study. *Lancet Oncol.* 2015;16(1):36-46. DOI: [https://doi.org/10.1016/S1470-2045\(14\)71123-4](https://doi.org/10.1016/S1470-2045(14)71123-4)
26. Pardo Ramos C, Cendales Duarte R. Incidencia, mortalidad y prevalencia de cáncer en Colombia, 2007-2011. Bogotá: Instituto Nacional de Cancerología ESE, Ministerio de Salud y Protección Social [internet]; 2015 [citado 2018 abr. 27]. Disponible en: <https://www.cancer.gov.co/files/libros/archivos/incidencia1.pdf>
27. Moghaddam AA, Woodward M, Huxley R. Obesity and risk of colorectal cancer: A meta-analysis of 31 studies with 70,000 events. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev.* 2007;16(12):2533-47. DOI: <https://doi.org/10.1158/1055-9965.EPI-07-0708>
28. Rui R, Lou J, Zou L, et al. Excess body mass index and risk of liver cancer: A nonlinear dose-response meta-analysis of prospective studies. *PLoS ONE.* 2012;7(9):e44522. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0044522>
29. Neuhauser ML, Aragaki AK, Prentice RL, et al. Overweight, obesity, and postmenopausal invasive breast cancer risk. *JAMA Oncol.* 2015;1(5):611-21. DOI: <https://doi.org/10.1001/jamaoncol.2015.1546>
30. Wilson LF, Baade PD, Green AC, et al. The impact of reducing alcohol consumption in Australia: An estimate of the proportion of potentially avoidable cancers 2013-2037. *Int J Cancer.* 2019;145:2944-53. DOI: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/ijc.32204>
31. Ahmad OB, Boschi-Pinto C, Lopez AD, et al. Age standardization of rates: A new WHO Standard. GPE Discussion Paper Series No. 31. World Health Organization [internet]; 2001 [citado 2019 mar. 4]. pp. 1-14. Disponible en: <https://www.who.int/healthinfo/paper31.pdf>
32. Steenland K, Armstrong B. An overview of methods for calculating the burden of disease due to specific risk factors. *Epidemiology.* 2006;17(5):512-9. DOI: <https://doi.org/10.1097/01.ede.0000229155.05644.43>
33. Colombia, Ministerio de Salud. Resolución 8430, por la cual se establecen las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud (1993 oct. 4).
34. Abarca-Gómez L, Abdeen ZA, Hamid ZA, et al. Worldwide trends in body-mass index, underweight, overweight, and obesity from 1975 to 2016: A pooled analysis of 2416 population-based measurement studies in 128 9 million children, adolescents, and adults. *Lancet.* 2017;390(10113):2627-42; Suppl 390:1-437. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(17\)32129-3](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(17)32129-3)
35. Pearson-Stuttard J, Zhou B, Kontis V, et al. Worldwide burden of cancer attributable to diabetes and high body-mass index: A comparative risk assessment. *Lancet Diabetes Endocrinol.* 2018;6(6):e6-e15. DOI: [https://doi.org/10.1016/s2213-8587\(18\)30150-5](https://doi.org/10.1016/s2213-8587(18)30150-5)
36. Chooi YC, Ding C, Magkos F. The epidemiology of obesity. *Metab Clin Exp.* 2019;92:6-10. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.metabol.2018.09.005>
37. Romieu I, Dossus L, Barquera S, et al. Energy balance and obesity: What are the main drivers? *Cancer Causes Control.* 2017;28:247-58. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10552-017-0869-z>
38. International Agency for Research on Cancer. Energy balance and obesity. Romieu I, Dossus L, Willett WC, editors. IARC Working Group Report No. 10. Lyon: International Agency for Research on Cancer [internet]; 2017 [citado 2019 jun. 13]. Disponible en: <http://publications.iarc.fr/553>
39. Colombia, Congreso de la República. Ley 1355, por la cual se define la obesidad y las enfermedades crónicas no transmisibles asociadas a esta como una prioridad de salud pública y se adoptan medidas para control, atención y prevención (2009 oct. 14).
40. Organización Panamericana de la Salud, Organización Mundial de la Salud. Modelo de perfil de nutrientes de la Organización Panamericana de la Salud. Washington: OPS [internet]; 2016 [citado 2020 ene. 20]. Disponible en: [http://iris.paho.org/xmlui/bitstream/handle/123456789/18622/9789275318737\\_spa.pdf](http://iris.paho.org/xmlui/bitstream/handle/123456789/18622/9789275318737_spa.pdf)
41. Herrán OF, Bermúdez JN, Zea MP. Cambios alimentarios en Colombia; resultados de dos encuestas nacionales de nutrición, 2010-2015. *Salud UIS.* 2020;52(1):21-31. DOI: <https://doi.org/10.18273/revsal.v52n1-2020004>
42. Machado LF, Arnold M, Maluf F, et al. The increasing burden of cancer attributable to high body mass index in Brazil. *Cancer Epidemiol.* 2018;54:63-70. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.canep.2018.03.006>



Esta obra se distribuye bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional  
 Más información: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>